



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

ESTUDO DA ESTABILIDADE DE NÉCTAR DE MANGA (*Mangifera indica* L.) ENVASADO EM GARRAFAS PET, COMPARADO COM ENVASADOS EM EMBALAGEM CARTONADA E LATA DE ALUMÍNIO.

Ana Flávia Pedroso de Arruda

Engenheira Química

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por Ana Flávia Pedroso de Arruda, aprovada pela Comissão Julgadora em 16 de dezembro de 2003.

Campinas, 16 de dezembro de 2003.

Handwritten signature of Roberto Hermínio Moretti in black ink.

Prof. Dr. Roberto Hermínio Moretti
Presidente da Banca

Prof. Dr. Roberto Hermínio Moretti

Orientador

CAMPINAS
2003

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

UNIDADE	BC
Nº CHAMADA	TUNICAMP
	BR 99 L
V	EX
TOMBO BC/	56868
PROC.	16/11/09
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	11,00
DATA	20/01/2009
Nº CPD	

CM00194025-0

Bib id 309324

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA F.E.A. – UNICAMP

Ar69e Arruda, Ana Flávia Pedroso de
Estudo da estabilidade de néctar de manga (*Mangifera indica* L.) envasado em garrafas PET, comparado com envasados em embalagem cartonada e lata de alumínio / Ana Flávia Pedroso de Arruda. – Campinas, SP: [s.n.], 2003.

Orientador: Roberto Hermínio Moretti
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1.Manga. 2.Embalagens plásticas. 3.Vitamina C.
4.Data de vida útil de prateleira. I.Moretti, Roberto Hermínio. II.Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos.
III.Título.

Ana Flávia Pedroso de Arruda

ESTUDO DA ESTABILIDADE DE NÉCTAR DE MANGA (*Mangifera indica L.*) ENVASADO EM GARRAFAS PET, COMPARADO COM ENVASDADOS EM EMBALAGEM CARTONADA E LATA DE ALUMÍNIO.

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Tecnologia de Alimentos

Orientador: Prof. Dr. Roberto Hermínio Moretti

Campinas

2003

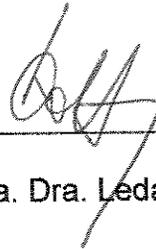
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Roberto Herminio Moretti
(Orientador)



Profa. Dra. Helena Maria André Bolini Cardello



Profa. Dra. Leda Coltro

Prof. Dr. Nelson Horacio Pezoa García

Aos meus pais,
pelo apoio, confiança, amor e amizade.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus por estar aqui e aos meus pais, Roberto e Idália pelo apoio e incentivo, essenciais para a conclusão do Mestrado.

Ao Prof. Dr. Roberto Hermínio Moretti, pela orientação e paciência dispensada durante a realização deste trabalho.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores membros da banca examinadora, pelas correções e sugestões no boneco desta tese.

Ao Alexandre, do Grupo Schincariol, pelo fornecimento de embalagens PET para ensaios preliminares de Laboratório.

À Del Valle, através do Sr. Gabriel Salomão, em especial ao Fausto Ferraz e toda sua equipe do Laboratório de Controle de Qualidade, que além de fornecer produtos para os ensaios, disponibilizou o Laboratório para realização de experimentos e determinações microbiológicas e físico-químicas.

Ao Renato Bacchi e Rogério Ortiz, da ALCOA, por depositarem confiança e interesse nos resultados deste trabalho, fornecendo as embalagens PET termorresistentes para a realização dos experimentos.

Às Técnicas do Laboratório de Frutas e Hortaliças e Produtos Açucarados, DTA-FEA-UNICAMP, Ana Koon e Priscila, pelo auxílio e esclarecimentos das dúvidas das metodologias durante as determinações.

À Técnica do Laboratório de Instrumentação Científica, DTA-FEA-UNICAMP, Ana Lourdes, pela colaboração na análise para determinação de cor.

Ao Técnico da Planta Piloto do Laboratório de Frutas e Hortaliças e Produtos Açucarados, DTA-FEA-UNICAMP, Sr. Aduino, pela ajuda no manuseio do sistema de aquecimento e envase.

Ao colega Rodrigo Ramos Catharino, do Laboratório de Análises de Alimentos, do Departamento de Ciências de Alimentos-FEA-UNICAMP, pela colaboração e esclarecimentos na determinação de β -carotenos.

Aos amigos do departamento, DTA-FEA-UNICAMP, Marlene, Jaime, Fer, Paulo Tavares, Elizângela, Karina, Luzenira, Rosane, Flávio, Dani Degrandi, Patrícia, Maria Fernanda, Gisele, Rubens, Mário, Ana Vânia, Luciane, Alessandra, Rafaella, Gabi, Amanda, Selma, Rodrigo Petrus, Cristiane, Salles, Andréa e à aluna de iniciação científica, Francine Baruffi (que participou das etapas de processamento e das determinações realizadas), pela amizade, convivência e ajudas prestadas.

A todos que de alguma forma ajudaram, contribuindo para a concretização deste trabalho.

A todos meu sincero agradecimento.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xii
LISTA DE ANEXOS	xiv
RESUMO	xv
SUMMARY	xvii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	6
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
3.1 CONCEITOS GERAIS SOBRE NÉCTARES DE FRUTAS.....	7
3.1.1 Definição do néctar de manga	8
3.1.2 Definição de suco tropical de manga	9
3.1.3 Diferença entre suco e bebidas à base de suco.	10
3.2 COMERCIALIZAÇÃO DE NÉCTARES DE FRUTA NO BRASIL.....	12
3.3 PROCESSAMENTO DO NÉCTAR DE MANGA.....	14
3.4 ESTABILIDADE DE ARMAZENAMENTO DA POLPA E NÉCTAR DE MANGA	16
3.5 INSTABILIDADE DO NÉCTAR DE MANGA.....	20
3.5.1 Atividade de Pectinesterase.....	22
3.5.2 Inativação de Pectinesterase	23
3.5.3 Estabilidade de Turvação de Néctares de Manga.....	24
3.5.4 Ácido Ascórbico.....	25
3.5.5 Beta-carotenos	26
3.6 CONSERVAÇÃO DE NÉCTARES.....	30

3.6.1	Conservantes Químicos.....	30
3.7	CONCEITOS SOBRE SISTEMAS DE EMBALAGEM	31
3.7.1	Embalagem de Polietileno Tereftalato (PET)	31
3.7.2	Propriedades do PET	33
3.7.3	Presença de oxigênio.....	35
3.7.4	Influência da embalagem.	36
3.7.5	Influência da luz	37
4.	MATERIAL E MÉTODOS.....	38
4.1	MATERIAL	38
4.2	MÉTODOS	42
4.2.1	Caracterização do néctar de manga.....	42
4.2.2	Análise Sensorial.	45
4.2.3	Planejamento Experimental.....	46
4.2.4	Análises Estatísticas	47
4.2.5	Processamento do néctar de manga	49
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
5.1	CARACTERIZAÇÃO DO NÉCTAR DE MANGA	52
5.1.1	Análises Microbiológicas	52
5.1.2	Análises físico-químicas	52
5.1.3	Determinação do teor de vitamina C.....	58
5.2	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	60
5.2.1	Conservação da Vitamina C durante a vida de prateleira.....	60
5.2.2	Influência da Vitamina C na Cor Instrumental durante a vida de prateleira	

