

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE TECNOLOGIA
ESCOLA DE QUÍMICA
TECNOLOGIA DE PROCESSOS QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS**

DISSERTAÇÃO

**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS
BIOQUÍMICAS DA POLPA DE MAMÃO (*Carica papaya* L.)
PROCESSADA POR ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA.**

FERNANDA BRANCO SHINAGAWA

2009

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE TECNOLOGIA
ESCOLA DE QUÍMICA
TECNOLOGIA DE PROCESSOS QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS

**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS
BIOQUÍMICAS DA POLPA DE MAMÃO (*Carica papaya* L.)
PROCESSADA POR ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA.**

FERNANDA BRANCO SHINAGAWA

Sob a Orientação dos Professores
Maria Alice Coelho
Amauri Rosenthal

Dissertação submetida como
requisito parcial para a obtenção do
grau de **Mestre** no programa de
Processos Químicos e Bioquímicos,
Área de Tecnologias Alternativas
para Conservação de Alimentos.

Rio de Janeiro, RJ
Março de 2009

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE TECNOLOGIA
ESCOLA DE QUÍMICA
TECNOLOGIA DE PROCESSOS QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS**

APROVADA EM ----/----/----

Dra. Maria Alice Coelho, EQ/UFRJ

Dr. Amauri Rosenthal, Embrapa CTAA

Dra. Maria Helena Miguez Rocha-Leão, EQ/ UFRJ

Dra. Daniela de Grandi Castro Freita, Embrapa CTAA

Dra. Lúcia Helena Esteves dos Santos Laboissière, UFMG

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Makoto e Rose, pelo amor e por mais uma vez me apoiarem de forma incondicional, permitindo que este sonho se tornasse realidade, e também ao meu irmão Leonardo.

À Universidade Federal do Rio de Janeiro pela oportunidade da realização do mestrado, aos funcionários e professores da Secretária de Pós-graduação do Programa de Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Química.

Aos meus orientadores, Dr. Amauri Rosenthal e Dra. Maria Alice Coelho, pelo apoio, orientação e credibilidade para a realização deste trabalho.

À Embrapa Agroindústria de Alimentos pela infra-estrutura e a todos seus funcionários e amigos que colaboraram ativamente para realização desta conquista, em especial:

À Dra. Rosires Deliza pelo ensino e incentivo a todo o momento.

Aos funcionários do Laboratório de Análise Sensorial da Embrapa Aline e Zé.

Aos funcionários das Plantas I e II da Embrapa Flávia, Willian, Filé e Chorão pela imensa ajuda e à todos os estagiários pela amizade e companheirismo.

Aos funcionários da Cromatografia da Embrapa Dr. Ronoel Godoy, Sidney e Manuela.

Aos funcionários do Laboratório de Microbiologia da Embrapa Simone, Ivan, Flávia e Janine.

As colegas de trabalho: Monique Ribeiro e Júlia Hauck que compartilharam de vários momentos agradáveis e por vezes angustiantes dentro dos Laboratórios, obrigada pela amizade e pelas caronas até a roça.

Aos meus irmãozinhos adotivos Luana e Henrique pela amizade e todas as alegrias compartilhadas e também à Simone Mathias pela amizade construída ao longo desses anos.

Aos meus queridos e amados provadores; Marcela, Maurício, Ana Paula, Monique, Júlia, Vivian, Luciana, Isabelle, Luana, Filé, Filipe, André.

À minha grande amiga e companheira nos seminários e em sala de aula Isabella Costa.

À Elisa Helena que me ajudou no início da jornada me orientando no que foi preciso.

Ao querido português Pedro Santos pelo companheirismo, dedicação e pelas palavras confortantes diante dos meus momentos de ansiedade mesmo que estejamos a um oceano de distância.

RESUMO

SHINAGAWA, Fernanda Branco. **AValiação DAS CARACTERÍSTICAS BIOQUÍMICAS DA POLPA DE MAMÃO (*Carica papaya* L.) PROCESSADA POR ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA**. 2009. 133p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos). Escola de Química, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Ilha do Fundão, RJ, 2009.

Dentre as mais importantes frutas tropicais atualmente cultivadas no país e no mundo, o mamão ocupa, evidentemente, um lugar de destaque. Os frutos frescos são comumente parte essencial da dieta humana balanceada e apreciada por suas excelentes propriedades sensoriais, em particular por sua cor, aroma e sabor. Propiciando uma das frutas de maior aceitação no mercado internacional, tanto pelo valor nutritivo e digestivo como pelas qualidades sensoriais, o mamoeiro é uma das fruteiras mais amplamente cultivadas nas regiões tropicais, sendo cultivado na quase totalidade do território brasileiro, com destaque para o Nordeste. A produção de polpas de frutas congeladas constitui um meio favorável para o maior aproveitamento das frutas na época da entressafra, evitando os problemas ligados à sazonalidade. Em consonância com a tendência da busca pelo consumidor de alimentos com alta qualidade nutricional e sensorial similares ao alimento fresco, novas tecnologias têm sido estudadas alternativamente aos processos térmicos de conservação, sendo uma das mais promissoras a tecnologia de alta pressão hidrostática (APH). Este método de processamento pode possibilitar a extensão do prazo de validade comercial de vários tipos de alimentos, garantindo a segurança microbiológica, por permitir a inativação de microrganismos e enzimas indesejáveis sem afetar, significativamente, o teor de compostos responsáveis pela qualidade sensorial e nutricional do produto. Este trabalho teve como objetivo avaliar as características enzimáticas, sensoriais, nutricionais e microbiológicas de polpa de mamão processada por APH, visando melhoria na qualidade e aumento do prazo para o consumo do produto final quando comparado ao obtido pelo processo térmico convencional. Este trabalho é parte integrante de projetos envolvendo o estudo do efeito de processamentos térmicos e não térmicos na conservação de alimentos (sucos de frutas, leite, iogurte e bebidas lácteas), desenvolvidos na Embrapa Agroindústria de Alimentos, RJ, em parceria com a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Três diferentes cultivares foram avaliadas quanto à aptidão para processamento tecnológico, sendo a cv. Formosa o mais indicado para produção de polpa em escala industrial. Os parâmetros de tempo e pressão utilizados, segundo delineamento experimental, para o processamento da polpa foram capazes de eliminar os microrganismos deteriorantes a níveis não detectáveis e a inativação de cerca de 47,92% da atividade enzimática da pectina metilesterase (PME). O suco de mamão formulado no estudo, obtido a partir da polpa processada por APH, apresentou aceitabilidade e intenção de compra satisfatória pela utilização da Análise Sensorial.

Palavras-chave: alta pressão, polpa de mamão, inativação enzimática, inibição microbiana, avaliação sensorial.

ABSTRACT

SHINAGAWA, Fernanda Branco. **EVALUATION OF THE BIOCHEMISTRY CHARACTERISTIC OF PAPAYA PURÉE (*Carica papaya* L.) BY HIDROSTATIC HIGH PRESSURE TREATMENT.** 2009. 133p. Dissertation (Master in Biochemistry and Chemistry Processo of Technology). Escola de Química, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Ilha do Fundão, RJ, 2009.

Among the most important tropical fruits in the world and the country, papaya takes prominence place. Fresh fruit is commonly an essential part of human diet and appreciated for excellent sensory properties, in particular by color, flavor and taste. Propitiating one of greater acceptance fruits in the international market, both as nutritional and digestive value as papaya sensory quality, the papaya plant growing in tropical places and cultivated in almost hole brazilian territory, mainly on Northeast. Production of frozen fruit purée has become a favorable for fruits exploitation of the harvest season in avoiding the problems linked to seasonality. In line with trend of food consumer demand to high nutritional and sensory quality similar as fresh food, new technologies have been studied as alternative to thermal preservation processes, one of the most promising technology the high hydrostatic pressure (APH). This method may allow various kind of commercial foods shelf-life extension, ensuring the microbiological safety, allowing inactivation of range of undesirable microorganisms and enzymes of the food without to affect significantly compounds content of sensory and nutritional characteristics. This work is part of projects involving study of the thermal effect processing and no heating conservation of food (from fruit juices, milk, yoghurt drinks and milk) where Embrapa Agroindústria de Alimentos do Rio de Janeiro and the Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) are the institutes that working together. Three different cultivars were evaluated to suitability in technology processing, and the cv. Formosa was choosen the most suitable for purée production in industrial scale. Time and pressure parameters have been used, according to the experimental design, purée processing was able to eliminate damage microorganisms to non-detectable levels and inactivation approximately 47.92% of pectin metilesterase (PME) activity. Papaya juice made from pressurized papaya purée showed acceptability and satisfactory buy intention when used sensory evaluation.

Keys words: high pressure, papaya purée, enzymatic inactivation, microbial inhibition, sensory evaluation.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Características dos principais cultivares de mamão produzidos no Brasil.	5
Tabela 2: Características químicas do mamão segundo diferentes autores de diferentes países.	7
Tabela 3: Composição de vitaminas e minerais de mamão segundo diferentes autores.	7
Tabela 4: Padrão de Identidade e Qualidade para polpa de mamão.	16
Tabela 5: Determinações físico-químicas das polpas de frutas.	17
Tabela 6: Variação do teor de pectinesterase durante maturação de frutos tropicais.	22
Tabela 7: Pressão necessária para inativação de microrganismos.	34
Tabela 8: Exemplo de inativação de microrganismos por alta pressão.	36
Tabela 9: Delineamento experimental.	51
Tabela 10: Médias* das Características Físico-Químicas de Mamão das cultivares Formosa, Golden e Sunrise.	60
Tabela 11: Características físico-químicas de mamões reportados por diversos autores.	61
Tabela 12: Médias* dos teores de açúcares.	62
Tabela 13: Rendimento durante despulpamento.	62
Tabela 14: Teor de carotenóides em mamão das cultivares Formosa, Golden e Sunrise.	63
Tabela 15: Diferença no teor de carotenóides no cultivar Formosa em relação aos fatores geográficos.	63
Tabela 16: Composição de carotenóides em cultivares de mamão.	64
Tabela 17: Médias* da aceitação** das amostras de polpa de mamão.	64
Tabela 18: Resultados analíticos da caracterização da polpa de mamão.	65
Tabela 19: Resultados obtidos na análise microbiológica para as amostras de polpa de mamão Formosa por alta pressão.	66
Tabela 20: Médias* da Avaliação físico-química da polpa de mamão.	68
Tabela 21: Médias* da Atividade residual de PME na polpa de mamão Formosa.	69
Tabela 22: Análise de variância do modelo linear para Residual da Atividade da PME em polpa de mamão submetida a alta pressão.	70
Tabela 23: Planejamento experimental para PPO e seus respectivos resultados.	74
Tabela 24: Médias* dos componentes funcionais em polpa de mamão Formosa após tratamento por APH.	75
Tabela 25: Análise de variância do modelo quadrático para Atividade Antioxidante em polpa de mamão processado por alta pressão.	76
Tabela 26: Análise de variância do modelo quadrático para teor de fenólicos em polpa de mamão processada por alta pressão hidrostática.	78
Tabela 27: Resultado preliminar das Médias* de carotenóides após tratamento de APH em polpa de mamão processada por alta pressão hidrostática.	79
Tabela 28: Médias* dos parâmetros de cor de polpa de mamão Formosa processada por alta pressão.	80
Tabela 29: Atributos sensoriais, definições e referências indicadas pela equipe de provadores para néctar de mamão.	82
Tabela 30: Médias* dos atributos sensoriais** das amostras de néctar de mamão avaliadas.	83
Tabela 31: Médias* de aceitação** atribuídas às amostras de néctar de mamão.	86

Tabela 32: Médias* da aceitação** das amostras de polpa de mamão para os diferentes segmentos de consumidores.....	89
Tabela 33: Características sócio-econômicas dos segmentos de consumidores que avaliaram a aceitação do néctar de mamão.....	91
Tabela 34: Médias* de intenção de compra** atribuídas às amostras de néctares de mamão.....	92

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma do processo básico para produção de polpa de mamão.....	15
Figura 2: Sistema de alta pressão hidrostática.	29
Figura 3: Limiar de Letalidade de microorganismos submetidos à alta pressão.	33
Figura 4: Gráfico de Pareto para os resultados obtidos da atividade residual de PME em polpa de mamão submetido por alta pressão.....	70
Figura 5: Valores de atividade residual determinados experimentalmente <i>versus</i> valores previstos pelo modelo linear em polpa de mamão submetida por alta pressão.	71
Figura 6: Superfície de Resposta para atividade de pectina metilesterase em polpa de mamão processada por alta pressão.	72
Figura 7: Curva de contorno para atividade de pectina metilesterase em polpa de mamão processado por alta pressão.	72
Figura 8: Gráfico de Pareto para os resultados obtidos para atividade antioxidante em polpa de mamão submetida a alta pressão.	77
Figura 9: Determinação da diluição “ideal” para néctar de mamão.....	81
Figura 10: Determinação da doçura “ideal” para néctar de mamão.....	81
Figura 11: Análise de Componentes Principais (ACP) de néctar de mamão: posição das amostras.	85
Figura 12: Análise de Componentes Principais (ACP) do néctar de mamão: posição dos atributos sensoriais.....	85
Figura 13. MIP mostrando a posição dos sete néctares de mamão.....	87
Figura 14. MIP de néctar de mamão: posição dos consumidores.....	87
Figura 15. Dendrograma dos consumidores (n=82) que avaliaram a aceitação do néctar de mamão.....	89
Figura 16. PREFMAP do néctar de mamão: posição das amostras e dos segmentos de consumidores.....	93
Figura 17. PREFMAP: posição dos atributos sensoriais.	93
.....	94

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo Geral	2
2.2. Objetivos Específicos	2
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
3.1. Mercado de frutas e de mamão.	3
3.2. Mercado de polpa de frutas	5
3.3. Características físico-químicas do mamão.....	6
3.4. Mudanças físico-químicas durante a maturação.	9
3.5. Ação antioxidante.....	11
3.5.1. Compostos fenólicos ou polifenóis	12
3.5.2. Carotenóides e vitamina C.	13
3.6. Polpas de frutas	14
3.7. Microrganismos mais comumente encontrados no mamão.	17
3.8. Enzimas em polpa de frutas.	19
3.8.1. Pectinametilesterase	19
3.8.2. Polifenoloxidades	22
3.8.3. Peroxidases.....	23
3.9. Tecnologia de Alta Pressão Hidrostática (APH).....	25
3.9.1. Efeito da alta pressão sobre os microrganismos	31
3.9.2. Efeito da alta pressão sobre as enzimas	36
3.9.2.1 Efeito da alta pressão sobre a pectinametilesterase.....	38
3.9.2.2. Efeito da alta pressão sobre a polifenoloxidase.	40
3.9.2.3. Efeito da alta pressão sobre a peroxidase.....	41
3.9.3. Efeito da alta pressão sobre a vitamina C.	42
3.9.4. Efeito da alta pressão sobre os carotenóides	42
3.9.5. Efeito da alta pressão sobre a cor	43
3.10. Análise sensorial	43
3.10.1. Análise descritiva quantitativa	44
3.10.2. Teste de aceitação.....	45
4. MATERIAL E MÉTODOS	49
4.1. Materiais.....	49
4.2. Métodos.....	49
4.2.1. Preparação da polpa de fruta	49
4.2.2. Processamento térmico.....	49
4.2.3. Processamento por alta pressão.....	50
4.2.4. Planejamento experimental para o estudo do efeito do processo de alta pressão sobre polpa de mamão.....	51
4.2.5. Análises químicas e físico-químicas	51
4.2.5.1. pH.....	51
4.2.5.2. Sólidos solúveis.....	51
4.2.5.3. Acidez total titulável	52
4.2.5.4. Ratio	52
4.2.5.5. Umidade	52
4.2.5.6. Açúcares totais	52
4.2.5.7. Cinzas	52

4.2.5.8. Minerais.....	52
4.2.5.9. Extrato etéreo	52
4.2.5.10. Nitrogênio total	52
4.2.5.11. Vitamina C	53
4.2.5.12. Carotenóides.....	53
4.2.5.13. Fenólicos totais.....	53
4.2.5.14. Atividade antioxidante	53
4.2.6. Análise enzimática	53
4.2.6.1. Atividade de pectinametilesterase.....	54
4.2.6.2. Atividade polifenoloxidase	54
4.2.6.3. Atividade de peroxidase	54
4.2.7. Análises microbiológicas	54
4.2.7.1. Preparo das amostras para as análises microbiológicas	55
4.2.7.2. Quantificação de Coliformes a 35°C e 45°C	55
4.2.7.3. Quantificação de Salmonella sp.	55
4.2.7.4. Quantificação de fungos filamentosos e leveduras	56
4.2.8. Análise sensorial e instrumental.....	56
4.2.8.1. Identificação do cultivar de mamão preferido.....	56
4.2.8.2 Avaliação sensorial do néctar de mamão	57
4.2.8.3. Análise instrumental de cor.....	59
4.2.9. Análise estatística.....	59
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
5.1. Avaliação da qualidade de três diferentes cultivares de mamão para produção de polpa.....	60
5.1.1. Análise físico-química.....	60
5.1.2. Análise sensorial.	64
5.2. Avaliação da atividade enzimática, viabilidade microbiológica, físico-química e sensorial de polpa de mamão Formosa por alta pressão.	65
5.2.1. Caracterização química da polpa de mamão Formosa destinada à pressurização.	65
5.2.2. Qualidade microbiológica da polpa de mamão Formosa processada por alta pressão.....	66
5.2.3. Efeito da alta pressão sobre características químicas da polpa de mamão Formosa.	68
5.2.4. Efeito da alta pressão sobre a atividade de enzimas deteriorantes.....	69
5.2.5. Efeito da alta pressão sobre atividade antioxidante e teores dos compostos fenólicos e vitamina C em polpa de mamão Formosa.	75
5.2.6. Análise de cor.....	79
5.3. Análise sensorial	81
5.3.1. Diluição e doçura ideal do néctar de mamão	81
5.3.2. Análise descritiva quantitativa do néctar de mamão.....	82
5.3.3. Avaliação da aceitação e intenção de compra para néctar de mamão.....	86
6 CONCLUSÕES	95
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	96
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
ANEXOS	119

1. INTRODUÇÃO

Frutas e vegetais são principalmente consumidos frescos, porém o consumo desses alimentos processados tem crescido vertiginosamente em todo mundo, tanto por questões logísticas como comerciais, em sintonia com a tendência de novos hábitos de consumo de produtos de fácil manuseio e preparo.

Estudos epidemiológicos mostram que frutas e vegetais são capazes de proporcionar uma boa proteção contra o risco de ocorrência de certas doenças ligadas à idade, como por exemplo: câncer, doenças cardiovasculares, cataratas, degeneração macular e diabetes, por serem ricos em compostos antioxidantes, como vitaminas, compostos fenólicos e carotenos.

Os processos mais comumente utilizados para a conservação de alimentos envolvem o tratamento térmico, resultando na eliminação ou inibição de microrganismos, inativação de enzimas e também de fatores nutricionais, porém ocorrendo frequentemente reações indesejáveis de natureza química que comprometem a qualidade do produto.

Nos dias de hoje, devido a pasteurização e esterilização térmica muitas vezes não satisfazer a demanda por produtos que mantenham seus atributos de qualidade, têm-se evidenciado estudos no desenvolvimento de novas tecnologias. Nesse sentido, processos não-térmicos como irradiação, alta pressão hidrostática, ultra-som, filtração por membranas e outros métodos como pulsos elétricos, pulsos de luz e campo de oscilações magnéticas, têm sido pesquisados como alternativas para a conservação do alimento. Diante deste fato, os resultados promissores da alta pressão têm recebido maior atenção durante as últimas décadas.

A conservação de alimentos usando Alta Pressão Hidrostática (APH) é uma tecnologia de grande potencial para indústria de alimentos, por oferecer inúmeras oportunidades para desenvolvimento de novos alimentos com aumento do prazo de vida útil, alto valor nutritivo e excelente característica sensorial, que já vem sendo utilizada industrialmente em países como Japão, Estados Unidos, França e Espanha.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar a aplicação da APH para conservação de polpa de mamão, considerando aspectos de esterilidade comercial e estabilidade enzimática, e os efeitos do processo sobre o teor de compostos funcionais, características sensoriais e aceitabilidade do produto.

2.2. Objetivos Específicos

- ✓ Identificar melhor cultivar de mamão para produção de polpa.
- ✓ Determinar os parâmetros de tempo e pressão mais adequados para o processamento da polpa de mamão, visando esterilidade comercial.
- ✓ Determinar as melhores condições operacionais do processamento por APH aplicada à polpa de mamão, visando a inativação da enzima pectina metilesterase.
- ✓ Determinar as melhores condições operacionais do processamento por APH aplicada à polpa de mamão, visando a inativação das enzimas peroxidase e polifenol oxidase, responsáveis pelo escurecimento.
- ✓ Determinar as características físico-químicas (pH, acidez, cor, teor de sólidos solúveis em °Brix) a composição e a atividade de compostos funcionais (carotenóides, vitamina C, polifenóis, atividade antioxidante) da polpa de mamão, previamente e após o processamento por APH, de forma a avaliar o efeito do processamento sobre essas variáveis.
- ✓ Determinar a diluição e doçura “ideal” para a formulação de néctar de mamão, com base na avaliação sensorial do produto pelo consumidor.
- ✓ Desenvolver terminologia descritiva e caracterizar sensorialmente néctar de mamão formulado a partir de diferentes tipos de polpa (*in natura*, tratada por APH e pasteurizada termicamente), bem como dos principais marcas comerciais, por meio da Análise Descritiva Quantitativa.
- ✓ Avaliar a aceitação e intenção de compra do néctar de mamão formulado a partir de diferentes tipos de polpa (*in natura*, tratada por APH e pasteurizada termicamente), em comparação com as principais marcas comerciais disponíveis no mercado.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Mercado de frutas e de mamão.

A fruticultura mundial é responsável pela produção de mais de 50,5 milhões de toneladas, sendo o Brasil o terceiro maior produtor de frutas, com uma produção acima de 38 milhões de toneladas, ficando atrás apenas da China e da Índia (FAO, 2006; BRANCO, 2007). Deste total, apenas 2,3% da colheita são exportados, o que corresponde a cerca de 82,8 mil toneladas (ANUÁRIO, 2006). Desse modo, a participação brasileira pode ser considerada apenas marginal no mercado internacional de frutas, e o saldo relativo da balança correspondente ainda é inexpressivo.

Dentre as mais importantes frutas tropicais atualmente cultivadas no mundo e no país, o mamão (*Carica papaya* L.) ocupa um lugar de destaque (SANTANA *et al.*, 2004). O mamão é nativo da América tropical e hoje é amplamente produzido na Índia, Sri Lanka, Arquipélago Malaio, América Central, Havaí e Antilhas. Sua maior produção está no Brasil, Peru, Venezuela e Filipinas (SENTANIN & AMAYA, 2007).

O Brasil é atualmente o maior produtor mundial (CIA & BENATO, 2005). O mamão é produzido no país durante quase todos os meses do ano e as perspectivas de comercialização, para consumo *in natura* no mercado interno ou para exportação, são bastante favoráveis, colocando a cultura entre as mais promissoras.

Dados obtidos da FAO, no ano de 2000, consolidam essas informações, mostrando que Brasil, com uma produção de 1,7 milhões de toneladas, foi o país que mais produziu mamão em escala internacional, concentrando 31,6% da oferta mundial, seguido da Nigéria, com 13,9%, México, com 10,7%, Indonésia, com 9,1%, e Índia, com 8,4%.

O mamoeiro é cultivado na quase totalidade do território brasileiro, sendo o Nordeste a maior região produtora, destacando-se o Estado da Bahia, seguido pela Região Sudeste, destacando-se o Espírito Santo (SILVA *et al.*, 2004), responsáveis por cerca de 90% da produção nacional, segundo IBGE (2008).

Sendo sua produção contínua durante todo o ciclo produtivo, ocorre efeito da temperatura sobre o crescimento e maturação dos frutos, observando-se a ocorrência de estacionalidade de produção e uma elevação nos preços dos frutos em algumas estações do ano (MARIN & SILVA, 1996).

O mamão é consumido preferivelmente *in natura*, apesar de oferecer muitos produtos e subprodutos através da industrialização. Sua polpa possui características organolépticas (textura, cor e aroma), químicas (teor de sólidos solúveis, acidez e bom equilíbrio entre açúcares e ácidos orgânicos) e digestivas que o tornam um alimento ideal e saudável para pessoas de todas as idades.

Farias *et al.* (1998) mostraram que no Brasil a cultura do mamoeiro sustenta-se em estreita base genética, sendo bastante limitado o número de cultivares plantados nas principais regiões produtoras. De forma geral, conforme as características do fruto, as cultivares (variedades) de mamoeiro são classificadas em dois grupos: Solo e Formosa. O autor destaca que as cultivares do grupo Solo são amplamente utilizadas no mundo, havendo no Brasil o predomínio das cultivares Sunrise solo e Improved Sunrise solo cv. 72/12, conhecidos respectivamente como mamão-papaia e mamão-havaí. Já o grupo Formosa abrange cultivares híbridos como o Tainung n°.1 e Tainung n°.2, além de cultivares tais como Tailândia, JS1 e JS12.

A seguir são apresentadas as principais características das cultivares e dos híbridos mais explorados no Brasil (MAIA, 2007):

- Sunrise Solo: conhecida como mamão-papaia, mas também chamado mamão-havaí, ou mamão da amazônia. Os frutos possuem tamanho pequeno, com peso médio de 500 g, formato variando do piriforme a ovalado; casca lisa e firme; polpa vermelho-alaranjada de boa qualidade e cavidade interna estrelada;
- Improved Sunrise Solo cv. 72112: conhecido comumente como mamão-havaí é de grande aceitação nos mercados interno e externo. Apresenta tamanho pequeno, com peso médio de 405 g; formato variando de piriforme a ovalado; casca lisa e polpa de coloração vermelho-alaranjada, de boa qualidade, com maior resistência ao armazenamento que a Sunrise Solo;
- Tainung n. 1: híbrido altamente produtivo do grupo formosa; apresenta fruto com peso médio de 900 g, com casca de cor verde-clara e polpa laranja-avermelhada, de ótimo sabor, com cheiro forte, boa durabilidade de transporte e pouca resistência ao frio;
- Tainung n. 2: o fruto, também do grupo formosa, apresenta peso médio de 1100 g, polpa vermelha de bom sabor, maturação rápida, e pouca resistência ao transporte.

Na Tabela 1 são sumarizados as características dos principais cultivares plantados no país, segundo Sertanin & Amaya (2007).

Tabela 1. Características dos principais cultivares de mamão produzidos no Brasil.

Cultivar	Peso (g)	Comprimento (cm)	Diâmetro (cm)	Outras características
Formosa	1098-1609	25-29	9-11	Oblongo e alongado, polpa laranja-avermelhada, textura succulenta, epiderme amarelo-alaranjada
Sunrise Solo	248-544	11-15	6-8	Piriforme, polpa laranja-avermelhada, textura succulenta, epiderme amarelo-alaranjada
Golden	344-643	12-15	7-9	Piriforme com cavidade, polpa alaranjada, textura fibrosa, epiderme amarela

FONTE: Sertanin & Amaya, 2007.

Dados de 2001 informam que as exportações brasileiras de mamão do grupo Solo geraram 18,5 milhões de dólares de divisas para o Brasil nesse ano, contribuindo para o superávit do agronegócio nacional. Entretanto, as perdas com o transporte rodoviário são um constante entrave para a exportação, enquanto que o incremento do transporte marítimo ocasionaria redução do custo do frete, aumentando assim a competitividade no mercado mundial (FONSECA, 2001).

3.2. Mercado de polpa de frutas

Atualmente com a tecnologia disponível, o mercado de polpas de frutas tem tido crescimento considerável e apresenta grande potencial mercadológico em função da variedade de frutas do País com sabores exóticos bastante agradáveis. Além disto, a industrialização de frutas tropicais pode ajudar a resolver problemas causados pelas grandes perdas por ocasião das safras. Porém, devido à inexistência de padrões para todos os tipos de polpas, encontram-se com frequência no mercado produtos sem uniformidade (BUENO *et al.*, 2002).

Segundo Maia (2007), devido à combinação de crescimento do consumo interno e externo à enorme variedade de frutas tropicais passíveis de exploração no Brasil, é aberta ao país uma janela de oportunidades no que diz respeito à produção e às exportações de sucos e polpas. Com o aumento da produção de frutas tropicais surge a necessidade de adoção de variedades próprias para industrialização e a adoção de tecnologias modernas de produção, que poderão alavancar a participação do país nesse agronegócio mundial. Elementos adicionais como políticas públicas que elevem os incentivos à produção e minimizem as barreiras comerciais impostas pelos importadores

potenciais, poderão ser também responsáveis pela alavancagem da participação do Brasil no agronegócio mundial de sucos e polpas.

No caso do mamão, a comercialização ainda envolve primordialmente “fruta *in natura*”, tanto para consumo interno como para exportação. Entre os produtos industrializados podem ser citados a polpa pasteurizada ou congelada, néctar e a geléia. Na industrialização farmacêutica, o mamão verde é usado para extração da papaína e de pectina, que são produtos de alto valor comercial (MAGALHÃES, 1993).

A industrialização do mamão na produção de polpas, tanto no Brasil assim como em outros países produtores desta fruta, ainda não alcançou os níveis desejados, devido a entraves como a heterogeneidade da matéria-prima e a atividade enzimática natural que a fruta apresenta, a qual desenvolve odor desagradável com muita facilidade.

3.3. Características físico-químicas do mamão.

O mamão (*Carica papaya* L.) possui vários nutrientes prontamente disponíveis à digestão e absorção. Seu valor nutricional está relacionado com o seu teor de açúcares, pró-vitamina A (β -caroteno) e vitamina C (ácido ascórbico) além de ter uma boa atividade funcional associada a capacidade laxante (ARAÚJO FILHO *et al.*, 2002). Segundo Bleinroth & Sigrist (1995), a polpa de mamão é também rica em Fe, Ca, Mg e K.

A produção do fruto mantém-se como uma atividade importante, seja pelo consumo *in natura* e pela exploração da enzima papaína, bem como na fabricação de suco concentrado, polpa, geléia e néctar (FARIAS *et al.*, 1998).

Segundo Lee & Kader (2000), a composição nutricional do fruto pode variar conforme cultivar, grau de maturação, clima, época do ano, tipo de solo e fertilidade, dentre outros fatores. A composição química geral e em micronutrientes do mamão, de acordo com o país de procedência da fruta e do estudo realizado, são apresentados nas Tabelas 2 e 3, respectivamente.

Tabela 2: Características químicas do mamão segundo diferentes autores de diferentes países.

Componente (%)	Cuba	Flórida	Havaí	Índia	Brasil				
	a	b	c	d	e	f	g	h	i
Acidez	-	0,15	0,16	0,07	1,15	0,18	0,12	0,13	0,10
SST*	-	7,13	-	12,50	10,00	10,20	10,40	8,90	12,00
Umidade	92,60	91,60	91,00	86,00	90,75	88,90	86,60	-	-
AT**	-	5,21	5,65	12,00	-	8,15	7,99	6,84	11,79
AR***	-	-	5,40	6,20	-	0,08	7,97	6,58	10,75
Proteínas	0,25	-	0,25	-	0,08	0,50	-	-	-
Gorduras	0,05	-	0,45	-	0,10	-	-	-	-
Fibras	0,70	-	-	-	1,09	-	-	-	-
Cinzas	0,33	0,53	0,35	-	0,94	0,57	-	-	-

*:sólidos solúveis totais; **: açúcares totais; ***: açúcares redutores.

a: Navia *et al.*, 1955; b: Heid & Curl, 1948; c: Stahl, 1935; d: Brekke *et al.*, 1973; e: Madhava Rao, 1974;

f: Gridharilal, 1961; g: De Martin *et al.*, 1971/72; h: De Martin *et al.*, 1977; i: Soler *et al.*, 1985.

FONTE: Jagtiani, 1988.

Tabela 3: Composição de vitaminas e minerais de mamão segundo diferentes autores.

Componentes (mg/100g)	África do Sul	Costa Rica	Cuba	Havaí
	a	b	c	d
Vitamina A	2,57	0,67	0,12	10,93
Vitamina C	89,61	71,30	43,90	84,00
Niacina	0,77	0,47	0,25	0,33
Riboflavina	0,03	0,04	0,02	0,04
Tiamina	0,04	0,03	0,03	0,03
Cálcio	34,75	15,00	19,40	29,90
Ferro	0,18	0,30	0,78	0,19
Fósforo	10,05	21,60	5,30	11,60

a: Beyers *et al.*, 1979; b: Munsell *et al.*, 1950; c: Navia *et al.*, 1955; d: Wenkman & Miller, 1965.

FONTE: Jagtiani, 1988.

O estresse causado pelo descasque, corte e outras operações podem levar ao aparecimento de mudanças indesejáveis, principalmente na aparência do produto, devido à descompartmentalização das enzimas e substratos, levando a reações de escurecimento, amaciamento, e de formação de metabólitos secundários. A senescência é acelerada e pode haver o aparecimento de odores estranhos, pois há um incremento na produção de etileno e na respiração, principalmente nas primeiras horas após o corte.

Os mamões do grupo ‘Formosa’, apesar de muito bem aceitos pelos consumidores, devido à qualidade de sua polpa, são menos convenientes para uso individual, pois seus frutos são grandes e exigem preparo, como o descasque e a eliminação das sementes, antes do consumo (TEIXEIRA, 2001).

A exótica coloração das frutas tropicais é extremamente apelativa e indutora de

apetência. Além disso, as cores servem como critério na avaliação visual utilizada pelos consumidores, para determinar se estes produtos estão ou não maduros, relacionado a maior intensificação da coloração amarela com o amadurecimento, devido a concentração de beta-caroteno.

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

Os sólidos solúveis totais (°Brix) são usados como índice de maturidade para alguns frutos, e indicam a quantidade de substâncias que se encontram dissolvidas no suco, sendo constituído na sua maioria por açúcares. O °Brix é utilizado na agroindústria, para intensificar o controle da qualidade do produto final, controle de processos, ingredientes e outros, tais como: doces, sucos, néctares, polpas, leite condensado, alcoóis, açúcares, licores e bebidas em geral, sorvetes, entre outros.

Gomes *et al.* (2002) relatam que os açúcares solúveis presentes nos frutos na forma combinada são responsáveis pela doçura, sabor e cor atrativas, como quando combinados às antocianinas, e com influência na textura, quando combinados à polissacarídeos estruturais. Os principais açúcares em frutos são: glicose, frutose e sacarose em proporções variadas, de acordo com a espécie, sendo que o teor de açúcares aumenta com a maturação dos mesmos (FOURIE, 2001).

Segundo Maia (2007), de uma maneira geral as frutas, inclusive o mamão, têm um alto conteúdo de umidade e um baixo teor de gordura e proteínas. O valor calórico, portanto, é derivado principalmente dos carboidratos. Ferreira *et al.* (2000) mencionam que entre os carboidratos se encontram em primeiro lugar os açúcares, que podem ser considerados como as principais substâncias das frutas. Os diversos grupos de frutas contêm a seguinte quantidade de açúcares, em geral: frutas com sementes de 8 a 15%; frutas com caroço de 6 a 12%; uvas de 13 a 20% e as diversas espécies de laranjas de 3 a 13%.

Jones & Kubota (1940) e José *et al.* (1996) verificaram que os valores referentes aos teores de açúcares redutores e totais crescem gradualmente e observaram uma pequena queda durante a maturação fisiológica. No entanto, os açúcares não-redutores permanecem mais ou menos constantes durante o amadurecimento.

Trabalhando com quatro cultivares de mamão papaia, Selvaraj *et al.* (1982) observaram um acréscimo gradual de sacarose, frutose e glicose durante todo o período de desenvolvimento dos frutos, com predominância da glicose e frutose no final deste. Coneglian *et al.* (2004), Jones & Kubota (1940) e Jones (1942) observaram, ainda, que durante o amadurecimento do mamão ocorreram aumentos em termos de açúcares, indicando, no geral, acréscimos durante o climatério e posterior redução, até o final do processo. Câmara *et al.* (1993) reportaram que o teor de açúcares, assim como o pH, podem ser utilizados como índices de maturação para frutos de mamão papaia.

O teor em ácido cítrico pode ser explicado em função do grau de maturação do fruto, uma vez que à medida que o fruto amadurece o teor de ácido cítrico diminui (ALVES *et al.*, 1995). As frutas tropicais são geralmente ácidas, com pH variando entre 2,0, para cajá, até 5,59, para mamão. Melão e mamão possuem geralmente pH mais elevado. As frutas possuem quantidades elevadas de sólidos solúveis totais, de 5,7°Brix, para acerola, até valores maiores que 25°Brix, em algumas variedades de bananas; sendo estes sólidos compostos principalmente de açúcares, em maior quantidade, e de menores quantidades de ácidos orgânicos e outros componentes. (MAIA, 2007).

3.4. Mudanças físico-químicas durante a maturação.

Do ponto de vista das alterações na composição química dos frutos durante seu amadurecimento, as mais importantes são aquelas que têm relação direta com a qualidade em termos de comercialização (BLEINROTH, 1992). Apesar das limitações do uso da coloração externa como meio de se predizerem outras características relacionadas ao ponto de colheita ideal, essa é a característica rotineiramente utilizada para as cultivares de mamão comercializados, inclusive para o mercado externo (BLEINROTH & SIGRIST, 1995).

O mamão é uma fruta altamente perecível devido ao rápido amadurecimento após a colheita, e caracteriza-se por uma vida pós-colheita relativamente curta, completando o seu amadurecimento em aproximadamente uma semana sob condições ambientais.

Colheitas realizadas antes dos frutos atingirem completa maturação fisiológica prejudicam o seu processo de amadurecimento, afetando a sua qualidade. Por outro lado, a colheita de frutos totalmente maduros reduz sua vida útil, dificulta o seu manuseio e transporte, devido a sua baixa resistência física, causando perdas quantitativas e qualitativas (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Os atributos de qualidade do mamão são influenciados pelas variedades, condições climáticas durante cultivo e práticas culturais. Manejos inadequados na colheita e na pós-colheita aceleram os processos de senescência afetando sensivelmente a qualidade e limitando ainda mais o período de comercialização (AZZOLINI *et al.*, 2004; FOLEGATTI, 2002). Portanto, o estágio de maturação, em que os frutos são colhidos determina a qualidade do fruto.

O etileno (C₂H₄) está envolvido na aceleração do amadurecimento e senescência de frutos climatéricos. Em determinado estágio da maturação, o etileno se liga ao seu receptor na célula, um complexo protéico-enzimático, e desencadeia uma série de eventos que culminam com o amadurecimento e a senescência do fruto (BURG & BURG, 1967; LELIÈVRE *et al.*, 1997a).