5.2.3	Influência da Vitamina C na Resposta de Análise Sensorial durante a vida de prateleira	68
5.2.4	Comportamento da Viscosidade (cps) durante a vida de prateleira	71
5.3	INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO DE ÁCIDO ASCÓRBICO E DE GOMA XANTANA NA VIDA DE PRATELEIRA DO NÉCTAR DE MANGA (TEMPO DE VIDA DE PRATELEIRA EM ANÁLISE: 180 DIAS).....	72
5.3.1	Aceitabilidade Sensorial (tempo de vida de prateleira: 180 dias).	74
5.3.2	Vitamina C	77
6.	CONCLUSÕES	79
7.	ANEXOS	81
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Evolução do consumo de SUCOS PRONTOS PARA BEBER (em milhões de litros).....	14
Figura 2	Embalagem cartonada <i>Tetra Brik Aseptic</i>	40
Figura 3	Ficha para aplicação do Teste de Aceitação.....	45
Figura 4	Fluxograma do processamento de néctar de manga.....	51
Figura 5	Teor de Vitamina C (mg/100mL) do néctar de manga.....	61
Figura 6a	Luminosidade (<i>L</i>) do néctar de manga.....	64
Figura 6b	Cromaticidade (<i>a</i>) do néctar de manga.....	64
Figura 6c	Cromaticidade (<i>b</i>) do néctar de manga.....	64
Figura 7a	Médias Sensoriais de cada amostra.....	69
Figura 7a	Médias Sensoriais de cada amostra.....	69
Figura 8	Médias Sensoriais x Ácido Ascórbico adicionado (mg/100mL) x Teor de Goma Xantana (%).....	70
Figura 9	Viscosidade (cps) do néctar de manga.....	71
Figura 10	Superfícies de Resposta e Curva de Contorno para Aceitabilidade Sensorial do néctar de manga com 180 dias de vida de prateleira.....	76
Figura 11	Superfícies de Resposta e Curva de Contorno para Teor de Vitamina C do néctar de manga com 180 dias de vida de prateleira.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição do néctar de manga.....	09
Tabela 2	Composição do suco tropical de manga.....	10
Tabela 3	Mudanças na composição de carotenóides ($\mu\text{g/g}$) e valor de vitamina A (i.U./100g) no armazenamento de polpa de manga enlatada (lacquered epoxy cans)	19
Tabela 4	Mudanças na composição de carotenóides ($\mu\text{g/g}$) e valor de vitamina A (i.U./100g) no armazenamento de polpa de manga em garrafas.....	20
Tabela 5	Valores de β -caroteno e Vitamina A em manga fresca e da fruta processada.	29
Tabela 6	Valores de Vitamina A em mangas acondicionadas em latas com revestimento em resina epoxy.....	29
Tabela 7	Parâmetros variáveis dos ensaios realizados. (variáveis independentes).....	39
Tabela 8	Determinações de $^{\circ}\text{BRIX}$ para tempo zero, 45, 90, 135 e 180 dias da vida de prateleira.....	53
Tabela 9	Determinações de ACIDEZ para tempo zero, 45, 90, 135 e 180 dias da vida de prateleira.....	54
Tabela 10	Determinações de pH para tempo zero, 45, 90, 135 e 180 dias da vida de prateleira.....	55
Tabela 11	Determinações de VISCOSIDADE para tempo zero, 45, 90, 135 e 180 dias da vida de prateleira.....	56
Tabela 12	Teores de β -carotenos para tempo zero, 45, 90, 135 e 180 dias da vida de prateleira.....	57
Tabela 13	Teores de Vitamina C (mg/100mL) com as diferenças significativas de cada período analisado.....	58
Tabela 14	Degradação de Vitamina C (em %) para tempo zero, 45, 90, 135 e 180 dias da vida de prateleira.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 15a	Valores obtidos para os parâmetros de Luminosidade.....	65
Tabela 15b	Valores obtidos para os parâmetros de Cromaticidade a.....	66
Tabela 15c	Valores obtidos para os parâmetros de Cromaticidade b.....	66
Tabela 16	Avaliação Sensorial (Teste de Aceitação)	67
Tabela 17	Valores experimentais de avaliação instrumental de cor (parâmetros L, a, b), análise sensorial, Vitamina C e Viscosidade.....	72
Tabela 18	Modelo de regressão ajustado e coeficiente de determinação (R ²) para cor instrumental (parâmetros L, a, b), análise sensorial, Vitamina C e Viscosidade.....	73
Tabela 18	Significância (p) dos fatores nas respostas para cor instrumental (parâmetros L, a, b), análise sensorial, Vitamina C e Viscosidade.....	73
Tabela 18	Efeitos estimados dos fatores nas respostas para cor instrumental (parâmetros L, a, b), análise sensorial, Vitamina C e Viscosidade.....	74

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1a	ANOVA modificada para as médias experimentais de aceitabilidade sensorial. (vida de prateleira: 180 dias).....	81
Anexo 1b	ANOVA modificada para as médias experimentais de Vitamina C. (vida de prateleira: 180 dias).....	81

RESUMO

No presente trabalho, foi estudada a viabilidade do uso da garrafa PET termorresistente como embalagem para néctar de manga, através de ensaios de vida de prateleira comparativos com embalagem cartonada *Tetra Brik Aseptic* e lata de alumínio comercializadas atualmente, durante um período de 180 dias, com armazenamento sob temperatura ambiente. Néctar de manga comercializado em embalagem cartonada *Tetra Brik Aseptic* foi adicionado de ácido ascórbico e goma xantana e processado em um sistema composto por um tanque de alimentação com capacidade de 8L, dotado de pressurizador manual para transporte do fluido, e serpentina imersa em banho de água quente, para envase manual realizado à quente (75°C) em garrafas PET termorresistentes, que foram fechadas e invertidas, e assim mantidas por 2 minutos, antes do resfriamento em água fria. Foi adotado o Planejamento Experimental Completo tipo 2² cujas variáveis independentes foram a concentração do ácido ascórbico (com adições de 14,75 à 85,25 mg/100mL) e goma xantana (com adições de 0,012 à 0,068%), com a finalidade de retardar a oxidação e obter uma viscosidade aceitável pelo consumidor. As análises foram efetuadas com uma freqüência de 45 dias (1^º, 45^º, 90^º, 135^º e 180^º dia após o processamento). As respostas analisadas foram: °Brix, acidez titulável, pH, viscosidade, β-carotenos, análises microbiológicas (contagem de bolores/leveduras, contagem total, termófilos e coliformes fecais), determinações do teor de Vitamina C e de Cor e avaliação sensorial. As análises de variância dos resultados indicaram que as condições de processo reais estudadas não influenciaram as características físico-químicas do néctar (°Brix, acidez titulável, pH e viscosidade). Sob o aspecto microbiológico, foi verificada a

eficiência do processo de pasteurização. Durante o período de armazenamento avaliado (180 dias), foi verificado que o produto com teores maiores que 50,0 mg/100mL de ácido ascórbico e teores intermediários de goma xantana (0,04%) resultou em maior aceitabilidade. Sensorialmente, os produtos apresentaram médias de aceitação próximas ou superiores a 7,0, para o atributo de aceitação global, situado na escala hedônica não estruturada, equivalente a “gostei muito” e “gostei moderadamente”. Em relação à resposta de cor, até 90 dias, houve redução da Luminosidade (L) para todas as amostras e todos os tratamentos dos produtos em PET ficaram com valores de L próximos aos dos produtos em *Tetra Brik Aseptic* e lata, e depois deste período a L aumentou para estes produtos e manteve-se relativamente estável nos experimentos com garrafas de PET. Para a cromaticidade (*a* e *b*) o produto na lata de alumínio apresentou-se mais escuro, quando comparado com os demais, enquanto as amostras em PET contendo maiores teores de ácido ascórbico adicionados apresentaram menor escurecimento no decorrer do período analisado.

Palavras-chave: manga, embalagens plásticas, Vitamina C, data de vida útil de prateleira.

SUMMARY

In this work the viability of using thermoresistant PET bottles as package for mango nectar was studied. Three types of packages were studied: aluminum cans, multifoil package (*Tetra Brik Aseptic*) and PET bottles, by following the shelf-life of the mango nectar, for 180 days shelf-life period, under room temperature. Commercial mango nectar in multifoil package was used for the experiment. There was added ascorbic acid and xantham gum according to the Experimental Design (Surface Response). Product was thermal treated by heating at 75°C and filled at this temperature in PET bottles, closed and kept for two minutes, before cooling at room temperature. It was used the Complete Experimental Design 2², varying the ascorbic acid (14,75 mg/100mL up to 85,25 mg/100mL) and xantham gum (0,012% up to 0,068%), with the objective of reduce oxidation and get a better viscosity. Determination of: °Brix, pH, titrable acidity, viscosity, β-carotenes, ascorbic acid, color, sensory evaluation and microbial analysis (molds and yeasts, total count, themophylos and coliforms) were done with a frequency of 45 days (1^o, 45^o, 90^o, 135^o e 180^o day after bottling). Analysis of Variance showed that the process condition did not influence significantly the nectar physico-chemical characteristics (°Brix, pH, titrable acidity and viscosity). Under the microbiological aspect, it was concluded the efficiency of the pasteurization process. Under the studied shelf-life period of 180 days, it was observed that mango nectar with higher concentrations of ascorbic acid (over 50mg/100mL) and intermediary concentrations (0,04%) of xantham gum, resulted in better acceptability. Organoleptically the products were accepted with scores of 7 or higher, for the attribute “global acceptance”, in the non-structured hedonic scale, equivalent to

“accept very much”. In relation to the color attribute up to 90 days, Luminosity (L) for all samples in all experiments of PET packaged nectar, the L values were very close to the products in multifoil package and Aluminum can, after 90 days L increased for all products and was kept stable when packed in PET. For the chromaticity a and b the canned product in aluminum can presented darker products, when compared to the other experiments. Experiments in PET bottled nectar with higher ascorbic acid content resulted clearer products than the ones with lower addition of ascorbic acid, during the shelf-life period.

Key words: Mango, plastic bottles, Vitamin C, shelf life.

1. INTRODUÇÃO

Mais de 500 variedades de frutas tropicais são cultivadas em regiões tropicais e sub-tropicais no mundo, porém menos de 15 são processadas comercialmente. A produção mundial de fruta é estimada em mais de 360 milhões de toneladas métricas, sendo que a produção nos países tropicais representa menos da metade deste valor. O Brasil (9%) e a Índia (8%) são os principais produtores, seguidos dos Estados Unidos (7%) e China (6%). Somente 15% das frutas são destinadas a produção industrial de sucos e néctares de frutas. As frutas que representam maior importância em termos de cultivo nas zonas tropical e sub-tropical são bananas, laranjas, melancias e mangas (Askar 1998).

Um desenvolvimento importante tem sido o aumento do consumo e das exportações de sucos de frutas processados, polpas e concentrados. Isto se deve principalmente ao turismo, melhores condições e sistemas de transporte (navios mais rápidos e refrigerados, armazenamento refrigerado), além de melhores métodos de cultivo e processamento. O mercado para frutas tropicais, tanto na sua forma fresca como processada, ainda é limitado (se comparado com o de frutas cítricas e o da maçã), mas existe potencial. Estudos de *marketing* têm mostrado que existem mercados internacionais para muitas destas frutas, como banana, abacaxi, manga, maracujá, papaia, abacate, kiwi e goiaba (Askar 1998).

O processamento de frutas tropicais iniciou-se em muitos países durante as duas últimas décadas. O Brasil, além de sua liderança na indústria mundial de

frutas cítricas, tem se tornado um dos líderes de produção e processamento de frutas tropicais (Askar 1998).

Sucos de frutas, néctares e bebidas são os produtos mais populares feitos com frutas tropicais (Askar 1987).

Néctares são polpas diluídas em xarope de açúcar de maneira a torná-las mais aceitas pelos consumidores. Sucos mais suaves são aperfeiçoados quando a fruta é convertida em polpa e posteriormente adicionada de xarope de açúcar. Frutas incluídas nessa categoria são: manga, damasco, pêssego, pêra e ameixa.

Em relação à matéria-prima, as frutas tropicais são colhidas e devem ser processadas após maturação adequada (por exemplo, goiaba e manga). Mangas pouco maduras contêm maior teor de ácidos e menos açúcares, pouca quantidade de suco e aroma mais fraco. Por outro lado, mangas muito maduras têm o sabor deteriorado e menos ácido, tornando-se, portanto impróprias para o processamento (Askar, 1998).

Sob o ponto de vista de consumo, as mangas são frutos com sabor aromático e cores agradáveis, sendo que normalmente doces ou adoçadas antes do consumo. O sabor e aroma das mangas são extremamente agradáveis e fortes, mas tendem a sofrer mudanças ou a serem perdidos durante o tratamento térmico ou o armazenamento (El-Nemr *et al.*, 1998). Por outro lado, as mangas têm excelente coloração que varia entre amarelo e laranja (Askar & Treptow, 1992).

As frutas são geralmente marcadas pelos seus teores de minerais (cálcio, fósforo, ferro e magnésio) e vitaminas (vitamina C, beta-caroteno e complexo B, em frutas ácidas). Além do mais, as frutas tropicais possuem um teor comparativamente alto de vitamina C (especialmente acerola, com mais de 1000 mg/100g da fruta, e goiaba com mais de 500 mg/100g da fruta) e de provitamina A (especialmente a manga, papaia e maracujá, que contêm 1000-3000 µg de beta-caroteno/100g) (Askar, 1998). Além destas vitaminas, muitas outras substâncias estão presentes nas frutas tropicais, com funções importantes para a melhoria da saúde e desempenho físico. Substâncias como flavonóides, flavanóides, antocianinas e vários ácidos fenólicos, que são muito potentes na prevenção de doenças (especialmente doenças coronárias e câncer), também são amplamente encontradas em frutas tropicais (Ziegler, 1991; Block *et. al.*, 1992).

Todos os tipos de néctares são inerentemente instáveis, sofrendo rapidamente ataques microbianos por microrganismos presentes na própria fruta ou durante seu processamento, além de estarem também sujeitos a mudanças enzimáticas e químicas.

A preservação dos alimentos é uma das grandes preocupações da humanidade. Desde o momento em que são colhidos, durante o processamento ou estocagem, e até a hora do consumo, os alimentos estão sujeitos a diversos tipos de deteriorações, causadas principalmente por bactérias, enzimas e reações com o oxigênio do ar.

Paralelamente, nos últimos anos, surgiu no mercado brasileiro a utilização de garrafas plásticas produzidas com a resina de polietileno tereftalato, mais conhecida como PET. O mercado de garrafas PET no Brasil vem apresentando acentuado crescimento, desde sua introdução no início de 1989, para aplicação em bebidas carbonatadas. Atualmente, outros segmentos do setor alimentício utilizam com sucesso esta resina, dentre eles, estão os sucos de frutas em garrafas de 500mL, produzidas pelo processo de *heat set*, que suportam o enchimento à quente (Corrêa Neto & Faria, 1997).