Segundo Wall (2006), sólidos solúveis podem ser usados como índice de maturação, já que existe uma relação diretamente proporcional entre a formação de ácido ascórbico e dos sólidos solúveis totais, ou seja, ocorre aumento no teor de vitamina C conforme a maturação do fruto.

As alterações durante o amadurecimento do mamão podem ser facilmente identificadas devido a evidentes mudanças na coloração, aroma, sabor e textura destes frutos, que correspondem às principais transformações bioquímicas de interesse comercial, as quais ocorrem com os pigmentos, compostos voláteis, ácidos orgânicos e carboidratos desses frutos (GIL *et al.*, 1995; HERNANDEZ *et al.*, 1999; MELGAREJO & ARTES, 2000; MELGAREJO *et al.*, 1995). Após a colheita, a maioria das mudanças bioquímicas que ocorrem no mamão quantitativamente envolve carboidratos, conforme já considerado. De acordo com Castro & Vieira (2001), as alterações no metabolismo de carboidratos em frutos podem estar relacionadas às alterações nas taxas de evolução dos gases ou aos diferentes quocientes respiratórios, durante o desenvolvimento do climatérico. Já a mudança na coloração deve-se à destruição da clorofila no tecido epidérmico e ao aparecimento dos pigmentos carotenóides na polpa do fruto.

A mudança na textura do fruto, de firme para a macia pode ser causada pela quebra da protopectina insolúvel em pectina solúvel ou pela hidrólise de amido ou gorduras. As enzimas pectinesterase e poligalacturonase agem transformando a protopectina insolúvel da lamela média em pectinas solúveis, provocando o amolecimento da polpa (BIALE, 1960).

Durante o amadurecimento há um decréscimo de substâncias pécticas (CHEN, 1963). Substâncias pécticas, conforme anteriormente considerado são os principais

componentes dos tecidos, responsáveis pelas mudanças de textura nos vegetais, com redução de firmeza devido ao amolecimento progressivo, causado pela solubilização de protopectinas (formas menos solúveis) em pectinas ou ácido péctico (formas mais solúvel) (UENOJO & PASTORE, 2007; MACEDO *et. al.*, 2005).

Quando os grupos carboxílicos ácidos encontram-se ligados ao cálcio, formam o pectato de cálcio (insolúvel), designado de protopectina, que é predominante em frutos imaturos. Com o amadurecimento, há liberação do cálcio e solubilização da protopectina das paredes celulares, tornando a textura mais macia. Estas transformações ocorrem não só durante o amadurecimento, mas também no armazenamento de frutos (CHEN, 1963).

Bleiroth (1992) ainda explica que as desmetoxilações das protopectinas formam polímeros de baixo peso molecular, com menos grupos metoxílicos, os quais são insuficientes para manter a firmeza do fruto. Assim, normalmente as enzimas relacionadas à degradação são encontradas em maiores níveis e têm sua atividade aumentada durante a maturação, o que leva ao aumento de carboidratos solúveis. Chen (1963) também reporta que ocorre um decréscimo no grau de esterificação da pectina, com o progresso da maturação.

3.5. Ação antioxidante

As substâncias antioxidantes desempenham um papel fundamental na prevenção de determinadas enfermidades, como doenças cardiovasculares, alguns tipos de câncer, inflamações e outras relacionadas à ação de radicais livres (átomos ou moléculas com um ou mais elétrons não pareados) em nível celular (SCALBERT & WILLIAMSON, 2000). Tais moléculas são capazes de doar íons hidrogênio, formando radicais pouco reativos, anulando o potencial inicial dos radicais livres, altamente reativos.

Dentre os mecanismos de ação dos agentes antioxidantes nutricionais na defesa e prevenção de doenças podem ser listados: (1) seqüestro de geradores de oxigênio reativo; (2) redução dos peróxidos e reparo de membranas biológicas danificadas por peróxidos; (3) seqüestro de ferro para reduzir a formação de oxigênio reativo; (4) utilização de lipídios da dieta; e (5) rotas biológicas alternativas como ocorre no câncer de estômago e em falência múltipla de órgãos (PARKE, 1999). Assim, torna-se importante aumentar os níveis de ingestão destes agentes antioxidantes.

Os antioxidantes são importantes porque, com o combate aos processos oxidativos, tem-se menores danos ao DNA e às macromoléculas e, desta forma,

amenizam-se os danos cumulativos que podem desencadear patologias como câncer, cardiopatias e catarata. Estes compostos podem atuar de diversas formas: evitando a formação de radicais livres através da reação com os produtos iniciais da oxidação lipídica, quelando metais pesados e evitando a formação de hidroperóxidos ao desativar o oxigênio (PATTHAMAKANOKPORN, 2008). São exemplos de antioxidantes os carotenóides, a vitamina C, a vitamina E e os flavonóides.

3.5.1. Compostos fenólicos ou polifenóis

Compostos fenólicos são produtos do metabolismo secundário de plantas, fornecendo nutrientes fundamentais para a reprodução e crescimento das mesmas, atuando como mecanismo de defesa contra patógenos, parasitas e predadores, bem como contribuintes para a cor (LIU, 2004).

No ponto de vista químico, os compostos fenólicos ou polifenóis abrangem uma ampla variedade de substâncias químicas e são caracterizados por um anel aromático com um ou mais substituintes hidroxilícos, incluindo seus grupos funcionais. Os polifenóis podem ser classificados em flavonóides e não flavonóides (GIRARD & MAZZA, 1998).

As principais fontes de flavonóides e compostos fenólicos são frutas cítricas (limão, laranja e tangerina) e outras frutas como cereja, uva, ameixa, pêra, maçã e o mamão, sendo encontrados em maiores quantidades na polpa que no suco da fruta (PIMENTEL *et. al*, 2005).

A classe de compostos predominante em frutas são antocianidinas, flavonóis, catequinas e procianidinas (SKREDE & WROLSTAD, 2002; GUERRA & BARNABÉ, 2005; GUERRA, 2005; LIU, 2004).

Segundo Shadhidi & Naczk (1995), os compostos fenólicos contribuem para as características sensoriais dos alimentos, como cor e sabor (podendo ser associados à adstringência, gosto amargo e ácido). Está firmemente estabelecido na literatura fitoquímica que as mudanças no sabor de muitos frutos, ocorridas durante o seu amadurecimento, estão associadas a modificações na concentração da classe de fenólicos denominada taninos. Sabe-se que a adstringência de frutos imaturos ocorre em consequência da presença de taninos de peso molecular intermediário, mas no amadurecimento a concentração destes compostos reduz-se por processos de complexação e polimerização (MENEZES, 1995).

Rice-Evans *et al.* (1997) estudaram as propriedades antioxidantes de compostos fenólicos incluindo os flavonóides, fenilpropanóides e ácidos fenólicos, onde postularam a atividade química dos polifenóis em termos do seu potencial contra ação de radicais livres.

Cheyrier (2005) cita que a composição dos polifenóis em alimentos e bebidas depende da matéria-prima utilizada, dos processos de extração e das reações químicas e bioquímicas que envolvem os polifenóis presentes. Estes compostos vêm despertando grande interesse, por apresentarem propriedades antioxidantes e benefícios no tratamento e prevenção do câncer, enfermidades cardiovasculares e outras patologias de caráter inflamatório.

A atividade antioxidante dos compostos fenólicos é interessante também do ponto de vista tecnológico. Compostos fenólicos podem intervir como antioxidantes naturais nos alimentos. A obtenção ou preparo de alimentos com um alto conteúdo desses compostos supõe uma redução da adição de aditivos químicos antioxidantes, resultando em alimentos mais saudáveis, que podem ser incluídos na classe dos alimentos funcionais (MARTÍNEZ-VALVERDE *et al.*, 2000).

3.5.2. Carotenóides e vitamina C.

Segundo Aldrigue *et al.* (2002), o ácido ascórbico (vitamina C) tem função muito importante devido a sua ação fortemente redutora. É largamente empregado como agente antioxidante para estabilizar a cor e o aroma do alimento. Além do emprego como conservante, o ácido ascórbico é utilizado para enriquecimento de alimentos ou restauração a níveis normais de seu conteúdo e valor nutricional, perdido durante o processamento.

A vitamina C, além das funções biológicas no organismo humano, desempenha importante papel na indústria de alimentos, devido ao poder antioxidante. É especialmente sensível ao ar, calor e à luz. A presença de íons metálicos (Cu^{2+} e Fe^{3+}) promove sua oxidação para ácido dehidroascórbico, podendo levar à formação de pigmentos escuros. A estabilidade do ácido ascórbico é maior em pH ácido; portanto em frutas, cujo pH é em geral mais baixo do que vegetais, o ácido ascórbico é mais estável. Dentre as frutas, a estabilidade desta vitamina pode variar em função da presença de compostos protetores (ARAÚJO, 2006). De acordo com o mesmo autor, o ácido ascórbico oxida-se em solução aquosa por processos enzimáticos e não enzimáticos.

A aparência vistosa e colorida dos mamões é o resultado da presença de pigmentos naturais nas células de seus tecidos. Dentre estes compostos coloridos destacam-se os carotenóides como os mais importantes (FAGUNDES & YAMANISHI, 2001).

Segundo Maia (2007), frutas e sucos de frutas não contêm vitamina A, mas quando possuem cor amarela, laranja ou vermelha, contêm pigmentos carotenóides. Os carotenóides podem ser transformados no corpo humano em vitamina A, e são assim referidos como pró-vitamina A.

Além da atividade pró-vitamínica A de alguns carotenóides, outros efeitos benéficos à saúde humana têm sido atribuídos a estes compostos, pró-vitamínicos ou não, tais como: aumento da resposta imune e redução do risco de doenças degenerativas como câncer, degeneração macular, catarata e doenças cardiovasculares (ASTORG, 1997; GAZIANO, 1993; GESTER, 1997; KRINSKY, 1993; MAYNE, 1996; OLSON, 1999; ROCK, 1997; PENNY *et al.*, 2002).

A proteção contra tais doenças, oferecida pelos carotenóides, é associada especialmente à sua ação antioxidante, pela capacidade de seqüestrar o oxigênio singlete e reagir com radicais livres (EDGE *et al.*, 1997; PAIVA & RUSSEL, 1999; YOUNG & LOWE, 2001).

O licopeno possui grande ação como radical livre, dentre os carotenóides, seguido da β -criptoxantina e do β -caroteno. Miller *et al.* (1996) constataram sua ação como antioxidante, sendo que vários estudos em anos recentes têm relatado a sua possível ação contra doenças cardiovasculares e câncer (CLINTON, 1998; GIOVANNUCCI, 1999; STAHL, 1996; STEVEN, 1998), com evidências mais fortes contra câncer de próstata, estômago e pulmão (GIOVANNUCCI, 1996). Em vários países, especialmente em países desenvolvidos, a única fonte focalizada é o tomate e seus produtos derivados. No Brasil, porém, várias outras fontes são disponíveis (SENTANIN & AMAYA, 2007).

3.6. Polpas de frutas

A legislação brasileira do Ministério da Agricultura define polpa de fruta como o produto não fermentado, não concentrado, não diluído, obtido pelo esmagamento de frutos polposos, através de um processo tecnológico adequado, com um teor mínimo de sólidos totais provenientes da parte comestível do fruto, específico para cada um dos mesmos (BRASIL, 2001).

As principais etapas do processo são:

- **Recepção e seleção:** são eliminados mamões deteriorados e com baixo ponto de maturação.

- **Lavagem por imersão:** os frutos selecionados são imersos em solução clorada (5-20 ppm) durante 30 minutos, facilitando a retirada das sujidades e a assepsia.

- **Descascamento e retirada manual de sementes:** nesta etapa são cortados longitudinalmente os frutos, depois com material inoxidável são retirados tanto a casca como as sementes.

- **Despulpamento:** a polpa e o material fibroso são separados em despulpadeira, e ao término desta etapa obtém-se a polpa de mamão.

Na Figura 2 é apresentado o fluxograma básico do processo de produção de polpa de mamão.



Figura 1: Fluxograma do processo básico para produção de polpa de mamão.

As frutas por serem perecíveis, têm comercialização “*in natura*” dificultada dadas as grandes distâncias entre o pólo de produção e de consumo. Dessa forma, acrescido a outros fatores pós-colheita, as perdas em geral variam de 15 a 50% (BARRET *et al.*, 1994). Para atenuar tais perdas, aumentando o aproveitamento dos frutos e evitando problemas associados à sazonalidade, a produção de polpas de frutas

congeladas se tornou um meio favorável para o aproveitamento integral das frutas na época da safra (BUENO, 2002).

De acordo com a Instrução Normativa N.º 01, de 7 de janeiro de 2000 pelo MAPA (DOU – 10/01/2000) e da Instrução Normativa N.º 12 de 10 de setembro de 1999 pela ANVISA, foram aprovados os Regulamentos Técnicos para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Polpas de Frutas, cujos requisitos estão apresentados na Tabela 4, considerando concentrações mínimas para polpa de mamão.

Tabela 4: Padrão de Identidade e Qualidade para polpa de mamão.

	Mín.	Máx.
pH	4,0	-
Sólidos Solúveis (°Brix)	10,0	-
Acidez Total em Ac. Cítrico (g/100g)	0,17	-
Açúcares Totais (g/100g)	-	14,0
Sólidos Totais (g/100g)	10,5	-

FONTE: MAPA, 2000; ANVISA, 1999.

Jackix (1988) observou ainda que as características microscópicas, como ausência de sujidades, parasitas e larvas são importantes variáveis para um eficiente processo de despulpamento da fruta.

Atualmente com a tecnologia disponível, o mercado de polpas de frutas congeladas tem tido um crescimento considerável e apresenta grande potencial mercadológico em função da variedade de frutas com sabores exóticos bastante agradáveis como os camu-camu, açaí, graviola, murici e guaraná.

Bueno (2002) analisou polpas congeladas de diferentes frutas (Tabela 5) sendo que a composição da polpa irá depender diretamente do período em que são colhidos esses frutos. Assim, por exemplo, colheita no período das chuvas promoveria uma maior diluição dos sólidos.

Tabela 5: Determinações físico-químicas das polpas de frutas.

Polpa	AA ¹	°Brix	AT ²	AAC ³	AAT ⁴	Umidade (%p/v)	ST ⁵	ARG ⁶	pH
Cupuaçu	25,8	8,2	29,4	1,9	-	89,7	10,3	4,7	3,3
Acerola	1374,2	9,0	21,0	1,4	-	90,9	9,1	8,8	3,3
Goiaba	62,1	8,7	12,0	0,8	-	89,2	10,8	6,0	3,8
Cacau	-	13,2	14,1	0,9	-	85,1	14,9	10,7	3,6
Manga	-	13,5	15,6	1,0	-	85,1	14,9	6,0	3,3
Cajá	-	7,5	21,6	1,4	-	91,9	8,1	8,0	2,7
Uva	-	19,5	13,8	-	1,1	80,0	20,0	20,0	2,9
Caju	270,0	12,0	15,0	1,0	-	81,1	18,9	13,9	3,4
Mamão	-	10,0	3,6	0,3	-	89,5	10,5	10,1	4,3
Melão	-	6,0	6,9	0,5	-	93,5	6,5	4,2	4,5
Abacaxi	-	11,7	12,0	0,8	-	88,2	11,8	9,2	3,5
Siriguela	11,7	16,5	13,0	1,2	-	81,4	18,6	10,0	3,0
Umbu	-	10,5	25,8	1,7	-	89,4	10,6	5,7	2,6
Morango	12,8	6,75	14,7	0,9	-	92,5	7,5	5,5	3,4

¹ácido ascórbico (mg/100g); ²acidez titulável (%v/p); ³acidez ácido cítrico (%p/p); ⁴acidez ácido tartárico (%p/p); ⁵sólidos totais (%p/p); ⁶açúcares redutores glicose (%p/p).

FONTE: Bueno, 2002.

O autor não detectou açúcares não redutores (expressos em sacarose) em todas as amostras de polpa congelada, inclusive no mamão. Das 15 polpas de frutas estudadas, apenas 13 são consideradas na legislação vigente (BRASIL, 2000). Destas, quatro (31%) estavam em desacordo com os parâmetros legais. Algumas das polpas de frutas têm sido também estudadas por outros autores (ALVES *et al.*, 1995; NOGUEIRA, 1991; OLIVEIRA *et al.*, 1998).

Em relação ao teor de fibras, Salgado *et al.* (1999) mostraram que em geral o despulpamento diminuiu significativamente o conteúdo de fibras alimentares de frutas, principalmente da goiaba, seguida da uva, graviola, sapoti, caju, pinha e acerola, tendo sido manga e pitanga exceções, em que não houve diferenças no teor de fibras das polpas e dos frutos *in natura*.

3.7. Microrganismos mais comumente encontrados no mamão.

Hoje no país, a preservação dos produtos à base de frutas baseia-se principalmente no uso de processamento térmico (pasteurização e/ou esterilização), e na utilização de conservante químico. As temperaturas e tempos aplicados no processamento definidos pela indústria geralmente eliminam quase a totalidade de células vegetativas de bactérias e fungos filamentosos, porém são insuficientes para eliminação de esporos de fungos termorresistentes.

Os fungos são os principais causadores de doenças pós-colheita em frutas devido ao amplo número de espécies envolvidas e na diversidade e eficiência de penetração das mesmas no fruto (SNOWDON, 1990).

A contaminação dos frutos por fungos origina-se principalmente nos campos e pomares, sendo alguns destes fungos *Neorsatorya fisheri*, *Byssochlamys fulva*, *Byssochlamys nivea*, *Talaromyces flavus* e *Eupenicillium sp.*, segundo Salomão *et.al.* (2006). O mamão é considerado um fruto de vida pós-colheita muito curta, suscetível ao ataque de patógenos, dentre eles o fungo *Colletotrichum gloesporioides*, causador da antracnose, doença de elevado impacto econômico no Brasil (SILVA, 2008).

O fruto tem a capacidade de manter sua maturação após colheita em um período de aproximadamente uma semana, porém vários fatores pré e pós-colheita, como patógenos e estado de maturação do fruto, podem reduzir sua vida pós-colheita (COSTA & BALBINO, 2002).

Ross *et.al.* (1997) postularam que entre as espécies de levedura comumente isoladas de sucos de fruta encontram-se *Rhodotorula*, *Pichia*, *Candida* e *Sccharomyces*. Na Índia, foi constatada a ocorrência de *N. fisheri* isolada de mamão papaia por Rajashekhara *et al* (1996). Na Austrália, as frutas mais susceptíveis à contaminação por esporos termorresistentes foram o maracujá e o morango, assim como sucos e polpas de abacaxi e manga, sendo a laranja e outras frutas cítricas menos susceptíveis. O maracujá foi muito susceptível à contaminação pelo fato de usualmente ser colhido após cair ao chão. O morango e o abacaxi foram muito susceptíveis devido ao fato de serem cultivados junto ao solo, podendo ser contaminados através de respingos de águas durante as chuvas.

Salomão (2002) constatou que o fungo *Talaromyces sp.* é um dos gêneros mais comumente encontrados em polpas comerciais congeladas de morango, estando estes resultados de acordo com os obtidos por Aragão (1989), que avaliou que o fungo *Talaromyces sp.* foi o segundo mais importante no levantamento de contaminantes fúngicos, em polpa de morango.

Foi pesquisada a ocorrência de espécies de *Salmonella* em melancia, melão e mamão, frutas das mais populares no país e que possuem baixa acidez (pH próximo à 4,5, de modo geral), sendo verificado que tal microrganismo pode sobreviver e crescer nessas frutas, como descrito por Penteado & Leitão (2004).

3.8. Enzimas em polpa de frutas.

As enzimas são proteínas globulares solúveis, estando presentes naturalmente nos alimentos, pois provém dos tecidos de plantas e animais ou de microrganismos, e têm o poder de acelerar ou catalisar uma reação química, assumindo propriedade metabólica. (HENDRICKX *et al.*, 1998).

Segundo Hendrickx *et al.* (1998) a atividade biológica surge a partir de um sítio ativo, mantido pela conformação tri-dimensional da molécula, onde mudanças conformacionais podem levar a um aumento da atividade ou a uma desnaturação enzimática (perda da atividade biológica) ou, até mesmo, mudanças na especificidade quanto ao substrato.

Proteínas são estruturas delicadas, mantidas por interações entre a cadeia protéica (determinada pela seqüência de aminoácidos) e pelas interações com o solvente ao redor. Mudanças nos fatores externos, como pressão, temperatura e força iônica, podem perturbar o complexo balanço das interações intramoleculares e entre solvente-proteína, e podem, conseqüentemente, levar ao desdobramento e/ou desnaturação da cadeia de peptídeos (HENDRICKX *et al.*, 1998).

Para a tecnologia de alimentos, as enzimas são importante devido exercerem função na composição, processamento e contaminação dos produtos. Na célula viva, a ação das enzimas pode ser controlada por vários mecanismos. Mas quando danificadas, durante processamento das frutas, o controle destes mecanismos deixa de existir e as reações podem ocorrer sem controle, causando transformações indesejáveis, até mesmo em alimentos congelados, como no caso da polpa de frutas. Para Ordoñez *et. al* (2005), estas são responsáveis por inúmeras modificações nos alimentos, podendo ser benéficas ou prejudiciais, e dentre elas destacam-se as hidrolases e as oxirredutases

3.8.1. Pectinametilesterase

As pectinases formam um grupo de enzimas que degradam substâncias pécticas, hidrolisando ligações glicosídicas ao longo da cadeia carbônica. Podem ser despolimerizantes ou desesterificantes.

As substâncias pécticas podem ser degradadas por enzimas pectinolíticas, produzidas em diferentes combinações pelas plantas e por microrganismos como fungos, leveduras e bactérias (DA SILVA *et al.*, 2005; DAYANAND, 2003; GAINVORS *et al.*, 1994; TSUYUMU *et al.*, 1989).

Entre as enzimas pectinolíticas ou pectinases mais importantes encontram-se: (a) *enzimas desmetoxilantes* ou *desesterificantes*, representadas pela pectinesterase ou pectinametilesterase, que removem os grupos metoxilas das substâncias pécticas metiladas. A pectinesterase (polimetilgalacturonato esterase, PMGE) catalisa a hidrólise dos grupos metil éster da pectina, liberando metanol e convertendo pectina em pectato (polímero não esterificado). Estão presente em praticamente todas as preparações enzimáticas comerciais para proteção e melhoramento da textura e firmeza de frutas e vegetais processados e na extração e clarificação de sucos de frutas; e (b) *enzimas despolimerizantes*, sendo classificadas de acordo com a clivagem hidrolítica (hidrolases - incluem as Polimetilgalacturonases, PMG e as poligalacturonases PG, as quais catalisam a hidrólise de ligações α -1,4) ou transeliminativa (liases – incluem as pectina liases PL e as pectato liases PAL, que catalisam a β -eliminação, rompendo ligações glicosídicas e resultando em galacturonídeos com uma ligação insaturada entre os carbonos 4 e 5 do final não redutor do ácido galacturônico formado) das ligações glicosídicas das substâncias pécticas.

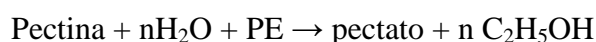
Segundo Brummell & Harpster (2001), a maturação dos frutos é devido à degradação da parede celular por enzimas hidrolíticas, incluindo as pectinas liases (PLs), poligalacturonase (PGs) e a pectinametilesterase (PMEs). As pectinametilesterases (PME) ou pectinaesterases (PE) (E.C. 3.1.1.11) são amplamente distribuídas em vários vegetais, onde têm sido isoladas de diferentes origens e apresentam diferentes propriedades cinéticas, até mesmo em função da variedade do fruto (FAYYAZ, 1994).

Dentre os microrganismos produtores de PE há relatos em trabalhos com *Rhodotorula sp.*, *Phytophthora infestans*, *Erwinia chrysanthemi*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Lachnospira pectinoschiza*, *Pseudomonas solanacearum*, *Aspergillus niger*, *A. japonicus*, *Lactobacillus lactis subsp. cremoris*, *Penicillium frequentans*, *P. occitanis*, dentre outros (Jayani *et al.*, 2004).

Quanto a ocorrência em frutas e vegetais, foram estudadas, extraídas e caracterizadas em tomates (GIOVANE *et al.*, 1994; LEE & MACMILLAN, 1968), bananas (LY-NGUYEN *et al.*, 2002b), maçãs (DENÈS *et al.* 2000; MACDONALD & EVANS, 1996), pêssegos (JAVERI & WICKER, 1991), mamões (FAYYAZ *et al.*, 1993), uvas (CAMERON & GROHMANN, 1995), laranjas (VAN DEN BROECK *et al.* 2000), morangos (LY-NGUYEN *et al.* 2002a), limões (MACDONALD *et al.* 1993), e cenouras (LY-NGUYEN *et al.* 2002c; ALONSO *et al.* 2003).

O exato papel das PME durante o amadurecimento é ainda parcialmente entendido, e contraditórias ações em sua atividade têm sido descritas durante a maturação de diversos frutos (ALMEIDA, 2008; GONZALEZ-CARRANZA *et al.*, 2007; GIOVANNONI *et al.*, 1989; SMITH *et al.*, 1990; THEMME *et al.*, 1982)

Jayani (2004) relatou algumas propriedades das pectinesterases e seu modo de ação. O modo de ação dessas enzimas dependerá de sua origem, sendo que a de origem fúngica age através do mecanismo de multicadeias, removendo os grupos metílicos randômicos, enquanto a PE produzida por vegetais tende agir tanto na extremidade não-redutora como no grupo carboxila livre e prossegue ao longo da molécula por um mecanismo de cadeia simples. A reação global é dada por:



A atividade da PE é maior na pectina com teor de metoxilação entre 65-75%, desde que a enzima tenha ação no grupo metoxila adjacente ao grupo carboxila (WHITAKER, 1984). Na redução de viscosidade, tem pequena ação em soluções sem a presença de íons divalentes, como o Ca^{+2} , que causariam um precipitado de pectato de cálcio, ocasionando turvação em sucos e néctares por exemplo. A faixa de pH ótimo para atividade desta enzima é menor que as de origem bacteriana. A faixa ótima de temperatura está entre 40-50°C para maioria das pectinesterases (ASSIS *et al.*, 2004). É de fundamental importância, conhecer os parâmetros - temperatura e pH - para proteger e melhorar a firmeza e textura das diversas frutas processadas (FAYYAZ, 1994).

Para a eliminação do efeito de gelanização em polpas e sucos de frutas, algum tratamento deve ser aliado ao processo além da passível acidificação da polpa como no caso do mamão, onde se recomenda acidificar até pH 4,2 (MAGALHÃES *et al.*, 1996).

A firmeza do tecido vegetal é um importante atributo de qualidade e a diminuição da firmeza do tecido durante a maturação pode influenciar não somente a qualidade do fruto, mas também sua vida-de-prateleira na estocagem e a seguir no processamento (ALI *et al.*, 2004). Segundo Ali *et al.* (2004) o aumento da atividade da pectinesterase foi de aproximadamente 600% do fruto verde para o maduro depois de oito dias de observação.

Tabela 6: Variação do teor de pectinesterase durante maturação de frutos tropicais.

Fruta	Pectina metilesterase		
	Fruto verde	Maduro	Acréscimo/Decréscimo (%)
Goiaba	12±0.2	21±2	81
Tomate	468±90	653±91	41
Banana	336±11	373±18	11
Mamão	63±13	463±32	636
Manga	757±92	313±26	-59
Carambola	29±2	73±6	150

FONTE: Ali *et al.*, 2004.

Embora o mamão contenha várias enzimas a pectina esterase tem papel fundamental na maturação do mamão. Ele converte a pectina de alto teor metoxílico em uma de baixo teor, que por sua vez é hidrolisada em pectato, mudando sensorialmente o produto e deixando o tecido vegetal macio durante processo de amadurecimento da fruta (JIANG *et al.*, 2003).

A pectina esterase tem grande importância na qualidade da polpa de mamão, segundo Magalhães (1993) uma vez que em curto período de tempo após o mamão processado em forma de purê, este tende formar um gel.

Furtunado (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 quantidades significativas e superior a de outras frutas.

3.8.2. Polifenoloxidades

Para a tecnologia de alimentos as enzimas são importantes por exercerem função na composição, processamento e contaminação dos produtos, como o caso do mamão. Na célula viva, a ação das enzimas pode ser controlada por vários mecanismos. Mas quando danificadas, durante o processamento das frutas, o controle destes mecanismos deixa de existir e as reações podem ocorrer sem controle, causando transformações indesejáveis, até mesmo em alimentos congelados, como no caso das polpas de frutas.

Após o processamento, as frutas e vegetais tendem a se tornar escuros, sendo o fenômeno de escurecimento enzimático dos tecidos oriundo de reações catalisadas pelas enzimas polifenol oxidase (PPO) e peroxidase (PDO), alterando simultaneamente a qualidade nutricional e sensorial no fruto.

A polifenol oxidase (monofenol dehidroxifenilalanina: oxigênio oxireductase: EC 1.14.18.1; PPO) é amplamente distribuída em plantas e é responsável por reações de escurecimento durante a colheita, estocagem, processamento e cozimento de vegetais (ÔBA *et al.*, 1992; LEE, 1991), por isso continua recebendo atenção de químicos de alimentos e processadores desde a sua descoberta. Além do seu envolvimento no escurecimento enzimático, especialmente de frutas e vegetais, também provoca escurecimento em crustáceos, camarões, caranguejos e lagosta.

O escurecimento é resultado da oxidação enzimática de compostos fenólicos pelas polifenóis oxidases, sendo o produto inicial a quinona que rapidamente se condensa, formando pigmentos escuros insolúveis, denominados melanina (ARAÚJO, 2001; MCEVILY & IYENGAR, 1992; TAYLOR & CLYLESDALE, 1987).

Devido à coloração marrom e às mudanças na aparência e nas propriedades organolépticas, a inativação da PFO é altamente desejável em alimentos que a contêm (CAMPOS *et al.*, 2003). A ação dessa enzima resulta na formação de pigmentos escuros, acompanhado de mudanças indesejáveis na aparência e nas propriedades organolépticas do produto, resultando na diminuição da vida-de-prateleira e no valor de mercado conseqüentemente.

A atividade da PPO foi estudada em matrizes como maçãs (*Malus sp.*) (ESPIN *et al.*, 1995), pêras (*Pyrus sp.*) (HWANG, *et al.*, 1996), batatas (*Solanum tuberosum* L.) (CHEN *et al.*, 1992), alcachofras (*Cynara scolymus* L.) (LEONI & PALMERI, 1990), cenouras (*Lectuca sativa* L.) (HEIMDAL *et al.*, 1994), ameixas (*Prunus sp.*) (SIDDIQ, *et al.*, 1992), bananas (*Musa cavendishii* L.) (GALLEAZI, *et al.*, 1981), cafés (*Coffea arabica* L.) (MAZZAFERA & ROBINSON, 2000).

Também foi estudada como uma enzima extremamente resistente à pressão (CANO *et al.*, 1997; WEEMAES *et al.*, 1998; LÓPEZ-MALO *et al.*, 1999; PALOU *et al.*, 1999), porém Eshtiaghi & Knorr (1993) e López-Malo *et al.* (1999) afirmaram em seus estudos que, é notável uma redução da atividade do PPO quando a alta pressão é combinada com aquecimento ou baixo pH, combinação que pode ser aplicável ao caso da polpa de mamão acidificada.

3.8.3. Peroxidases.

A enzima peróxido de hidrogênio oxireductase (POD, EC 1.11.1.7) é um membro de um vasto grupo de enzimas, as oxidoreductases, que são amplamente distribuídas na natureza, sendo que esta enzima catalisa a oxidação de fenóis (gaiacol, p-cresol),

aminas aromáticas (anilina, o-dianisidina) e alguns outros compostos orgânicos na presença de peróxido de hidrogênio (VÁMOS-VIGYÁZÓ, 1981).

As PODs são conhecidas não somente por se envolverem no escurecimento enzimático e por agirem diretamente sob fenóis, mas também por catalisarem a descoloração de antocianinas e outros pigmentos de vegetais. Estas reações são indesejáveis e podem contribuir para a perda de cor, aroma, textura e dos atributos nutricionais em vegetais e frutas, assim como em produtos processados (BURNETTE, 1977).

A maioria das frutas e vegetais que são preservados por congelamento, enlatamento ou desidratação são submetidas antes a um tratamento de branqueamento para inativar as enzimas endógenas, como a peroxidase. A POD promove um largo número de reações e, portanto tem uma versatilidade não superada por nenhuma outra enzima, sendo ela e a lipoxigenase as enzimas mais termoestáveis presentes em frutas e vegetais. Devido a tal termoresistência, sua inativação é usada como um indicador adequado de branqueamento no processamento de vegetais (LOPEZ & BURGOS, 1995).

Na maioria dos casos, o branqueamento - requerido para a inativação das peroxidase ocorre num binômio entre 90 - 100°C por 30 minutos. No caso do mamão, a peroxidase pode ter sua atividade reduzida devido ao elevado pH da fruta que está em torno de 5,6 e o pH ótimo dessa enzima está entre 3,0 – 7,0.

A POD não existe como uma enzima singular em frutas e vegetais, e como muitas outras enzimas, sua atividade é encontrada na forma de inúmeras e discretas isoenzimas, as isoperoxidasas, que exibem diferenças nas propriedades catalíticas, no pH ótimo de atividade, no tamanho molecular, na estabilidade térmica, nas propriedades regenerativas, na composição de aminoácidos e no conteúdo de carboidratos (KHAN & ROBINSON, 1993).

Os tecidos vegetais possuem ocorrência natural de compostos fenólicos, os quais podem ser oxidados pela POD na presença de uma pequena quantidade de peróxido de hidrogênio. A POD pode existir em diversos estágios de oxidação e catalisa quatro diferentes tipos de reação: oxidação, peroxidação, hidroxilação e reação catalítica.

A peroxidase é importante, do ponto de vista nutricional, de coloração e sabor. Sua atividade pode levar à destruição da vitamina C e descoloração de carotenóides e antocianinas, além de catalisar a degradação não-enzimática de ácidos graxos

insaturados através do grupo heme, com a conseqüente formação de compostos voláteis, gerando nesses produtos sabor oxidado.

A atividade da peroxidase está associada, dessa forma, ao aparecimento de mudanças sensoriais durante o armazenamento, como surgimento de sabores estranhos em alimentos processados termicamente de maneira inadequada, onde não ocorreu a inativação completa da enzima.

3.9. Tecnologia de Alta Pressão Hidrostática (APH).

Hoje, a indústria de alimento depara-se com novos desafios. O crescimento da população mundial, os novos mercados dos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, mudanças de hábitos de consumo dos países industrializados, são exigências crescentes.

Para a indústria de alimentos é importante oferecer produtos de alto valor nutritivo e igualmente seguros e saudáveis, onde a produção também possa ser compatível e adequada para o meio ambiente. Com este objetivo, é que novas técnicas de processamento estão sendo desenvolvidas e aperfeiçoadas, e, em geral, têm mostrado resultados surpreendentes, principalmente para produtos naturais que não sofrem alterações significativas quando comparadas com métodos térmicos convencionais. Estas novas técnicas, a maioria ainda em fase experimental, deverá trazer uma certa tranquilidade à essas exigências atuais. Os alimentos deverão ser processados, por exemplo, através de radiações ultravioleta, ultra-som, impulso elétrico, campos magnéticos e por altas pressões (YALDAGARD *et al.*, 2008).

Relacionado a essa atual demanda do consumidor moderno por alimentos processados, mais frescos, mais saudáveis por menores teores de sal, açúcar e gordura, mais convenientes de utilizar, mais seguros, de maior qualidade em termos de sabor, textura e aparência, e mais naturais por ausência de aditivos, tem enormes implicações relativamente ao modo como são encarados os métodos tradicionais de processamento, bem como comporta grandes desafios à indústria de alimentos que pretenda compatibilizar esses requisitos com um nível elevado de segurança alimentar (YALDAGARD *et al.*, 2008)

Nesse contexto, vê-se que para indústria de frutas e seus derivados a tendência do consumo de alimentos com sabor fresco e integridade de vitaminas, como no caso

dos sucos próximos aos feitos em casa (BIGNON, 2007) ou saladas cortadas prontas para o consumo que, no caso do Estados Unidos, apresentaram um aumento nas vendas de \$1.9 bilhões em 2001 para \$2.11 bilhões em 2003 (HODGE *et al.*, 2003).

O desejo do consumidor por alimentos minimamente preservados e processados tem encorajado o desenvolvimento de novos métodos para a inativação de microrganismos em alimentos. A eficácia de muitos desses métodos já foi demonstrada, mas só agora os avanços tecnológicos começam a tornar possível a exploração comercial destes produtos aplicada à conservação de alimentos (SUN, 2005).

Com isso, muitas das recentes pesquisas científicas para a indústria de alimentos têm sido focadas nos processamentos não-térmicos, onde a alta pressão mostra-se como uma tecnologia com grande potencial comercial (SUN, 2005). O processamento de alimentos sob alta pressão consiste em submeter o produto à níveis de pressões hidrostáticas bastante elevados (50 à 1000MPa) bem acima daqueles normalmente empregados nos tratamentos convencionais (ZIMMERMAN & BERGMAN, 1993). Pois assim provoca a destruição microbiológica e retarda significativamente as taxas de reações enzimáticas (BASAK, 1996).

No fim do século XIX ocorreram os primeiros experimentos por Hite, em 1889, com aplicação de alta pressão em alimentos, demonstrando que a vida-de-prateleira de leite cru podia ser aumentada em 4 dias após tratamento à 600MPa por 1 hora em temperatura ambiente (SMELT, 1998; FARKAS & HOOVER, 2000). Entretanto, estudos relacionados com essa tecnologia foram intensificados somente na década de 80 do século XX, por iniciativa do Japão (COSTA *et al.*, 1999; ARROYO & PRÉSTAMO, 1997).

Desse modo, os primeiros produtos comerciais tratados sob alta pressão somente surgiram por volta de 1990, exatamente no Japão, com a implementação do Programa Japonês na Tecnologia de Alta Pressão em alimentos processados, participando companhias, universidades e institutos de pesquisas japoneses. Uma grande variedade de produtos tratados por pressão foi elaborada no mercado japonês por vários anos, incluindo preparados de frutas, bolinhos de arroz, lula crua, descongelamento de peixe, estabilização de presunto e outros produtos de pescado (GRANT *et al.*, 2000).

Como resultado, a comunidade científica e empresas de outros países tomaram conhecimento desta tecnologia, que cresceu significativamente com a aplicação na conservação de sucos de frutas, saladas, peixes, geléias e compotas (ALEMÁN, 1998;

ALEMÁN, *et al.*, 1996; MEYER *et al.*, 2000).