As garrafas PET, comumente utilizadas no Brasil, obtidas por processo de injeção e sopro com biorientação, apresentam uma limitação que é a de não suportar o enchimento à quente, pois deformam a temperaturas superiores a 60°C (Corrêa Neto, 1998). Os néctares de manga prontos para beber possibilitam o enchimento à quente, como já ocorre nos processos de envase em latas de alumínio. Para atender às exigências da embalagem e do mercado nacional, surge a necessidade de desenvolver um processo de acondicionamento do néctar de manga em garrafa que conserve suas características sensoriais e nutricionais e que proporcione condições de comercialização para o produto. Desta maneira, tendo em vista as características da garrafa PET e seu consumo crescente no mercado brasileiro, torna-se importante avaliar a possibilidade de aplicar este tipo de embalagem para o acondicionamento do néctar de manga, que também apresenta grande potencial no mercado consumidor internacional. A intenção não é substituir as embalagens existentes, mas sim, criar alternativas para o mercado,

especialmente no caso de uma embalagem já consagrada pelos consumidores, devido a sua boa apresentação visual e características de *marketing*.

Portanto, essa pesquisa teve como objetivo principal desenvolver um processo de enchimento à quente para néctar de manga acondicionado em garrafas PET e armazenado a temperatura ambiente, bem como a avaliação de sua vida de prateleira por um período de 6 meses.

2. OBJETIVOS

- ✓ Estudar o desempenho do produto envasado em garrafa PET durante a vida de prateleira de 180 dias, comparando-o com o produto atualmente comercializado em embalagens cartonada e em lata de alumínio.
- ✓ Verificar possíveis alterações dos teores de Vitamina C e de Betacarotenos, na Viscosidade, nas características sensoriais e físico-químicas do produto durante sua vida de prateleira.
- ✓ Buscar alternativas para que não ocorram instabilidades ou que se apresentem a baixas velocidades, possibilitando a comercialização do produto.
- ✓ Resolver os dois principais pontos críticos da garrafa PET:
 - Resistência limitada ao tratamento térmico e
 - Permeabilidade ao oxigênio.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CONCEITOS GERAIS SOBRE NÉCTARES DE FRUTAS

A preservação de frutas como néctares, sucos polposos e sucos de frutas mistas, representa grande importância. Muitos sucos de frutas são ou muito ácidos ou muito aromáticos para se tornarem uma bebida saborosa, sem sua diluição ou mistura. Esses tipos de sucos geralmente tornam-se deliciosos depois da diluição com xarope ou outro suco (Luh, 1980). Exemplos de sucos deste tipo são o de damasco, goiaba, manga, pêsego e tamarindo. (Luh *et al*, 1993).

Um novo método para o processamento da fruta para a produção de sucos contendo polpa de alta qualidade consiste no tratamento a vácuo do produto durante 40-50 segundos, com posterior tratamento a pressão atmosférica por 30 a 35 segundos, com a adição simultânea de ácido ascórbico. O suco resultante contém 53 a 60 mg de ácido ascórbico/100g *versus* 15 a 25 mg/100g em sucos cujas frutas não são submetidas ao tratamento à vácuo (Lyashenko *et. al.*, 1980). Essências, vitaminas, pectina, açúcar e ácido podem ser adicionados. Bebidas à base de suco de fruta geralmente contêm não menos que 20% de suco. Sabor artificial, corante, ácido, pectina e outros aditivos, desde que permitidos pela legislação, também podem ser adicionados (Luh *et. al*, 1993).

3.1.1 Definição do néctar de manga

Os néctares de frutas, cuja quantidade mínima de polpa de uma determinada fruta não tenha sido fixada em Regulamentos Técnicos específicos, deve conter um mínimo de 30% (m/m) da respectiva polpa, ressalvados os casos de fruta com acidez ou conteúdo de polpa muito elevados ou sabor muito forte e, neste caso, o conteúdo da polpa não pode ser inferior a 20% (m/m) (BRASIL, 2001).

Néctar de Manga é uma bebida não fermentada, obtida pela dissolução, em água potável, da polpa de Manga (*Mangífera Indica, L.*) e açúcares, destinado ao consumo direto, podendo ser adicionado de ácidos (BRASIL, 2001).

O termo "néctar de fruta" é utilizado pela indústria para designar sucos de frutas polposas misturado com xarope de açúcar e ácido cítrico para produzir a bebida "pronta para beber". Apesar dessas bebidas parecerem os sucos de frutas em aroma, não podem ser chamadas de suco de fruta por causa da presença de água, açúcar e ácido. Elas variam de líquidos bem claros até misturas com alta suspensão de sólidos (Luh, 1992).

O Néctar de Manga deve obedecer às características e composição, apresentados na Tabela 1 (BRASIL, 2001).

Tabela 1 – Composição e características do néctar de manga (BRASIL, 2001).

Composição	Min.
Polpa de Manga (g/100g)	40,00
°Sólidos Solúveis em °Brix, a 20°C	10,00
Acidez total em ácido cítrico (g/100g)	0,20
Açúcares totais (g/100g)	7,00
Características	
Cor: variando de amarela a alaranjada	
Sabor: característico	
Aroma: próprio	

3.1.2 Definição de suco tropical de manga

Segundo a Legislação Brasileira, Suco Tropical de Manga é uma bebida não fermentada, obtida pela dissolução, em água potável, da polpa da manga (*Mangífera indica, L.*) por meio de processo tecnológico adequado (BRASIL, 2001).

O Suco Tropical de Manga deve obedecer aos Padrões de Identidade e Qualidade Gerais, fixados para o Suco Tropical.

O Suco Tropical de Manga deve obedecer às características e composição apresentados na Tabela 2 (BRASIL, 2001):

Tabela 2 – Composição e características do suco tropical de manga (BRASIL, 2001).

Composição	Não adoçado		Adoçado	
	Mín	Máx	Mín	Máx
Polpa de Manga (g/100g)	60,00	-	50,00	-
Sólidos Solúveis em °Brix, a 20°C	10,00	-	11,00	-
Acidez total em ácido cítrico (g/100g)	0,30	-	0,20	-
Açúcares totais (g/100g)	-	14,00	8,00	-
Características				
Cor: variando de amarela a alaranjada				
Sabor: característico				
Aroma: próprio				

3.1.3 Diferença entre suco e bebidas à base de suco.

Segundo o Decreto no. 2.134, de 04 de setembro de 1997, a diferença está na QUANTIDADE DE SUCO existente nestas bebidas.

SUCO é a bebida que contém somente suco ou sumo de fruta ou de outras partes do vegetal. É proibida a adição de água, corantes ou aditivos artificiais. O açúcar é permitido em pequenas quantidades.

SUCO TROPICAL, NÉCTAR e REFRESCO são bebidas que contém suco ou sumo de fruta, ou de outras partes do vegetal, diluído em água, com adição de açúcar.

POLPA DE FRUTA é a parte comestível de frutas polposas, das quais não é possível extrair suco.

SUCOS podem ser denominados:

- ✓ INTEGRAL - Produto obtido do suco puro da fruta, sem adição de açúcar, e sem qualquer tipo de diluição.
- ✓ CONCENTRADO - Produto líquido obtido do suco integral de onde foi retirada apenas parte da água.
- ✓ DESIDRATADO - Produto sólido obtido do suco integral de onde foi retirada toda a água. Este suco é muito utilizado pelas indústrias de bebidas.
- ✓ MISTO - Produto obtido pela mistura de suco ou polpa de duas ou mais frutas.
- ✓ RECONSTITUÍDO - Produto obtido pela adição de água ao suco concentrado ou desidratado, até a concentração original do suco integral.
- ✓ SUCO TROPICAL - Apesar de ser um produto diluído, é dado o nome de Suco Tropical à bebida a base de suco, cuja matéria-prima é polpa de fruto tropical. Esses frutos são polposos sendo, portanto, tecnologicamente inviável fazer uma bebida sem a adição de água. São exemplos de frutos tropicais: acerola, banana, caju, cajá, mamão, manga, pitanga, tamarindo, entre outros. A quantidade de água adicionada ao suco tropical deve ser apenas suficiente para alcançar a consistência líquida. O suco tropical poderá ser adicionado ou não de açúcar.
- ✓ NÉCTAR - É a bebida não fermentada, obtida da diluição, em água potável, da parte comestível do vegetal e açúcares ou de extrato vegetais e

açúcares, podendo ser adicionada de ácidos, e destinada ao consumo direto.