Hoje a alta pressão, pode ser aplicada tanto em alimentos líquidos como sólidos, tendo já sido aplicada com sucesso para a preservação de geléias, iogurtes, molhos, sobremesas prontas, sucos e polpas de frutas, com perspectivas promissoras e várias aplicações industriais por todo mundo (FARKAS & HOOVER, 2000; HUGAS *et al.*, 2002; ASTOGI *et al.*, 2007; TORRES & VELAZQUEZ, 2005; SAN MARTIN *et al.*, 2002, 2006; TOEPFL *et al.*, 2006).

Na França, sucos de frutas tratados por pressão estão disponíveis no mercado. Da mesma forma a “guacamole” (pasta de abacate) foi lançada com sucesso pelo mercado norte americano (BUTZ & TAUSCHER, 2002).

O fator limitante do uso da tecnologia de alta pressão é o custo envolvido na aquisição dos equipamentos e do processamento. Avanços têm sido realizados no desenho e construção desses equipamentos para tornar os custos de processamento mais competitivos em relação à esterilização e ao congelamento (MEYER *et al.*, 2000).

Deve-se ressaltar que, o real custo de operação dependerá de fato, de muitos fatores como o número de ciclos utilizados e a geometria do produto a ser pressurizado. Para o futuro, atingindo a alta pressão um status de tecnologia madura, ganhando experiência no mercado, ocorrerá conseqüentemente uma natural diminuição do custo de investimento e operação desta tecnologia (TING & MARSHALL, 2002).

Embora pouco afete as características sensoriais dos alimentos no tocante a sabor, cor e aroma, o processamento por alta pressão pode alterar a estrutura de proteínas e polissacarídeos, causando mudanças na textura, aparência física e funcionalidade de alimentos. As enzimas relacionadas com a qualidade percebida dos alimentos podem também ser inativadas ou não, provocando mudanças na estrutura das principais substâncias causando, conseqüentemente, mudanças nas propriedades físicas destes alimentos, como a viscosidade, a consistência e as alterações sol-gel (MANAS & PAGAN, 2005).

Sabe-se também que o processamento em altas pressões pode provocar mudanças no equilíbrio de dissociação da água, dos sais, dos ácidos e de outras moléculas, dependendo, de alguma forma, do valor da pressão, da temperatura, assim como do tempo de duração da pressão. Tais mudanças podem ser tanto reversíveis como irreversíveis (MANAS & PAGAN, 2005).

Em relação ao uso combinado de certas tecnologias, vê-se certo efeito sinérgico com outras técnicas de processamento permite condições menos drásticas de processo e previne mudanças durante a pressurização. Dentre essas possibilidades destacam-se a combinação de pressão com abaixamento de pH ou temperaturas amenas, que foi observado por Raso & Barbosa-Canovas (2003), alta pressão com pulsos elétricos e alta pressão com CO₂, por Spilimbergo *et al.* (2002).

O tratamento em alta pressão, na maioria dos casos acontece à temperatura ambiente, algumas vezes a temperaturas moderadas de no máximo 40°C, ou, em situações especiais, até mesmo acima de 100°C ou a temperaturas subzero, até -20°C. Desta forma, tem-se uma alternativa aos processos de tratamento térmico com altas temperaturas para alimentos.

Na conservação de alimentos ácidos (pH < 4.6) são usualmente aplicados apenas o tratamento de alta pressão para eficiente ação inativadora, já alimentos de baixa acidez necessitam de, aliado à alta pressão, um tratamento térmico (brando), sendo a combinação pressão-temperatura a forma mais eficiente de inativação, tanto enzimática como microbiana (HENDRICKX *et al.*, 1998; FARR, 1990; HUGAS *et al.* 2002; CHEFTEL, 1995).

Dois princípios básicos norteiam o tratamento de alta pressão e seus efeitos: o princípio de *Lê Châtelier* e o princípio da pressão isostática.

O primeiro é aquele no qual, qualquer fenômeno, transição de fase, mudança de conformação molecular ou reação química acompanhado por uma redução de volume, é favorecido pelo aumento de pressão, e vice-versa. No caso de uma reação, a pressão alterará o equilíbrio na direção do sistema de menor volume (CHEFTEL, 1995). Em termos da pressão isostática, que é um dos principais diferenciais do processo, representa a quase instantaneidade e transmissão isostática da pressão ao produto, independentemente do tamanho, forma e composição do alimento (DELIZA *et al.*, 2005; BARBOSA-CÁNOVAS & RODRÍGUEZ, 2002), resultando na homogeneidade dos produtos pressurizados e no quase imediato alcance das condições estabelecidas de processo.

Existem três tipos de processos básicos de tratamento de APH, com ou sem variação de temperatura (SANGRONIS *et al.* 1997; MERTENS & DEPLACE, 1993):

- O primeiro faz referência ao processo em que se aplica de 50-600MPa e baixas temperaturas, denominados de alta pressão isostática a frio. Técnicas essencialmente

usadas na indústria de metal, cerâmica, carbono-grafite e plásticos, alcançando maior aplicação na indústria de alimentos. Os primeiros equipamentos desenvolvidos para a indústria de cerâmica sofreram modificações a fim de se adequarem à indústria de alimentos. O tempo de processamento foi aumentado, passando de 10 segundos a 1 minuto, para 5 a 10 minutos em pressões superiores a 400MPa (SANGRONIS *et al.* 1997);

- O segundo é o processo no qual a pressão é aplicada em combinação com temperaturas que variam entre 25 e 200°C, denominados de pressão isostática em média temperatura;

- E os que se aplicam pressões de 100-400MPa em combinação com temperaturas que podem chegar a 2.200°C, denominados de pressão isostática em alta temperatura, processo aplicado às indústrias de metais e cerâmicas.

O sistema de APH consiste de vaso de pressão, gerador de pressão, fluido condutor de pressão, dispositivo de controle de temperatura e recipiente para condicionamento do produto (NORTON & SUN, 2008), conforme ilustrado pela Figura 3. O vaso de pressão, em muitos casos é um cilindro monolítico construído em aço inoxidável de alta resistência à tensão. Determina-se a pressão máxima desse vaso pela pressão máxima de trabalho, diâmetro do vaso e o número de ciclos para o qual foi projetado (MERTENS, 1995).

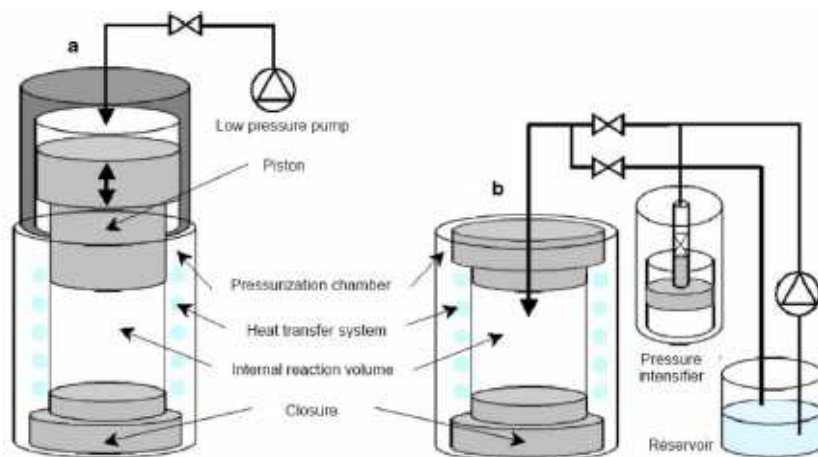


Figura 2: Sistema de alta pressão hidrostática.
Fonte: Norton & Sun, 2008.

No processamento isostático, o produto é embalado em garrafa ou bolsa plástica e colocado no interior do vaso de pressão (ou recipiente) para ser processado. Esse vaso contém um meio que transfere a pressão ao produto, geralmente água, ou mais eventualmente outro líquido (daí a denominação “alta pressão hidrostática”) (SANGRONIS *et al.* 1997). Fluidos típicos usados em recipientes de pressão para a esterilização de alimentos incluem, além da água, glicerol, álcool 70%, óleos comestíveis, e emulsões aquosas de óleos comestíveis (MEYER *et al.*, 2000).

Experimentos demonstraram que podem ser utilizadas para acondicionamento dos produtos processados por alta pressão qualquer embalagem com flexibilidade suficiente para compensar a compressão do ar dentro dela e a redução do volume do alimento (aproximadamente 12% a 400MPa, ou até 15% em pressões acima de 500MPa) (FARKAS & HOOVER, 2000).

Para estudos experimentais, os parâmetros de processo utilizados variam de 100MPa a 900MPa, em temperatura ambiente ou próxima desta. Já pressões entre 300MPa e 700MPa são comercialmente mais usadas e economicamente viáveis (SAN MARTÍN *et al.* 2002).

O processamento utilizando o alimento embalado elimina qualquer risco de contaminação, com lubrificantes ou com qualquer outra parte mecânica do equipamento. Não é necessário a sanitização entre um produto e outro, eliminando qualquer possibilidade de contaminação do mesmo (CHEFTEL, 1995).

A energia mecânica de pressurização, dentro do recipiente, resulta em uma geração de calor moderada e temporária que é chamada de calor adiabático, onde a cada 100 MPa de pressão, a temperatura dentro do recipiente é aumentada de 3 a 6°C, dependendo do sistema, que pode variar conforme a natureza do produto, a temperatura do processo e a pressão aplicada (FARKAS & HOOVER, 2000; BUTZ & TAUSCHER, 2002; ANSTINE, 2003). Por exemplo, se o alimento contém uma quantidade significativa de gordura, como manteiga ou cremes, o aumento da temperatura será maior.

Outro fator a ser considerado, segundo Heremans (1997), é que quando há compressão do alimento durante tratamento ocorre um abaixamento de 0.2 unidades no pH por 100MPa. Em seu experimento, o autor estudou esse efeito em suco de maçã, mas o direcionamento do deslocamento e a sua magnitude devem ser determinados para cada alimento submetido ao tratamento.

A alta pressão afeta apenas ligações não-covalentes, deixando as covalentes intactas ou afetando-as infimamente, segundo Tauscher (1998; 1999). Ao afetar as ligações não-covalentes ocorrem, por exemplo, como consequência, alterações na estrutura molecular secundária e terciária de proteínas. De um modo geral, pressões acima de 300MPa causam desnaturação protéica irreversível à temperatura ambiente, enquanto que abaixo desse valor as alterações são reversíveis. Tais efeitos fazem com que, de um modo geral, o tratamento a altas pressões ocasiona a inativação (total ou parcial) de microrganismos e enzimas, enquanto deixa intactas moléculas pequenas, como a maioria das vitaminas e os compostos voláteis, que conferem sabor aos alimentos (SMELT, 1998). Além disso, podem viabilizar aplicações alternativas potenciais, como texturização de proteínas e gelatinização de amido.

O tratamento à alta pressão ainda é de alto custo, principalmente devido ao alto capital inicial e a depreciação do equipamento, o que ainda limita a sua aplicação a produtos de alto valor agregado. Entretanto, pode-se esperar que estes custos venham a se tornar mais acessíveis, como uma consequência do desenvolvimento tecnológico e aumento de escala de processo, com o incremento do aceite da tecnologia pelo consumidor, implicando o surgimento de novos produtos nos mercados. Salienta-se que estudos têm demonstrado que os consumidores não tem tido uma percepção negativa com o APH, como acontece relativamente à irradiação de alimentos (DELIZA *et al.*, 2005).

Ressalta-se que consumidores, em vários países de todo mundo, buscam cada vez mais produtos de maior qualidade na prateleira, que satisfaçam todos as necessidades tanto nutricionais e sensoriais e, nesse contexto, pode-se presumir (e demonstrar) que podem estar dispostos à pagar um preço relativamente maior dos termicamente conservados (CORKINDALE, 2006).

3.9.1. Efeito da alta pressão sobre os microrganismos

Uma melhor compreensão dos efeitos da pressão na célula é essencial para que o desenvolvimento de processos com aplicação de pressão seja eficaz, permitindo a elucidação do mecanismo de inativação microbiana induzida pela pressão, sendo possível auxiliar na preservação dos alimentos (SMELT, 1998).

A aplicação da APH pode causar danos à fisiologia microbiana e à sua viabilidade, tanto danificando as células, como inativando-as. Assim, exercem efeito

direto sobre a segurança dos alimentos, podendo prolongar a sua vida de prateleira (LÓPEZ-CABALLERO *et al.* 2002a).

O efeito da pressão sobre os microrganismos depende de fatores relacionados os próprios microrganismos (espécie, formato, tipo de coloração Gram, fase de crescimento e idade da cultura), com a natureza do meio (pH, composição do alimento ou meio de dispersão, presença de sais e/ ou nutrientes, atividade de água, força iônica e tipos de íons presentes) e com as variáveis de pressão (níveis de pressão, tempo e temperatura e tipo do tratamento – contínuo ou descontínuo) (SAN MARTÍN *et al.* 2002; HUGAS *et al.* 2002).

A morfologia das células dos microrganismos influencia na sua sensibilidade aos efeitos da pressão, sendo os bacilos mais sensíveis do que os cocos (GOULD, 1996). As formas vegetativas dos eucariontes, tais como os fungos e leveduras, são inativadas por pressões entre 200 e 300MPa.

As membranas biológicas têm sido identificadas como as mais afetadas pela pressão. As membranas são compostas por uma camada de fosfolipídios envolvidos por proteínas funcionais que (entre outras funções) exercem papel importante no transporte de íons e outras substâncias para as células (SAN MARTÍN *et al.* 2002).

O efeito do processamento à alta pressão sobre microrganismos é influenciado por outros fatores elucidados abaixo:

– Fase de crescimento: bactérias no início da fase log são normalmente mais sensíveis à pressão do que as células na fase estacionária, lag ou de morte (ZOBELL *et al.*, 1999).

– Coloração de Gram: segundo SMELT (1998), em geral, as bactérias gram-negativas são mais resistentes à pressão. Tal fato é explicado devido à sua parede celular ser mais fina se comparada com a estrutura de uma gram-positiva. A rigidez da parede celular confere uma fragilidade à estrutura em função da pouca flexibilidade em virtude da aplicação de pressão.

– Atividade de água: quase sempre, baixa atividade de água (A_w) proporciona um efeito protetor nas células contra a pressão (OXEN *et al.*, 1993), mas microrganismos injuriados pela pressão são geralmente mais sensíveis em baixas atividades de água. Carboidratos possuem, em geral, um efeito protetor maior que sais (SMELT, 1998).

Segundo Hugas *et al.* (2002) e Cheftel (1995), a inativação dos microrganismos pela APH é, provavelmente, o resultado de diversos fatores, onde a APH não inibe ou

destrói um local específico da célula ou exerce uma única função celular, mas ocasiona a morte da célula pelo acúmulo de danos dentro da mesma. A membrana celular é o primeiro alvo dos danos causados pelas altas pressões, principalmente pelo efeito de cristalização dos fosfolipídios, alterando sua permeabilidade. Outras funções celulares sensíveis aos efeitos da pressão envolvem a troca de íons, a composição de ácidos graxos, a morfologia dos ribossomos, a desnaturação protéica, a atividade enzimática, a replicação do DNA, a compressão do vacúolo. Os diferentes efeitos sobre os microrganismos associados a diferentes níveis de pressão são mostrados na Figura 4.

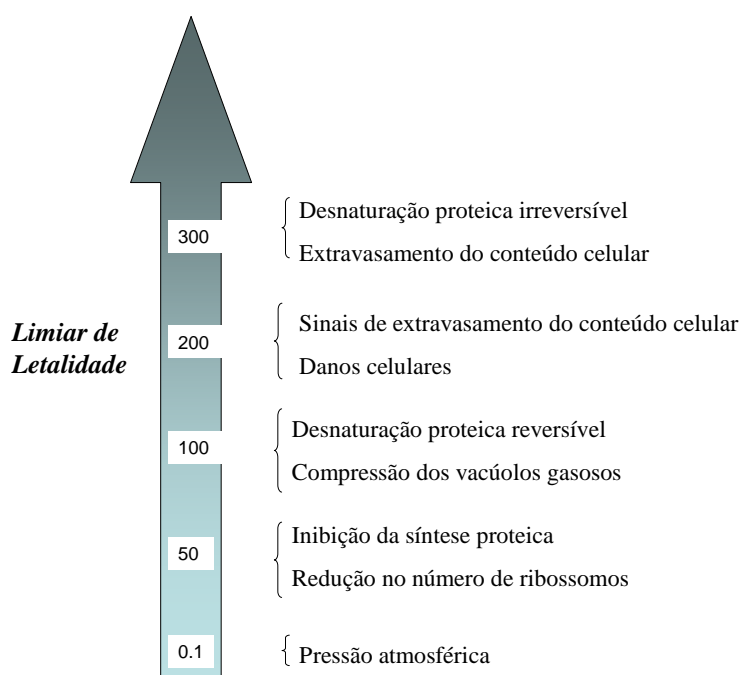


Figura 3: Limiar de Letalidade de microrganismos submetidos à alta pressão.
Fonte: Norton & Sun, 2008.

Hoover *et al.* (1989) relataram que as causas da inativação microbiana são ainda pouco compreendidas. Várias mudanças morfológicas são observadas com o aumento da pressão: compressão de vacúolos gasosos, alongamento da célula, separação da membrana da parede celular, contração da parede celular com a formação de poros, modificações no núcleo e em organelas intracelulares, acima 400MPa. No caso de *Sacharomyces*, a coagulação de proteínas citoplasmáticas vai liberar constituintes intracelulares (especialmente os de origem nuclear) para fora da célula, entre outros (CHEFTEL, 1995).

Um nível de pressão elevado geralmente leva ao aumento da inativação dos microrganismos, entretanto, o aumento da duração do tratamento de alta pressão não potencializa necessariamente seu efeito letal. Em geral, as células bacterianas vegetativas, podem ser inativadas em pressões entre 300 e 600MPa (KNORR, 1995; HENDRICKX *et al.*, 1998; PATTERSON *et al.*, 1995), enquanto que os esporos (forma de resistência), podem suportar até 1000MPa em temperatura ambiente (PALOU *et al.* 1999), sendo possível sua inativação apenas e pressões acima de 1200MPa (KNORR, 1995).

Campos (2007) constatou que os microrganismos associados a problemas de contaminação de sucos ácidos como o *L. plantarum* e *S. cerevisiae* mostraram considerável sensibilidade para tratamento em alta pressão, obtendo destruição na faixa de 5 ciclos logarítmicos sob pressão de 250MPa para os dois microrganismos, sendo o *S. cerevisiae* mais sensível e completamente destruído. Mas, o autor relata que, desde a ação de pressões à 200MPa foi visto uma redução de apenas 4 ciclos logarítmicos. Bignon (2007) também cita a possibilidade de obter-se reduções ao redor de 10^3 até 10^6 UFC/g utilizando-se 410MPa por 2 minutos para certos microrganismos, tais como leveduras. Esses resultados são compatíveis com os objetivos da pasteurização para sucos de frutas. Na Tabela 8 são apresentados dados sobre as condições gerais de pressão para inativação de alguns microrganismos.

Bayindirli *et al.* (2006) mostraram a praticidade comercial na utilização do processo para inativar microrganismos patogênicos como *S. aureus*, *E. coli* O157:H7 e *S. Enteritidis*. O uso de APH à 350MPa à 40°C pode ser considerado um tratamento suficiente para destruição destes microrganismos.

Tabela 7: Pressão necessária para inativação de microrganismos.

Microrganismo	Pressão (MPa)
Bactérias Gram negativas	300
Bactérias Gram positivas não esporuladas	400-600
Leveduras e fungos não termorresistentes	400
Esporos de bactérias Gram positivas	700-800 <i>Bacillus spp</i> e 900 <i>Clostridium spp</i>
Esporos de fungos termorresistentes	700-800

FONTE: Chiavaro & Bonardi, 1999.

A cinética de inativação de microrganismos pelo calor tem sido extensivamente pesquisada. Palou *et al.* (1999) observaram, em estudos com diferentes microrganismos, que a cinética de inativação por APH mostrou-se bastante variável. Alguns autores sugerem que essa seja de primeira ordem, em que $\log(N/N_0) = -kt$. O N corresponde ao número de microrganismos sobreviventes após o tratamento de APH por determinado tempo t (min.), o N_0 ao número inicial de microrganismos e k à taxa constante de inativação (min^{-1}) (PALOU *et al.*, 1999). Dogman & Erkmen (2004) analisaram a cinética de inativação por APH de *Listeria monocytogenes*, inoculada em meio de cultura, leite fresco e em sucos de laranja e de pêssego. Demonstraram que o logaritmo do número de células reduziu-se linearmente com o tempo do tratamento, indicando cinética de primeira ordem. A bactéria foi inativada mais rapidamente com o aumento do nível de pressão. Esses mesmos autores mostraram que a inativação de *Escherichia coli*, inoculada em meio de cultura e nos mesmos alimentos, também obedeceu à cinética de primeira ordem em níveis de pressão entre 300 e 700MPa. Alguns trabalhos indicam que o modelo linear não é apropriado para a descrição dos dados (CHEN & HOOVER, 2003; CHEFTEL, 1995). Na Tabela 9 são relacionados dados de inativação de diferentes microrganismos por alta pressão, inoculados em diferentes alimentos.

Tabela 8: Exemplo de inativação de microrganismos por alta pressão.

Microrganismos	Tratamento	Substrato	Inativação (ciclos logarítmicos)	Referências
<i>Staphylococcus aureus</i>	500MPa, 15min., 25 ⁰ C	Leite de vaca	3,4	San Martín <i>et al.</i> , 2002
	345MPa, 50 ⁰ C	Suco de laranja	6,0	Alpas <i>et al.</i> , 1999
	600MPa, 30min., 20 ⁰ C	Leite UHT	3,0	San Martín <i>et al.</i> , 2002
	350MPa, 5 min., 40 ⁰ C	Suco damasco	8,0	Bayindirli <i>et al.</i> , 2006
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	550MPa, 5 min., 30 ⁰ C	Suco de laranja	7,0	San Martín <i>et al.</i> , 2002
	345MPa, 50 ⁰ C	Suco de laranja	6,0	Alpas <i>et al.</i> , 1999
	350MPa, 5 min., 40 ⁰ C	Suco maçã	8,0	Bayindirli <i>et al.</i> , 2006
	350MPa, 5 min., 40 ⁰ C	Suco de cereja	8,0	Bayindirli <i>et al.</i> , 2006
<i>Listeria monocytogenes</i>	345MPa, 50 ⁰ C	Suco de laranja	6,0	Alpas <i>et al.</i> , 1999
	400MPa, 20 ⁰ C	Não informado	completa	Carlez <i>et al.</i> , 1993
	200MPa, 5 min., 20 ⁰ C	Geléia de maçã	2,8	Patterson <i>et al.</i> , 1995
	340MPa, 60min., 23 ⁰ C	Leite UHT	7,0	San Martín <i>et al.</i> , 2002
	500MPa, 5min., 50 ⁰ C	Leite UHT	8,0	Chen & Hoover, 2003
<i>Salmonella enteritidis</i>	350MPa, 5 min., 40 ⁰ C	Suco de maçã	8,0	Bayindirli <i>et al.</i> , 2006
	300MPa, 10min., 25 ⁰ C	Não informado	Não informado	Shigeisa <i>et al.</i> , 1991
	615MPa, 2min., 15 ⁰ C	Suco de uva	Não informado	Alpas & Bozoglu, 2003
	345MPa, 50 ⁰ C	Não informado	6,0	Alpas <i>et al.</i> , 1999

3.9.2. Efeito da alta pressão sobre as enzimas

Enzimas são classes especiais de proteínas na qual a atividade biológica surge a partir de um sítio ativo, mantido pela conformação tri-dimensional da molécula. Pequenas mudanças no sítio ativo podem levar a uma perda da atividade da enzima. A desnaturação protéica é associada com mudanças conformacionais, modificando a funcionalidade da enzima, como aumento ou perda da atividade biológica ou mudanças na especificidade do substrato (HENDRICKX *et al.*, 1998).

Proteínas são estruturas delicadas, mantidas por interações entre a cadeia protéica (determinada pela seqüência de aminoácidos) e pelas interações com o solvente ao redor. Mudanças nos fatores externos, como pressão e temperatura, podem perturbar o complexo balanço das interações intramoleculares e entre solvente-proteína, e podem, conseqüentemente, levar ao desdobramento e/ou desnaturação da cadeia de peptídeos (HENDRICKX *et al.*, 1998).

Os rearranjos estruturais presentes nas proteínas sob pressão são governados pelo princípio de Le Chatelier. A redução do volume acompanhando a desnaturação surge da formação ou ruptura de ligações não-covalentes (mudanças no volume

conformacional) e dos rearranjos das moléculas de solvente (mudanças no volume de solvatação) (HENDRICKX *et al.*, 1998).

A respeito das mudanças no volume conformacional, ao menos a baixas temperaturas, ligações covalentes são pouco afetadas pela alta pressão e, conseqüentemente, a estrutura primária das proteínas permanece intacta durante o tratamento sob pressão (CHEFTEL, 1995; HENDRICKX *et al.*, 1998).

Por outro lado, mudanças na estrutura secundária ocorrem em pressões muito altas e estas levam a uma desnaturação irreversível. Isto pode ser explicado pelo fato das pontes de hidrogênio, as quais é responsável pela manutenção da estrutura helicoidal (secundária) dos peptídeos, serem favorecidas pela baixa pressão e serem rompidas em pressão muito alta. A ruptura de ligações iônicas também é fortemente afetada pelo aumento de pressão (HENDRICKX *et al.*, 1998).

O efeito da pressão sobre as interações hidrofóbicas é mais complexo. Segundo Heremans (1997), as opiniões sobre o efeito da pressão sobre as interações hidrofóbicas são tão divergentes quanto as opiniões sobre a natureza das próprias interações hidrofóbicas. Mudanças significantes na estrutura terciária (mantidas principalmente por interações iônicas e hidrofóbicas) são mais observadas a pressões maiores que 200MPa. Proteínas multiméricas (de estrutura quaternária), mantidas juntas por ligações não covalentes, são dissociadas por uma pressão comparativamente baixa (menor que 150MPa), podendo ser alterada pelo tratamento (O'REILLY *et al.* 2001). Em geral, pressões acima de 300MPa à temperatura ambiente causam desnaturação protéica irreversível, enquanto pressões menores resultam em mudanças reversíveis na estrutura da proteína (CHEFTEL, 1995; HEREMANS, 1997).

Ao contrário dos tratamentos térmicos, onde tanto ligações covalentes como não-covalentes são afetadas, o processamento à alta pressão em temperatura ambiente apenas rompe ligações químicas relativamente fracas (pontes de hidrogênio, ligações hidrofóbicas e iônicas) (HENDRICKX *et al.*, 1998).

Alterações na conformação de proteínas podem ocasionar mudanças nas propriedades funcionais de proteínas de alimentos e por isso o tratamento à alta pressão de alimentos pode ser usado para criar novos produtos com textura e sabor únicos (MESSENS *et al.*, 1997).

Os efeitos da alta pressão sobre enzimas podem ser divididos em duas classes. Na primeira, pressões relativamente baixas (~100MPa) têm mostrado ativação de algumas enzimas (ASAKA *et al.*, 1994; HENDRICKX *et al.*, 1998). Sendo as enzimas

constituídas de proteínas, em alta pressão (acima de 200MPa) muitas das proteínas tendem a sofrer desdobramentos e podem ocorrer re-associações de subunidades dissociadas de oligossacarídeos (PUPPO *et al.* 2004), ocorrendo dessa forma a inativação ou até mesmo a ativação dos sítios ativos das enzimas. O efeito de estimulação é, entretanto, somente observado em enzimas monoméricas. De outro lado, pressões muito maiores, geralmente induzem à inativação enzimática. Com respeito à inativação por pressão, Miyagawa (2006) distinguiu quatro grupos de enzimas, baseando-se na perda e recuperação da atividade: (i) inativação completa e irreversível, (ii) inativação completa e reversível, (iii) inativação incompleta e irreversível, (iv) inativação incompleta e reversível.

Tem sido sugerido que a eficiência da inativação enzimática por alta pressão é melhorada pela aplicação de ciclos de pressão. Aplicações sucessivas de alta pressão resultaram em alta inativação de muitas enzimas (HENDRICKX *et al.*, 1998).

A pressão está fortemente dependente do tipo de enzima, onde algumas podem ser inativadas à temperatura ambiente por pressões abaixo de 100MPa, enquanto outras somente acima de 1000MPa devido a alta estabilidade de algumas enzimas no sistema, ocorrendo a necessidade muitas das vezes da utilização da combinação de tratamentos de temperatura e pressão para efetuar a inativação possível a nível industrial. Além deste fato, pode ocorrer a ativação em alguns casos de certas enzimas após o tratamento com alta pressão (ASAKA *et al.*, 1994).

Rodrigo *et al.* (2007) constatou que a melhor forma de inativar as enzimas hidroperoxiliase e lipoxigenase do tomate é através de combinação entre tratamentos de alta pressão e térmico.

Altas pressões combinadas com aquecimento em temperaturas maiores que 50⁰C são eficientes para acelerar a inativação das enzimas. Porém, o tempo necessário para inativação das enzimas é muito mais longo se comparado ao tratamento necessário para destruição das bactérias (células vegetativas) em sucos de frutas ácidos. Esta situação é similar para tratamento térmico: altas temperaturas são exigidas para inativação de esporos bacterianos e enzimas do que a esterilização comercial.

3.9.2.1 Efeito da alta pressão sobre a pectinametilesterase.

As PME's são tolerantes ao tratamento de alta pressão, sendo a completa inativação é somente possível em amostras reais de alimentos submetidas a elevadas pressões, não convenientes para uso industrial. Nesse contexto, Nienaber &

Shellhammer (2001) postularam que pressões na faixa de 400-600MPa combinadas com temperaturas amenas de 50⁰C podem acelerar a inativação da PME.

Em estudo exploratório, Ludikhuyze *et al.* (1997) um aumento da inativação da PME aplicando sucessivos ciclos de alta pressão ao invés de um único tratamento, mais prolongado, pelo tempo equivalente.

Segundo Castro *et al.* (2006) estudaram o efeito sinérgico de temperatura e alta pressão nas faixas de 10-64⁰C e 0.1-800MPa, respectivamente, constatando que pressões maiores que 600MPa são necessárias para inativação da enzima PME em pimenta. Já com altas temperaturas e altas pressões, observaram a aceleração da inativação da enzima, indicando o efeito sinérgico positivo. Mas, ao contrário, em temperaturas maiores que 54⁰C e pressões menores que 300MPa, verificaram um efeito antagônico. Esse antagonismo, mostrado em condições de baixas pressões (< 300MPa) e altas temperaturas também já foram observados por outros autores (POLYDERA *et al.*, 2004; BALNY & MASON, 1993; HEREMANS, 1993; INDRAWATI *et al.*, 2003a, 2003b; VAN DEN BROECK *et al.*, 2000a).

Ogawa *et al.* verificaram, em 1990, que a alta pressão pode estabilizar comercialmente a pectinametilesterase, aumentando a qualidade da laranja no mercado. Constataram que é possível inativar parcialmente (cerca de 90%) a PME deste fruto a pressões aproximadas de 600MPa, sem detectar reativação da mesma após armazenamento e transporte.

Recentemente, Sampetro *et al.* (2008), trabalhando com bebida láctea à base de suco de laranja, postularam que a completa inativação da PME ocorreu à 700MPa, 55⁰C por 2 minutos, mostrando também que por tratar-se de uma matriz rica em gordura (derivado do leite), ocorreu interferência na eficiente ação da pressão devido alguns fatores como pH, Brix e concentração de íons Ca⁺².

Polydera *et al.* (2004) observaram em suco de laranja que a inativação da PME à 30⁰C em pressões de 100-700MPa foi estabelecida apenas em pressões acima de 400MPa após 30 minutos, ou na faixa entre 500MPa a 600MPa durante 15 minutos, ou, ainda, a 700MPa antes dos primeiros 5 minutos de pressurização.

Verlent *et al.* (2007), em seu estudo para manter as propriedades da polpa de tomate através da manutenção da atividade da PME no substrato, observaram que o ótimo para a inativação da enzima foi numa temperatura à 60⁰C à 500MPa, observando atividade residual menos que 2% à 400MPa.

Para Cano *et al.* (1997) em estudo enfocando produtos como morango e laranja, houve uma redução de 25% da atividade da PME após tratamento à 200MPa e 30°C, referente à atividade inicial.

Basak (1996) postulou que ocorre uma influencia nítida do pH e dos sólidos solúveis totais em substratos expostos à alta pressão, onde quanto menos o pH da amostra, maior a inativação da enzima devida a protonação da mesma, e quanto maior o sólidos solúveis totais da amostra também ocorre uma proteção estérica das mesmas.

3.9.2.2. Efeito da alta pressão sobre a polifenoloxidase.

Castellari (1997) testou os efeitos da alta pressão sobre a PPO em mosto de uva processando em três diferentes fatores: 300, 600, 900MPa por 2, 6 e 10min, tendo observado que em pressões de 300 e 600MPa ocorreu apenas a inativação parcial da enzima, e à 900MPa esse residual de atividade apresentou-se menos que 1 a 16%. Já estudo mais recente de Garcia-Palazon (2004) mostrou que com um tratamento de 800MPa durante 15 minutos resultou na inativação total da enzima, em morangos e framboesas.

A PPO de cogumelo e de batata são altamente estáveis à pressão, dessa forma são necessários tratamentos entre 800 e 900MPa para a redução da atividade (WEEMAES *et al.*, 1998). As PPO de damasco, morango e uva podem ser inativadas por pressões próximas a 100, 400 e 600 MPa, respectivamente (AMATI *et al.*, 1996), mostrando-se mais sensíveis à pressão. Para várias enzimas PPO, tem sido relatado que a inativação induzida pela pressão ocorre mais rapidamente a baixos valores de pH (WEEMAES *et al.*, 1998). Em adição ao pH, a inativação pela pressão é influenciada pela adição de sais, açúcares ou outros compostos (HENDRICKX *et al.*, 1998).

Bayindirli *et al.* (2004) não verificaram residual de atividade de PPO em suco de laranja após tratamento de 450MPa a 50°C por 60 minutos. Também verificaram que essa inativação a essas condições foi irreversível, não ocorrendo reatividade durante posterior estocagem, e que o uso de temperaturas maiores que 50°C pode acelerar o processo de inativação, conferindo inativação da PPO em pressões de 400MPa.

Palou *et al.* (2000) obtiveram com tratamento de alta pressão em ciclos um residual de atividade da PPO de 15% à 689MPa com 5 minutos em cada ciclo, variando de 2 a 4 ciclos. Um ano antes, trabalhando com polpa de banana, Palou *et al.* (1999) observaram que a alta pressão controla as reações de escurecimento, mas deve estar

acompanhado por outros fatores no controle da atividade enzimática, como a atividade de água, pH, adição de aditivos, elevação da temperatura durante a pressurização e o armazenamento refrigerado. Neste processo, conseguiram obter um residual de atividade de 5% quando tratado à 689MPa por 10 minutos.

Para Rapeanu (2005), a cinética de inativação da PPO quando tratado por alta pressão e temperatura apresentou sinergismo dos fatores, observando que 600MPa e 50°C foi o melhor binômio conseguido, quando combinando pressões de 100 a 800MPa e temperaturas de 20 a 70°C.

Castro (2008) utilizou baixas pressões de 100 a 200MPa para pimenta congelada, observando uma diminuição mínima da atividade de PPO e a necessidade do uso de pressões superiores para a redução da atividade enzimática. Verificaram, também, que se mantiveram as características nutricionais em níveis similares em relação às proteínas solúveis e ácidos ascórbico, além da firmeza.

3.9.2.3. Efeito da alta pressão sobre a peroxidase.

A enzima POD, que é considerada a mais termoestável dentre as enzimas presentes em vegetais que causam o escurecimento, mostra também elevada resistência ao tratamento sob alta pressão.

Para ervilhas, o tratamento à 900MPa por 10 minutos à temperatura ambiente foi necessária para provocar 88% de redução da atividade, não mostrando diferença significativa no tempo de pressurização (QUAGLIA *et al.*, 1996).

Em polpa de morango, a atividade da POD foi inativada a partir de 300MPa à 20°C por 15 minutos. Acima de 300MPa, a atividade foi gradativamente reduzida. Se combinado com tratamento térmico à 45°C, a diminuição da atividade foi observada para todas os tratamentos entre 50 e 400MPa. À temperatura ambiente, a atividade da polifenoloxidase em laranja diminui continuamente acima de 400MPa num tempo de 15 min, sendo que, tendo ocorrido uma maior inativação quando tratado à 32°C, resultando na redução em 50% de sua atividade (SEYDERHELM *et al.*, 1996).

3.9.3. Efeito da alta pressão sobre a vitamina C.

Polydera *et al.* (2003), ao compararem a perda de vitamina C em sucos de laranja pasteurizado (80°C por 30 segundos) e pressurizado (500MPa por 5 minutos a 35°C), observaram uma menor perda da vitamina C no produto pressurizado.

Em morango, o tratamento sob alta pressão não diferiu significativamente quanto à retenção de vitamina C em relação ao produto pasteurizado termicamente, em tratamentos de pressão a 400MPa por 30 minutos a 20 °C e de pasteurização a 72°C por 20 segundos, resultando em 88,86% e 91,52% de retenção desse nutriente em relação ao teor original da fruta (SANCHO *et al.*, 1999).

Ogawa *et al.*(1990), em pesquisa com sucos de frutas cítricas, avaliaram o conteúdo de vitamina C nos sucos, antes (27,2mg/100 g) e após o tratamento de alta pressão à 500MPa por 10 minutos a 20°C, e notaram uma concentração pós-processo equivalente à original de 27,2mg/100 g, ou seja, não houve nenhuma alteração no teor desse composto com o processo. Segundo Butz *et al.* (2002b), resultados similares foram observados nos conteúdos de ácido L-ascórbico e do ácido dehidroascórbico em sucos de laranja processados a 500MPa e 800MPa, em que não foram observadas reduções significativas em comparação com os teores do produto in natura, confirmando a estabilidade desses compostos no suco de laranja no tratamento por alta pressão.

3.9.4. Efeito da alta pressão sobre os carotenóides

Os carotenóides podem ser decompostos por oxidação devido ao seu grande número de ligações duplas. Tratamentos térmicos podem também decompor β -caroteno em isômeros *cis* ou em produtos de fragmentação. Porém, ao avaliar o impacto da alta pressão sobre os carotenóides em produtos de frutas e vegetais, como os derivados de laranja, sucos de laranja, de limão, de cenoura e de tomate, Butz *et al.* (2003) concluíram que, em todos os casos, não houve diferença significativa entre amostras pressurizadas (600MPa a 25 e 44°C, e 800MPa a 44°C por 6 minutos) e controles (não pressurizados), mostrando que os tratamentos não levaram à perda desses parâmetros.

McInerney *et al.*, 2007 verificaram em estudo com cenoura, ervilha e brócolis, que a composição de carotenóides e da atividade antioxidante não foram perdidas após tratamento sob altas pressões de 400MPa e 600MPa, sugerindo que esse tratamento pode ser benéfico para manter nutrientes bioativos nos vegetais.

Em outros estudos, Butz & Tauscher (2002) notaram que os carotenóides em purê de cenoura foram protegidos diante da ação da pressão e da temperatura, e mesmo após tratamento a 600MPa, por 40 minutos a 75°C, a redução do teor de β -caroteno inicial não foi significativa.

Butz *et al.* (2003), ao estudarem a concentração de carotenóides e licopeno em tomates pressurizados, observaram que, mesmo após 60 minutos de tratamento de altas pressões, nenhuma alteração foi detectada na concentração total de β -caroteno e licopeno. Temperaturas de processo extremas (9°C por 60 minutos) não levaram à qualquer perda destas substâncias analisadas em comparação aos controles, a 25°C.

3.9.5. Efeito da alta pressão sobre a cor

Tratamentos térmicos podem originar alguns componentes indesejáveis vindos da reação de Maillard ou caramelização. A alta pressão pode ser uma possível alternativa à manutenção da cor no produto processado como geléias, sucos e polpas de frutas. Tal manutenção vai depender da temperatura do processo e também do pH da fruta ou vegetal considerado (LUDI KHUYZE & HENDRICKX, 2001).

Van Loey *et al.*, (1998) observaram a descoloração do suco de brócolis após exposição à alta pressão combinada com temperaturas maiores que 50°C, acompanhada da degradação da clorofila. Porém, à temperatura ambiente de 25°C, pressões maiores que 800MPa foram aplicadas sem observar efeito negativo na coloração do referido suco.

Krebbers *et al.* (2003) observaram um aumento na coloração vermelha (parâmetro a^*) do suco de tomate quando as amostras foram submetidas à pressão de 700MPa por 1 minuto à 80-90°C. Rodrigo *et al.* (2007) observaram também que não houve degradação da cor de tomates sob tratamento entre 300-700MPa por 60 minutos à 65°C, ocorrendo um aumento na coloração nos parâmetros L^* , a^* , b^* de amostras quando o mesmo autor analisou amostra de morango (pH 5).

3.10. Análise sensorial

A NBR 12806 define análise sensorial com uma disciplina científica usada para evocar medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (ABNT 1993a).

O instrumento de medida utilizado pela Análise Sensorial é o homem e, segundo Meilgaard *et al.* (1991), nenhum instrumento ou combinação de instrumentos poderia substituir os sentidos humanos, os quais são capazes de registrar uma expressão integral da complexidade de um alimento.

Algumas pesquisas têm se baseado nas respostas dos consumidores com o objetivo de estudar a aceitabilidade de determinados produtos. Também se verifica o estudo sobre a percepção de qualidade, segurança e, confiabilidade em relação a uma tecnologia utilizada para a obtenção de determinado produto, assim como as vantagens e desvantagens associadas aos possíveis riscos, que certamente refletirão na intenção de compra e posterior consumo (FREWER, *et al.* 1997; FREWER *et al.*, 1998).

Nos últimos anos, a indústria alimentícia moderna tem utilizado a Análise Sensorial como ferramenta considerando a avaliação das características sensoriais dos produtos como componente essencial no desenvolvimento, manutenção, otimização, controle de qualidade e avaliação do potencial de mercado de um determinado alimento (MEILGAARD *et al.*, 1991; STONE & SIDEL, 1993; BI, 2003).

Os testes sensoriais são importantes por serem capazes de identificar a presença ou ausência de diferenças perceptíveis, definirem características sensoriais de um produto e serem capazes de detectar particularidades dificilmente detectadas por outros procedimentos analíticos, e ainda avaliarem se um produto é aceito pelo consumidor (MUÑOZ *et al.*, 1992). Como exemplo, observou-se que a aceitação sensorial do *blend* de néctares de mamão, acerola e maracujá foi positivamente afetada pelo aumento da concentração de polpa de mamão e de sacarose sugerindo potencial para aproveitamento comercial do produto (MATSUURA, 2004).

Stone & Sidel (1993) dividem os métodos de análise sensorial em discriminativos (testes de diferença: teste triangular, duo-trio; comparação múltipla; sensibilidade e ordenação), descritivos (perfil de sabor, perfil de textura, análise descritiva quantitativa, tempo e intensidade, avaliação de atributos) e os afetivos (teste de aceitação/preferência: preferência pareada, ordenação de preferência, escala hedônica; escala relativa ao ideal). Os métodos utilizados neste estudo são detalhados a seguir.

3.10.1. Análise descritiva quantitativa

A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) foi desenvolvida por Stone *et al.* (1974) sendo considerada uma das principais e mais sofisticadas metodologias para a

Análise Sensorial. A técnica é capaz de descrever qualitativa e quantitativamente o produto, baseado na percepção de um grupo de pessoas previamente selecionadas e treinadas (MURRAY *et al.*, 2001; BI, 2003; STONE & SIDEL, 2004). Os resultados obtidos fornecem a descrição sensorial completa dos produtos e, quando realizados junto com testes afetivos, permitem identificar os atributos sensoriais que são importantes para a aceitabilidade do consumidor (MEILGAARD *et al.*, 1991; STONE & SIDEL, 2004).

Segundo Umbelino (2005), as principais etapas relacionadas à ADQ são: pré-seleção de provadores, desenvolvimento da terminologia descritiva, treinamento, seleção de provadores, avaliação sensorial, análise dos dados e interpretação dos resultados.

O sucesso da ADQ está ligado principalmente ao satisfatório desempenho dos provadores o qual é obtido através de adequada seleção e treinamento (HUSSON & PAGÉS, 2003). Segundo McEwan *et al.* (2002), na Análise Sensorial os provadores devem ser vistos como instrumentos de medida de atributos sensoriais, e por esta razão, a avaliação da performance do provador é etapa fundamental.

Issanchou *et al.*, (1995) relataram que para o emprego da ADQ é necessária a utilização de provadores com habilidades descritivas e discriminativas, o que leva à necessidade da realização de testes para avaliação dessas habilidades. Os provadores com a habilidade descritiva devem identificar diferentes atributos. Para a habilidade discriminativa, os provadores devem perceber diferenças mínimas de intensidade entre estímulos e, ainda, ter a capacidade de quantificar, sendo aptos a utilizar a escala em toda a sua amplitude, com pequena dispersão entre as repetições e em consenso com a equipe (UMBELINO, 2005).

Para isso, segundo Basker (1988), os provadores devem ser rigorosamente pré-selecionados, utilizando o próprio produto com o qual estão desenvolvendo o trabalho.

Estudos vêm sendo realizados utilizando a ADQ no desenvolvimento de novos produtos e no controle de qualidade. Entretanto, utilizando a APH poucos são os trabalhos encontrados.

3.10.2. Teste de aceitação

Os testes afetivos são realizados para avaliar a preferência e/ou aceitação de produtos. Geralmente um grande número de julgadores é requerido para essas

avaliações. Os julgadores não são treinados, mas são selecionados para representar uma população alvo (IFT, 1981).

Os testes afetivos têm como objetivo avaliar a resposta dos indivíduos com relação à preferência e ou à aceitação de um produto ou características específicas de um produto pelos consumidores habituais ou potenciais do mesmo. A utilização de testes afetivos encontra-se em expansão entre as empresas que valorizam a informação obtida de estudos de consumidor, assegurando assim que sejam atendidas as expectativas do consumidor final (MEILGAARD *et al.*, 1999).

Para a realização dos testes de aceitação é fundamental a participação de mais de 50 indivíduos. De acordo com Meilgaard *et al.* (1991), a condução de testes de aceitação ou de preferência geralmente visa atender quatro objetivos principais:

- Verificação do posicionamento do produto no mercado;
- Otimização da formulação do produto;
- Desenvolvimento de novos produtos;
- Avaliação do potencial de mercado.

A escala hedônica de nove pontos é a mais utilizada para testes de aceitação, devido à confiabilidade dos resultados e a fácil compreensão pelos consumidores. Considerando que o teste de aceitação utilizando escala hedônica pode medir, com certa segurança, o grau de gostar e a aceitação de um produto, é possível obter por meio dos resultados desses testes, uma indicação do produto ou produtos com possibilidade de alcançarem sucesso no mercado (STONE & SIDEL, 1993, 2004).

A aceitabilidade se encontra intimamente ligada ao processo tecnológico (NAGATO *et al.*, 2003) e também dependerá diretamente dos indivíduos que compõem o meio analisado (DELIZA, 2001). Christensen (2000) relatou que a doçura varia entre diferentes culturas e, portanto, deve ser pesquisada em culturas específicas.

Os dados obtidos nos testes de aceitação são submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e teste de médias, onde se verifica se houve diferença significativa entre as médias, em um determinado nível de confiança (STONE & SIDEL, 1993).

Villanueva (2003) acrescentou que as médias obtidas em testes de aceitação podem ser afetadas por valores extremos e por distribuições assimétricas. Em testes com consumidores, esta limitação é grave porque impede a detecção de segmentos de indivíduos em função das amostras de sua preferência. No entanto, a detecção de nichos de mercado tem sido fundamental para as indústrias que, em função da atual

competitividade dos mercados, procura identificar potenciais segmentos de consumidor e dirigir a otimização e a venda de produtos para tais segmentos (DELIZA *et al.*, 2004; VILLANUEVA, 2003). Além disso, quando os dados da aceitação são analisados por técnicas estatísticas univariadas, médias são obtidas e assume-se que o critério de aceitabilidade dos consumidores seja homogêneo, o que implica que os valores desta forma obtidos podem não ser representativos da real situação. Por esta razão, a variabilidade individual dos consumidores também deve ser considerada (GREENHOFF & MacFIE, 1994; CARDELLO & FARIA, 2000).

Segundo Greenhoff & MacFie (1994), a solução para o problema da utilização de médias na análise de dados de aceitação é o uso de técnicas multivariadas, que conduz de forma separada as análises dos vários subgrupos encontrados dentro dos consumidores que participaram do estudo. O Mapa Interno da Preferência (MIP) é um tratamento multidimensional dos dados afetivos, baseada na Análise de Componentes Principais e Análise de *Clusters* (GREENHOFF & MacFIE, 1994; YACKINOUS *et al.*, 1995). O MIP gera um gráfico onde os produtos são representados como pontos e cada indivíduo como um vetor, sendo que os pontos mais próximos de um conjunto de vetores correspondem aos produtos de maior preferência daquele segmento de consumidor. A grande vantagem do MIP sobre a ANOVA e tradicionais testes de médias é a identificação da preferência individual de cada consumidor em relação aos produtos avaliados, bem como, por meio da Análise de *Clusters* a identificação de segmentos da população estudada (GREENHFF & MacFIE, 1994; WESTAD *et al.*, 2004).

O MIP tem tido uso crescente em diversos estudos de consumidores. Noronha (2003) avaliou diferentes marcas de café solúvel e utilizou para a análise dos dados o MIP, além da ANOVA e teste de Tukey. O autor observou que o MIP pode evidenciar os segmentos de consumidores formados e, com o auxílio de técnicas não paramétricas pode-se identificar claramente a preferência dos segmentos para diferentes marcas de café solúvel.

A partir da identificação de grupos de consumidores em função de suas preferências, é possível estudar cada segmento considerando as características sócio-demográficas e hábitos de consumo. Desta forma, a indústria de alimentos pode direcionar estratégias de marketing específicas para o produto avaliado (GREENHOFF & MacFIE, 1994; WESTAD *et al.*, 2004).

Além do MIP, utiliza-se na Análise Sensorial o Mapa Externo da Preferência (PREFMAP) que relaciona os dados obtidos através de testes de aceitação com os obtidos por meio de testes descritivos, como a ADQ, com o propósito de explicar as características intrínsecas dos produtos que direcionam a aceitabilidade dos consumidores (GREENHOFF & MacFIE, 1994).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Materiais

Os frutos de mamão (*Carica papaya* L), dos cultivares Sunrise, Golden e Formosa provenientes da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, na Bahia, foram colhidos em estádio de maturação próximo ao ponto apropriado ao consumo e enviados ao Rio de Janeiro, sendo transportados via aérea à Embrapa Agroindústria de Alimentos.

Os frutos destinados ao processamento de polpa sob alta pressão, do cultivar Formosa, foram adquiridos na Central de Abastecimento do Estado do Rio de Janeiro S/A (CEASA) com procedência de Linhares, no Espírito Santo (ES). Os mamões foram mantidos em estufa de ar ventilado com controle de umidade e temperatura até o momento das análises e/ou processamento.

4.2. Métodos

4.2.1. Preparação da polpa de fruta

A definição do ponto de maturação adequado para o processamento foi determinada subsequente pelo teor de sólidos solúveis totais para verificação do ⁰Brix adequado, em torno de 10⁰Brix. Uma vez atingida a maturação desejada dos frutos, estes foram submetidos ao despulpamento. O despulpamento consistiu no descascamento e processamento em despulpadeira (marca BONINA, mod. 025dF A8). A polpa foi acondicionada em sacos ou potes plásticos e armazenados em câmara de congelamento a -18⁰C.

4.2.2. Processamento térmico

Para posterior análise sensorial, a polpa foi descongelada em refrigeração e formulada segundo doçura e diluição “ideal” como descrito no item 4.2.8.2.1. Após formulação o néctar foi processado num binômio 92⁰C por 40seg. em trocador de calor de superfície raspada, da marca ARMFIELD modelo FT 25 D para produtos viscosos. O sistema de pasteurização é composto por seção de entrada, pré-aquecimento, aquecimento, retenção e resfriamento.

4.2.3. Processamento por alta pressão

Foi utilizado para o processamento o equipamento *Stansted fluid power*, modelo S-FL-850-9-W (modelo laboratorial, localizado na planta piloto II da Embrapa Agroindústria de Alimentos no Rio de Janeiro), onde as amostras de polpa embaladas (sacos plásticos de polietileno de alta densidade) foram submetidas à APH.

O equipamento foi controlado através de um painel digital para o ajuste da pressão e tempo desejado, de acordo com o planejamento experimental descrito na Tabela 6, foi mantido temperatura ambiente de 25⁰C durante processo. As embalagens contendo a polpa de mamão *in natura* foram colocadas dentro do recipiente cilíndrico interno de amostras, de aço inoxidável, de aproximadamente 7,0cm de diâmetro e 20,0cm de comprimento, o qual vários orifícios por onde circula o líquido pressurizador, neste caso álcool 70% (v/v).

A câmara contendo o cilindro foi hermeticamente fechada e vedada para evitar vazamentos. Primeiramente, uma bomba pneumática foi acionada na câmara, com a injeção de uma pré-carga até que os selos da mesma se fechassem. Posteriormente, foi acionada automaticamente, uma segunda bomba hidráulica que deslocou um pistão e elevou a pressão até a condição de trabalho desejada caracterizando-se, assim, dois estágios de pressurização.

O equipamento operou a uma taxa de pressurização de 100MPa/min. até a pressão desejada, iniciando-se então a contagem do tempo total do processo. O tempo de processo foi contado a partir do momento em que a câmara alcançou a pressão desejada, até o início da despressurização. No decorrer do processo, pequenas oscilações de temperatura podem ocorrer devido à pressão ser diretamente proporcional à temperatura e haver um aumento em torno de 3°C, a cada 100MPa aplicado ao produto. Ao término do ciclo, após a despressurização, a câmara foi aberta e as amostras pressurizadas foram retiradas do cilindro e enviadas para as respectivas análises.

4.2.4. Planejamento experimental para o estudo do efeito do processo de alta pressão sobre polpa de mamão

O planejamento experimental empregado foi baseado em estudos experimentais de literatura. A metodologia de superfície de resposta foi empregada para otimizar os ensaios de APH através de um planejamento experimental fracionário 2^2 , com triplicata no ponto central (Tabela 9). Considerou-se as variáveis independentes pressão e tempo de pressurização obtendo-se, assim, sete experimentos. Os experimentos foram realizados em ordem aleatória.

Tabela 9: Delineamento experimental.

Ensaio	Pressão (MPa)	Tempo (min.)
2	500	5
5 (C)	400	10
4	500	15
1	300	5
6 (C)	400	10
7 (C)	400	10
3	300	15

4.2.5. Análises químicas e físico-químicas

As análises químicas e físico-químicas da polpa de mamão foram realizadas nos Laboratórios da Embrapa Agroindústria de Alimentos, seguindo os procedimentos conforme descrito a seguir.

4.2.5.1. pH

Para as amostras em triplicata foram obtidas leituras direta em titulador automático modelo 785 DMP Titrino da Metrohm, de acordo com método 981.12 da AOAC (2005).

4.2.5.2. Sólidos solúveis

A determinação de sólidos solúveis foi realizada por refratômetro digital com a compensação automática à 25⁰C da temperatura, os resultados foram expresso em ⁰Brix, segundo método 2173 (ISO, 1978).

4.2.5.3. Acidez total titulável

Para as amostras em triplicata foi determinada a acidez total por titulação do NaOH 0,1N, por titulador automático modelo 785 DMP Titrino da Metrohm, segundo o método n° 942.15 (AOAC, 2000).

4.2.5.4. Ratio

A razão entre os graus Brix e a acidez (g ácido cítrico/100 g de polpa), denominada “ratio”, foi calculada a partir das determinações de sólidos solúveis e acidez, descritos anteriormente no item 4.2.5.2. e 4.2.5.3. respectivamente.

4.2.5.5. Umidade

Duplicata das amostras foi analisada pelo Método 922.45D (AOAC, 2005).

4.2.5.6. Açúcares totais

Replicata das amostras foram analisadas segundo método de Mello & Castro (1999).

4.2.5.7. Cinzas

O teor de cinzas foi determinado em triplicata segundo método 940.26 (AOAC, 2000).

4.2.5.8. Minerais

O teor de minerais (Sódio, Magnésio, Potássio, Cálcio, Manganês, Ferro, Zinco, Estrôncio) foram determinados em triplicata segundo método 997.15D (AOAC, 2005)

4.2.5.9. Extrato etéreo

Duplicata das amostras para análise do teor de extrato etéreo foi analisada segundo Método de hidrólise ácida n° 922.06 (AOAC, 2005).

4.2.5.10. Nitrogênio total

Duplicata das amostras para análise do teor de proteínas através do estudo do nitrogênio total foi analisada segundo Método 46-13 (AACC, 1995) modificado, empregando-se método de Kjeldahl tradicional com catalisador Na₂SO₄ e CuSO₄ e como titulante H₂SO₄ 0,1N.

4.2.5.11. Vitamina C

O teor de Vitamina C foi determinado por meio de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) e coluna de troca iônica conforme descrito por Rosa *et al.* (2007).

4.2.5.12. Carotenóides

A extração foi realizada conforme descrito por Sentanin & Amaya (2007). A quantificação dos carotenóides totais foi obtida por leitura em espectrofotômetro, ($\lambda_{\text{máx}} = 450 \text{ nm}$). A identificação dos carotenóides foi realizada por 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 μm (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 baseado pelos tempos de retenção observados.

4.2.5.13. Fenólicos totais

A quantificação de fenólicos totais nas amostras de polpa de mamão foi realizada através de método espectrofotométrico segundo metodologia de Singleton & Rossi (1965) utilizando-se o reagente de Folin-Ciocalteu. O resultado foi expresso em equivalente de ácido Gálico (g/L). No caso da polpa de mamão, foram feitas adaptações na metodologia em relação à diluição da alíquota da amostra para análise.

4.2.5.14. Atividade antioxidante

Foi realizada em espectrofotômetro Shimadzu (modelo UV 1800), utilizando metodologia adaptada de Kuskoski *et al.* (2005), onde a determinação da atividade antioxidante total em polpa de frutos foi efetuada pelo método de captura do radical ABTS.

4.2.6. Análise enzimática

As análises para determinar a atividade das enzimas pectimetilesterase, polifenoloxidase e peroxidase foram determinadas nos laboratórios da Embrapa Agroindústria de Alimentos, sendo apenas a atividade de PME determinada no Laboratório de Biotecnologia Microbiana no Instituto de Química, UFRJ, todas as análises foram realizadas em triplicata, seguindo procedimentos descritos a seguir.

4.2.6.1. Atividade de pectinametilesterase

A atividade da pectinametilesterase foi efetuada pelo método de Rouse & Atkins (1955) modificado. O procedimento consistiu na titulação automática (pH-stat) dos grupos carboxílicos liberados de solução de pectina cítrica (Sigma) adicionada de extrato enzimático, sendo mantido o pH 7,5 durante o tempo definido de reação (5 min.).

A unidade de pectinametilesterase foi definida como o número de miliequivalentes de éster hidrolisado por minuto a pH 7,5 e a 30⁰C, e a atividade expressa em P_{Eu} x 10⁴/mL de extrato enzimático.

4.2.6.2. Atividade polifenoloxidase

A extração da enzima foi realizada após modificação do procedimento adotado por Cano *et al.* (1997). A atividade de polifenoloxidase foi medida espectofotômetricamente utilizando-se catecol como substrato. A taxa de reação foi determinada pela inclinação da reta no gráfico que relaciona a porcentagem de atividade relativa *versus* tempo.

4.2.6.3. Atividade de peroxidase

A extração da enzima foi determinada após modificação do procedimento adotado por (CANO, *et al.*, 1997). O extrato foi obtido pela homogenização de 15g de cada amostra com 24,2mL de tampão fosfato de potássio 0,3M (pH 6,5), contendo 1% de polivinilpolipirrolidona (PVPP) por 3 minutos com intervalos de paradas de 30 segundos cada. Depois de homogeneizado o extrato foi filtrado em papel de filtro faixa branca. Segundo Zanatta (2006) o melhor pH para extração dessa enzima em polpa de goiaba foi de 6,3. A atividade da peroxidase foi medida espectofotômetricamente utilizando-se catecol como substrato. Uma unidade de atividade enzimática (1U) foi considerada a leitura de absorbância quando a enzima libera 1mol de produto por minuto nas condições do ensaio por miligramas da amostra.

4.2.7. Análises microbiológicas

As análises microbiológicas realizadas na polpa de mamão controle e pressurizadas foram baseadas nos Padrões Microbiológicos para alimentos em geral, especificados na RDC 12 (BRASIL, 2001).

4.2.7.1. Preparo das amostras para as análises microbiológicas

Amostras de 100g foram coletadas em sacos plásticos estéreis (*Nasco* WHIL-PACK®) durante o despulpamento, destinadas às análises microbiológicas da polpa não processada.

Logo após pressurização, amostras de 25g foram retiradas, e encaminhadas para as análises. As amostras a serem analisadas foram homogeneizadas em 225mL de água peptonada 0,1% (p/v) esterilizada e efetuadas diluições decimais em séries consecutivas, para se proceder as análises microbiológicas.

4.2.7.2. Quantificação de Coliformes a 35°C e 45°C

Foi analisada segundo técnica do Número Mais Provável (NMP), adotando-se a metodologia analítica do *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* (AFHA, 2001).

Para pesquisa de coliformes a 35°C, foi feito teste presuntivo com a inoculação de alíquotas das diluições adequadas da amostra em quatro séries de três tubos, contendo tubos de Durhan e o meio de cultura caldo lauril sulfato triptose (LST). Em seguida, os tubos foram inoculados em estufa a 35°C, por 48 horas. Foram considerados positivos os tubos que apresentaram turvação e formação de gás.

A pesquisa de Coliformes a 45°C, considerada mais seletiva, foi realizada posteriormente após a repicagem em meio de cultura “Caldo E.C” do conteúdo dos tubos da técnica de NMP anteriormente descrito, e posterior incubação a temperaturas superiores a 45°C. Os resultados foram expressos em NMP/g de amostra para ambas as análises realizadas.

4.2.7.3. Quantificação de *Salmonella* sp.

Na pesquisa de *Salmonella* sp empregou-se metodologia segundo AFHA (2001). A detecção envolveu as etapas de pré-enriquecimento, objetivando a recuperação das células de microrganismos injuriados durante o processamento, ou ainda para aumentar o número de células de enterobactérias, de maneira não seletiva. Posteriormente, utilizou-se enriquecimento seletivo: esta etapa teve como objetivo, favorecer a multiplicação de *Salmonella* sp., inibindo ou restringindo o desenvolvimento de outros microrganismos presentes. Foi realizado plaqueamento em meio seletivo-indicador, utilizando-se dois meios sólidos, sendo um de pequeno efeito inibidor e o outro de efeito maior, favorecendo o reconhecimento de colônias suspeitas de *Salmonella*. Após

triagem, as colônias suspeitas foram testadas em meios que forneciam indicações sobre as características bioquímicas dos microrganismos, como os meios agar três açúcares-ferro (agar TSI) e agar lisina-ferro (LIA). Posteriormente, foram realizadas provas bioquímicas e sorológicas complementares para comprovação do gênero *Salmonella*.

4.2.7.4. Quantificação de fungos filamentosos e leveduras

Os fungos filamentosos e leveduras foram quantificados pelo método de plaqueamento em superfície, dispensando-se alíquotas das diluições adequadas, em placas e incubadas em BOD a 25°C por 5 dias. Após esse período, foram realizadas as contagens e os resultados foram expressos em logaritmo decimal das unidades formadoras de colônia por grama (UFC/g). Os valores estimados observados durante a contagem referem-se a contagens entre os limites estabelecidos pela metodologia, onde o limite encontra-se na faixa de 15 e 150UFC/g.

4.2.8. Análise sensorial e instrumental

4.2.8.1. Identificação do cultivar de mamão preferido

Oitenta e um consumidores participaram do teste de aceitação, os quais foram recrutados no critério de gostar e consumir mamão. Amostras de polpa de mamão obtidas através do despulpamento como descrito no item 4.2.1. dos cultivares Sunrise Solo, Golden e Formosa foram apresentadas monadicamente aos participantes a 12°C em pratos plásticos descartáveis brancos, codificadas com algarismos de três dígitos aleatórios e servidas a temperatura ambiente, nas cabines individuais de prova do Laboratório de Análise Sensorial e Instrumental da Embrapa Agroindústria de Alimentos, no Rio de Janeiro. A ordem de apresentação das amostras foi balanceada. Água mineral a temperatura ambiente foi oferecida entre uma amostra e outra para limpar o palato. A aceitabilidade foi avaliada em escala hedônica estruturada de nove pontos variando entre 1: desgostei extremamente a 9: gostei extremamente. A cultivar que obteve maior média de aceitação foi utilizada no estudo subsequente envolvendo pressurização.

4.2.8.2 Avaliação sensorial do néctar de mamão

4.2.8.2.1. Determinação da diluição e doçura ideais de néctar de mamão

A diluição e doçura ideal de néctar de mamão foram determinadas por oitenta e um consumidores de mamão. Para a determinação da diluição “ideal” foram preparadas cinco diferentes concentrações de néctar de mamão (28, 33, 40, 50, 66%) adicionadas de 7% de sacarose, conforme sugerido por fornecedores de polpa de mamão comercial. Utilizando o resultado obtido na diluição “ideal”, cinco diferentes concentrações de sacarose (4, 5, 6, 7 e 8%) foram utilizadas e os néctas avaliados pelos consumidores para determinar a doçura “ideal”. Este teste foi realizado duas semanas após a aplicação do primeiro teste.

As amostras foram oferecidas à temperatura de $12 \pm 2^{\circ}\text{C}$, em copos plásticos brancos descartáveis de 50mL codificados com número de três dígitos. Água mineral também foi oferecida aos participantes entre uma amostra e outra. A ordem de apresentação das amostras seguiu delineamento de blocos completos balanceados (MacFIE *et al.*, 1989). Foi utilizada escala não estruturada de 9 cm ancorada nos extremos com as expressões: (1) - “muito ralo” e (9) - “muito concentrado” quando a diluição do suco foi avaliada. Para doçura ideal, foram utilizadas as expressões: (1) - “pouco doce” e (9) - “muito doce”. O ponto central das duas escalas continha a expressão “ideal” e correspondeu ao valor 5. Os dados foram analisados por Análise de Regressão Linear Simples.

4.2.8.2.2. Análise descritiva quantitativa (ADQ)

Néctar de mamão obtido a partir da polpa *in natura* e de quatro marcas comerciais disponíveis no mercado (processadas por tratamento térmico convencional) foram utilizados para o levantamento de atributos de aparência, aroma, sabor e consistência, seguindo as recomendações da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) (STONE *et al.*, 1974).

Doze candidatos pré-selecionados que gostavam e consumiam mamão, dentre eles estagiários e funcionários da EMBRAPA Agroindústria de Alimentos foram recrutados com base em seu interesse e disponibilidade em participar dos testes sensoriais.

Foi utilizada uma ficha para que cada provador registrasse os termos descritores levantados. Nessa etapa, os provadores foram instruídos para evitarem o uso de termos afetivos como, por exemplo, bom/ruim, agradável/desagradável e fraco/forte, na

caracterização das amostras. Após o levantamento de atributos, a equipe reuniu-se em mais uma sessão, sob supervisão do líder para consensualmente estabelecer os extremos da escala de cada atributo levantado, os quais foram avaliados em escala não estruturada de 9cm. Para a avaliação dos atributos de aparência e aroma, as amostras foram apresentadas em erlenmeyer de vidro com tampa, codificados com números aleatórios de três dígitos. Para a avaliação de sabor e consistência foram utilizados copos descartáveis de 50 mL. Após esta etapa, a equipe foi treinada durante um mês realizando várias sessões e, em seguida, procedeu-se a avaliação das amostras. Foi realizada etapa de seleção final através do grau de repetibilidade e das médias das triplicatas obtidas próximas aos valores extremos treinados anteriormente, chegando-se à onze provadores para o teste final.

Foram submetidas à ADQ sete amostras de néctar de mamão formulados à partir das polpas:

- Pressurizada a 300MPa/5min/25°C (tratamento ótimo obtido na inativação da enzima pectina metilesterase)
- Pasteurizada segundo tratamento usualmente utilizado pela indústria (92°C/40seg.)
- Controle (sem tratamento)
- Quatro marcas comerciais de polpa de mamão obtidas do mercado

Para o teste final, foi empregado o delineamento em blocos completos casualizados com três repetições. A ordem de apresentação das amostras foi balanceada, com a finalidade de minimizar o efeito de ordem de apresentação das amostras (MacFIE *et al.*, 1989). Na avaliação dos atributos de aparência e aroma foi utilizada luz branca nas cabines individuais e para os atributos de consistência e sabor iluminação vermelha.

Todas as amostras foram formuladas segundo a diluição e a doçura “ideais” definidas no estudo anterior.

Os dados provenientes da ADQ foram analisados por Análise de Variância (ANOVA) e teste de média (Tukey). Foi utilizada também a Análise de Componentes Principais (ACP) com o objetivo de identificar os atributos sensoriais relacionados às maiores variações entre os resultados (KRZANOWSKI, 1993). Para a análise estatística dos dados foi empregado no programa XLSTAT – Pro 7.5.

4.2.8.2.3. Teste de aceitação e intenção de compra

Oitenta e dois consumidores participaram do teste de aceitação, os quais foram recrutados baseado no critério de gostar e consumir néctar de mamão.

As sete amostras de néctar de mamão (controle, pressurizada, pasteurizada e as quatro marcas comerciais) foram avaliadas quanto à aceitação em escala hedônica estruturada de nove pontos, apresentadas aos participantes monadicamente em copos plásticos descartáveis brancos codificados com números de três algarismos e servidas à $12 \pm 2^\circ\text{C}$ nas cabines individuais do Laboratório de Análise Sensorial e Instrumental da Embrapa Agroindústria de Alimentos. A intenção de compra foi avaliada em escala estruturada de sete pontos, variando de 1: “certamente não compraria” a 7: “certamente compraria”. Os dados foram coletados utilizando o programa FIZZ. A ordem de apresentação das amostras foi balanceada. Água mineral à temperatura ambiente foi servida entre uma amostra e outra para limpar o palato. Os dados foram submetidos à ANOVA ($p \leq 0,05$) e teste de média, análise e distribuição de frequência de notas e também ao Mapa Interno de Preferência e Análise de *Cluster*

4.2.8.3. Análise instrumental de cor

A análise instrumental de cor foi realizada objetivando-se verificar possíveis mudanças na coloração das diversas amostras de polpa de mamão submetidas às diferentes condições de pressão e tempo de pressurização segundo planejamento experimental. Os parâmetros de cor foram avaliados por reflectância no S & M Colour Computer modelo SM – 4 – CH da Suga, no sistema de Hunter, com abertura de 30mm de diâmetro para cada amostra. Os resultados foram expressos em relação à luminosidade (L), variação da intensidade de verde/vermelho (a), variação da intensidade de azul/amarelo (b). As análises foram realizadas em quatro repetições e as amostra dispostas em placa de petri com 0,5cm de diâmetro e 2cm de altura.

4.2.9. Análise estatística

Os dados provenientes das análises físico-químicas foram analisados por ANOVA e teste de Turkey ($p \leq 0,05$) com o software Statistic 7.0.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Avaliação da qualidade de três diferentes cultivares de mamão para produção de polpa.

5.1.1. Análise físico-química

Os resultados das análises físico-químicas realizadas nas três cultivares de mamão, avaliadas para seleção daquela mais adequada para produção de polpa encontram-se representados na Tabela 10.

Tabela 10: Médias* das Características Físico-Químicas de Mamão das cultivares Formosa, Golden e Sunrise.

Parâmetros Avaliados	Cultivares		
	Formosa	Golden	Sunrise
pH	5,10 ^c	5,42 ^a	5,35 ^b
Acidez total (%p/p)	1,38 ^a	1,55 ^b	1,46 ^a
SST (°Brix)	10 ^b	12,5 ^a	12 ^a
<i>Ratio</i>	7,25 ^b	8,06 ^a	8,22 ^a
Açúcares totais (g/100g)	7,48 ^b	8,96 ^a	6,90 ^c
Vitamina C (mg/100g)	57,97 ^b	76,30 ^a	64,60 ^b
Cinzas (g/100g)	0,57 ^a	0,49 ^a	0,52 ^a
Umidade (g/100g)	87,51 ^a	86,21 ^c	86,46 ^b
Extrato Etéreo (g/100g)	0,70 ^a	0,88 ^a	0,98 ^a
N total (g/100g)	0,08 ^b	0,12 ^a	0,08 ^b

* Letras iguais na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0.05$).

De acordo com resultado encontrado, os valores do *ratio* das três polpas apresentaram uma diferença relevante para o mamão do cultivar Formosa, verificando que possivelmente não apresentavam mesmo ponto de maturação que os demais, ou pelas características intrínsecas dessa variedade em relação às demais. Foi verificado nesse estudo que o cultivar Golden apresentou maior teor de açúcares totais.

Na Tabela 11 são apresentados os resultados de composição físico-química relatados por outros autores

Tabela 11: Características físico-químicas de mamões reportados por diversos autores.

	De Martin <i>et al.</i> (1971)	De Martin <i>et al.</i> (1977)	Soler <i>et al.</i> (1985)	Draetta <i>et al.</i> (1975)	Santana (2004)	Fagundes & Yamashita (2001)
pH	5,0	5,4	5,5	5,2 – 5,0	5,2-5,6	5,20 – 5,71
Acidez (g ácido cítrico/100g)	1,28	1,2	0,96	0,5 – 1,8	0,4-1,3	0,4 – 1,6
Ácido Ascórbico (mg/100g)	78,5	63,0	83,3	60,0 – 50,0	52,8 -142,6	-
Sólidos solúveis (°Brix)	10,4	8,9	12,0	8,0 - 9,0	9,9 - 14	9,9 – 12,0
Açúcares redutores (%)	7,97	6,58	10,75	5,5 - 6,9	-	-
Açúcares totais (%)	7,99	6,84	11,79	6,0 - 7,0	-	-
Ratio*	8,13	7,41	12,5	-	-	-

* valor calculado a partir dos dados reportados.

Fonte: Santana *et al.*, 2004; Fagundes & Yamanishi, 2001.

Verifica-se convergência entre os resultados obtidos no presente trabalho e os reportados por outros autores. O teor médio de sólidos solúveis totais na literatura observado situou-se entre 8.0-12.0, estando os valores encontrados para os três diferentes cultivares neste trabalho dentro desta faixa.

De acordo com os resultados obtidos em convergência com os demais autores, o pH do mamão é geralmente superior a 5, devido ao baixo teor de ácidos orgânicos usualmente presentes no fruto. Draetta *et al.* (1975), em estudos realizados com mamões da cultivar comum amarela, verificaram que o pH variou de 4,8 a 5,8 enquanto para o cultivar do grupo Solo os valores situaram-se entre 5,0 e 5,5.

Segundo Gebhardt & Thomas (2002), o mamão encontra-se entre as frutas frescas que contém maiores teores de vitamina C em 100g da polpa do produto. Wall (2006) postulou que o mamão pode ser importante fonte de vitamina C e Magnésio para a população das ilhas do Pacífico, após estudos realizados no Havaí. O conteúdo médio de vitamina C relatado foi de 51,2mg/100g, portanto um copo de cubos de mamão (140g) pode representar entre 80% e 96% da ingestão diária recomendada (IDR) para a vitamina C para média de homens e mulheres adultas, respectivamente. A mesma quantidade da fruta contém cerca de 8 a 11% do IDR em relação ao Mg.

Para Bron & Jacomino (2006), a concentração de ácido ascórbico aumentou de

20 a 30% durante o amadurecimento do mamão da cultivar Golden, enquanto o ângulo de cor da casca e a acidez titulável tiveram seus valores reduzidos. Independente do estágio de maturação em que os mamões foram colhidos, não houve, segundo esses autores, diferença significativa nos valores dos sólidos solúveis.

A composição em açúcares nas 3 variedades de mamão estudadas é apresentada na Tabela 12.

Tabela 12: Médias* dos teores de açúcares.

Cultivares	Teores de açúcares		
	Frutose (g/100g)	Glicose (g/100g)	Sacarose (g/100g)
Formosa	3,695 ^b ±0,005	3,775 ^b ±0,045	ND**
Golden	4,385 ^a ±0,075	4,575 ^a ±0,025	ND**
Sunrise	3,355 ^c ±0,025	3,55 ^c ±0,04	ND**

* Letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p > 0.05).

**ND: não detectado.

Foi verificada a ausência de açúcares não-redutores (expresso em sacarose) nas três cultivares analisados, o que é coerente com os resultados de outros autores, onde apresentaram os três cultivares diferença significativa nos teores de frutose e glicose.

O rendimento em polpa obtido dos 3 cultivares estudados são apresentados na Tabela 13.

Tabela 13: Rendimento durante despulpamento.