- ✓ REFRESCO - É a bebida à base de suco ou polpa de fruta diluída em água com ou sem adição de açúcar. A quantidade de suco ou polpa adicionada ao Refresco será sempre menor que a quantidade utilizada para elaboração de Néctar, para uma mesma fruta. O Mínimo de suco ou polpa exigidos para os refrescos definidos pela legislação são (BRASIL, 1997):

- Refresco de Laranja, Tangerina ou Uva - 30%
- Refresco de Limão - 5%
- Refresco de Maracujá - 6%
- Refresco de Guaraná - 0,02% de semente de Guaraná (ou seu extrato)
- Refresco de Maçã - 20%

3.2 COMERCIALIZAÇÃO DE NÉCTARES DE FRUTAS NO BRASIL

Refrescantes, saudáveis e com efeitos terapêuticos, os sucos e néctares de frutas têm travado, ao longo dos últimos anos, uma batalha mercadológica na luta contra os refrigerantes. Porém, a busca pela qualidade de vida vem fazendo o consumidor modificar seus hábitos alimentares e optar por uma bebida que lhe proporcione uma alimentação mais saudável, fato que tem gerado crescimento constante deste mercado. Até mesmo as indústrias de refrigerantes perceberam esse nicho de mercado e estão investindo na produção de sucos industrializados.

O consumo de sucos e néctares é muito amplo e apresenta várias formas as quais se modificam de acordo com o ambiente, custo, tipo de público, processos, equipamentos e receitas. Enfim, é um mercado que apresenta um enorme potencial a ser explorado e que ainda pode dar muitos frutos.

Para atingir todos os tipos de público, a diversidade de produtos é grande: existem os sucos *Light*, os direcionados ao público infantil, os que misturam diversas frutas, os concentrados, em pó, lata, garrafas de vidro e de PET ou embalagem cartonada *Tetra Brik Aseptic*.

De acordo com dados do Instituto Nielsen, o montante movimentado por este segmento em 2001, foi de 81,6 milhões de litros e US\$ 102 milhões, colocando os sucos entre os seis produtos de maior crescimento de vendas, em volume. Mas ainda há muito a ser feito, levando-se em consideração que, apesar do Brasil ser reconhecido como um dos maiores produtores de sucos do mundo, o brasileiro consome pouco. Segundo estatísticas, o consumo per capita por ano na área de sucos prontos é da ordem de 0,5 litro. Na Argentina, esse consumo é de 3,6 litros por ano, oito vezes maior. Nos Estados Unidos, o número aumenta para 75 litros por ano.

A Figura 1 apresenta a evolução do mercado brasileiro de sucos e néctares prontos para beber, no período de abril de 2000 à maio de 2003.

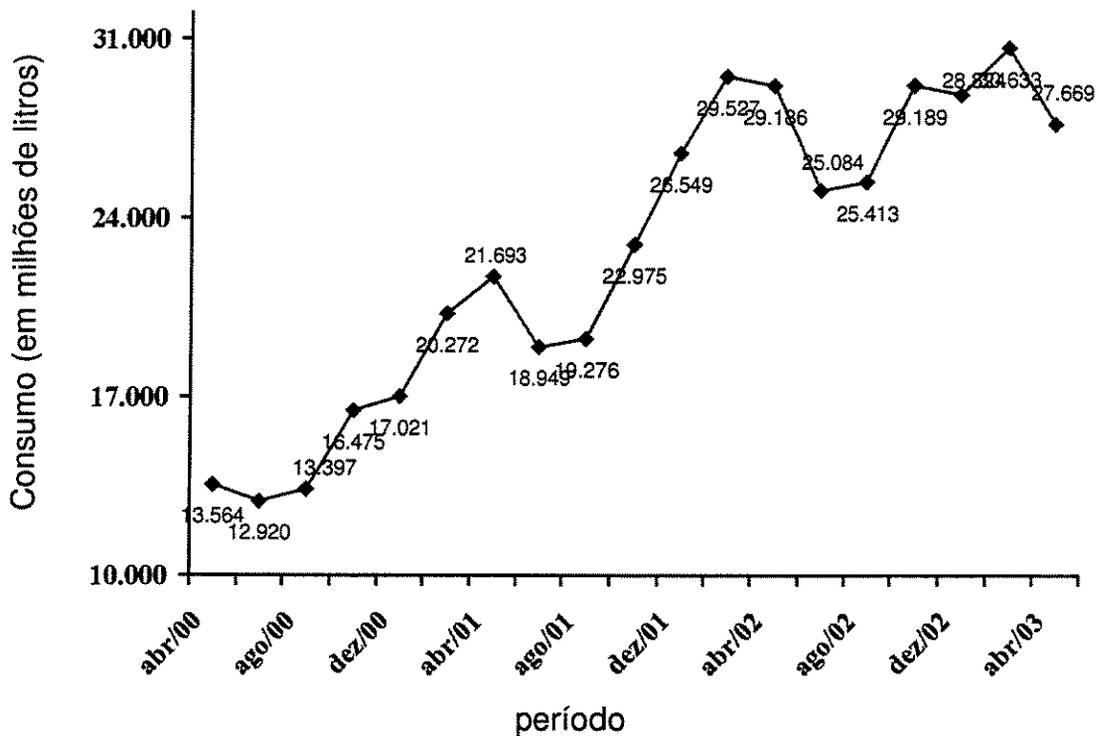


Figura 1: Evolução do consumo brasileiro de SUCOS PRONTOS PARA BEBER
 Fonte: T. Brasil Alimentar (Junho, 2003).

3.3 PROCESSAMENTO DO NÉCTAR DE MANGA

O néctar de manga pode ser processado tanto diretamente da fruta fresca como da polpa de manga, que tenha sido enlatada convencionalmente, embalada assepticamente ou pasteurizada e congelada. Outros ingredientes maiores são água, açúcar e ácido cítrico. Um néctar de manga típico é aquele que contém 20 a 30% de polpa, 12 a 18°Bx, pH próximo de 3,5 e acidez titulável entre 0,20 e

0,30%. Carboximetilcelulose (CMC) ou alguma outra goma pode ser adicionada como estabilizador de turbidez. A água como ingrediente deve ser livre de contaminantes como íons de metais pesados e nitratos, de modo a evitar a corrosão da lata e o escurecimento enzimático, se a polpa de manga é utilizada como a base do produto. Todos os equipamentos em contacto com o néctar durante o processamento devem ser de aço inoxidável (Wu, J. S *et. al.*, 1993).

Geralmente, o primeiro passo para o processamento do néctar é a mistura dos ingredientes em um misturador. A mistura pode ser submetida ao *finisher* (por exemplo, com tela de 0,5 ou 0,235 mm de diâmetro) para obter uma redução no teor de fibras.

Segundo Wu, J. S. *et. al.*, 1993, os néctares podem ser, por exemplo:

- ✓ Envasados em latas nº. 2 sob temperatura ambiente, recravadas à vácuo, aquecidas em um “spin cooker” à 100°C durante 3 minutos, sob uma velocidade de rotação de 125 rpm, e então resfriadas no mesmo *cooker* (Brekke *et. al.*, 1975; Askar, 1986);
- ✓ Pasteurizados em um trocador de calor de placas à 80°C, envasados em latas, recravadas, mantidas a 80°C por 10 minutos e então resfriadas (Askar *et. al.*, 1981A); ou
- ✓ Pasteurizados em um trocador de calor de placas a 95°C por 1 minuto, resfriados e envasados assepticamente em embalagens cartonadas.

3.4 ESTABILIDADE DE ARMAZENAMENTO DA POLPA E NÉCTAR DE MANGA

Em geral, a estabilidade de armazenamento da polpa de manga e do néctar é reduzida. As principais deteriorações que podem ocorrer durante o armazenamento são a perda dos carotenóides, de Vitamina C e de cor.

Perdas de ácido ascórbico, carotenóides e atributos sensoriais.

Siddappa & Bhatia (1956), encontraram que a porcentagem de retenção de ácido ascórbico em polpa enlatada de manga do cultivar "Kalapad" ao final de 31 semanas de armazenamento foi de 36,6% a temperatura ambiente e de 12,7% a 37°C, enquanto que em polpas de mangas do cultivar "Rumani", a retenção foi somente de 14,4% e 0,0% sob condições similares de armazenamento. A maior perda de ácido ascórbico em polpas de manga deste cultivar foi explicada pela quebra da estrutura celular da fruta e a incorporação de ar no processo de despulpamento. A menor retenção no caso da polpa de mangas do cultivar "Rumani", se comparado com a polpa de mangas do cultivar "Kalapad", foi explicada pelo menor teor de ácido ascórbico nas frutas daquele cultivar.

Rahman *et. al.* (1964) estudaram os fatores que afetavam a estabilidade de ácido ascórbico em néctares de manga fortificados com diferentes quantidades deste nutriente. A maior taxa de deterioração deu-se nas amostras com a menor concentração de ácido ascórbico.

Muhammad *et. al.* (1965), observaram que durante o armazenamento de néctar de manga, não houve mudanças na densidade óptica e na acidez,

enquanto que a degradação do ácido ascórbico foi lenta e gradual. Também foi observado que a viscosidade do néctar de manga processado aumentou durante os três primeiros meses de armazenamento e depois diminuiu.

Payumo *et al.* (1967) estudaram o efeito da temperatura e do tempo de armazenamento de um ano sobre o valor nutritivo e a aceitabilidade do néctar de manga do cultivar “Carabao” enlatado, que foi fortificado com 50mg/100mL de ácido ascórbico. A retenção de ácido ascórbico durante um ano de armazenamento sob temperatura ambiente (29°C a 32°C) e refrigerado (4°C a 5°C) foi de 79% e 86%, respectivamente. Acidez, intensidade de cor e atributos sensoriais em termos de aparência e paladar não apresentaram mudanças significativas durante o armazenamento. Entretanto, o teor de carotenos diminuiu significativamente, apresentando retenção de 26% em um ano.

Adsule & Roy (1975), estudaram a adequabilidade relativa do envase em latas, congelamento e adição de dióxido de enxofre para a conservação da polpa de manga. Em seis meses de armazenamento das amostras com a adição de conservante apresentaram grande redução do teor de ácido ascórbico, pequenas reduções dos teores de carotenóides e de sólidos solúveis totais, e aumento insignificante da acidez total. A polpa não pasteurizada envasada em latas, congeladas e armazenadas a 12°C apresentou melhor qualidade sensorial do que a polpa envasada convencionalmente e com a adição de conservantes químicos.

Shrikhande *et al.* (1976) avaliaram a retenção de carotenóides, ácido ascórbico e qualidade sensorial de polpa de manga envasada à quente em

embalagens de polietileno de alta densidade, envasada à quente ou esterilizada em latas de folha de flandres, e depois armazenados por seis meses. Os autores não encontraram grandes diferenças na qualidade sensorial entre os néctares preparados com estas polpas em diferentes embalagens armazenados sob condições similares.

Ramana *et. al.* (1984) reportaram as mudanças na qualidade da polpa de manga do cultivar “Totapuri” envasadas em latas de folha de flandres e armazenada à 4°C e em polpas não pasteurizadas, envasadas em *bags* de PE e congeladas a -18°C. Dentro de seis meses, ácido ascórbico, carotenóides totais, cor e viscosidade começaram a diminuir em todas as amostras, sendo que a retenção de ácido ascórbico, carotenóides totais e qualidade sensorial foi melhor nas amostras enlatadas do que nas congeladas.

Kapur *et. al.* (1985) analisaram os teores de ácido ascórbico da polpa e néctar de manga do cultivar “Dashehari” depois de um ano de armazenamento à 18°C e 38°C. Encontraram uma retenção de 20 a 30% na polpa e de 35 a 45% no néctar.

Godoy & Rodrigues-Amaya (1987) reportaram mudanças em carotenóides individuais durante o armazenamento de polpas de manga “Golden” envasadas em latas de folha de flandres e garrafas de vidro (Tabelas 3 e 4). Os dados mostraram uma maior susceptibilidade de degradação do β -caroteno na polpa engarrafadas do que no produto enlatado. Entretanto, ambos sofreram uma perda superior a 50% do β -caroteno em 14 meses.

Thakur & Arya (1988) compararam a adequabilidade de diferentes filmes plásticos para o armazenamento de polpa de manga congelada. Encontraram que o laminado de folha de alumínio e polietileno seria um material de embalagem melhor que PE (polietileno) e PP (polipropileno) para a retenção de ácido ascórbico. As retenções de carotenóides totais em amostras pasteurizadas e armazenadas à -12°C por um ano foram de 50,9 - 71,9% no laminado, 56,7 - 82,5% no PP e 50,9 - 71,9%, embalagem de PE, enquanto que a retenção de ácido ascórbico foi de 56,8-88,4%, 13,4-36,0% e 11,0-19,7%, respectivamente. Açúcares totais e acidez não apresentaram mudanças significativas.

Tabela 3 - Mudanças na composição de carotenóides ($\mu\text{g/g}$) e valor de vitamina A (UI/100g) no armazenamento de polpa de manga enlatada (latas de folha de flandres envernizadas com epoxy).

Constituintes	Tempo de armazenamento (meses)*						
	0	1	3	6	10	14	24
β -Caroteno	15,74 ^{ab}	15,01 ^a	16,44 ^b	15,02 ^a	15,31 ^a	7,95 ^c	2,82 ^d
ζ -Caroteno	0,12 ^{ab}	0,08 ^{ab}	0,18 ^a	0,06 ^{ab}	0,09 ^{ab}	0,03 ^b	0,04 ^b
α -Criptoxantina	0,41a ^{cd}	0,43 ^{acd}	0,20 ^{bc}	0,52 ^{ad}	0,38 ^{acd}	0,32 ^c	0,49 ^d
Violaxantina	1,83 ^{ab}	1,34 ^{ac}	1,06 ^{bc}	0,70 ^c	0,96 ^c	0,73 ^c	0,84 ^c
Luteoxantina	1,48 ^a	1,39 ^a	0,83 ^{ab}	0,62 ^{ab}	0,67 ^{ab}	0,69 ^{ab}	0,46 ^b
Auroxantina	2,66 ^a	3,93 ^b	4,83 ^{bc}	5,24 ^c	4,67 ^{bc}	4,54 ^{bc}	4,12 ^b
Mutatoxantina	0,31 ^a	0,31 ^a	0,10 ^b	0,21 ^{ab}	0,20 ^{ab}	0,08 ^b	0,18 ^{ab}
Total	22,55 ^{ab}	22,49 ^{ab}	23,64 ^a	22,37 ^b	22,28 ^b	14,34 ^c	8,95 ^d
Valor de Vitamina A	2657 ^{ab}	2538 ^{ab}	2757 ^b	2546 ^a	2584 ^{ab}	1352 ^c	511 ^d

Fonte: Godoy e Rodrigues-Amaya (1987).