Cultivares	Rendimento (%)
Formosa	94,3%
Golden	27,3%
Sunrise	22,4%

Em relação ao rendimento foi observada uma grande diferença entre os cultivares durante o despulpamento, notadamente devido ao cultivar Formosa possuir tamanho bem maior em relação as outras duas, apresentando um rendimento próximo a 95%. O rendimento foi obtido através da pesagem dos frutos *in natura* e em seguida a pesagem após despulpamento, calculando-se em posteriormente a razão entre a diferença na pesagem e o peso inicial multiplicado por 100.

A composição em carotenóides resultantes para as cultivares Formosa, Golden e Sunrise é apresentado na Tabela 14.

Tabela 14: Teor de carotenóides em mamão das cultivares Formosa, Golden e Sunrise.

Teor de carotenóide ($\mu\text{g}/100\text{g amostra}$)	Formosa	Golden	Sunrise
Carotenóides Totais	4541	3923	4611
β -Criptoxantina	342	339	386
β -Caroteno	161	133	124
Licopeno	831	1533	810

Para a quantificação do teor de carotenóides no Brasil, Kimura *et al.* (2002) obtiveram, por meio de CCA (Cromatografia em Coluna Aberta), a composição de carotenóides para o cultivar laranja comum e os cultivares vermelhos Solo, Formosa e Tailândia dos estados de São Paulo e Bahia. A β -criptoxantina ($8,1\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) predominou no cultivar laranja comum, enquanto o licopeno foi o pigmento encontrado em maior concentração nos cultivares Solo, Formosa e Tailândia ($21,0$; $22,8$ e $40,0\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, respectivamente). Efeitos geográficos foram notados em mamão Formosa produzido em três estados de diferentes climas, sendo as frutas dessa variedade provenientes da Bahia aquelas que apresentaram maiores teores de todas as classes de carotenóides estudadas, conforme apresentado na Tabela 15.

Tabela 15: Diferença no teor de carotenóides no cultivar Formosa em relação aos fatores geográficos.

	β -caroteno ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	β -criptoxantina ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	Licopeno ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)
São Paulo	1,4	5,3	19,1
Bahia	6,1	8,6	26,5
Rio de Janeiro	0,80-1,76	5,4-7,8	17,7-28,6

Fonte: Kimura *et al.* (2002); Wilberg & Rodriguez- Amaya (1995).

Sentanin & Amaya (2007) determinaram o teor de carotenóides por CLAE, tendo cromatogramas praticamente idênticos para os cultivares Sunrise, Golden e Formosa. Essas variedades apresentaram como principais carotenóides, licopeno, β -criptoxantina e β -caroteno sendo o primeiro majoritário, perfazendo aproximadamente 65% do total, conforme apresentado na Tabela 16. A β -criptoxantina e o β -caroteno representaram, em média, 30% e 4% do total, respectivamente. As três cultivares apresentaram composição de carotenóides bastante próxima entre si.

Tabela 16: Composição de carotenóides em cultivares de mamão.

Carotenóides ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	Formosa		Sunrise		Golden	
	Faixa	Média	Faixa	Média	Faixa	Média
Licopeno total	12,6-32,9	23,0 \pm 7,5	12,3-36,5	23,9 \pm 9,2	10,6-24,5	18,5 \pm 6,4
Licopeno <i>trans</i>	11,1-28,4	19,7 \pm 6,3	11,1-31,5	20,7 \pm 7,9	8,9-21,1	16,3 \pm 4,5
β -criptoxantina total	5,1-9,4	7,0 \pm 1,7	6,5-9,4	8,2 \pm 1,2	7,5-9,6	8,7 \pm 0,9
β -criptoxantina <i>trans</i>	4,6-8,9	6,7 \pm 1,7	6,0-8,8	7,6 \pm 1,2	7,1-8,9	8,1 \pm 0,9
β -caroteno <i>trans</i>	0,6-1,7	1,2 \pm 0,5	0,5-1,6	0,5 \pm 1,6	0,8-1,6	1,2 \pm 0,3

Fonte: Sentanin & Amaya, 2007.

Nos estudos realizados por Yamamoto (1964), nos frutos da cultivar Solo, de polpa amarela e cultivados no Havaí, a criptoxantina foi o pigmento que se apresentou em maior quantidade (cerca de 38,9%). Na variedade Solo line-8, que apresenta a polpa de coloração avermelhada, o pigmento licopeno constitui-se no principal componente (cerca de 63,5%). Outros pigmentos presentes foram o α e β -caroteno, monoepóxido de criptoxantina e uma fração de pigmentos ainda não muito bem identificados.

5.1.2. Análise sensorial.

A média de aceitação para as três amostras de polpa de mamão avaliadas pelos consumidores (n=80) são apresentadas na tabela 17.

Tabela 17: Médias* da aceitação** das amostras de polpa de mamão.

Amostras	Provadores (n = 80)
Sunrise	7,02 ^a
Golden	6,81 ^a
Formosa	5,44 ^b

* Letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0.05$).

** Avaliada em escala hedônica estruturada, variando de 1 = desgostei extremamente até 9 = gostei extremamente.

Foram obtidos os resultados nas três diferentes polpas, indicando maior aceitação em relação a polpa originária do mamão cv. Sunrise. Houve somente uma diferença significativa do cv. Formosa em relação aos demais cultivares, mesmo que o mais preferido na análise não tenha apresentado maior concentração de açúcares totais dentre os estudados, ou seja, maior doçura.

Mesmo com os resultados relacionados à análise sensorial, a cultivar Formosa mostrou-se mais adequada para obtenção da polpa de mamão devido ao maior rendimento durante o despulpamento e devido este cultivar ser o utilizado hoje na indústria de polpas de frutas.

5.2. Avaliação da atividade enzimática, viabilidade microbiológica, físico-química e sensorial de polpa de mamão Formosa por alta pressão.

5.2.1. Caracterização química da polpa de mamão Formosa destinada à pressurização.

A caracterização química da polpa de mamão destinada ao processamento por alta pressão é apresentada na Tabela 18.

Tabela 18: Resultados analíticos da caracterização da polpa de mamão.

Análises	Resultados*
Aspectos Físico-Químicos:	
Acidez total (g /100g)	1,93±0,10
pH	4,45±0,01
SST (⁰ Brix)	9,3
Ratio	4,82
Açúcares totais (g/100g):	
Frutose	3,07±0,00
Glicose	3,21±0,09
Sacarose	ND**
Composição Centesimal (g/100g):	
Umidade	90,46±0,03
Cinzas	0,41±0,02
N total	0,05±0,00
Extrato Etéreo	0,49±0,01
Minerais (mg/100g):	
Sódio	2,761±0,13
Magnésio	13,736±0,80
Potássio	9,048±0,57
Cálcio	178,539±11,10
Manganês	16,461±1,01
Ferro	0,093±0,01
Zinco	0,006±0,00
Estrôncio	0,128±0,00

*Medias de três repetições ± desvio-padrão

**ND: não detectado.

Observa-se que o conteúdo de sólidos totais na polpa foi menor do que o estabelecido pela Legislação Brasileira tanto para o Ministério da Agricultura, quanto para a Vigilância Sanitária (BRASIL, 2000; 1999), o que pode ser devido a obtenção dos mamões em um período do ano em que se verifica menor avanço no amadurecimento do fruto, o inverno, época em que os frutos dificilmente chegam ao estágio de maturação desejado, contrariamente ao que ocorre no verão.

Devido ao baixo valor verificado de sólidos totais, fica evidenciado que o ponto de maturação do mamão não foi o ideal, considerando que este parâmetro é diretamente

proporcional ao grau de maturação do fruto (WALL. 2006), relação também existente em relação ao teor de açúcares totais no fruto (CÂMARA *et al.*, 1993). Da mesma forma, é possível afirmar que a acidez do mamão estava relativamente alta em relação ao verificado por outros autores (SANTANA *et al.* 2004; FAGUNDES & YAMANISHI, 2001) considerando que o teor de ácido cítrico cai à medida que ocorre amadurecimento do fruto.

Em relação à concentração de minerais no fruto, é possível dizer que o teor de cálcio foi muito elevado, devendo este estar principalmente presente no material péctico da parede celular das frutas, formando a protopectina, influenciando a sua textura e a vida de prateleira da fruta. Outros minerais como potássio e magnésio encontram-se em teores elevados, o que faz com que a polpa e o fruto de mamão, em geral, sejam fontes importantes desses constituintes.

5.2.2. Qualidade microbiológica da polpa de mamão Formosa processada por alta pressão

Os resultados obtidos das análises de amostras pressurizadas e controle, para Coliformes à 35^oC e 45^oC, *Salmonella* sp. e Fungos filamentosos e Leveduras, são apresentados na Tabela 19

Tabela 19: Resultados obtidos na análise microbiológica para as amostras de polpa de mamão Formosa por alta pressão.

Tratamento		Análise Microbiológica			
Pressão (MPa)	Tempo (min)	Coliformes a 45 ^o C (NMP/g)	Coliformes a 35 ^o C (NMP/g)	<i>Salmonella</i> sp.	Fungos filamentosos e leveduras (UFC/g)
	controle	< 3	23	Ausência	6,0x10 ³
300	15	< 3	< 3	Ausência	< 1,0x10 ¹
400	10	< 3	< 3	Ausência	< 1,0x10 ¹
500	15	< 3	< 3	Ausência	< 1,0x10 ¹
300	5	< 3	< 3	Ausência	< 1,0x10 ¹
400	10	< 3	< 3	Ausência	< 1,0x10 ¹
400	10	< 3	< 3	Ausência	< 1,0x10 ¹
500	5	< 3	< 3	Ausência	< 1,0x10 ¹
Limite estabelecido pela Legislação Brasileira*		10 ²	1	Ausência	5,0x10 ³

* Resolução RDC n^o12 de 02/01/2001 (BRASIL, 2001); Instrução Normativa n^o1 de 07/01/2000 (BRASIL, 2000).

Pode-se verificar pela Tabela 19 que todas as amostras pressurizadas e controle mostraram-se de acordo com as exigências da Legislação Brasileira, segundo a RDC nº12, (BRASIL, 2001), embora coliformes a 35°C e fungos e leveduras, não detectados nas amostras pressurizadas, tenham sido detectadas na polpa não processada. A carga microbiana baixa, dentro das exigências da Legislação Brasileira, inclusive na polpa não pasteurizada, foi primordialmente devido a preocupação com a boa sanitização dos frutos seguido ao rigoroso cuidado durante ao despulpamento em relação à problemas de contaminação cruzada. A presença de fungos e leveduras deve-se ao fato que o mamão é uma fruta muito propícia a contaminação deste tipo de microrganismo durante estocagem e transporte.

Quanto a *Salmonella sp*, a contagem permaneceu ausente, dentro dos padrões preconizados pela legislação, indicando que as condições de higiene tanto no processamento, quanto posteriormente, foram adequadas.

Palou *et al.* (1999), em estudo sobre inativação microbiana em polpas de frutas, submeteram polpa de banana por à pressões de 517MPa a 689MPa por 10 minutos e obtiveram a redução da microbiota a valores inferiores a 10UFC/g. Resultados semelhantes foram relatados por Palou *et al.* (2000) para guacamole (pasta de abacate) pressurizada a 689MPa por 5 a 20 minutos, e por López-Malo *et al.* (1999) para polpa de abacate tratada por 10 a 30 minutos a 345MPa e 689MPa.

Menezes (2005) analisou o efeito da APH em polpa de açaí, considerando, além de pressão e tempo em níveis próximos ao presente estudo, também o fator temperatura. O resultado provou que em todas as combinações entre os fatores foram capazes de inativar as cargas microbianas inicial de fungos, reduzindo-a a níveis não detectáveis.

Barros-Marcellini (2006), no estudo com a polpa de abacaxi sob alta pressão, obteve redução a níveis inferiores aos limites preconizados pela Legislação brasileira com tratamento à 300MPa durante 5 minutos, à temperatura de 35⁰C.

No tratamento por APH o aumento de temperatura pode ser fator complementar importante para aumentar a eficiência na inativação microbiológica, no entanto, pode implicar em maior gasto energético.

Para o presente estudo, não foi requerido, para garantia da qualidade microbiológica, no presente estudo, uma técnica complementar ao tratamento de alta pressão, já que se partiu de matéria-prima de qualidade e da prática das boas práticas de fabricação durante processo.

5.2.3. Efeito da alta pressão sobre características químicas da polpa de mamão Formosa.

Na Tabela 20 são apresentadas as características químicas das amostras de polpa resultantes das diferentes condições operacionais do processamento de alta pressão. Conforme já salientado, ressalta-se que a obtenção dos frutos ocorreu no período de inverno, época do ano em que não ocorre eficiente amadurecimento do mamão, não tendo sido possível alcançar a polpa (controle) dentro da faixa de sólidos solúveis definida pelo Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), que estabelece valores entre 10-14⁰Brix. Dessa forma, observa-se a estreita dependência da composição química da polpa de mamão da variedade, da origem e da maturação, limitando o efeito do tipo de processo nas características do produto.

Tabela 20: Médias* da Avaliação físico-química da polpa de mamão.

Tratamento		pH	Acidez Total (g/100g)	Sólidos Solúveis (⁰ Brix)	Ratio
Pressão (MPa)	Tempo (min.)				
300	5	4,41 ^a ±0,00	2,01 ^b ±0,09	8,9	4,43
300	15	4,15 ^c ±0,03	2,38 ^{ab} ±0,35	8,6	3,61
400	10	4,00 ^e ±0,01	2,65 ^a ±0,03	8,6	3,24
400	10	4,06 ^d ±0,00	2,59 ^a ±0,06	8,9	3,44
400	10	4,02 ^{de} ±0,00	2,60 ^a ±0,12	8,8	3,38
500	5	4,14 ^c ±0,00	2,64 ^a ±0,05	8,7	3,29
500	15	4,29 ^b ±0,01	2,74 ^a ±0,13	8,7	3,17

* Letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p< 0.05).

Nos ensaios realizados com diferentes tempos e pressões a acidez da polpa de mamão somente foi afetada significativamente pelo fator pressão (p>0,05), tendo sido observado que, quanto maior a pressão empregada no processo, maior a acidez do produto obtido após o seu processamento, devido supostamente ao efeito de dissociação da água durante pressurização (ANEXO A). Desse modo, a acidez da amostra (controle) que apresentava originalmente 1,93±0,10g/100g de amostra, resultou em um aumento de até 41,96% quando submetido ao tratamento mais severo (500MPa/15min.). Em relação a repetição de cada ponto do delineamento é possível observar que os coeficientes de variância entre as médias das triplicadas executadas apresentaram-se abaixo dos 5% esperado.

Já para os valores de sólidos solúveis totais, não houve significância ao nível de 95% de confiança (p<0,05) entre os tratamentos, apesar da polpa de mamão controle ter apresentado teor de sólidos solúveis totais (9,3⁰Brix) superior as demais amostras

processadas, levando a suposição de que a diferença apresentada pode ter ocorrido devido a variação amostral entre os pontos do processamento, e não devido aos diferentes tratamentos. No caso do “ratio”, observou-se que houve uma diferença significativa para a pressão, tendo ocorrido uma diminuição do valor de “ratio” com o aumento da pressão empregada no tratamento, possivelmente devido ao aumento ocasionado na acidez pelo aumento da pressão, conforme anteriormente considerado.

5.2.4. Efeito da alta pressão sobre a atividade de enzimas deteriorantes

5.2.4.1. Atividade de pectinametilsterase

Os resultados obtidos para os experimentos de alta pressão, correspondentes a combinação das variáveis independentes definidas no planejamento experimental, são mostrados na Tabela 21.

Tabela 21: Médias* da Atividade residual de PME na polpa de mamão Formosa.

Tratamento		Atividade residual (PEUx10 ⁴ /g amostra)
Pressão (MPa)	Tempo (min.)	
300	5	127,85 ^b ±1,23
300	15	141,15 ^b ±3,78
400	10	137,23 ^b ±3,72
400	10	138,26 ^b ±3,98
400	10	138,70 ^b ±5,84
500	5	167,55 ^a ±2,93
500	15	141,25 ^b ±2,90

* Letras iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0.05$).

Os coeficientes de variâncias (CV = desvio-padrão / média) foram todos abaixo de 5%, mostrando a confiabilidade dos resultados diante das triplicatas analisadas para cada ponto do delineamento experimental. A amostra controle de polpa de mamão apresentou atividade da enzima PME média de $245,5 \cdot 10^4$ por grama de amostra tendo, dessa forma, sido verificado uma redução maior que 50% em relação à atividade residual no ponto central do planejamento. Diferenças significativas segundo teste de Tukey somente foram verificadas na amostra tratada à 500MPa/5min em relação às demais, tendo essa apresentada maior atividade residual da enzima.

O resultado da Análise de Variância (Tabela 22) realizado a partir do ajuste ao modelo quadrático mostra que, tanto a pressão aplicada na polpa de mamão, quanto os dois fatores simultaneamente trabalhados (pressão e tempo), mostraram-se

estatisticamente significativos a 5% de significância, o que não foi verificado para o fator tempo, que não apresentou efeito significativo para inativação da enzima pectina metilesterase. A partir dessa tabela, pode-se observar que o valor de F calculado (16,55) para o respectivo modelo apresentou-se maior que o F(1,3) tabelado para ($\alpha=0,05$), que é de 10,13, demonstrando, que a regressão é estatisticamente válida. Esta conclusão pode ser confirmada pelo Gráfico de Pareto mostrado na Figura 4.

Tabela 22: Análise de variância do modelo linear para Residual da Atividade da PME em polpa de mamão submetida a alta pressão.

Fatores	Soma Quadrática	Grau de Liberdade	Média Quadrática	F	p
Pressão	392,0400	1	392,0400	16,55031	0,026794
Tempo	42,2500	1	42,2500	1,78362	0,273991
Interação (p) e (t)	396,0100	1	396,0100	16,71790	0,026441
Erro	71,0633	3	23,6878		
SS Total	901,3633	6			

$$R^2 = 0,92116$$

$$R^2_{\text{ajustado}} = 0,84232$$

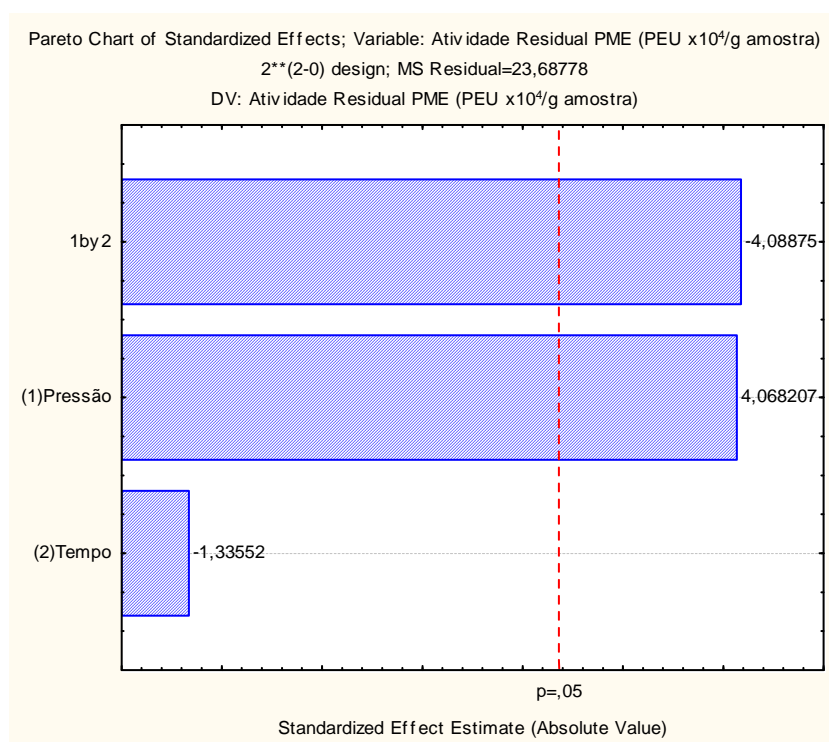


Figura 4: Gráfico de Pareto para os resultados obtidos da atividade residual de PME em polpa de mamão submetido por alta pressão.

A Figura 5 mostra o gráfico dos valores previstos *versus* os resultados experimentais correspondentes, retratando a boa concordância dos valores e o bom ajuste do modelo.

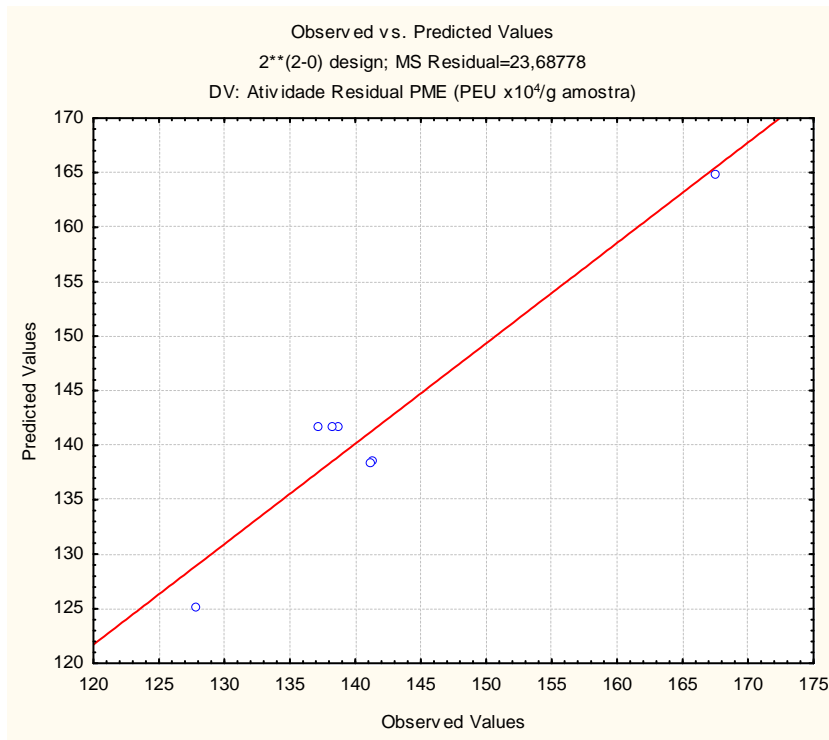


Figura 5: Valores de atividade residual determinados experimentalmente *versus* valores previstos pelo modelo linear em polpa de mamão submetida por alta pressão.

As Figuras 6 e 7 encontram-se representadas no diagrama de superfícies e as curvas de contorno, respectivamente, para a atividade de PME, em função de pressão e tempo do processo de alta pressão. Nas duas figuras pode-se observar a significativa importância de ambos os fatores estudados no que se refere à inativação da enzima, com base na atividade residual após tratamento sob alta pressão da polpa de mamão.

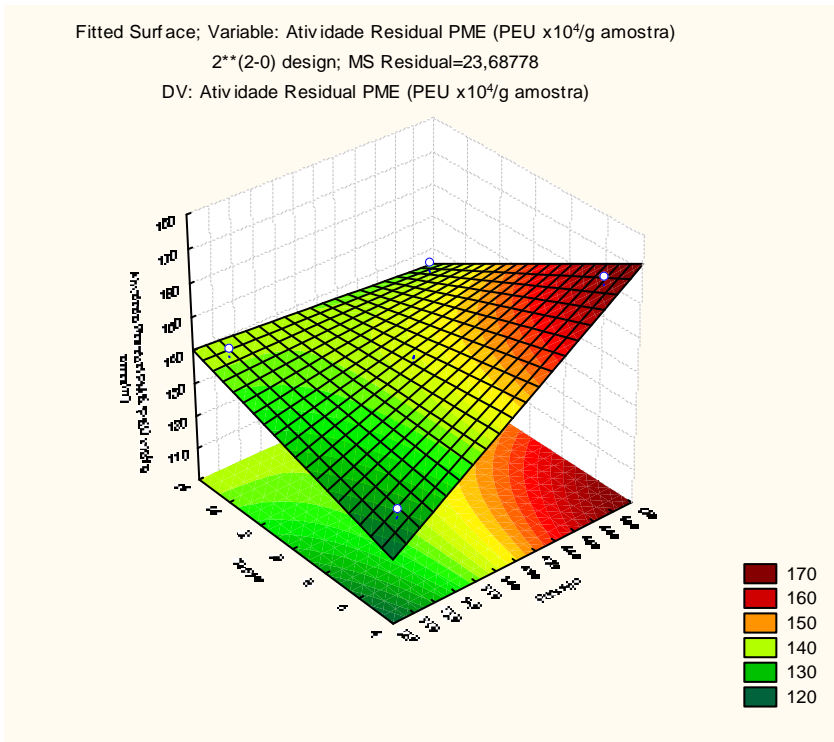


Figura 6: Superfície de Resposta para atividade de pectina metilesterase em polpa de mamão processada por alta pressão.

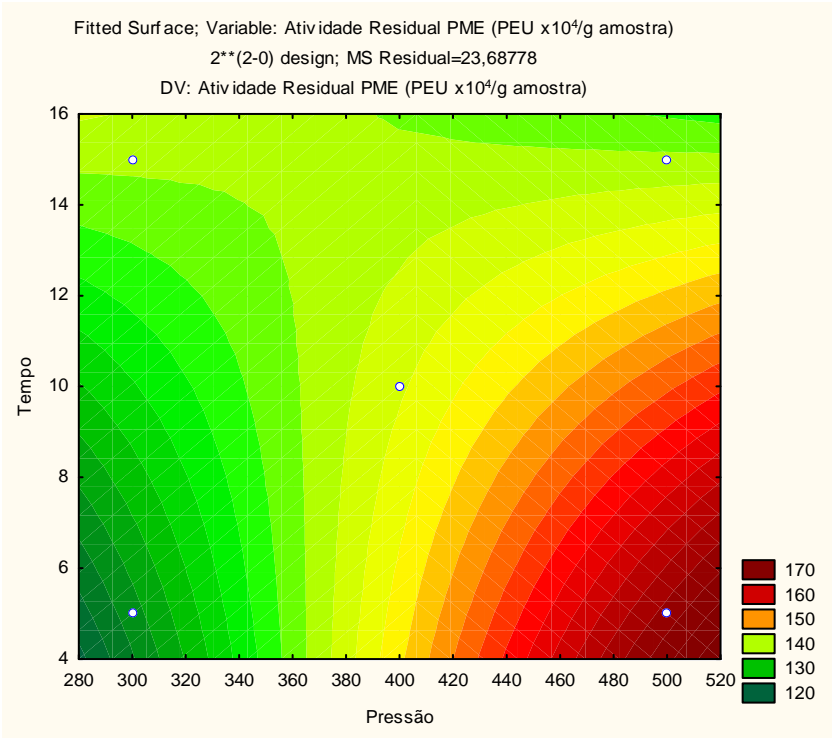


Figura 7: Curva de contorno para atividade de pectina metilesterase em polpa de mamão processado por alta pressão.

Assim sendo, podemos verificar que fica evidenciado que a maior inativação da enzima (menor atividade enzimática) foi obtida próximo às condições de pressão de 300MPa e tempo de 5 minutos (área preenchida pela cor verde mais intensa), a temperatura ambiente, tendo-se obtido redução de 47,92% da atividade enzimática com relação à atividade inicial da polpa de mamão, de $245,5 \cdot 10^4$ /g min. Comparativamente, Ribeiro (2009) verificou que o tratamento térmico da polpa de mamão Formosa reduziu a atividade da PME na faixa de 50% quando foi utilizando binômio $85^{\circ}\text{C}/40\text{seg}$. Nesta faixa de temperatura e tempo, porém, a autora registrou alterações sensoriais caracterizados pelo aumento do sabor cozido na amostra.

Essa redução poderia ser possivelmente mais eficiente caso o pH da polpa fosse baixo, como retratado no estudo de Basak & Ramaswamy (1996), em que inativação de PME de até 90% foi obtida em suco de laranja à pH 3,2, a pressão de 400MPa. Os mesmos autores também postularam que, aumentando-se a concentração de açúcar, a matriz aumenta sua resistência à ação no processamento, seja ele à alta pressão quanto à elevada temperatura, implicando numa maior atividade residual para maiores teores de sólidos solúveis (na faixa estudada de 10 - 40° Brix), o que foi confirmado por outros autores (OGAWA *et al.*, 1990; CANO *et al.*, 1997).

A porcentagem de inativação de 90% também foi observada por Balogh *et al.* (2004) submetendo o suco de cenoura à uma combinação de alta pressão de 800MPa durante 36 minutos à 10°C , procedimento inviável para a indústria pelo gasto de energia necessário para inativação da PME. O mesmo autor mostrou neste estudo que a matriz em pH 6.0 é mais termo e baroestável do que em pH 4.5 e 5.5.

Segundo Cano *et al.* (1997), no tratamento à temperatura ambiente foi verificado um aumento da atividade da enzima PME em suco de laranja sob pressões na faixa de 200 a 400MPa, onde o autor obteve 25% de inativação apenas processando o suco sob baixa pressão de 200MPa e temperatura de 30°C . Muitos autores postulam da mesma forma, a eficiência do uso de baixas pressões com temperaturas superiores a ambiente para uma inativação mais eficiente desta enzima (CASTRO *et al.*, 2005; VAN DEN BROECK, *et al.*, 1999; GUIAVARC'H, *et al.*, 2005).

Recente artigo de Verlent *et al.* (2007) trabalharam com pressões entre a faixa de 0.1MPa a 500MPa e verificaram que, para tomate, ocorre um aumento da atividade residual desta enzima quanto maior for a temperatura do processo. A 60°C , os autores obtiveram a maior atividade residual independente da pressão empregada.

5.2.4.2. Atividade das polifenol oxidases e das peroxidases

Os valores para a atividade residual da polifenol oxidase são apresentados na Tabela 23, demonstrando que não ocorreu qualquer termo significativo para o modelo linear nem quadrático proposto. Tal constatação pode ter ocorrido devido a baixa concentração da enzima na matriz, ocasionando erro experimental, como se observa nos resultados da triplicado do ponto central, de acordo com o planejamento experimental obtido.

Oscilações durante leitura foram observadas devido à baixa concentração da enzima na matriz controle, podendo ter ocorrido deslocamento da reação quando o próprio produto da reação era utilizado como substrato. Quando há alta concentração da enzima na matriz, essas oscilações durante a leitura no espectrofotômetro tornam-se imperceptíveis. Foi considerada como uma unidade de enzimática (1U) a quantidade de enzima que libera 1mol de produto por minuto nas condições do ensaio.

Tabela 23: Planejamento experimental para PPO e seus respectivos resultados

Tratamento		Atividade residual
Pressão (MPa)	Tempo (min.)	(U/mg amostra)
500	5	57.10^3
400	10	2.10^2
500	15	7.10^2
300	5	23.10^3
400	10	0
400	10	34.10^3
300	15	17.10^3

Devido a essas oscilações, pela baixa concentração da enzima, foram tentadas várias adaptações da metodologia de Cano *et al.* (1997), para melhor observação dessa atividade durante leitura no espectrofotômetro, mas em todos os casos não houve resultado satisfatório. Aumentou-se a quantidade de extrato para a leitura, ou aumentou-se a alíquota utilizada da polpa para extração da enzima, porém nenhuma das opções mostrou significância nos resultados, retratando em todos os casos a indiferença da concentração da PPO na inativação da polpa de mamão pelo processo de alta pressão.

Mesmo que, para a matriz estudada, esse escurecimento seja quase imperceptível, há interesse para indústria de polpas e derivados no estudo sobre a vida de prateleira da polpa de mamão relacionada ao fator escurecimento enzimático, considerando a possibilidade de degradação durante a estocagem do produto, além da

possível relação com outras reações de degradação. A reduzida atividade enzimática da peroxidase nas amostras de polpa de mamão avaliadas impediu a avaliação do efeito do processo de alta pressão nessa variável, em particular. Esses resultados estão de acordo com artigos anteriormente publicados sobre o assunto, onde segundo Draetta *et al.* (1975), Aung & Ross (1965), Salunkhe & Desai (1984), Levi *et al.* (1985) e Magalhães (1993) também não observaram atividade da enzima peroxidase em mamão.

Devido aos resultados obtidos para a inativação das enzimas de escurecimento do mamão, optou-se pela análise da pectina metilesterase para o estudo do efeito da alta pressão hidrostática sobre a atividade enzimática, aliada à determinação dos teores dos componentes funcionais como antioxidantes, compostos fenólicos, vitamina C e carotenóides.

5.2.5. Efeito da alta pressão sobre atividade antioxidante e teores dos compostos fenólicos e vitamina C em polpa de mamão Formosa.

Na Tabela 24 são apresentados os valores de atividade antioxidante, compostos fenólicos e vitamina C resultantes nas amostras processadas sob as diversas combinações de pressão e tempo, avaliadas no delineamento experimental utilizado.

Nos dias de hoje, há uma grande preocupação dos consumidores para que os produtos processados mantenham suas propriedades funcionais. Face a isto foram verificados os teores de compostos funcionais após tratamento sob alta pressão hidrostática. Devido ao efeito limitante da alta pressão (à baixas temperaturas) na ação na ligação covalente, esta tecnologia possibilita em teoria, a manutenção de vitaminas e carotenóides e, conseqüentemente, da atividade antioxidante após processamento (BALMY *et al.*, 1997).

Tabela 24: Médias* dos componentes funcionais em polpa de mamão Formosa após tratamento por APH.

	Atividade Antioxidante (µmol TROLOX/g)	Fenólicos (mg Ac. gálico/100g)	Vitamina C (µg/100g)
300MPa/5min.	2,55 ^a ±0,06	51,43 ^a ±0,97	37,83 ^d ±0,25
300MPa/15min.	2,50 ^a ±0,03	50,91 ^a ±0,38	38,08 ^d ±0,16
400MPa/10min.	2,43 ^a ±0,16	47,18 ^{ab} ±0,30	39,93 ^{ab} ±0,53
400MPa/10min.	2,49 ^a ±0,08	49,39 ^a ±0,64	40,53 ^{bc} ±0,00
400MPa/10min.	2,43 ^a ±0,08	45,51 ^{ab} ±0,74	39,22 ^a ±0,00
500MPa/5min.	2,78 ^a ±0,27	46,86 ^{ab} ±0,49	40,43 ^a ±0,11
500MPa/15min.	2,28 ^a ±0,11	44,17 ^b ±0,61	38,50 ^d ±0,05
Controle	3,21±0,21	57,77±0,82	39,14±0,93

* Letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p > 0.05).

Para a interpretação dos resultados, foram calculados os coeficientes de variação (CV = desvio-padrão / média) encontrados nas amostras controles e nas pressurizadas, observando que os mesmos foram baixos (inferiores a 9%) indicando que a média das amostras podem ser tomadas para tratamento estatístico.

Os resultados de atividade antioxidante revelaram uma redução em média de 21,6% devido ao tratamento sob alta pressão hidrostática. Realizando a análise dos dados verificou-se que para a atividade antioxidante não houve diferença significativa entre as médias de cada triplicata analisada para cada ponto do planejamento.

McInerney *et al.* (2007) também comprovaram o benefício do processamento sob alta pressão na retenção de atributos nutricionais em vegetais como cenoura, ervilha e brócolis, verificando que os níveis da atividade antioxidante e os teores de carotenóides antes e depois da exposição em alta pressão também não apresentaram diferença estatística.

Ao analisar o modelo quadrático para o percentual de atividade antioxidante, quando as amostras foram tratadas por APH, foi verificado que tanto o tempo aplicado na polpa de mamão, quanto os dois fatores de processo combinados (pressão e tempo), tiveram importância significativa ($p < 0,05$), enquanto o efeito da pressão individualmente não foi significativo. O coeficiente de regressão ($R^2 = 0,90$), bem como o R^2 ajustado (0,82), mostram a adequação do ajuste linear dos dados obtidos.

Tabela 25: Análise de variância do modelo quadrático para Atividade Antioxidante em polpa de mamão processado por alta pressão.

Fatores	Soma Quadrática	Grau de Liberdade	Média Quadrática	F	p
Pressão	0,000025	1	0,000025	0,00591	0,943575
Tempo	0,075625	1	0,075625	17,86920	0,024214
Interação (p) e (t)	0,050625	1	0,050625	11,96203	0,040681
Erro	0,012696	3	0,004232		
SS Total	0,138971	6			

$$R^2 = 0,90864$$

$$R^2_{\text{ajustado}} = 0,81728$$

No caso da atividade antioxidante após o processamento, pode-se verificar que o valor de F calculado para o modelo resultou maior que o F tabelado, demonstrando que a regressão é estatisticamente válida, o que pode ser confirmado pela análise do gráfico de Pareto. No gráfico de Pareto (Figura 8) também é possível verificar quais os fatores que apresentam relevância estatística comparando graficamente os dados contidos na

Tabela de ANOVA acima citado. Fatores e interações cujas barras estejam à direita de $p = 0,05$ apresentam significância estatística ao nível de 95% de confiança.

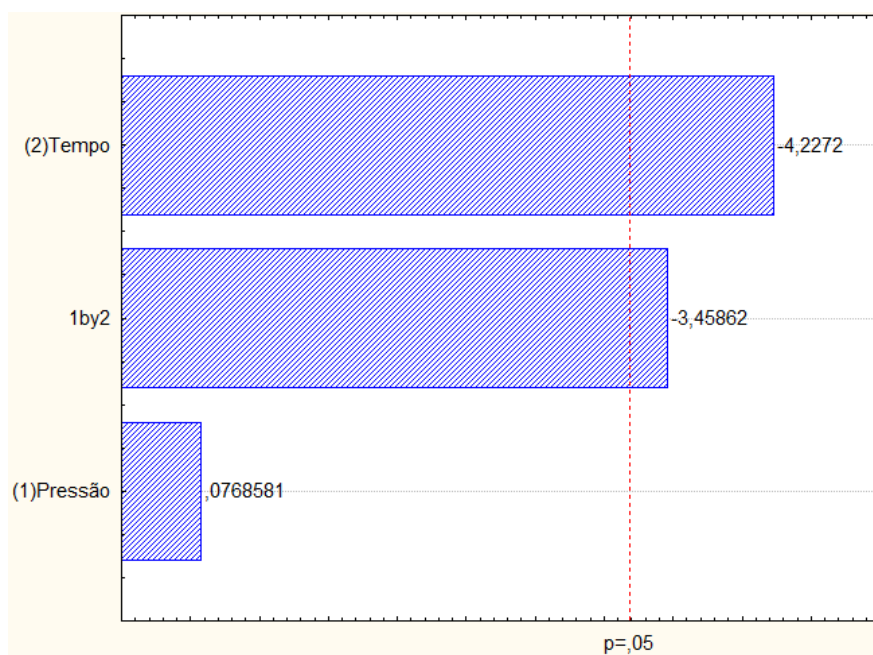


Figura 8: Gráfico de Pareto para os resultados obtidos para atividade antioxidante em polpa de mamão submetida a alta pressão.

Durante estudo sobre o efeito da alta pressão na atividade antioxidante de três diferentes vegetais, McInerney *et al.* (2007) verificaram que o tratamento teve efeitos diferentes dependendo do tipo de vegetal. Dessa forma, enquanto que para o brócolis não foram verificadas diferenças significativas nos tratamentos efetuados a pressões de 400 e 600MPa em comparação com o controle (sem tratamento), no caso da cenoura ocorreu uma leve redução da atividade antioxidante à pressão de 400MPa, e para a ervilha verificou-se aumento significativo da atividade em ambas as pressões.

Por outro lado, Indrawati *et al.* (2004) constataram que, no caso do tratamento de suco de laranja à pressões na faixa de 100 e 800MPa combinado com temperaturas moderadas, houve redução da atividade com o aumento do nível de pressão, devido a degradação de ácido ascórbico..

A análise de variância do modelo quadrático para teor de fenólicos totais para polpa de mamão resultante do processamento de alta pressão é apresentada na Tabela 26.

Tabela 26: Análise de variância do modelo quadrático para teor de fenólicos em polpa de mamão processada por alta pressão hidrostática.

Fatores	Soma Quadrática	Grau de Liberdade	Média Quadrática	F	p
Pressão	31,97902	1	31,97902	10,39336	0,048441
Tempo	2,57602	1	2,57602	0,83722	0,427664
Interação (p) e (t)	1,17722	1	1,17722	0,38260	0,580003
Erro	9,23061	3	3,07687		
SS Total	44,96289	6			

$$R^2 = 0,79471$$

$$R^2_{\text{ajustado}} = 0,58941$$

Foi observado pelo método de Tukey na Tabela 24 que quanto mais rigoroso o tratamento a alta pressão, menor era o teor de compostos fenólicos nas amostras. Salienta-se que mesmo as amostras controle de polpa de mamão apresentaram um baixo teor destes componentes (em média, 57,77mg de fenólicos por 100g de polpa). Pela análise de variância verificou-se que apenas o fator pressão foi significativo, não sendo possível avaliar estatisticamente a superfície de resposta para obter-se um ponto ótimo do processo para esse componente, sendo necessário pelo menos duas variáveis estatisticamente significativas para realizar este tipo de análise (CALADO & MONTGOMERY, 2003).

O efeito do processamento por APH sobre os polifenóis, e até mesmo sobre as vitamina A, C e E, carotenóides e flavonóides tem sido estudado por outros pesquisadores em diferentes tipos de alimentos à base de frutas e vegetais (CANO *et al.*, 2005), que constataram diferente comportamento dos compostos fenólicos quando submetidos a alta pressão em outras matrizes, sem clara e óbvia razão do ocorrido. Supõe-se que pode ser consequência da baixa concentração da atividade inicial na matriz analisada neste trabalho.

Em relação à vitamina C e compostos carotenóides presentes em polpas de frutas, os efeitos da APH tem recebido atenção como relatado por Sancho *et al.*(1999) e Yen & Lin (1996), que estudaram a influência desta tecnologia em polpa de morango. Nesse último estudo, verificou-se que o processamento por alta pressão a 400MPa/20°C/30min resultou em retenção de 88,7% no conteúdo de vitamina C na polpa de morango (Yen & Lin, 1996). Já no caso de suco de laranja, pressurizado a 400MPa/40°C/1min.

O efeito do processo de alta pressão no teor e composição de carotenóides presentes em polpa de mamão é mostrado na Tabela 27.

Tabela 27: Resultado preliminar das Médias* de carotenóides após tratamento de APH em polpa de mamão processada por alta pressão hidrostática.

	Resultado µg/100g de amostra			
	Carotenóides Totais	β-criptoxantina	β-caroteno	Licopeno
300MPa/5min.	3102,33 ^c ±126,3	765,00 ^c ±36,9	193,00 ^c ±8,04	1566,67 ^{bc} ±154,9
300MPa/15min.	3236,33 ^c ±68,1	818,67 ^{bc} ±25,9	207,33 ^c ±6,2	1546,33 ^{bc} ±18,4
400MPa/10min.	3187,00 ^c ±97,7	823,33 ^{bc} ±42,4	214,00 ^{bc} ±15,1	1542,33 ^{bc} ±25,03
400MPa/10min.	5328,00 ^a ±323,4	1459,00 ^a ±169,8	368,33 ^a ±33,1	2383,00 ^a ±369,8
400MPa/10min.	2476,67 ^d ±188,8	651,33 ^c ±76,4	166,00 ^c ±21,2	1128,33 ^c ±56,8
500MPa/5min.	4193,67 ^b ±174,4	1041,67 ^b ±48,2	267,67 ^b ±12,3	2062,00 ^{ab} ±70,1
500MPa/15min.	2791,67 ^c ±109,2	764,67 ^c ±68,4	193,00 ^c ±12,2	1118,67 ^c ±154,9
Controle	4209,67±40,55	1037,33±19,48	261,67±4,50	2010,67±4,99

* Letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0.05).

Os valores para o residual de carotenóides totais e dos principais constituintes do mamão (β-criptoxantina, β-caroteno e licopeno) são apresentados na Tabela 27, demonstrando que não ocorreu qualquer termo significativo para o modelo linear nem quadrático proposto, ocasionado por um erro experimental, como se observa nos resultados da triplicado do ponto central, de acordo com o planejamento experimental obtido.

Os carotenóides possivelmente não são afetados pelo tratamento por APH ou por APH combinada com o calor (CANO, de ANCOS & SANCHEZ-MORENO, 2005). Eles podem, aparentemente, aumentar em decorrência das altas pressões promoverem maior extratibilidade ou descompartmentalização da matriz celular onde se encontram alojados (BUTZ *et al.*, 2002; BUTZ & TAUSCHER, 2002; OEY *et al.*, 2008).

5.2.6. Análise de cor

Os resultados de análise de cor realizadas nas amostras de polpa de mamão processadas por alta pressão hidrostática são mostrados na Tabela 28.

Tabela 28: Médias* dos parâmetros de cor de polpa de mamão Formosa processada por alta pressão.

	L	a	b
300MPa/5min.	18,82 ^c ±0,098	10,09 ^c ±0,242	10,59 ^d ±0,178
300MPa/15min.	18,94 ^c ±0,134	10,18 ^c ±0,061	10,62 ^d ±0,213
400MPa/10min.	19,8 ^b ±0,107	10,85 ^b ±0,024	11,51 ^c ±0,061
400MPa/10min.	20,62 ^a ±0,089	11,54 ^a ±0,124	12,20 ^{ab} ±0,188
400MPa/10min.	18,8 ^c ±0,373	10,83 ^b ±0,133	10,08 ^c ±0,125
500MPa/5min.	20,49 ^a ±0,219	11,03 ^b ±0,063	12,37 ^a ±0,188
500MPa/15min.	19,62 ^b ±0,084	10,75 ^b ±0,081	11,15 ^{bc} ±0,213
Controle	18,68±0,057	10,68±0,084	10,15±0,064

* Letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0.05$). L = luminosidade (0 = preto e 100 = branco) a= intensidade de verde/vermelho (-80 até zero = verde, do zero ao +100 = vermelho) b= intensidade de azul/amarelo (-100 até zero = azul, do zero ao +70 = amarelo)

Observa-se diferença significativa ($p < 0,05$) em relação a todos os parâmetros de cor das amostras para as diferentes condições de pressurização, entretanto, embora significativas a variação foi pequena e provavelmente não seria percebida pelo sentido da visão. Esses dados evidenciam a ocorrência de um erro experimental, como se observa nos resultados da triplicado do ponto central, de acordo com o planejamento experimental obtido, provavelmente devido a falta de homogeneidade das amostras coletadas para esta análise.

Geralmente a alta pressão favorece a retenção de cor, diferentemente do que ocorre em tratamentos térmicos convencionais para conservação. Muitos resultados foram relatados na literatura quanto a preservação da coloração, Palou *et al.*, (2000), López-Malo *et al.* (1999), Palou *et al.* (1999) e Boyton *et al.* (2002) reportaram que em distintos tratamentos sob alta pressão, a preservação da coloração foi verificada em amostras de guacamole, purês de abacate, purês de bananas e pedaços de mangas pressurizados, respectivamente.

5.3. Análise sensorial

5.3.1. Diluição e doçura ideal do néctar de mamão

Os resultados obtidos na determinação da diluição “ideal” do néctar de mamão são mostrados na Figura 9. Conforme pode ser verificada na equação da reta obtida a porcentagem ideal de 42%, quando o valor de $y=5$.

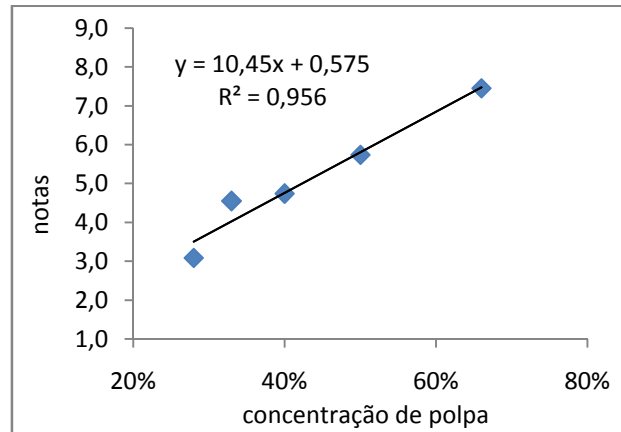


Figura 9: Determinação da diluição “ideal” para néctar de mamão.

Os resultados da determinação da doçura “ideal” do néctar de mamão são apresentados na Figura 10. Observa-se que 6,54% de sacarose devem ser adicionados à mistura de água e polpa de mamão para alcançar a doçura “ideal” do néctar, segundo os participantes do estudo.

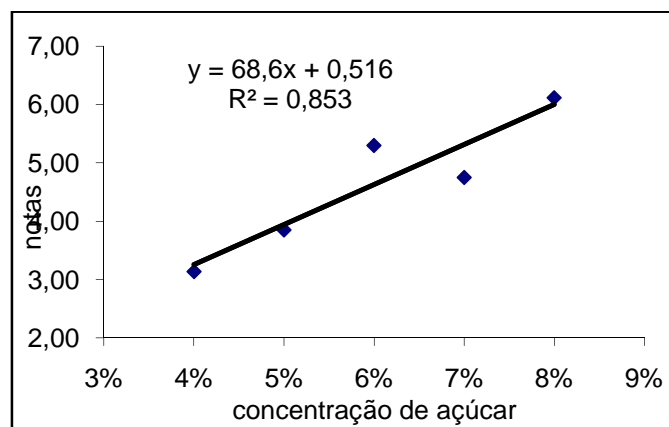


Figura 10: Determinação da doçura “ideal” para néctar de mamão.

5.3.2. Análise descritiva quantitativa do néctar de mamão.

Na Tabela 29 são apresentados os sete atributos sensoriais levantados pela equipe de provadores, bem como as respectivas definições e referências.

Tabela 29: Atributos sensoriais, definições e referências indicadas pela equipe de provadores para néctar de mamão.

Atributos	Definição	Referências
<i>Aparência</i> Cor laranja característico	Presença de cor laranja característico de néctar de mamão	Pouca: Néctar formulado com a polpa marca M1 Muita: Néctar formulado com a polpa marca M2
<i>Aroma</i> Característico	Aroma característico de néctar de mamão	Pouco: Néctar formulado com a polpa marca M2 Muito: Néctar formulado com a polpa controle (sem tratamento)
<i>Consistência</i> Consistência	Fluidez do néctar percebida na boca	Pouco: Néctar formulado com a polpa marca M3 Muito: Néctar formulado com a polpa controle (sem tratamento)
Presença de Grumos	Fibras características do mamão percebidas na boca	Pouco: Néctar formulado com a polpa M1 Muito: Néctar formulado com a polpa controle (sem tratamento)
<i>Sabor</i> Característico	Presença de sabor característico de néctar de mamão	Pouco: Néctar formulado com a polpa marca M2 Muito: Néctar formulado com a polpa controle (sem tratamento)
Gosto Doce	Percepção de doçura estimulada pelos açúcares da fruta ou pela presença de sacarose	Pouco: Néctar formulado com a polpa controle (sem tratamento) Muito: Néctar formulado com a polpa marca M2
Sabor Cozido	Aroma característico de mamão coccionado, advindo de tratamento térmico	Ausente: Néctar formulado da polpa controle (sem tratamento) Muito: Néctar formulado da polpa marca De Marchi (M2)

Os resultados da ADQ são mostrados na Tabela 30 a qual contém as médias alcançadas para os néctares avaliados.

Tabela 30: Médias* dos atributos sensoriais** das amostras de néctar de mamão avaliadas.

Atributos Sensoriais	Néctares Formulados						
	Controle	Pressurizada (300MPa/5min/25°C)	Pasteurizada (92°C/40s)	M1	M2	M3	M4
Cor laranja característico	4,2 ^{de}	3,5 ^e	3,1 ^e	5,1 ^{cd}	8,2 ^a	5,9 ^{bc}	7,1 ^{ab}
Aroma característico	5,8 ^a	6,2 ^a	6,5 ^a	3,1 ^b	1,7 ^b	2,6 ^b	2,9 ^b
Presença de grumos	8,4 ^a	8,4 ^a	3,5 ^c	3,0 ^{cd}	1,9 ^{de}	1,2 ^e	5,5 ^b
Consistência	7,4 ^a	7,9 ^a	7,7 ^a	1,8 ^d	3,1 ^c	2,1 ^{cd}	4,9 ^b
Sabor característico	8,0 ^a	7,8 ^a	7,2 ^a	2,6 ^c	1,6 ^c	1,9 ^c	4,5 ^b
Gosto doce	2,9 ^c	3,0 ^c	4,9 ^b	5,9 ^b	8,7 ^a	8,3 ^a	5,6 ^b
Sabor cozido	0,6 ^c	0,6 ^c	2,1 ^c	3,8 ^b	8,6 ^a	7,0 ^a	3,8 ^b

*Letras iguais na horizontal indicam que não houve diferença ($p < 0.05$) entre as amostras.

** Avaliados em escala não estruturada de 9cm. (ANEXO J, K, L e M)

Foram utilizados resultados de onze provadores treinados após seleção final. As amostras de polpa de mamão foram submetidas ao tratamento de alta pressão nas condições de 300MPa/5min/25°C após determinação do melhor ponto para inativação enzimática da PME, já para o tratamento de pasteurização foram submetidas as amostras de néctares previamente formulados e tratadas a um binômio de 92°C/40s.

Para o atributo cor laranja característico as amostras controle e pressurizada não apresentaram diferença significativa ($p < 0.05$) entre si demonstrando que os compostos responsáveis pela cor mantiveram-se inalterados após a utilização da APH na condição empregada.

As amostras controle, pressurizada e pasteurizada não diferiram em relação ao atributo aroma característico do néctar de mamão e alcançaram médias superiores às amostras comerciais.

Não houve diferença significativa ($p < 0.05$) entre as amostras controle e pressurizada para o atributo presença de grumos e consistência às quais apresentaram média bem superior às outras amostras, diferente do comportamento das amostras comerciais quanto à pasteurizada que apresentaram médias menores do que o controle e pressurizada. Tal resultado pode sugerir que no processamento sob alta pressão foram mantidas estas propriedades do néctar.

Analisando os atributos de sabor, observa-se que tanto o sabor característico como o sabor cozido não apresentou diferença significativa entre as amostras controle, pressurizada e pasteurizada, mesmo que para o atributo sabor cozido, a amostra

pasteurizada tenha apresentado média mais elevada que para as duas outras amostras. As amostras comerciais M2 e M3 apresentaram as maiores médias para o atributo negativo sabor cozido. As médias para o sabor característico foram superiores às marcas comerciais. Porém, o sabor cozido apresentou médias expressivamente inferiores. Tal resultado pode ser considerado satisfatório para as amostras experimentais considerando que este atributo está relacionado a defeito do produto. Para o atributo gosto doce, houve diferença entre as amostras controle e pasteurizada devido, provavelmente ao processamento desta amostra, a qual foi formulada antes do tratamento térmico, podendo ter ocorrido caramelização do açúcar.

A Análise dos Componentes Principais (ACP) tem sido uma ferramenta muito útil para auxiliar a interpretação dos resultados da ADQ, de acordo com Borgognone, *et al.* (2001). A Figura 12 mostra a posição das sete amostras de néctar de mamão e a Figura 13 a distribuição dos atributos sensoriais no espaço definido pela primeira e segunda dimensão.

Pela análise das Figuras 11 e 12 a primeira e segunda dimensão (F1 e F2, respectivamente) explicaram 94,97% da variação total. O componente principal 1 (F1) separou as amostras controle, pressurizada e pasteurizada das demais evidenciando a similaridade existente entre elas, principalmente em relação à controle e pressurizada. Essas amostras foram caracterizadas pelos atributos presença de grumos, sabor característico, consistência e aroma característico.

Das quatro marcas comerciais de polpa de mamão avaliadas, três delas (M1, M2 e M3) foram principalmente caracterizada pelo atributo sabor cozido e gosto doce, para o néctar de mamão formulado segundo diluição e doçura ideal, esse primeiro atributo considerado pelos provadores como defeito no néctar de mamão.

Os resultados apresentados demonstram que as amostras foram bem caracterizadas em termos das propriedades sensoriais, demonstrando que a equipe de provadores treinados conseguiu discriminar e descrever as amostras estudadas, confirmando a ADQ como ferramenta adequada para descrever e quantificar atributos sensoriais para néctar de mamão.

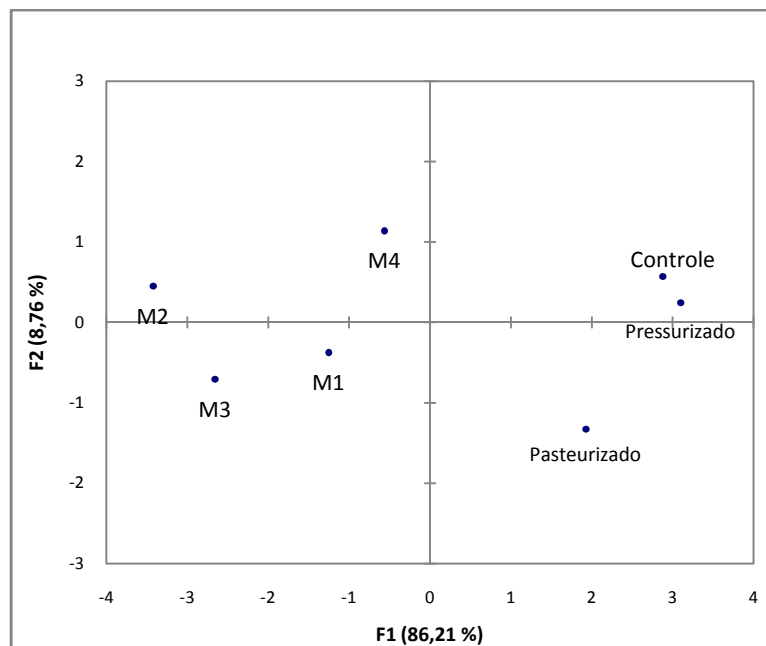


Figura 11: Análise de Componentes Principais (ACP) de néctar de mamão: posição das amostras.

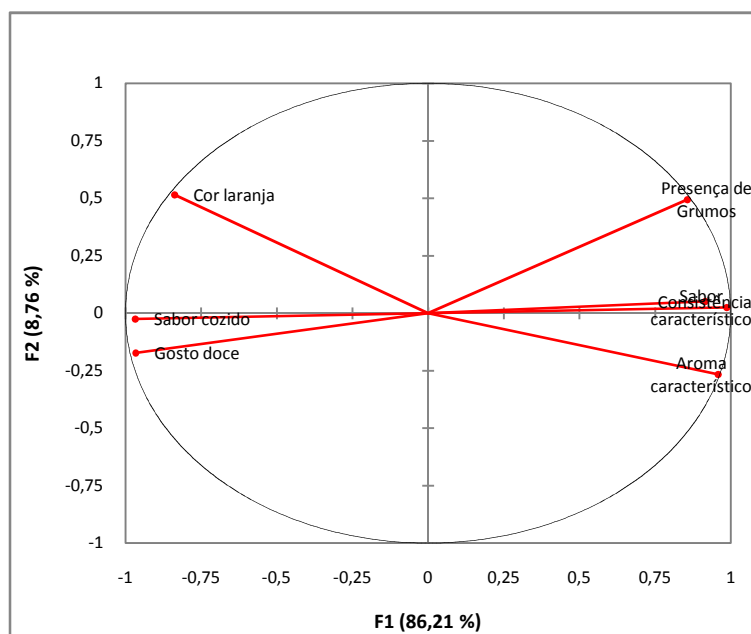


Figura 12: Análise de Componentes Principais (ACP) do néctar de mamão: posição dos atributos sensoriais.

5.3.3. Avaliação da aceitação e intenção de compra para néctar de mamão

Para o teste de aceitação e intenção de compra, 84 consumidores participaram do estudo, dos quais 48% foram mulheres e 36% homens na faixa etária entre 18 e 60 anos de idade.

As médias alcançadas nos testes de aceitação, utilizando as mesmas sete amostras avaliadas na ADQ encontram-se expressas na Tabela 31.

Tabela 31: Médias* de aceitação** atribuídas às amostras de néctar de mamão.

Amostra	Aceitação	% Aprovação (média > 5)
Controle	5,8 ^{ab}	61%
Pressurizada	4,8 ^{bc}	39%
Pasteurizada	5,8 ^a	64%
M1	3,7 ^{de}	29%
M2	3,1 ^e	19%
M3	4,4 ^{cd}	40%
M4	4,8 ^c	38%

* Médias com letras iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

**1 = desgostei extremamente até 9 = gostei extremamente

Os resultados apresentados mostram que as amostras pasteurizada e controle foram as preferidas pelos participantes no estudo, obtendo médias superiores às demais. Porém, pode-se verificar que não houve diferença entre o controle e pressurizada.

Analisando a Tabela 31 em relação à porcentagem de aprovação e reprovação, observa-se que apenas as amostras controle e pasteurizada apresentaram mais de 50% de aprovação, isto é, notas superiores a 5. Apesar das amostras controle e pressurizada não diferirem estatisticamente ($p < 0,05$) entre si, apresentaram distintos índices de aprovação. Tal resultado pode ser atribuído ao fato do produto pressurizado ser mais ácido devido à dissociação da água durante o processamento sob alta pressão, e contribuindo para a maior rejeição pelos consumidores, os quais tendem a preferir néctar de mamão pouco ácido.

Os resultados do teste de aceitação obtidos através da Análise de Variância não forneceram a descrição da percepção individual dos consumidores, pois os resultados foram apresentados como médias. Tal maneira univariada de analisar os dados é considerada limitada, pois não reflete a real performance de cada amostra em termos de preferência (GREENHOFF & MacFIE, 1994). Para identificar e avaliar os diferentes segmentos de consumidores de néctar de mamão foi utilizado o Mapa Interno da

Preferência (MIP). Os MIPs gerados através dos dados de preferência foram construídos de forma a representar graficamente a aceitação das amostras de néctar de mamão e a preferência individual de cada um dos 82 consumidores, gerando um espaço multidimensional representado por dimensões de preferência que explicaram a variação total das respostas sensoriais.

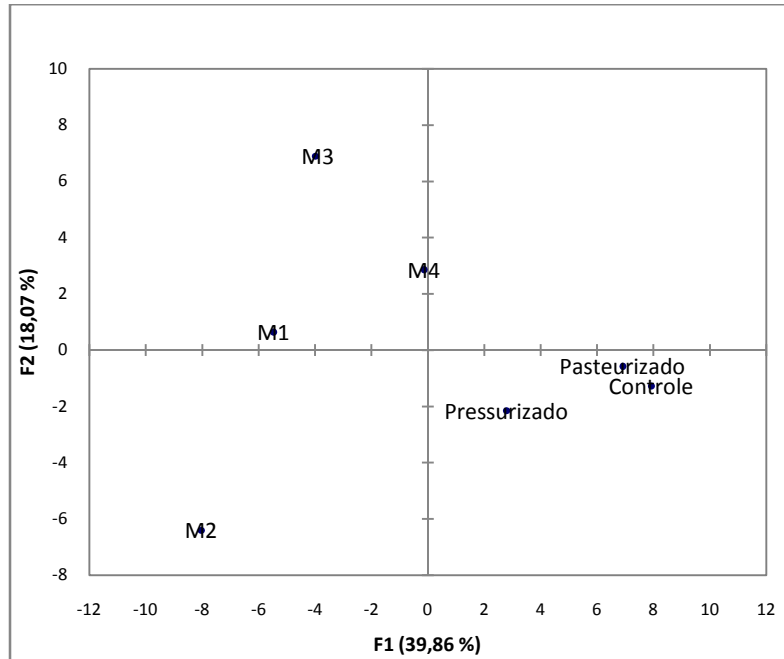


Figura 13. MIP mostrando a posição dos sete néctares de mamão.

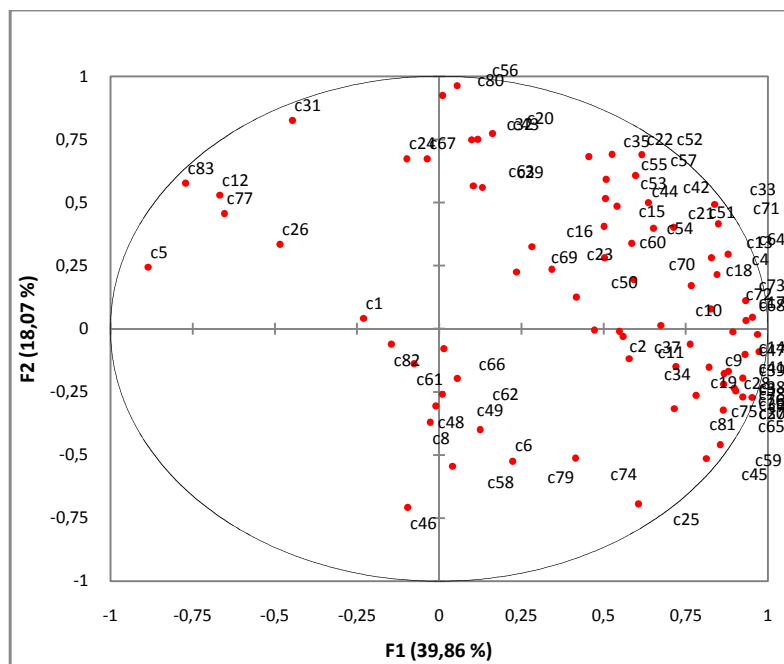


Figura 14. MIP de néctar de mamão: posição dos consumidores.

As dimensões 1 e 2 do Mapa Interno de Preferência explicaram 57,93% do total da variação. O círculo mostrado na Figura 14 representa o ajuste dos dados ao modelo, onde os consumidores cujas respostas foram significativamente ajustadas ($p < 0,05$) aparecem próximos ao círculo e os consumidores cujas respostas não se ajustaram ao modelo estão representados na parte mais interna do mesmo.

Assim sendo, pode-se dizer que os consumidores localizados próximo ao círculo discriminam melhor as amostras em termos da preferência, quando comparados àqueles localizados na parte interna do círculo (NORONHA, 2003). Na Figura 14 é possível notar também maior número de indivíduos nos quadrantes da direita do MIP revelando que para tais consumidores, as amostras pasteurizada, controle e pressurizada foram as mais aceitas. Observa-se que as demais amostras avaliadas foram apreciadas por um número menor de consumidores.

Após a análise de dados através do MIP, foi utilizada a Análise de *Cluster*, método estatístico multivariado para a classificação de objetos em grupos. Segundo Abadio (2003) em um estudo sobre a percepção da APH pelo consumidor, esta análise agrupou consumidores baseados na similaridade de respostas, ou seja, aqueles que tiveram respostas semelhantes para a preferência dentre as amostras avaliadas.

A Análise de *Cluster* identificou três grupos de consumidores baseado na similaridade de respostas, os quais compreenderam 7 (segmento 1), 52 (segmento 2) e 23 (segmento 3) indivíduos, respectivamente. A Figura 16 apresenta o dendrograma dos consumidores, mostrando os três segmentos identificados. A média da aceitação para cada um dos segmentos é mostrada na Tabela 32.

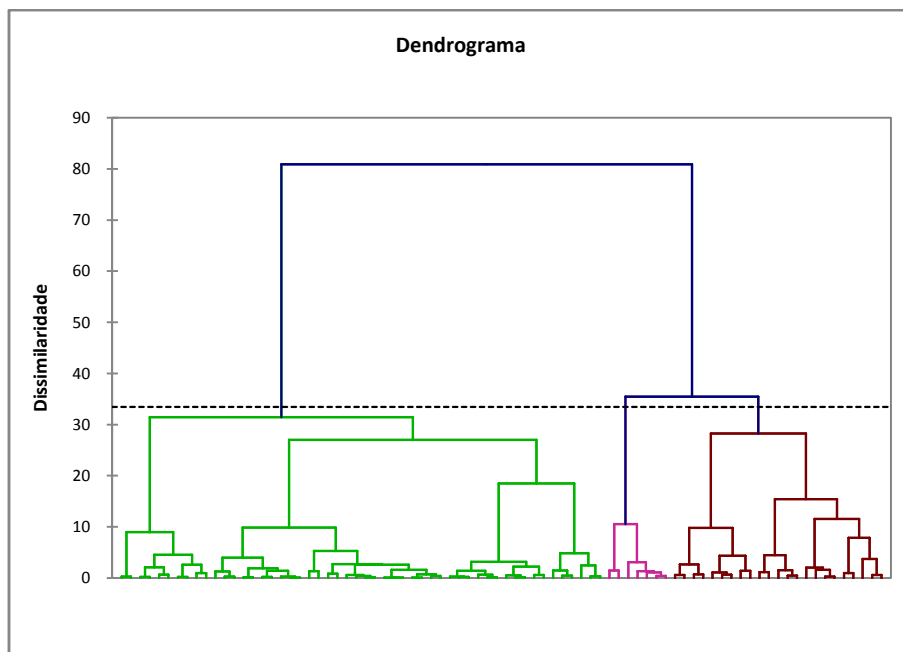


Figura 15. Dendrograma dos consumidores (n=82) que avaliaram a aceitação do néctar de mamão.

Tabela 32: Médias* da aceitação** das amostras de polpa de mamão para os diferentes segmentos de consumidores.

Amostras	Segmento 1 (n=7)	Segmento 2 (n=52)	Segmento 3 (n=23)
Controle	6,1 ^a	6,4 ^a	4,4 ^a
Pressurizada	5,3 ^a	5,1 ^a	3,9 ^a
Pasteurizada	5,0 ^a	6,1 ^{ac}	5,6 ^a
M1	7,0 ^{bd}	2,2 ^b	3,9 ^a
M2	3,0 ^{ac}	3,1 ^{bd}	5,3 ^{ac}
M3	5,6 ^a	3,3 ^a	6,6 ^{bd}
M4	3,7 ^{ad}	4,8 ^a	5,1 ^a

* Letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0.05$).

** Avaliada em escala hedônica estruturada, sendo 1 = desgostei extremamente até 9 = gostei extremamente.

No segmento 1, observa-se que não houve diferença quanto a aceitação entre as amostras controle, pressurizada e pasteurizada, sendo que esta última apresentou menor média na aceitação dentre os indivíduos do referido segmento, mas observou-se diferença significativa entre as amostras comerciais, onde a amostra M2 diferenciou-se

das amostras M1 e M4. Neste segmento a amostra comercial M1 foi a que obteve maior média entre os sete consumidores.

Para o segmento 2, a amostra controle foi a mais aceita por este segmento e não ocorrendo diferença significativa entre as amostras controle, pressurizada e pasteurizada e as amostras de marcas comerciais ficaram entre as amostras menos preferidas entre esses 52 consumidores. Para os consumidores do segmento 3, a amostra M3 foi a mais preferida e as demais alcançaram aceitação semelhante entre si.

O resultado de cada segmento pode também expressar que as amostras controle, pressurizada e pasteurizada obtiveram maiores valores de média entre o segmento 2 que apresentou maior número de consumidores do que nos demais segmentos. Estes resultados são de extrema importância, pois o néctar de mamão obtido pela polpa de mamão pressurizado mesmo não estando disponível comercialmente alcançou boa aceitação para a maioria dos participantes deste estudo e pode-se sugerir que as mudanças ocorridas pelo processamento sob alta pressão não afetaram a avaliação da aceitação entre os consumidores mais assíduos de mamão, onde observa-se que o segmento 2 apresenta 44% dos seus consumidores uma frequência regular de consumo de mamão.

Uma das grandes vantagens na utilização do MIP é a possibilidade de descrever cada segmento de consumidores de acordo com características sócio econômicas, e/ou de hábitos de consumo, possibilitando que a indústria direcione estratégias de marketing levando em conta as características dos consumidores alvo de seus produtos.

A Tabela 33 apresenta as características sócio-econômicas dos distintos segmentos de consumidores do néctar de mamão.

Tabela 33: Características sócio-econômicas dos segmentos de consumidores que avaliaram a aceitação do néctar de mamão.

Variáveis	Total (n=82)	Segmento 1 (n = 7)	Segmento 2 (n = 52)	Segmento 3 (n = 23)
Sexo				
<i>Feminino</i>	57%	57%	52%	74%
<i>masculino</i>	43%	43%	48%	26%
Faixa Etária				
<i>18-24 anos</i>	14%	29%	10%	17%
<i>25-35 anos</i>	41%	29%	38%	52%
<i>36-45 anos</i>	20%	13%	19%	22%
<i>46-60 anos</i>	21%	29%	21%	17%
<i>> 60 anos</i>	4%	-	6%	-
Renda Familiar				
<i>1-5 salários mínimos</i>	18%	43%	10%	26%
<i>>5-10 salários mínimos</i>	38%	14%	40%	35%
<i>>10-20 salários mínimos</i>	33%	29%	38%	30%
<i>>20-30 salários mínimos</i>	7%	14%	8%	4%
<i>>30 salários mínimos</i>	4%	-	2%	-
Frequência de consumo				
<i>Nunca</i>	1%	-	2%	-
<i>Raramente</i>	14%	29%	13%	13%
<i>Esporadicamente</i>	30%	29%	27%	39%
<i>Freqüentemente</i>	36%	29%	44%	17%
<i>Diariamente</i>	18%	14%	12%	31%

Verificou-se que entre os consumidores avaliados no estudo aproximadamente 50% eram homens e os outros 50% mulheres, entre os dois primeiros segmentos formados constatou-se pouca diferença entre as características sócio-econômicas, já para o terceiro segmento, apresentou maior número de mulheres em relação a homens.

A faixa etária para os três segmentos ficaram entre 25 e 35 anos e a renda familiar tanto para o segmento 2 e 3 apresentaram faixa entre 5-10 salários mínimos e apenas o segmento 1 com número pequeno de consumidores, uma renda familiar mais baixa.

A frequência de consumo de mamão entre os participante foi elevada, pois 84% deles relataram consumi-lo esporadicamente, freqüentemente ou diariamente. Com a segmentação, ficou evidenciado que nos segmentos 2 e 3 a frequência de consumo de mamão era mais elevada.

As médias alcançadas nos testes de intenção de compra, utilizando as sete amostras de néctar de mamão estudadas encontram-se na Tabela 34.

Tabela 34: Médias* de intenção de compra** atribuídas às amostras de néctares de mamão.

Amostra	Controle	Pressurizada	Pasteurizada	M1	M2	M3	M4
Média	4,38 ^{ab}	3,74 ^{abc}	4,46 ^a	2,90 ^{cd}	2,43 ^d	3,39 ^c	3,58 ^{bc}

* Médias com letras iguais na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

**1=certamente não compraria até 7=certamente compraria

Observa-se que não houve diferença quanto à intenção de compra entre as amostras controle, pasteurizada e pressurizada. Os néctares comerciais M1, M3 e M4 não diferiram ($p < 0,05$) da amostra pressurizada.

Esses resultados ficaram alinhados com os relatados anteriormente no teste de aceitação, no qual as amostras controle e pasteurizada foram preferidas em detrimento da amostra pressurizada devido percepção de maior acidez no produto, além das marcas comerciais.

O MIP e Análise de *Cluster* foram capazes de apontar as amostras preferidas pelos diferentes segmentos de consumidores. Porém existe outra ferramenta capaz de auxiliar na interpretação dos resultados de preferência, revelando quais descritores dirigiram a referida preferência para cada segmento de consumidores de néctar de mamão, esta ferramenta é conhecida como Mapa Externo da Preferência (PREFMAP) que é gerado a partir da ADQ e do teste de aceitação.

Nas Figuras 16 e 17 são mostradas o PREFMAP do néctar de mamão, sendo que na primeira é apresentada a posição das amostras de néctar de mamão avaliadas juntamente com os 3 segmentos de consumidores e na segunda a posição dos atributos sensoriais levantados.

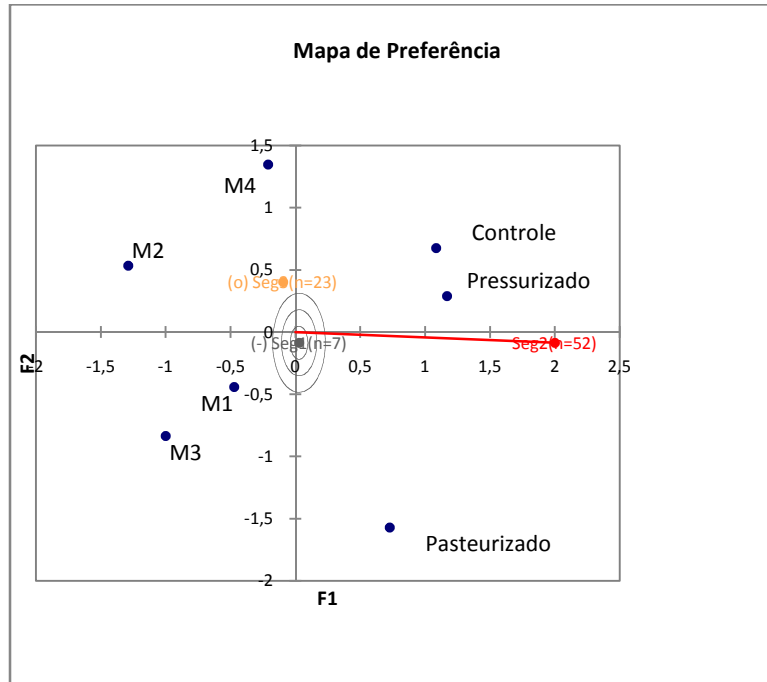


Figura 16. PREFMAP do néctar de mamão: posição das amostras e dos segmentos de consumidores.