*Valores na mesma linha com letras iguais não apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$).

Tabela 4 - Mudanças na composição de carotenóides ($\mu\text{g/g}$) e valor de vitamina A (UI/100g) no armazenamento de polpa de manga em garrafas de vidro.

Constituintes	Tempo de armazenamento (meses)*						
	0	1	3	6	10	14	24
β -Caroteno	15,74 ^{ab}	14,76 ^{ac}	14,92 ^{ac}	11,67 ^{bc}	13,13 ^c	7,51 ^d	2,62 ^e
ζ -Caroteno	0,12 ^a	0,11 ^a	0,06 ^a	0,10 ^a	0,04 ^a	0,04 ^a	0,03 ^a
α -Criptoxantina	0,41 ^a	0,43 ^a	0,40 ^a	0,51 ^a	0,39 ^a	0,52 ^a	0,48 ^a
Violaxantina	1,83 ^a	1,60 ^a	1,06 ^b	0,81 ^b	1,02 ^b	1,14 ^b	0,96 ^b
Luteoxantina	1,48 ^a	0,90 ^b	0,59 ^b	0,50 ^b	0,57 ^b	0,49 ^b	0,55 ^b
Auroxantina	2,66 ^a	4,17 ^b	4,54 ^b	4,44 ^b	4,42 ^b	4,15 ^b	3,83 ^b
Mutatoxantina	0,31 ^{ab}	0,45 ^a	0,20 ^{bcd}	0,23 ^{bc}	0,12 ^{acd}	0,17 ^{bcd}	0,06 ^d
Total	22,55 ^a	22,42 ^{ab}	21,77 ^{ac}	18,26 ^{bc}	19,69 ^c	14,02 ^d	8,53 ^c
Valor de Vitamina A	2657 ^a	2496 ^{ac}	2520 ^{ac}	1987 ^{bc}	2220 ^c	1295 ^d	477 ^e

Fonte: Godoy e Rodrigues-Amaya (1987).

*Valores na mesma linha com letras iguais não apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$).

3.5 INSTABILIDADE DO NÉCTAR DE MANGA

A conservação do sabor, do aroma, da cor e do teor de vitamina dos néctares depende, principalmente, da destruição de certas enzimas ou da inibição de sua atividade (Cruess, 1973).

Joslyn & Marsh (1973), verificaram que a pasteurização instantânea sob temperatura de 88 a 90,5°C destrói a enzima ou as enzimas responsáveis por muitas das alterações de sabor e aroma. Mathew e outros (1973) verificaram que pequenas concentrações de dióxido de enxofre também retardavam essas alterações, indicando a ocorrência de reações de oxidação. A adição da vitamina C retarda a oxidação e mantém o aroma e o sabor.

Pederson (1947) verificou que a adição de ácido ascórbico durante o esmagamento evita o escurecimento da polpa da fruta e mantém seu sabor e aroma.

Submetendo a fruta, logo depois de espremida, a um tratamento com vácuo intenso durante 15 a 20 minutos, para retirar o oxigênio dissolvido, e antes de se fazer o seu enlatamento ou engarrafamento, pode-se reduzir enormemente as indesejáveis alterações provocadas pela oxidação. No enlatamento de néctares esse método pode ser adotado para a retirada do ar. Em algumas fábricas, o vácuo é eliminado empregando-se nitrogênio, em lugar de ar, também com o propósito de diminuir ainda mais a oxidação (Cruess, 1973).

Enchendo-se as garrafas com o produto quente e fechando-as assim, consegue-se expelir a maior parte do ar e diminui-se, com isto, a oxidação subsequente. Os sucos devem ser enlatados ou engarrafados imediatamente, para evitar as excessivas alterações causadas pela ação das enzimas (Cruess, 1973).

Em resumo, devem ser tomadas todas as medidas possíveis de precaução para restringir a ação das enzimas durante o preparo dos néctares de frutas, bem como para evitar sua atividade depois do enlatamento ou engarrafamento e reduzir ao máximo qualquer contato do produto com o oxigênio.

Em casos de néctares, a pasteurização é utilizada para destruir os microrganismos deteriorantes. Métodos envolvendo altas temperaturas e curto tempo (HTST) são preferidos por causarem menor dano ao produto. Em néctares,

as leveduras são os principais contaminantes e tratamentos a 85°C por 20 segundos são suficientes. Para inativar enzimas o tratamento exigido é de 90°C por 30 segundos.

As principais enzimas que devem ser inativadas nos néctares são: poligalaturonase (PG), pectinesterase (PE), polifonoloxidasas e peroxidases.

3.5.1 Atividade de Pectinesterase

Apesar de existirem vários meios de converter manga em produtos não perecíveis, as polpas pasteurizadas oferecem vantagens definidas por requerer menos trabalho e poder ser utilizado na re-manufatura de outros produtos (Luh, 1980). Entretanto, estes produtos tendem a perder seu aroma e a desenvolver sabor cozido durante o processamento térmico (Argaiz *et. al.*, 1996).

A qualidade da fruta é um termo geral que engloba cor, aroma, textura, conteúdo de açúcares e sólidos solúveis totais, acidez e aderência do caroço (Askar *et. al.*, 1996). A proposta do tratamento térmico é de prolongar o tempo de armazenamento do alimento e ao mesmo tempo maximizar a retenção de nutrientes e as características sensoriais desejáveis (Lund, 1975 e 1977). Com o objetivo de otimizar a qualidade de retenção durante tratamentos térmicos, devem ser conhecidas as dependências da temperatura em relação às mudanças da qualidade sensorial e às características de transferência de calor para o alimento (Ohlsson, 1980). Nath & Rangana (1977, 1980, 1981 e 1993), têm mostrado que para muitas frutas, como mandarina, laranja, manga, papaia, goiaba, etc., o

mínimo processamento térmico seguro é baseado na inativação de pectinesterase (PE), garantindo segurança microbiológica e aceitabilidade sensorial aos produtos.

3.5.2 Inativação de Pectinesterase

Um dos maiores problemas encontrados na indústria de sucos de frutas é a manutenção da turvação de sucos. Geralmente, é aceito que a perda da turvação se inicie através da reação enzimática de pectinesterase (PE), com o dimetilato de pectina. A pectina de baixo metoxi formada pode estar ligada através de uma ligação cruzada por cátions divalentes, levando a precipitação da pectina e, portanto a clarificação do suco. O fato de que propriedades sensoriais como sabor, cor, textura e aroma de sucos de frutas cítricas, por exemplo, são parcialmente atribuídos à turvação (Klavons *et al.*, 1994), explica por que os consumidores esperam uma turvação estável na maioria das bebidas de frutas cítricas e percebem a sua presença como um indicador de qualidade (Van den Broeck *et al.*, 2000).

O tratamento térmico (por exemplo, 1 min à 90°C) é um método convencional usado na inativação de PE (Eagerman & Rouse, 1976). É sugerido que a PE poderia ser utilizada como alvo em processos de estabilização porque a resistência térmica da PE é maior do que a de qualquer outro microorganismo causador de deterioração do produto (Nath & Ranganna, 1977). Entretanto, pelo fato de tratamentos térmicos serem acompanhados de perdas indesejáveis da qualidade do produto, estudos de outras alternativas também são conduzidos.