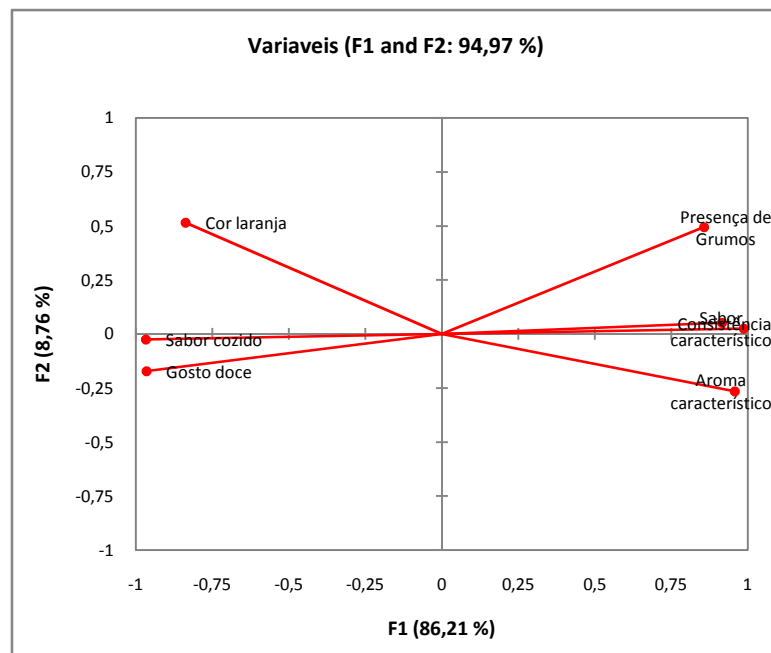


Figura 17. PREFMAP: posição dos atributos sensoriais.

Através da interpretação das Figuras 16 e 17 pode-se observar que as dimensões 1 e 2 do PREFMAP explicaram 94,97% do total da variação e que as amostras controle, pressurizada e pasteurizada foram caracterizadas pelos atributos presença de grumos, sabor característico, consistência e aroma característico, e as marcas comerciais M1, M2, M3 e M4 pelo atributo sabor cozido e gosto doce, como visto anteriormente com a ferramenta ACP, porém através da PREFMAP pode-se observar também a preferência de cada segmento em relação à essas amostras. Foi observado que o segmento composto por maior número de consumidores (segmento 2) foi o que obteve maior aceitação entre os consumidores para as amostras pressurizada, controle e pasteurizada.

Costell *et al.* (2000) realizaram Análise Descritiva Quantitativa e avaliaram a preferência de oito diferentes formulações de néctar de pêsego com 57 consumidores, identificaram nesse estudo 4 segmentos de consumidores e o PREFMAP identificou quais atributos foram capazes de direcionar a preferência de cada segmento de consumidores. Os autores concluíram que a relação entre a preferência e os atributos sensoriais pôde informar quais foram os descritores mais importantes, para dirigir a preferência do consumidor.

Barros-Marcellini (2006) estudou a preferência de suco de abacaxi e relatou que os atributos cor amarela característica, aroma característico, sabor característico, consistência, sabor natural e presença de fibras dirigiram a preferência de dois dos segmentos formados. Por outro lado, os segmentos de consumidores formados foram homogêneos em relação às características sócio-demográficas, exceto no item “frequência de compras”, a qual foi maior nos segmentos que preferiram as amostras de suco de abacaxi controle e APH.

Com os resultados alcançados pode-se observar que o néctar de mamão, obtido a partir da polpa processada por APH apresentou aceitabilidade e intenção de compra satisfatória, quando considerado os segmentos de consumidores, ficando evidente a importância do Mapa Interno da Preferência, Análise de *Cluster* e o Mapa Externo da Preferência no desenvolvimento de novos produtos, bem como o estudo das características individuais dos consumidores.

6 CONCLUSÕES

A variedade Formosa mostrou-se a mais adequada para obtenção de polpa de mamão em comparação com as cultivares. Golden e Sunrise devido ao maior rendimento durante a etapa de despolpamento, a despeito das elevadas médias de aceitação obtidas na avaliação sensorial de todas as polpas obtidas das três variedades.

A tecnologia de Alta Pressão Hidrostática possibilitou a obtenção de polpa com adequada sanidade microbiológica em consonância com a Legislação vigente, sendo efetiva na eliminação dos microorganismos deteriorantes à níveis não detectáveis. Já em termos de atividade enzimática, foi possível reduzir a pectinametil esterase para 47,92% da atividade original.

As características químicas da polpa foram pouco afetadas pelo processo de alta pressão, enquanto os teores de certos compostos funcionais (carotenóides e fenólicos) foram mais afetados pelo processo, implicando em redução média superior a respectivamente 25% e 18%, o teor de vitamina C foi pouco afetado pelo tratamento. De forma consistente com a redução da maior parte dos compostos funcionais, a atividade antioxidante na polpa de mamão sofreu redução média de 24% com o processamento a alta pressão.

Resultados do teste de aceitação sugeriram que o néctar de mamão pressurizado (300MPa/5min) quando comparado com a néctar de mamão controle (sem tratamento) e a pasteurizada (92^oC/40seg.), dirigiu a preferência de um grupo de consumidores por apresentar atributos de cor, consistência e sabor próximos à fruta *in natura*, com média de aceitação significativamente ($p < 0,05$) superior às amostras comerciais e sem diferença estatística ($p < 0,05$) com a amostra não tratada.

Em relação aos atributos levantados e avaliados na ADQ possibilitaram descrição sensorial dos néctares. Perceptível similaridade foi verificada entre o produto obtido a partir da polpa controle e da polpa pressurizada, indicando que a processo de APH teve pouco efeito nas características sensoriais do néctar.

A análise dos dados de aceitação utilizando a segmentação de consumidores demonstrou ser mais adequada do que a análise das médias, pois evidenciou grupos de consumidores com preferências distintas.

O processamento por APH se constitui uma excelente alternativa para preservação da polpa de mamão, gerando um produto seguro microbiologicamente, com parte de suas enzimas inativadas e com manutenção considerável de suas características

funcionais. A qualidade sensorial do néctar formulado a partir da polpa processada por APH foi comparável aquela do néctar obtido com a polpa controle, apresentando aceitação de grande parcela dos consumidores em comparação com os produtos comerciais tratados termicamente.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sugere-se, como continuidade do trabalho desenvolvido, estudos que aprofundem os fundamentos da aplicação da Alta Pressão Hidrostática na indústria de alimentos, de forma a propiciar o maior entendimento e otimização do processo, visando a garantia da segurança dos produtos com a máxima qualidade possível. Em particular, no caso da polpa de mamão, recomenda-se a realização de pesquisa que possibilite o emprego de um planejamento mais abrangente e completo para estabelecimento de um ponto ótimo. Como um maior entendimento da ação da enzima pectinametil esterase em diferentes estágios de amadurecimento e conseqüente variações de relações de sólidos solúveis e acidez titulável (*ratio*) e o efeito do processo de alta pressão sobre tal enzima nos estagios correspondentes. Adotar um estudo de atividade desta enzima controlando-se temperatura das polpas durante o tratamento por APH. Sugere-se, também, desenvolver trabalho mais aprofundado de vida útil, analisando os mesmos parâmetros adotados nesse estudo.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 12806: análise sensorial de alimentos e bebidas – terminologia. Rio de Janeiro, 1993.

AACC (American Association of Cereal Chemists). Approved methods. 9th ed., 1995, v.2.

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

_____.; MORDRE, S. C., HAWES, A. C. O., WALKER, M., FARKAS, D. F., & TORRES, J. A. Pulsed ultra high pressure treatment for pasteurization of pineapple juice. **Journal of Food Science**, 61(2), 388–390, 1996.

ALI, Z. M.; CHIN, L. H.; LAZAN, H. A comparative study on wall degrading enzymes, pectin modifications and softening during ripening of selected tropical fruits. **Plant Science** 167: 317 – 327, 2004.

ALMEIDA, D. P. F.; HUBER, D. J. In vivo pectin solubility in ripening and chill-injured tomato fruit, **Plant Sci.** 174: 174-182, 2008.

ALONSO, J., CANET, W., HOWELL, N. and ALIQUÉ, R. Purification and characterization of carrot (*Daucus carota* L.) pectinesterase. **J. Sci. Food Agric.** 83, 1600–1606, 2003.

ALPAS, H., KALCHAYANAND, N., BOZOGLU, F., RAY, B. Interactions of high hydrostatic pressure, pressurization temperature and pH on death and injury of pressure resistant and pressure-sensitive strains of foodborne pathogens. **Int. J. Food Microbiol.**, 60: 33-42, 1999.

AMATI, A.; CASTELLARI, M.; MATRICARDI, L.; ARFELLI, G.; CARPI, G. **Modificazioni indotte in mosti d'uva da trattamenti con alte pressioni idrostatiche**. Industrie delle Bevande, v. 25, n. 144, p. 324-328, 1996.

ANSTINE, T. T. High pressure processing for safe quality foods. **Cereal Foods World**, 48(1), 5-8, 2003.

ANUÁRIO - **Brasileiro da Fruticultura. Organizado por Romar Rudolfo Belíng**. [et al.]. - Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2006. 136 p.

AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY). **Official Methods of Analysis**, 17th ed., Washington, D. C., 2000.

ARAGÃO, G. M. F. Identificação e determinação da resistência térmica de fungos filamentosos termorresistentes isolados da polpa de morango (Tese de Mestrado), Universidade Estadual de Campinas, Brasil, 1989.

ARAÚJO FILHO, G. C.; PAZ, J. S.; CASTRO, F. A.; *et al.* **Produtor de mamão**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, Instituto Centro de Ensino Tecnológico. 2002. 72 p.

ARROYO, G.; SANZ, P. D.; PRESTAMO, G. Effect of high pressure on the reduction of microbial populations in vegetables. **J. Appl Microbiol.** 82:735-742, 1997.

ASTORG, P. Food carotenoids and cancer prevention: An overview of current research. **Trends Food Sci. Tech.** v. 81, n. 12, p. 406-413, 1997.

AUNG, T. & ROSS, E. Heat sensitivity of pectinesterase activity in papaya puree and catalase – like activity in passion fruit juice. **Fd. Sci.** 30: 144-147, 1965.

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; BRON, I. U. Índices para avaliar qualidade pós-colheita de goiabas em diferentes estádios de maturação. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.39, n.2, p.139-145, 2004.

BALNY, C., & MASON, P. Effects of high-pressure on proteins. **Food Reviews International**, 9(4), 611–628, 1993.

BALOGH, T.; SMOUT, C.; LY NGUYEN, B.; VAN LOEY, A. M.; HENDRICKX, M. E. Thermal and high-pressure inactivation kinetics of carrot pectinmethylesterase: From model system to real foods. **Innovative Food Science and Emerging Technologies** 5: 429– 436, 2004.

BASAK, S.; RAMASWAMY, H. S. Ultra high pressure treatment of orange juice: a kinetic study on inactivation of pectin methyl esterase. **Food Research International**, v. 29, n. 7, 601-607, 1996.

BASKER, D. Critical values of differences among rank sums for multiple comparisons. **Journal of Food Technology** 42(2), 79-84, 1988.

BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; RODRÍGUEZ, J. J. Update on nonthermal food processing technologies, irradiation and ultrasound. **Food Australia**, Australia, 54 (11), 2002.

BARRET, R. L. del C.; CHITARRA, M^a I. F.; CHITARRA, A. B. Choque a frio e atmosfera modificada no aumento da vida pós-colheita de tomates: 2- Coloração e textura. **Ciê. Tecnol. Alimen.**, Campinas, v.1, n.14, p. 14-26, 1994.

BARROS-MARCELLINI, A. M. Desenvolvimento de suco de abacaxi (*Ananas comosus L. Merrill*) através da tecnologia de alta pressão hidrostática aplicada à polpa do fruto. Campinas: Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP, 2006, 113p. (Dissertação de Mestrado em Alimentos e Nutrição).

BAYINDIRLI, A.; ALPAS, H.; BOZOG LU, F. & HIZAL, M. Efficiency of high pressure treatment on inactivation of pathogenic microorganisms and enzymes in apple, orange, apricot and sour cherry juices. **Food Control** 17: 52–58, 2006.

BI, J. Agreement and reliability assessments for performance of sensory descriptive panel. **Journal of Sensory Studies**, v.18, p.61-76, 2003.

BIALE, J. G. The postharvest biochemistry of tropical and subtropical fruits. **Advances in Food Research**. 10: 293-354, 1960.

BIGNON, J. Cold Pasteurizers Hiperbar for the Stabilization of Fresh Fruit Juices. **Fruit Processing**, v. 6, n. 2, p. 46-48, 2007.

BLEINROTH, E. W. **Tecnologia pós-colheita de frutas Tropicais**. Campinas: ITAL, p.19-32, 1992.

_____.; SIGRIST, J. M. M. Matéria-prima. In: MEDINA, J. C. editor. Mamão: cultura, matéria- prima, processamento e aspectos econômicos. Campinas: ITAL, p. 179-254. (Frutas tropicais, 7), 1995.

BOYTON, B. B.; SIMS, C. A.; SARGENT, S.; BALABAN, M. O.; MARSHALL, M. R. Quality and Stability of Precut Mangos and Carambolas Subjected to High-Pressure Processing. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 67, n. 1, p. 409-415, 2002.

BRANCO, I. G.; SANJINEZ-ARGANDOÑA, E. J.; SILVA, M. M.; PAULA, T. M. Avaliação sensorial e estabilidade físico-química de um blend de laranja e cenoura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 27 (1): 7-12, 2007.

BRASIL, Instrução normativa nº 136. Estabelece o regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para suco de frutas. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2000.

BROECK, I. V. D. B; LUDIKHUYZE, L. R.; VAN LOEY, A. M.; HENDRICKX, M. E. 2000. Inactivation of orange pectinesterase by combined high-pressure and – temperature treatments: a kinetic study. **J. Agric. Food Chem.** 48: 1960-1970.

BRON, I. U.; JACOMINO, A. P. Ripening and quality of ‘Golden’ papaya fruit harvested at different maturity stages. **Braz. J. Plant Physiol.**, 18 (3): 389 – 396, 2006.

BRUMMELL, D. A. & HARPSTER, M. H. Cell wall metabolism in fruit softening and quality and its manipulation in transgenic plants. **Plant Mol Biol** 47: 311–40, 2001.

BUENO, S. M.; LOPES, M. R. V.; GRACIANO, R. A. S.; et al. Avaliação da qualidade de polpas de frutas congeladas. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 62, p. 121-126, 2002.

BURG, S. P. & BURG, E. A. Molecular requirements for the biological activity of ethylene. **Plant Physiology**, v.42, p.144-152, 1967.

BURNETTE, F. S. Peroxidase and its relationship to food flavor and quality: A review. **Journal of Food Science**, 42, 1–6, 1977.

BUTZ, P.; FERNÁNDEZ GARCÍA, A.; LINDAUER, R.; DIETERICH, S. BOGNÁR, A.; TAUSCHER, B. Influence of ultra high pressure processing on fruit and vegetable products. **Journal of Food Engineering**, v. 56, p. 233-236, 2003.

_____.; FUNTENBERGER, S.; HABERDIZL, T.; TAUSCHER, B. High pressure inactivation of *Byssochlamys nivea* ascospores and other heat resistant moulds. *Labensm.-Wiss. U. Technology*, 29: 404-410, 1996.

_____. & TAUSCHER, B. Emerging technologies: Chemical aspects. **Food Research International**, 35: 279-284, 2002.

CALADO, V & MONTGOMERY, D. **Planejamento de experimentos usando o Statística**. Rio de Janeiro: E-Papers Serviços Editoriais, 2003.

CAMPOS, F. P.; DOSUALDO, G. L. & CRISTIANINI, M. **Utilização da Tecnologia de Alta Pressão no Processamento de Alimentos**. *J. Food Technol.*, v.6, n.2, p. 351-357, 2003.

CAMERON, R. G. & GROHMANN, K. Partial purification and thermal characterization of pectinmethylesterase from red grapefruit finisher pulp. **J. Food Sci.** 60, 821–825, 1995.

CANO, M. P.; HERNANDEZ, A. & ANCOS, B. High pressure and temperature effects on Enzyme inactivation in Strawberry and orange products. **Journal of Food Science**, vol. 62, n. 1 85-88, 1997.

CARDELLO, H. M. A.; FARIA, J. B. Análise da aceitação de aguardentes de cana por testes afetivos e mapa de preferência interno. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.1, p.32-36, 2000.

CASTELLARI, M.; MATRICARDI, L.; ARFELLI, G.; ROVERE, P.; AMATI, A. Effects of high pressure processing on polyphenoloxidase enzyme activity of grape musts. **Food Chemistry**, Vol. 60, No. 4, pp. 647-649, 1997.

CASTRO, P. R. C., VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba - RS : Ed. Agropecuária, 2001. 132 p.

CASTRO, S. M.; SARAIVA, J. A.; LOPES-DA-SILVA, J. A.; DELGADILLO, I.; VAN LOEY, A.; SMOUT, C.; HENDRICKX, M. Effect of thermal blanching and of high pressure treatments on sweet green and red bell pepper fruits (*Capsicum annuum* L.). **Food Chemistry** 107, 1436–1449, 2008.

CASTRO, S. M.; VAN LOEY, A.; SARAIVA, J. A.; SMOUT, C.; HENDRICKX, M. Process stability of *Capsicum annuum* pectin methylesterase in model systems, pepper puree and intact pepper tissue. **Eur Food Res Technol** , 221:452–458, 2005.

_____.
Inactivation of pepper (*Capsicum annuum*) pectin methylesterase by combined high-pressure and temperature treatments **Journal of Food Science** 75: 50-58, 2006.

CHEFTEL, J. C. Review: High-pressure microbial inactivation and food preservation. **Food Sci. Technol. Int.** 1: 75-90, 1995.

CHEN, N. J.; MANENOI, A.; PAULL, R. E. Papaya Postharvest Physiology and Handling – Problems and Solutions. **Acta Hort.** 740: 285 – 294, ISHS 2007.

CHEN, N. K. L. **Chemical changes during the post-harvest ripening of papaya fruit.** Honolulu, 1963. 48p. Tese (Master Science) University of Hawaii.

CHEN, Y. K.; PRESTON, J. F.; CHENG I.; HOOSHAR, P.; GLEENSON, R. A. & MARSHALL, M. R. Structural comparison of crustacean, potato, mushroom polyphenol oxidase. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 40(8), 1326–1330, 1992.

CHEYNIER, V. Polyphenols in foods are more complex than often thought. **American Journal Clinical Nutritional**, n. 81 (suppl). p. 223s-9s. 2005.

CHITARRA, M. I. F. & CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manejo.** 2. ed. Revisada e ampliada. [s.l]: Editora UFLA, 2005, 785 p.

_____. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e Manuseio.** Lavras: ESAL/FAEPE, 1990.

CHRISTENSEN, C. M. Sensory impact on food choice. **Manufacturing-Confectioner** 80(2) 39-41, 2000.

CIA, P. & BENATO, E. A. **Doenças do mamão.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 26, n. 228, p. 25-29, 2005.

CLINTON, S. K. Lycopene: Chemistry, biology, and implications for human health and disease. **Nutr. Rev.**, v. 56, n. 2, p. 35-51, 1998.

CONEGLIAN, R. C. C.; RODRIGUES, J. D.; MOREIRA, L. B. Efeito de reguladores vegetais na conservação de frutos de mamão cv. solo. **Agronomia**, v.38, n°.1, p. 88 - 92, 2004.

CORKINDALE, D. Technology too risky for major players. **Food Technology and Ingredients**, 31(2), 56–57, 2006.

COSTA A. F. S. & BALBINO, J. M. Características da fruta para exportação e normas de qualidade. In: FOLEGATTI, M. I. S. & MATSUURA, F. C. A. Mamão: Pós-colheita. Brasília: EMBRAPA-Mandioca e Fruticultura Tropical , 2002, 59p. (Frutas do Brasil, 21).

COSTELL, E.; VICENTA-PASTOR, M; IZQUIERDO, L.; DURAN, L. Relationships between acceptability and sensory attributes of peach nectars using internal preference mapping. **European Food Research and Technology**, v. 211, n.3, p.199-204, 2000.

DELIZA, R. The use of «ideal point» scale to determine the best sugar and dilution levels of passion fruit juice by consumers. **Alimentaria**, v.38, n. 24, p. 109-113, 2001.

DELIZA, R. **The effects of expectation on sensory perception and acceptance**. 1996. 198p. PhD Thesis. Faculty of Agriculture and Food Science, University of Reading, Reading, UK.

_____, ROSENTHAL, A.; ABADIO, F. B. D., SILVA, C. H. O., CASTILLO, C. Application of high pressure technology in the fruit juice processing: benefits perceived by consumers. **Journal of Food Engineering**, v.67, p.241-246, 2005.

_____; SILVA, A. L. S. Consumer attitudes towards information on non conventional technology. **Trends in Food Science & Technology**, v.14, p.43-49, 2003.

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

_____; TEIXEIRA, C.G.; BLEINORTH, E.W.; ANGELUCCI, E.; PUPO, L.M.; TOSELLO, Y. Processamento de purê de mamão pasteurizado. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 4, n. 1, p. 155-176. 1971/72.

DENÈS, J., BARON, A. and DRILLEAU, J. Purification, properties and heat inactivation of pectin methylesterase from apple (cv. Golden Delicious). **J. Sci. Food Agric.** 80:1503–1509, 2000.

DOGMAN, C.; ERKMEN, O. High pressure inactivation Kinetics of *Listeria monocytogenes* inactivation in broth, milk, and peach and orange juice. **Journal of Food Engineering**, v.62, p.47-52, 2004.

DRAETTA, I. S.; SHIMOKOMAKI, M.; YOKOMIZO, Y.; FUJITA, J. T.; MENEZES, H. C.de; BLEINORTH, E. W. Transformações bioquímicas do mamão (*Carica papaya*) durante a maturação. **Coletânea do Inst de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 6, n. 1, p. 395-408. 1975.

ESHTIAGHI, M. N., & KNORR, D. Potato cubes response to water blanching and high hydrostatic pressure. **Journal of Food Science**, 58, 1371-1374, 1993.

ESPIN, J. C.; MORALES, M.; VARON, R.; TUDELA, J. & GARCIA-CARNOVAS, F. Monophenolase activity of polyphenol oxidase from verdedoncella apple. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 43(11), 2807–2812, 1995.

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

FAO - Food and Agriculture Organization of United Nations FAOSTAT. Disponível em:<[http:// faostat.fao.org/site/408/DesktopDefault.aspx?PageID=408](http://faostat.fao.org/site/408/DesktopDefault.aspx?PageID=408)>. Acesso em: 01 de 2008.

FARIAS, A. R. N.; OLIVEIRA, A. M. G.; SANTOS FILHO, H. P.; et ai. A cultura do mamão. 2 ed. Rev. aum. EMBRAPA: Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical. - Brasília: Embrapa-SPI (Coleção Plantar, n. 37), 1998. 92 p.

FARKAS, D. F., & HOOVER, D. G. High pressure processing. **Journal of Food Science**, 65(4), 47–64, 2000.

FARR, D. High Pressure Technology in the Food Industry. **Trends in Food Science & Technology**, v. 1, n. 7, p. 14-16, 1990.

FAYYAZ, A., ASBI, B. A., GHAZALI, H. M., CHE MAN, Y. B. & JINAP, S. Kinetics of papaya pectinesterase. **Food Chem.** 53, 129–135, 1995a.

Stability studies of papaya pectinesterase. **Food Chem.** 53, 391– 396, 1995b.

FERREIRA, J. C., CAVALCANTI-MATA, M. E. R. M., BRAGA, M. E. D. **Cinética de congelamento de polpa de umbú a duas temperaturas criogênicas** In: Congreso Latinoamericana y del Caribe de Ingenieria Agrícola, 2000, Irapuato. Anais, 2000.

FERREIRA, V. L. P.; ALMEIDA, T. C. A.; PETTINELLI, M. L. C. V.; SILVA, M. A. A. P.; CHAVES, J. B. P.; BARBOSA, E. M. M. Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos. **Manual: série qualidade**. Campinas SBCTA, p.127, 2000.

FOLEGATTI, M. I. da S.; MATSUURA, F. C. A. U. **Mamão: Pós-colheita**. EMBRAPA: Mandioca e Fruticultura. Brasília. Frutas do Brasil, 21. 2002. 59p.

FONSECA, M. J. O. Conservação **pós-colheita do mamão (Carica papaya L.): análise das cultivares Sunrise Solo e Golden , sob controle de temperatura e de atmosfera**. 2002. 177 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2002.

_____.; CENCI, S. A.; LEAL, N. R.; BOTREL, N. **Uso de atmosfera controlada para conservação pós-colheita do mamão ‘golden’**. Comunicação científica, P 357-359, 2001.

_____.; LEAL, N. R. CENCI, S. A.; CECON, P. R.; BRESSAN-SMITH, R. E.; BALBINO, J. M. S. Evolução dos pigmentos durante o amadurecimento de mamão ‘sunrise solo’ e ‘golden’. **Ver. Brás. Frutic.**, v. 29, n. 3, p. 451 – 455, 2007.

FREWER, L. Consumer perception and novel food acceptance. **Agriculture**, v.27,n.3, p.152-156, 1998.

_____.; HOWARD, C.; SHEPHERD, R. Public concerns about general and specific applications of genetic engineering: risk, benefit and ethics. **Science Technology and Human values**, v.22 (1), p.98-124, 1997.

_____.; MOLES, A.; SABA, A. Public concerns about general and specific applications of general engineering: a comparative study between the UK and Italy. **Nutrition & Food Science**, v.1, p.19-29, 1998.

FURTUNADO, A. A. Estudo da cinética da inativação térmica da pectinesterase e peroxidase presentes na polpa de caju e mamão. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) UFRN, 85p. 2002.

GALLEAZI, M. A.; SGARBIERI, V. C. & CONSTANTINIDES, S. M. Isolation, purification and physicochemical characterization of PPO from a dwarf variety of banana (*Musa cavendishii* L.). **Journal of Food Science**, 46, 150–155, 1981.

GARCIA-PALAZON, A.; SUTHANTHANGJAU, W.; KAJDA, P.; ZABETAKIS, I. The effects of high hydrostatic pressure on b-glucosidase, peroxidase and polyphenoloxidase in red raspberry (*Rubus idaeus*) and strawberry (*Fragaria ananassa*). **Food Chemistry** 88: 7–10, 2004.

GAZIANO J. M. H. The role of beta-carotene in the prevention of cardiovascular disease. **Ann. New York Acad. Sci.**, v. 691, p. 148-155, 1993.

GEBHARDT, S. E. & THOMAS, R. G. Nutritive value of foods. US Department of Agriculture, **Agricultural Research Service**, Home and Garden Bulletin 72, 2002.

GESTER, H. Y. The potential role of lycopene for human health. **J. Am. Coll. Nutr.**, v. 16, p. 109-126, 1997.

GIL, M. I., GARCIA-VIGUERA, C., ARTES, F., & TOMAS-BARBERAN, F. A. Changes in pomegranate juice pigmentation during ripening. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 5(68), 77–81, 1995.

GIOVANE, A., QUAGLIUOLO, L., SERVILLO, L., BALESTRIERI, C., LARATTA, B., LOIUDICE, R. and CASTALDO, D. Purification and characterization of three isoenzymes of pectin methyltransferase from tomato fruit. **J. Food Biochem.** 17: 339–349, 1994.

GIOVANNUCCI, E. Tomatoes, tomato-based products, lycopene, and cancer: Review of the epidemiologic literature. **J. Natl. Cancer Inst.**, v. 91, p. 317-331, 1999.

GIOVANNONI, J. J.; DELLAPENNA, D.; BENNETT, A. B.; FISHER, R. L. Expression of a chimeric polygalacturonase gene in transgenic rin (Ripening inhibitor) tomato fruit results in polyuronide degradation but not fruit softening, **Plant Cell** 1: 53-63, 1989.

GIRARD, B; MAZZA, G. **Productos Funcionales derivados de lãs uvas y de los cítricos. Capítulo 5, In: Alimentos Funcionales: aspectos bioquímicos e de procesado.** Editor: Mazza G. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, Espana. p. 141-182. 1998.

GOMES, P. M. de A., FIGUEIRÊDO, R. M. F., QUEIROZ, A. J. de M.

Caracterização e isotermas de adsorção de umidade da polpa de acerola em pó. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.4, n.2, p.157-165, 2002.

GONZALEZ-CARRANZA, Z. H.; ELLIOTT, K. A.; ROBERTS, J. A. Expression of polygalacturonases and evidence to support their role during cell separation processes in *Arabidopsis thaliana*, **J. Exp. Bot.** 58: 3719-3730, 2007.

GRANT, S.; PATTERSON, M.; LEDWARD, D. Food processing gets freshly squeezed. **Chemistry & Industry**, n. 2, p. 55-58, 2000.

GREENHOFF, K. & MacFIE, H. J. H. Preference mapping in practice. In: MacFIE H.J.H. & THOMSON D.M.H. (Eds.). **Measurement of food preferences.** Glasgow: Blackie Academic and Professional. p.137-166, 1994.

GRIZOTTO, R. K.; BRUNS, R. E.; AGUIRRE, J. M.; BATISTA, G. Otimização via metodologia de superfície de resposta dos parâmetros tecnológicos para produção de frutas estruturada e desidratada a partir de polpa concentrada de mamão. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 25(1): 158-164, 2005.

GUERRA, C. Impacto dos Componentes do Vinho na Saúde: Compostos Fenólicos. In: Vinho e Saúde: vinho como alimento natural. Org: Filho, J. M. de S.; Monfrói, V. Bento Gonçalves: Ibravin, p. 39-40. 2005.

_____.; BARNABÉ, D. Vinho. Cap. 17. In: Tecnologia de Bebidas: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, legislação e mercado. Org: Venturini, W. G. F. São Paulo: Edgard Blücher. p 423-452. 2005.

GUIAVARC'H, Y.; SEGOVIA, O.; HENDRICKX, M. VAN LOEY, A. Purification, characterization, thermal and high-pressure inactivation of a pectin methylesterase from white grapefruit (*Citrus paradisi*). **Innovative Food Science and Emerging Technologies** 6: 363 – 371, 2005.

HEIMDAL, H.; LARSEN, M. L. & POLL, L. Characterization of polyphenol oxidase from photosynthetic and vascular lettuce tissues (*Lectuca sativa*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 42, 1428–1433, 1994.

HENDRICKX, M.; LUDI KHUYZE, L.; VAN den BROECK, I; WEEMAES, C. Effects of High pressure on enzymes related to food quality (review). **Trends in Food Science & Technology**, v. 9, n.5, p.197-203, 1998.

HEREMANS, K. The behaviour of proteins under pressure. In R. Winter & J. Jonas (Eds.), High-pressure chemistry, biochemistry and materials science (pp. 443–469). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer, 1993.

_____. High pressure effects on biomolecules. LEDWARD, D. A.; JOHNSTON, D. E.; EARNSHAW, R. G. & HASTING, A. P. M. High Pressure Processing of Foods. Leicestershire, UK. Nottingham University Press, 1995.

_____, SMELLER, L. Review: Protein structure and dynamic at high pressure. **Biochimica et Biophysica Acta**, 1386: 353-370, 1997.

HERNANDEZ, F., MELGAREJO, P., TOMAS-BARBERAN, F. A., & ARTES, F. Evolution of juice anthocyanins during ripening of new selected pomegranate (*Punica granatum*) clones. **European Food Research Technology**, 1, 39–42, 1999.

HERNÁNDEZ, Y.; LOBO, M. G.; GONZÁLEZ, M. Determination of vitamin C in tropical fruits: A comparative evaluation of methods. **Food Chemistry** 96: 654 – 664, 2006.

HITE, B. H. The effects of pressure in the preservation of milk. Morgantown. Bull WV Univ Agric Sta Morgantown. 58: 15-35, 1899.

HODGE, K. Salads still hot after all these years. Fresh cut magazine (pp. 22–24). Yakima: Columbia Publishing and Design, July, 2003.

HOOVER, D. G.; METRICK, C.; PAPINEAU, A. M.; FARKAS, D. F.; KNORR, D. Biological effects of high hydrostatic pressure on food microorganisms. **Food Technology**, v.43, p.99-107, 1989.

HU, F. B. Plant-based foods and prevention of cardiovascular disease: an overview. **American Journal of Clinical Nutrition**, 78, 544S–551S, 2003.

HUGAS, M.; GARRIGA, M.; MONFORT, J. M. New mild technologies in meat processing: high pressure as a model technology. **Meat Science**, v.62 , p.359-371, 2002.

HUSSON, F. & PAGÉS, J. Comparison of sensory profiles done by trained and untrained juries: methodology and results. **Journal of Sensory Studies**, v. 18, 6: 453-464, 2003.

HWANG, I. G.; YOON, K. R. & KIM, W. Y. Rapid measurement of the enzymatic browning of pear juice by the addition of L-DOPA. **Food Biotechnology**, 5(2), 152–155, 1996.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola municipal. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br>> Acesso em: 24 set. 2008.

IFT. Institute of Food Technologists. Sensory Evaluation Division, 1994. **Journal of Food Science**, v.60, n.1, p.210-211, 1995.

INDRAWATI VAN LOEY, A. M.; LUDIKHUYZE, L. R. & HENDRICKX, M. E. Pressure–temperature inactivation of lipoxygenase in green peas (*Pisum sativum*): A kinetic study. **Journal of Food Science**, 66(5), 686–693, 2001.

_____. Lipoxygenase inactivation in green beans (*Phaseolus vulgaris* L.) due to high-pressure treatment at subzero and elevated temperatures. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 48(5), 1850–1859, 2000.

INDRAWATI, A. C., MESSAGIE I., NGUYEN M. T., VAN LOEY A., & HENDRICKX M. Comparative study on pressure and temperature stability of 5-methyltetrahydrofolic acid in model systems and in food products. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 52, 485 – 492, 2004a.

ISSANCHOU, S. Consumer Expectations and Perceptions of Meat and Meat Product Quality. **Meat Science**, v. 43, n. S5-S19, 1996.

JACKIX, M. H. **Doces, Geléias e frutas em calda**. L.M.C. Livraria. Campinas. Editora da UNICAMP. Ícone Editora LTDA, 1988.

JAGTIANI, J. (ed.) **Tropical fruit processing**. San Diego: Academic Press, 1988, p. 184.

JAVERI, H. & WICKER, L. Partial purification and characterization of peach pectinesterase. **J. Food Biochem.** 15: 241–252, 1991.

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**, 68: (5): 1590-1594, 2003.

JONES W. W. Respiration and chemical changes of the papaya fruit in relation to temperature. **Plant Physiology**, v, 17, p. 481-486, 1942.

_____. & KUBOTA, H. Some chemical and respiration changes in the papaya fruit during and the effects of cold storage on these changes. **Plant Physiology**, v.15, p. 711-777, 1940.

JOSÉ, A. R.; SOUZA, J. I. V. B.; FILHO J. M.; MORAIS, O. M. **Manga – tecnologia de produção e mercado**. Vitória da Conquista, BA, Editora UESB, 1996. 361p.

KHAN, A. A. & ROBINSON, D. S. Purification of an anionic peroxidase isoenzyme from mango (*Mangifera indica* L.var.chaunsa). **J.Food Sci.** v. 46, p. 61-64, 1993.

KIMURA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; YOKOYAMA, S. M. Cultivar differences and geographic effects on the carotenoid composition and vitamin A value of papaya. **Lebens. Wissen. Technol.**, v. 24, n. 5, p. 415-418, 1991.

KNORR, D. Hidrostatic Pressure Treatment of Food: Microbiology in New Methods of Food reservation (Gould, G. W. ed.), pp. 159-175, Blackie Academic and Professional, 1995.

KREBBERS, B.; MATSER, A. M.; HOOGERWERF, S. W.; MOEZELAAR, R., TOMASSEN, M. & VAN DEN BERG, R. W. Combined high pressure and thermal treatments for processing of tomato puree: Evaluation of microbial inactivation and quality parameters. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, 4(4), 377–385, 2003.

KRINSKY, N. I. Actions of carotenoids in biological systems. **Annu. Rev. Nutr.**, v. 13, n. 7, p. 561-587, 1993.

KUSKOSKI, E. M. ; ASUERO, A. G. ; TRONCOSO, A. M. ; MANCINI-FILHO, J. ; FETT, R. Aplicação de diversos métodos químicos para determinar atividade antioxidante em polpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p. 726-732, 2005.

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

LEE, Y. C. Browning reaction enzymatic. In the Encyclopedia of Food Science and Technology Hui, Y.; Ed.; Wiley, New York, 223-230, 1991.

LELIÈVRE, J. M.; LATCHÉ, A.; JONES, B.; BOUZAYEN, M.; PECH, J. C. Ethylene and fruit ripening. **Physiologia Plantarum**, v.101, p.727-739, 1997a.

LEONI, O. & PALMERI, S. Polyphenol oxidase from artichoke (*Cynara scolymus* L.). **Food Chemistry**, 3827–3839, 1990.

LEVI, A.; GACEL, S. & JUVEN, B. J. Intermediate-moisture tropical fruits products for developing countries. II – Quality characteristics of papaya. **J. Food Technol.** 20: 163-175, 1985.

LI, B. W., CARDOZO, M. S. Determination of total dietary fiber in foods and products with little or no starch, non-enzymatic-gravimetric method: collaborative study. **Journal of AOAC International**, Beltsville, v.77, n.3, p.687-689, 1994.

LIU, R. H. Potential Synergy of Phytochemicals in Cancer Prevention: Mechanism of Action. In: International Research Conference on Food, Nutrition, and Cancer. **American Society for Nutritional Sciences**. P.3479S-3485S, 2004.

LÓPEZ-CABALLERO, M. E.; CARBALLO, J.; JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Responses of *Pseudomonas fluorescens* to combined high pressure/ temperature treatments. **European Food Research Technology**, v.214, n.6, p.511-515, 2002a.

LÓPEZ-MALO, A.; PALOU, E.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; WELTI-CHANES, J. & SWANSON, B. G. Polyphenoloxidase activity and color changes during storage of high hydrostatic pressure treated avocado puree. **Food Research International**, 31, 549-556, 1999.

LUDI KHUYZE, L. & HENDRICKX, M. E. Effects of high pressure on chemical reactions related to food quality. In M. E. Hendrickx, & D. Knorr (Eds.), Ultra high pressure treatment of food, Chapter 6 (pp. 17–185). London, UK: Kluwer, 2001.

LY-NGUYEN, B., VAN LOEY, A., FACHIN, D., VERLENT, I., DUVETTER, T., VU, S.T., SMOUT, C. and HENDRICKX, M.E. Strawberry pectin methylesterase

(PME): Purification, characterization, thermal and high-pressure inactivation. **Biotechnol. Prog.** 18, 1447–1450, 2002a.

_____.; INDRAWATI & HENDRICKX, M. Purification, characterization, thermal and high-pressure inactivation of pectin methylesterase from bananas (cv. Cavendish). **Biotechnol. Bioeng.** 78, 683–691, 2002b.

_____. Partial purification, characterization and thermal and high-pressure inactivation of pectin methylesterase from carrots (*Daucus carota* L.). **J. Agric. Food Chem.** 50, 5437–5444, 2002c.

MACEDO, G. A.; PASTORE, G. M.; SATO, H. H.; PARK, Y. K. **Bioquímica experimental de alimentos**. São Paulo: Varela. 187p, 2005.

MACDONALD, H. M., EVANS, R. and SPENCER, W. J. Purification and properties of the major pectinesterases in lemon fruits (*Citrus limon*). **J. Sci. Food Agric.** 62, 163–168, 1993.

MacFIE, H. J. Apostila de Curso - **Produto, Mercado e Inovação: Métodos Estatísticos Utilizados em Estudos de Consumidor**, Miramar Palace Hotel: Rio de Janeiro, Brasil, 291p. 2005.

_____.; BRATCHELL, N.; GREENHOFF, K.; VALLIS, L. V.; Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, n.4, p.129-148, 1989.

_____. & HEDDERLEY, D. Current practice in relating sensory perception to instrumental measurements. **Food Quality and Preference**, 4(1/2), 41-49, 1993.

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*). UNICAMP, 156p. 1993.

_____.; TOSELLO, R. M.; MASSAGUER, P. R. Thermal inactivation of pectinesterase in papaya pulp (pH 3.8). **Journal of Food Process Engineering** 19 353-361, 1996.

MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M; LIMA, A. S. **Processamento de sucos de frutas tropicais**. Fortaleza: Editora UFC, 2007.

MARIN, S. L. D. & SILVA, J. G. F. da. Aspectos econômicos e mercados para a cultura do mamoeiro do grupo solo na região norte do Espírito Santo. In: MENDES, L. G.; DANTAS, J. L. L.; MORALES, C. F. G. (ed.). **Mamão no Brasil**. Cruz das Almas: EUFBA/EMBRAPA, 1996. p. 3-20.

MARTIN, Z. J.; NISIDA, A. L. A. C.; MEDINA, J. C.; BALDINI, V. L. Processamento: produtos, características e utilização. In: MEDINA, J. C. et al. (Ed.)

Mamão: cultura, material-prima, processamento e aspectos econômicos. Campinas: ITAL, 1995. cap. 3, p. 255-334. (Série Frutas Tropicais, 7)

MARTÍNEZ-VALVERDE, PERIAGO, M. J.; ROS, G. Significado Nutricional de los Compuestos Fenólicos de la Dieta. *ALAN*, v. 50, n. 1. Caracas, mar. 2000.

MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATT, M. I. S.; CARDOSO, R. L.; FERREIRA, D. C. Sensory Acceptance of mixed nectar of papaya, passion fruit and acerola. **Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)**, v.61, n.6, p.604-608, 2004.

MAYNE, S. T. Beta-carotene, carotenoids and disease prevention in humans. **FASEB J.**, v. 10, n. 7, p. 690-701, 1996.

MAZZAFERA, P. & ROBINSON, S. P. Characterization of polyphenol oxidase in coffee. **Phytochemistry**, 55, 285–296, 2000.

MCEWAN, J. A.; HUNTER, A. E.; VAN GEMERT, L. J. & LEA, P. Proficiency testing for sensory profile panels: measuring panel performance. *Food Quality and Preference*, 13, 181–190, 2002.

MCEVILY, A. J. & IYENGAR, R. Inhibition of enzymatic browning in foods and beverages. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. 32: 253-273, 1992.

MCINERNEY, J. K.; SECCAFIEN, C. A.; STEWART, C. M. & BIRD, A. R. Effects of high pressure processing on antioxidant activity, and total carotenoid content and availability, in vegetables. **Innovative Food Science and Emerging Technologies** 8: 543–548, 2007.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. Sensory evaluation techniques. 3ed Boca Raton : CRC Press, 1999, 387p.

MELGAREJO, P., & ARTES, F. Total lipids content and fatty acid composition of oil seed from lesser known sweet pomegranate clone. **Journal of the Food and Agriculture**, 80, 1452–1454, 2000.

MELLO, J. S. R e 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 – Seção Análise e Química de Alimentos

MENEZES, E. M. S. **Efeito da alta pressão hidrostática em polpa de açaí pré-congelada (*Euterpe aleraceae*, Mart.)**. Rio de Janeiro: Instituto de Tecnologia da UFRRJ, 2005, 83p. (Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos).

MENEZES, V.; DRAETTA, J. Sugar changes in the mango and banana during ripening. **Advanced Food Research**, v. 30, p. 340-342, 1980.

MEYER, R. S.; COOPER, K. L.; KNORR, D.; LELIEVELD, H. L. M. High-pressure sterilization of foods. **Food Technology**, v. 54, n. 11, p. 67, 72, 2000.

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

MUÑOZ, A. M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation in quality control**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 240 p.

MURRAY, J. M. & DELAHUNTY, C. M. Mapping consumer preference for the sensory and packaging of Cheddar cheese. **Food Quality and Preference**, v.11, p.419-435, 2000.

_____.; BAXTER, I. Descriptive sensory analysis: past, present and future. **Food Research International**, v.34, p.461-471, 2001.

NAGATO, L. A. F.; RODAS, M. A. De B.; DELLA TORRE, J. C. De M.; CANO, C. B.; BARSOTTI, R. C. F.; YOTSUYANAGI, K. Parâmetros físicos e Químicos e Aceitabilidade sensorial de sucos de frutas integrais, maracujá e uva, de diferentes marcas comerciais brasileiras. **Brazilian Journal of Food Technology**, vol. 6, p. 127-136, jan/jun, 2003.

NIENABER, U., & SHELLHAMMER, T. H. High-pressure processing of orange juice: Kinetics of pectinmethylesterase inactivation. **Journal of Food Science**, 66(2), 328–331, 2001.

NORONHA, R. L. F. **A expectativa do consumidor e sua influência na aceitação e percepção sensorial de café solúvel** (Tese de Doutorado). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. 130p. 2003.

NORTON, T. & SUN, D. W. Recent Advances in the Use of High Pressure as an Effective Processing Technique in the Food Industry. **Food Bioprocess Technology**, 1:2-34, 2008.

ÔBA, K.; IWATSUKI, N.; URITANI, I.; ALVAREZ, A.M. & GARCIA, V.V. Partial purification and characterization of polyphenol oxidase isozymes in banana bud. **Bioscience, Biotechnology, Biochemistry**, 56(7): 1027-1030, 1992.

OGAWA, H.; FUKUHISA, K.; KUBO, Y.; FUKUMOTO, H. Pressure Inactivation of Yeast, Molds and Pectinesterase in Satsuma Mandarin Juice: Effects of Juice concentration, pH and Organic Acids, Comparison with Heat Sanitation. **Agriculture Biologic Chemistry**, 54, pp. 1219-1225, 1990.

O'REILLY, C. E.; KELLY, A. L.; MURPHY, P. M.; BERESFORD, T. P. High-pressure treatment: applications in cheese manufacture and ripening. **Trends in Food Science Technology**, v. 12, n. 2, 51-59, 2001.

OLIVEIRA, M. E. B. de; BASTOS, M. S. R.; FEITOSA, T. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-química de polpa congelada de acerola, cajá e caju. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.3, p.326-332. 1999.

OLSON, J. A. Carotenoids. In: SHILS, M. E.; OLSON, J. A.; SHIKE, M.; ROSS, A. C. Eds.. **Modern nutrition in health and disease**. 9th ed. Baltimore: Willians & Wilkins, 1999, p. 525-541.

ORDOÑEZ, J. A.; RODRIGUEZ, M. I. C.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALES, L. L. H.; CORTECERO, M. D. S. *Tecnología de Alimentos Volume 1: Componentes dos alimentos e processos*. Porto Alegre: Artmed, 2005. 172p.

OXEN, P.; KNORR, D. Baroprotective Effects of High Solute Concentrations Against Inactivation of *Rodotorula rubra*. *Lebensmittel – Wissenschaft und-Technologie*, London, v. 26, n.3, p.439-442, 1993.

PAIVA, S. A. R.; RUSSEL, R. M. β -carotene and other carotenoids as antioxidants. **J. Am. Coll. Nutr.**, v. 18, p. 426-433, 1999.

PALOU, E.; HERNANDEZ-SALGADO, C.; LÓPEZ-MALO, A.; BARBOSA-CÁNOVAS, G.V.; SWANSON, B.G.; WELTI-CHANES, J. High pressure-processed guacamole. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**. 1: 69-75, 2000.

_____.; LÓPEZ-MALO, A.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; WELTI-CHANES, J. & SWANSON, B. G. Polyphenoloxidase activity and color of blanched and high hydrostatic pressure treated banana puree. **Journal of Food Science**, v. 64, n.1, 42-45, 1999.

_____.; DAVIDSON, P. M.; SWANSON, B. G. High Hidrostatic Pressure Come-Up Time and Yeast Viability. **Journal of Food Protection**. 61 (12), 1657, 1998.

PARKE, D.V. Nutritional antioxidants and disease prevention: Mechanisms of Action. In: BASU, T. K.; TEMPLE, N, J.; GARG, M. L eds. *Antioxidants in Human Health and Disease*. CABI Publishing, New York, 1999.

PATTERSON, M. F.; QUINN, M.; SIMPSON, R.; GILMOUR, A. Sensitivity of vegetative pathogens to high hydrostatic pressure treatment in phosphate-buffered saline and foods. **J. Food Prot.**, 58, 524-529, 1995.

PATTHAMAKANOKPORN, O.; PUWASTIEN, P.; NITITHAMYONG, A.; SIRICHAKWAL, P. P. Changes of antioxidant activity and total phenolic compounds during storage of selected fruits. **Journal of Food Composition and Analysis** 21: 241–248, 2008.

PENNY, M. K. E.; HECKER, K. D.; BONANOME, A.; COVAL, S. M.; BINKOSKI, A. E.; HILPERT, K. F.; GRIEL, A.; ETHEERTON, T. D. Bioactive compounds in foods: Their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. **Am. J. Med.**, v. 113, p. 71S-88S, 2002.

PENTEADO, A. L. & LEITÃO, M. F. F. Growth of *Salmonella Enteritidis* in melon, watermelon and papaya pulp stored at different times and temperatures. **Food Control** 15: 369–373, 2004.

PIMENTEL, C. V. M. B.; FRANCKI, V. M. & GOLLUCKE, A. P. B. Alimentos Funcionais – Introdução às principais substâncias bioativas em alimentos, pp. 31-64, São Paulo: Liv. Varela, 2005.

POLYDERA, A. C.; GALANOU, E.; STOFOROS, N. G.; TAOUKIS, P. S. Inactivation kinetics of pectin methylesterase of greek Navel orange juice as a function of high pressure and temperature process conditions. **Journal of Food Engineering** 62: 291-298, 2004.

_____.; STOFOROS, N. G.; TAOUKIS, P. S. Comparative shelf life study and vitamin C loss kinetics in pasteurized and high pressure processed reconstituted orange juice. **Journal of Food Engineering**, v. 60, p. 21-29, 2003.

PUPPO, C.; CHAPLEAU, N.; SPERONI, F.; LAMBALLERIEANTON, M. de; MICHEL, F.; AÑON, C.; ANTON, M. Physicochemical modifications of high-pressure-treated soybean protein isolates. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 6, p. 1564-1571, 2004.

QUAGLIA, G. B.; GRAVINA, R.; PAPERI, R.; PAOLETTI, F. Effect of High Pressure Treatments on Peroxidase Activity, Ascorbic Acid Content and Texture in Green Peas. **Lebensm. – Wiss. U. – Technology**. 29, pp. 552-555, 1996.

RAJASHEKHARA, E.; SURESH, E. R. & ETHIRAJ, S. Influence of different heating media on thermal resistance of Neosartorya fischeri isolated from papaya fruit. **Journal of Applied Bacteriology**, v.81, p.337-340, 1996.

RAPEANU, G.; VAN LOEY, A.; SMOUT, C.; HENDRICKX, M. Thermal and High-Pressure Inactivation Kinetics of Polyphenol Oxidase in Victoria Grape Must. **J. Agric. Food Chem.** 53: 2988-2994, 2005.

RASO, J., & BARBOSA-CANOVAS, G. V. Non-thermal preservation of foods using combined processing techniques. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 43(3), 265–285, 2003.

RIBEIRO, M. L. **Efeito do processamento térmico nas características físico-químicas, nutricionais, microbiológicas e atividade enzimática de polpa de mamão formosa (*Carica papaya L.*)**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) UFRRJ, 2009. (NO PRELO, defesa marcada para dia 27 de março)

RICE-EVANS, C. A.; MILLER, N. J.; PAGANGA, G. Antioxidant properties of phenolic compounds. **Trends Plant Sci.**, Oxford, v.4, p.304-309, 1997.

ROCK, C. L. Carotenoids: Biology and treatment. **Pharmacol. Ther.**, v. 75, n. 3, p. 185-197, 1997.

RODRIGO, D.; VAN LOEY, A. & HENDRICKX, M. E. Combined thermal and high pressure colour degradation of tomato puree and strawberry juice. **Journal of Food Engineering**, 79(2), 553–660, 2007.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. & AMAYA-FARFÁN, J. Perspectivas de inovação em alimentos funcionais. In: ROSENTHAL, A. Tecnologia de Alimentos e Inovação:

Tendências e Perspectivas. EMBRAPA-Informação tecnológica. Brasília, 91-102 p. 2008.

ROSA, J. S.; GODOY, R. L. O.; OIANO NETO, J; CAMPOS, R. S.; MATTA, V. M.; FREIRE, C. A.; SILVA, A. S.; SOUZA, R. S. Desenvolvimento de um método de análise de vitamina C em alimentos por cromatografia líquida de alta eficiência e exclusão iônica. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 27(4): 787-792, out.-dez., 2007.

ROSS, A. I. V.; GRIFFITHS, M. W.; MITTAL, G. S. & DEETH, H. C. Combining non-thermal technologies to control foodborne microorganisms. **International Journal of Food Microbiology**, 89(2-3), 125-138, 2003.

ROUSE, A. H. & ATKINS, C. D. Pectinesterase and pectin in commercial citrus juices as determined by methods used at the citrus experiment station. Technical Bulletin 570. University of Florida, December, 1955.

SALGADO, S. M.; GUERRA, N. B.; MELO FILHO, A. B. Polpa de fruta congelada: Efeito do processamento sobre o conteúdo de fibra alimentar. **Revista de Nutrição**. Campinas, 12(3): 303-308, 1999.

SALOMÃO, B. C. M. Isolamento, identificação e estudo da resistência térmica de fungos filamentosos termorresistentes em produtos de frutas. (Tese de Mestrado) Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

_____.; SLONGO, A. P.; ARAGAO, G. M. F. Estudo da influencia de diferentes fatores na termorresistencia do fungo *Neosatorya Fischeri* em sucos tropicais. **LWT** 40 (2007) 676-680, 2004.

SALUNKHE, D. K.; BOLIN, H. R.; REDDY, N. R. **Storage, Processing and Nutritional Quality of Fruits and Vegetables**. v. 1, 2 nd ed., Boca Raton, Ch 6. FL: CRC Press, 1991.

_____. & DESAI, B. B. Papaya in postharvest biotechnology of fruits. V. 2, pp. 13-26, CRC Press, Florida, 1984.

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 Science** 86: 133-139, 2008.

SAN MARTIN-GONZALEZ, M. F.; WELTI-CHANES, J. & BARBOSA-CANOVAS, G. V. Cheese manufacture assisted by high pressure. **Food Reviews International**, 22(3), 275-289, 2006.

_____.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; SWANSON, B. G. Food processing by high hydrostatic pressure. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.42, n.6, p.627-645, 2002.

SANCHO, F.; LAMBERT, Y.; DEMAZEAU, G.; LARGETEAU, A. BOUVIER, J. M.; NARBONNE, J. F. Effect of ultra-high hydrostatic pressure on hydrosoluble vitamins. **Journal of Food Engineering**, v. 39, p. 247-253, 1999.

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

SCALBERT, A.; JOHNSON, I. T. & SALTMARSH, M. Polyphenols: Antioxidants and beyond. **American Journal of Clinical Nutrition**, 81, 215S–217S, 2005.

_____.; WILLIAMSON, G. Dietary intake and bioavailability of polyphenols. **Journal Nutricional**. 130: 2073S-2085S. 2000.

SELVARAJ, Y. ; PAL, D. K. ; SUBRAMANYAM, M.D. ; IYER, C. P. A. Changes in the chemical composition of four cultivars of papaya (*Carica papaya* L.) during growth and development. **Journal Horticultural Science**, v. 57, n. 1, p. 135-143, 1982.

SENTANIN, M. A. & AMAYA, D. B. R. Teores de carotenóides em mamão e pêssego determinados por cromatografia líquida de alta eficiência. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 27(1): 13-19, 2007.

SEYDERHELM, I.; BOGUSLAWSKI, S.; MICHAELIS G.; KNORR, D. Pressure induced inactivation of selected food enzymes. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 61, n. 2, p. 308-310, 1996.

SIDDIQ, M.; SINHA, N. K. & CASH, J. N. Characterization of polyphenol oxidase from Stanley plums. **Journal of Food Science**, 57: 1177–1179, 1992.

SILVA, F. C. **Efeito *in vitro* e *in vivo* dos óleos essenciais de condimentos sobre fungos que ocorreram em pós-colheita em frutos de morango e mamão.** (Tese de Mestrado) Lavras: UFLA, 2008.

SILVA, M. C. A.; TARSITANO, M. A. A.; CORREA, L.S. Análise do custo de produção e lucratividade do mamão formosa, cultivado no município de Santa Fé do Sul (SP). **Revista Brasileira de Fruticultura**, São Paulo, v. 26, n.1, p. 40-43, 2004.

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.

SKREDE, G.; WROLSTAD, R. E. Flavonoids from berries and grapes. In: **Functional Foods: Biochemical and Processing Aspects**. SHI, J; MAZZA, G.; MAGUER, M. Le. CRC Press, Washington, D. C. p. 72 – 123. 2002.

SMELT, J. P. P. M. Recent advances in the microbiology of high pressure processing. **Trends in Food Science & Technology**, 9: 152–158, 1998.

SMITH, C. J. S.; WATSON, C. F.; MORRIS, P. C.; BIRD, C. R.; SEYMOUR, G. B.; GRAY, J. E.; ARNOLD, C.; TUCHER, G. A.; SCHUCH, W.; HARDING, S.; GRIERSON, D. Inheritance and effect on ripening of polygalacturonase genes in transgenic tomatoes, **Plant Mol. Biol.** 14: 369-379, 1990.

SNOWDON, A. L. **A colour Atlas of Post-harvest Diseases and Disorders of Fruits and Vegetables: fruits and general introduction.** London: Wolfe Scientific, v.1, 302p, 1990.

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.

SFILIMBERGO, S.; ELVASSORE, N. & BERTUCCO, A. Microbial inactivation by high-pressure. **Journal of Supercritical Fluids**, 22 (1), 55–63, 2002.

STAHL, W. S. H. Lycopene: A biologically important carotenoid for humans? **Arch Biochem Biophys.**, v. 336, n. 1, p. 1-9, 1996.

STEVEN, K. C. Lycopene: Chemistry, biology and implications for human health and disease. **Nutr. Rev.**, v. 56, n. 2, p. 35-51, 1998.

STONE, H. & SIDEL, J. **Sensory evaluation practices**. Academic Press: New York. 3 ed., p.338, 1993.

SUN, D. W. (Ed.) **Emerging technologies for food processing**. London, UK: Elsevier, 2005.

TAUSCHER, B. K. High pressure and chemical reactions: effects on nutrients and pigments. *Emerging Food Science and Technology*. Tampere, Finland. November 58: 22-24, 1999.

_____. Effect of High Pressure treatment to nutritive substances and natural pigments. *Fresh Novel Foods by High Pressure*. VTT Symposium 186. Technical Research Centre of Finland. Helsinki, Finland, 1998.

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

TEIXEIRA, G. H. de A.; DURIGAN, J. F.; MATTIUZ, B.; ROSSI JÚNIOR, O. D. Processamento mínimo de mamão ‘formosa’. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 21 (1): 47-50, 2001.

THEMMEN, A. P. N.; TUCKER, G. A.; GRIERSON, D. Degradation of isolated tomato cell wall by purified polygalacturonase in vitro, **Plant Physiol.** 69: 122-124, 1982.

TING, E. Y. & MARSHALL, R. G. Production Issues Related to UHP Food. In J. Welti-Chanes, BARBOSA-CANOVAS, G. V. & AGUILERA, J. M. (Eds.), *Engineering and food for the 21st century*. Food preservation technology series, Chapter 44 (pp. 727–738). Boca Raton, FL, USA: CRC Press LLC, 2002.

TOEPFL, S.; MATHYS, A.; HEINZ, V. & KNORR, D. Potential of high hydrostatic pressure and pulsed electric fields for energy efficient and environmentally friendly food processing. **Food Reviews International**, 22(4), 405–423, 2006.

TORRES, J. A., & VELAZQUEZ, G. Commercial opportunities and research challenges in the high pressure processing of foods. **Journal of Food Engineering**, 67(1-2), 95-112, 2005.

UENOJO, M. & PASTORE, G. M. Pectinases: Aplicações industriais e perspectivas. **Química Nova**, Vol 30, n. 2, 388-394, 2007.

UMBELINO, D. C. **Caracterização sensorial por análise descritiva quantitativa e análise tempo-intensidade de suco e de polpa de manga (*Mangifera indica L.*) adoçados com diferentes edulcorantes.** (Tese Doutorado) 190 p. Departamento de Alimentos e Nutrição (DEPAN), Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2005.

VÁMOS VIGYÁZÓ, L. Polyphenol oxidase and peroxidase in fruits and vegetables. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 15(1), 49-127, 1981.

VAN DEN BROECK, I.; LUDI KHUYZE, L.; WEEMAES, C.; VAN LOEY, A.; HENDRICKX, M. E. Inactivation of orange pectin methylesterase by combined high-pressure and temperature treatments: A kinetic study. **J. Agric. Food Chem.** 48: 1960-1970, 2000.

_____. Thermal and Combined Pressure-Temperature Inactivation of Orange Pectinesterase: Influence of pH and Additives. **J. Agric. Food Chem.**, 4: 2950-2958, 1999.

_____. Kinetics for isobaric-isothermal degradation of L-ascorbic acid. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, D. C., v. 46, p. 2001-2006, 1998.

VAN LOEY, A.; OOMS, V.; WEEMAES, C.; VAN DEN BROECK, I.; LUDI KHUYZE, L.; INDRAWATI, *et al.* Thermal and pressure-temperature degradation of chlorophyll in broccoli (*Brassica oleracea L italica*) juice: A kinetic study. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 46(12), 5289-5294, 1998.

VERLENT, I.; VAN LOEY, A.; SMOUT, C.; DUVETTER, T.; LY NGUYEN, B. & HENDRICKX, M. E. Changes in purified tomato pectinmethylesterase activity during thermal and high pressure treatment. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 84, 1839-1847, 2004.

_____.; HENDRICKX, M.; VERBEYST, L.; VAN LOEY, A. Effect of temperature and pressure on the combined action of purified tomato pectinmethylesterase and polygalacturonase in presence of pectin. **Enzyme and Microbial Technology** 40: 1141-1146, 2007.

VILLANUEVA, N. D. M. **Avaliação do desempenho de quatro métodos de escalonamento em testes sensoriais de aceitação utilizando modelos normais aditivos de análise da variância e mapas internos de preferência.** Campinas: Faculdade de Engenharia de Alimentos, 2003, 140p. (Tese de Doutorado em Alimentos e Nutrição)

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** 19: 434-445, 2006.

WEEMAES, C.; LUDIKHUYZE, L.; VAN DEN BROECK, I. & HENDRICKX, M. High pressure inactivation of Polyphenoloxidases. **Journal of food science**, v. 63 5 : 1-5, 1998.

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

WILBERG, V. C. & RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. HPLC Quantitation of major carotenoids of fresh and processed guava, mango and papaya. **Lebensm.-Wiss. u.-Technol.**, 28, 474-480, 1995.

WHITAKER, J. R. **Polyphenol Oxidase**. In Principles of Enzymology for the Food Sciences. Ch 22 O.R. Fennema (Ed.). Marcel Dekker, Inc, New York, 1972b.

YACKINOUS, C.; WEE, C.; GUINARD, J. X. Internal preference mapping of hedonic ratings for Ranch salad dressing varying in fat and galic flavor. **Food Quality Preference**, v.10, p.401-409, 1999.

YALDAGARD, M.; MORTAZAVI, S. A.; TABATABAIE, F. The principles of ultra high pressure technology and its application in food processing/preservation: A review of microbiological and quality aspects. **African Journal of Biotechnology**, v. 7(16), pp. 2739-2767, 2008.

YAMAMOTO, H. Y. Comparison of the carotenoids in yellow - and - red-fleshed *Carica papaya*. **Nature**, v. 201, p. 1049-1051, 1964.

YOUNG, A. J.; LOWE, G. M. Antioxidant and prooxidant properties of carotenoids. **Arch. Biochem. Biophys.**, v. 385, n. 1, p. 20-27, 2001.

ZOBELL, C. D.; PARISH, M. E.; BRADDOCK, R. J.; BALABAN, M. O. High pressure inactivation kinetics of *Saccharomyces cerevisiae* ascospores in orange and apple juice. **J. Food Science**. 64(3): 533-535, 1999.

ANEXOS

Tabelas ANOVA para variáveis de resposta que não tiveram significância estatística, ou que não contribuíram para obter o binômio ideal para o estudo.

ANEXO A - Análise de variância do modelo linear para Acidez em polpas de mamão pressurizadas a 300, 400 e 500MPa, por 5 a 15 minutos.

Fatores	Soma Linear	Grau de Liberdade	Média Linear	F	p
Pressão	0,245025	1	0,245025	14,10989	0,032973
Tempo	0,055225	1	0,055225	3,18016	0,172545
Interação (p) e (t)	0,018225	1	0,018225	1,04950	0,381016
Erro	0,052096	3	0,017365		
SS Total	0,370571	6			

$$R^2 = 0,85942$$

$$R^2_{\text{ajustado}} = 0,71883$$

ANEXO B - Análise de variância do modelo linear para Valor de Diferença da Cor em polpas de mamão pressurizadas a 300, 400 e 500 MPa, por 5 a 15 minutos.

Fatores	Soma Linear	Grau de Liberdade	Média Linear	F	p
Pressão	0,722500	1	0,722500	3,321112	0,165924
Tempo	0,067600	1	0,067600	0,310737	0,616119
Interação (p) e (t)	0,129600	1	0,129600	0,595732	0,496436
Erro	0,652643	3	0,217548		
SS Total	1,572343	6			

$$R^2 = 0,58492$$

$$R^2_{\text{ajustado}} = 0,16985$$

ANEXO C - Análise de variância do modelo linear para Residual de Atividade da Polifenol oxidase em polpas de mamão pressurizadas a 300, 400 e 500 MPa, por 5 a 15 minutos.

Fatores	Soma Linear	Grau de Liberdade	Média Linear	F	p
Pressão	0,072900	1	0,072900	5,310094	0,104569
Tempo	0,081796	1	0,081796	5,958085	0,092424
Interação (p) e (t)	0,078400	1	0,078400	5,710718	0,096767
Erro	0,041186	3	0,013729		
SS Total	0,274282	6			

$$R^2 = 0,84984$$

$$R^2_{\text{ajustado}} = 0,69968$$

ANEXO D - Análise de variância do modelo linear para Sólidos Solúveis Totais em polpas de mamão pressurizadas a 300, 400 e 500 MPa, por 5 a 15 minutos.

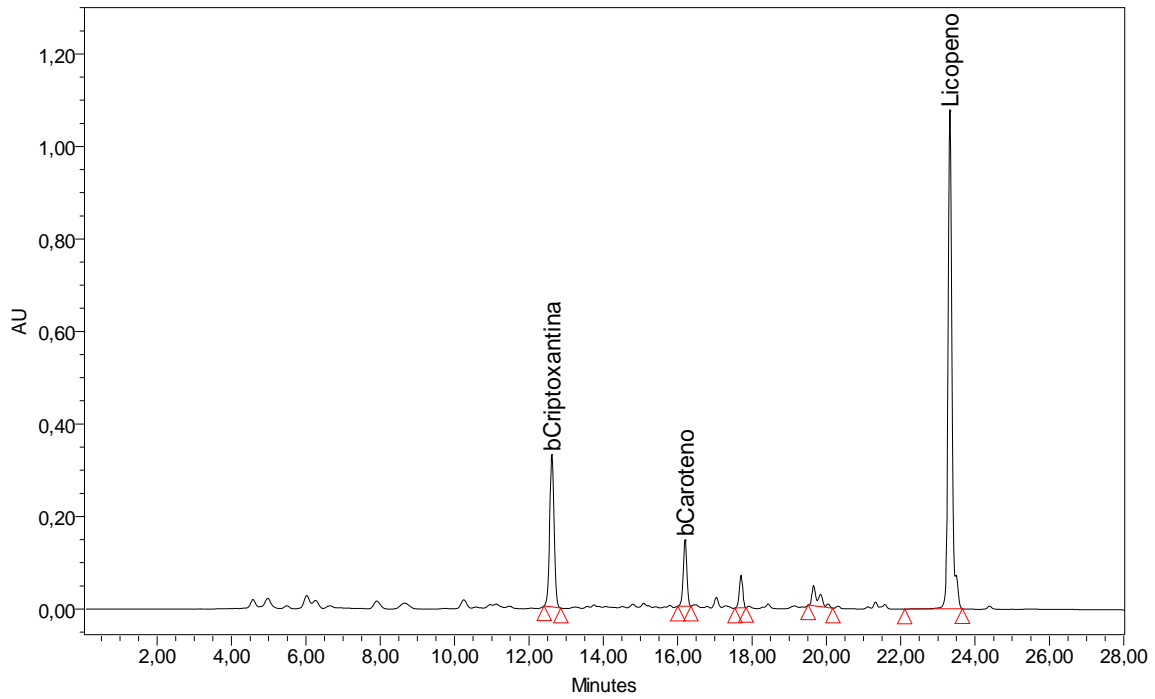
Fatores	Soma Linear	Grau de Liberdade	Média Linear	F	p
Pressão	0,002500	1	0,002500	0,151079	0,723451
Tempo	0,22500	1	0,22500	1,359712	0,327861
Interação (p) e (t)	0,022500	1	0,022500	1,359712	0,3278
Erro	0,049643	3	0,016548		
SS Total	0,097143	6			

$$R^2 = 0,48897$$

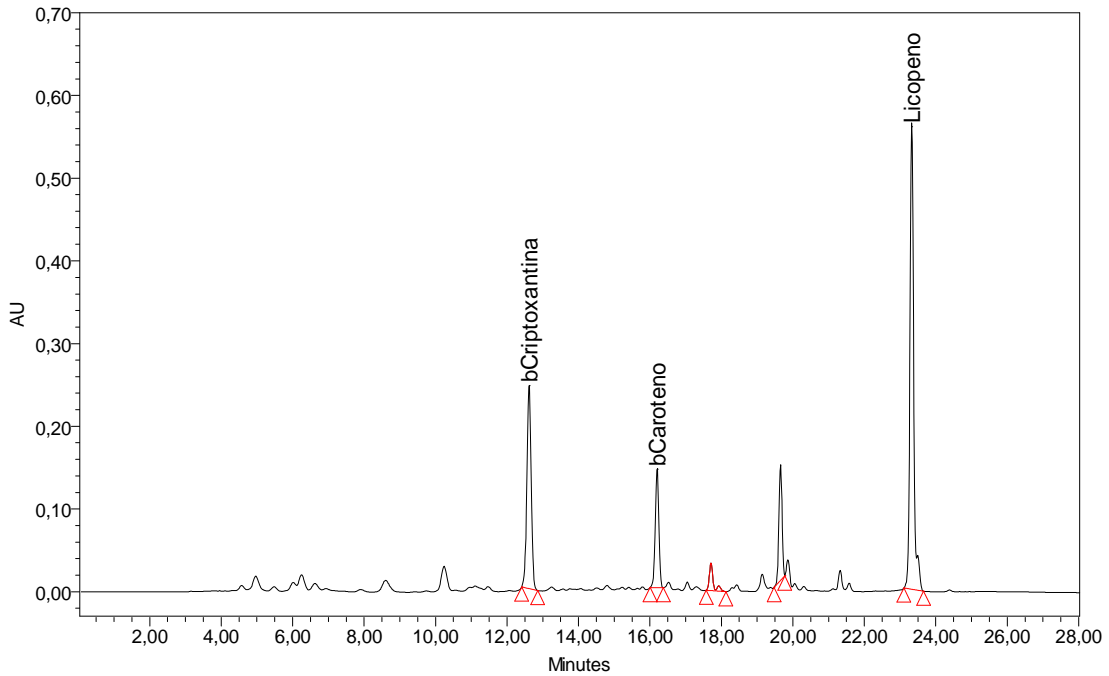
$$R^2_{\text{ajustado}} = 0$$

Cromatogramas mostrando o Perfil de Carotenóides de três diferentes Cultivares:

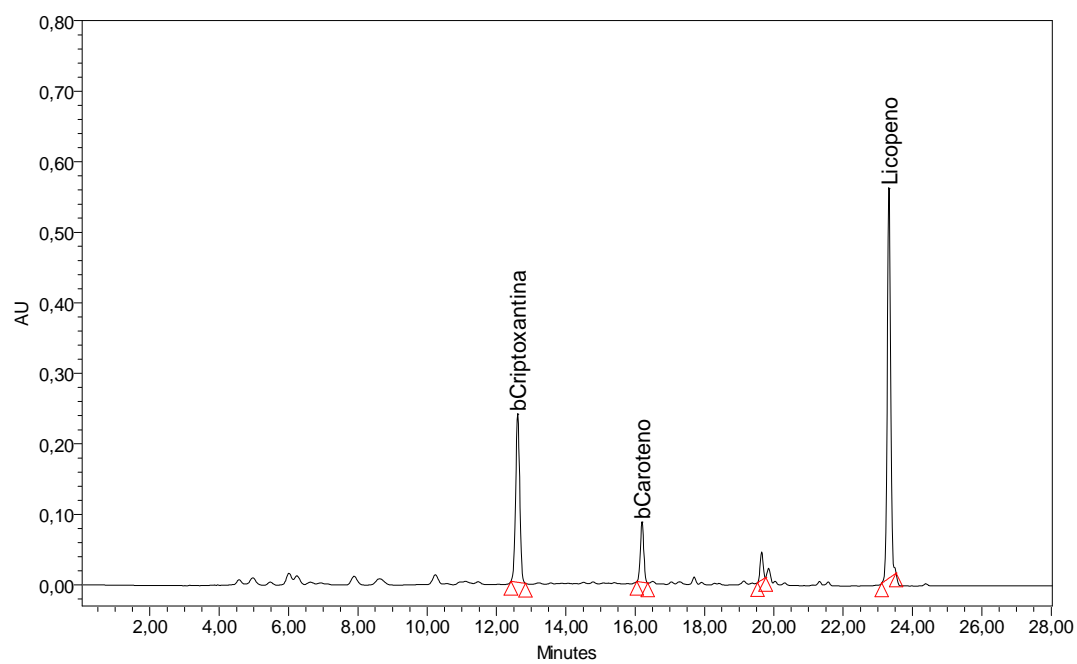
ANEXO E - Perfil de Carotenóides do Cultivar Golden



ANEXO F - Perfil de Carotenóides do Cultivar Formosa



ANEXO G - Perfil de Carotenóides do Cultivar Sunrise



Modelo de fichas eletrônicas da Análise Sensorial dos néctares de mamão.

ANEXO H – Ficha eletrônica para determinação da doçura “ideal” 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 que você achou da doçura.

Pouco doce ideal Muito doce

348

Próxima página

ANEXO I – Ficha eletrônica para determinação da diluição “ideal” 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 que você achou da diluição.

Muito rala (fraco) diluição ideal Muito concentrada (forte)

354

Próxima página

ANEXO J – Ficha eletrônica utilizada no questionário sócio-econômico dos participantes no Teste de Aceitação e Intenção de Compra.

Fizz - [Fizzterm 0]

Ação File Elements Sessions Options Windows Help

N O M E :

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

[Página anterior](#) [Próxima página](#)

ANEXO K – Ficha eletrônica utilizada nos Testes de Aceitação e Intenção de compra.

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 L – Ficha eletrônica utilizada na ADQ para atributo de Aparência em néctar de mamão.

The screenshot shows a software window titled 'Fizz - [Fizzterm 0]'. The menu bar includes 'Ação', 'File', 'Elements', 'Sessions', 'Options', 'Windows', and 'Help'. The toolbar contains various icons for navigation and data entry. The main content area displays the instruction: 'Você está recebendo uma amostra de Néctar de mamão. Por favor prove-a e marque na escala abaixo a intensidade percebida para cada atributo'. Below this, the attribute 'APARÊNCIA' is highlighted in green. The specific attribute being measured is 'Cor laranja'. A horizontal scale is shown with 'claro' at the left end and 'escuro' at the right end. A vertical tick mark is positioned at the right end of the scale, and the number '361' is displayed in a box to the right of the scale. At the bottom of the window, there are two buttons: 'Página anterior' on the left and 'Próxima página' on the right.

ANEXO M – Ficha eletrônica utilizada na ADQ para atributo de Aroma em néctar de mamão.

The screenshot shows the same software window as above, but for the 'AROMA' attribute. The instruction remains the same. The attribute 'AROMA' is highlighted in green. The specific attribute being measured is 'Característico'. A horizontal scale is shown with 'pouco' at the left end and 'muito' at the right end. A vertical tick mark is positioned at the right end of the scale, and the number '361' is displayed in a box to the right of the scale. At the bottom of the window, there are two buttons: 'Página anterior' on the left and 'Próxima página' on the right.

ANEXO N – Ficha eletrônica utilizada na ADQ para atributos de Consistência 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 a intensidade percebida para cada atributo

CONSISTÊNCIA

Presença de Grumos

Consistência

pouco muito

ralo grosso

361

Página anterior

Próxima página

ANEXO O – Ficha eletrônica utilizada na ADQ para atributos de Sabor 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 a intensidade percebida para cada atributo

SABOR

Característico

Doce

Cozido

pouco muito

pouco muito

ausente muito

361

Página anterior

Próxima página