3.5.3 Estabilidade de Turvação de Néctares de Manga

Néctares de frutas tropicais são bebidas turvas (Askar & Treptow, 1993), produzidas através da mistura de sucos ou polpas concentrados ou com o uso de materiais básicos convenientes. A aparência visual das bebidas turvas é um fator decisivo para sua aceitação. Elas não devem apresentar sedimentação ou fase cremosa. Ainda que o valor nutritivo e o paladar desses produtos sejam de máxima importância, estes não são fatores determinantes da aceitação pelos consumidores (Maltshev & Mollov, 1996). Além da cor, a distribuição estável das partículas que causam turvação representa um critério de qualidade central. Instabilidades de turvação podem levar a clarificação da produção de bateladas inteiras (Carle, 1998).

Mensah-Wilson et al., 2000 concluíram que a adição de pectina geralmente aumenta a estabilidade de turvação de bebidas, devida principalmente ao aumento da viscosidade do soro. Embora a adição de pectina apresente suas vantagens, poderia, entretanto, não prever a sedimentação completa das partículas causadoras de turvação, devido em parte, aos seus tamanhos de partículas tipicamente grandes.

3.5.4 Ácido Ascórbico

Desde que as frutas são uma das maiores fontes de ácido ascórbico na dieta humana, a preservação da vitamina contida nos sucos, tanto natural como enriquecida, é um ponto de suma importância. A maior perda de ácido ascórbico durante a manufatura do néctar está relacionada com a atividade de fenolase. É significativo que as frutas que se descolorem possuem alta atividade de fenolase, por exemplo, maçãs, pêras, ameixas, damasco, pêssegos, abacaxis, cerejas, etc, produzam néctares com pouco ou nenhum teor de ácido ascórbico. A oxidação do ácido ascórbico através do sistema de peroxidase é possível, mas sua extensão dependeria da disponibilidade de peróxido de hidrogênio. O conteúdo e estabilidade do ácido ascórbico variam de acordo com a natureza do suco (Woodroof & Luh, 1986).

O ácido ascórbico prolonga a vida de prateleira de um produto através da reação com oxigênio residual e retardamento do desenvolvimento de sabores estranhos. Entretanto, o armazenamento de néctares em latas de folha de flandres sugere mudanças secundárias como o escurecimento (Woodroof & Luh, 1986).

A deterioração das frutas pela atividade enzimática pode levar ao desenvolvimento de sabores estranhos, assim como mudanças na coloração. Ácido ascórbico é um dos anti-oxidantes mais comuns e eficazes, sendo benéfico na proteção tanto do sabor como da cor nos produtos de frutas (néctares). Ajuda a evitar a destruição do sabor pela dissolução de oxigênio atmosférico durante o armazenamento, distribuição e exposição para venda (Shewfelt, 1986).

O ácido ascórbico tem certas vantagens quando usado como aditivo em néctares e produtos de frutas porque: (1) é um constituinte natural, (2) não é detectável pela cor ou sabor, (3) pode ser rapidamente detectado através de procedimentos químicos ou biológicos, (4) é econômico, (5) incrementa o valor nutritivo dos produtos (Bauernfeind & Pinkert, 1970). Em néctares de frutas, quando o ácido ascórbico é perdido, o oxigênio reage com flavonóides ou hidroxifenóis. Oxidação e polimerização então proporciona cor e sabor indesejáveis, característica de néctares deteriorados. A taxa de escurecimento em néctares é aumentada com o aumento da concentração de polpa natural.

3.5.5 Beta-carotenos

Os carotenóides são uns dos mais importantes pigmentos naturais existentes nas frutas e animais. Nos alimentos, em adição à sua principal função como corante, também têm a função de pró-vitamina A. A pró-vitamina A é importante na dieta humana, pois é transformada em vitamina A no estômago (Cecchi, 1978).

Mas nem todos os carotenóides têm função vitamínica. O carotenóide para possuir tal atividade deve ter pelo menos um anel β -ionona ligado a uma cadeia de um polieno. A cadeia de polieno pode apresentar estrutura cíclica ou acíclica e ter o número de carbonos aumentado, mas não diminuído a um fragmento de um polieno de menos de 11 carbonos. β -caroteno possui dois anéis β -ionona, um de

cada lado da longa cadeia poliênica, sendo uma pró-vitamina A de alta atividade (Cecchi, 1978).

A manga é uma fonte rica de carotenóides e provitamina A. Na maioria das espécies, mais da metade do teor de carotenóides totais consiste de β -caroteno. Um estudo comparativo de várias frutas tropicais mostrou que as mangas possuem o maior teor de vitamina A.

Os carotenóides possuem um alto grau de insaturação, o que os torna altamente suscetíveis à degradação. No seu estado natural a estrutura celular e a complexação com proteína lhes confere estabilidade. A destruição da estrutura e dos complexos leva a uma diminuição da estabilidade, como acontece no processamento de alimentos. A maior causa da degradação é a oxidação que depende da disponibilidade de oxigênio, temperatura, exposição à luz, atividade de água, acidez, presença de metais e estrutura do próprio pigmento (Chichester & McFeeters, 1971). A degradação enzimática dos carotenóides por oxidase pode, sob condições favoráveis para sua atividade, ocorrer principalmente em alimentos não branqueados (Sistrunk & Cash, 1970). A degradação oxidativa causa perda de cor e potencialidade vitamínica. (Godoy, 1985)

A composição de carotenóides da polpa de manga apresenta mudanças durante o processamento. Por exemplo, no processamento da manga tipo "Golden", Godoy & Rodriguez-Amaya (1987) encontraram que o teor de β -caroteno diminuiu em 13%, resultando numa correspondente redução nos valores de vitamina A.

Fatores que influenciam a degradação:

Estudando o efeito do pH no amolecimento de manga processada, Siddappa & Bhatia (1956) observaram grandes diferenças na textura e na cor, dependendo do processamento aplicado. De acordo com a variedade, o pH pode variar de aproximadamente 3,4 a 4,7, e com isso um processo de pasteurização em água fervendo é normalmente suficiente para atingir a estabilidade microbiológica. Nessas condições a quantidade de β -caroteno encontrado nos pedaços de manga não foi muito afetada pelo processamento.

Rangana & Siddappa (1961) estudaram o efeito do processo térmico em polpa de manga enlatada. Os autores verificaram que a acidez aumentou de 0,9959% a 0,985% na fruta fresca para 1,309% a 1,254% após o processamento. Isso levou os autores a afirmarem que a deterioração da cor da polpa de manga enlatada foi causada principalmente pela isomerização *cis-trans*, já que os espectros de absorção tiveram os seus máximos em comprimentos de onda inferiores comparados com os da fruta fresca. De fato, com a neutralização da polpa de manga antes do aquecimento, a cor foi mantida.

Estudos realizados sobre a estabilidade do β -caroteno na estocagem de manga enlatada, mostraram que a retenção após 150 dias de estocagem à temperatura ambiente foi de 62% (Siddappa & Bhatia, 1956).

Payumo *et. al.*, (1970) observaram a temperatura de estocagem em néctar de manga fortificado com ácido ascórbico durante 12 meses. Ocorreu uma

apreciável perda dos carotenóides tanto nas latas mantidas à temperatura ambiente como nas mantidas sob refrigeração. A retenção em ambos os casos foi de aproximadamente 26% após 12 meses de estocagem.

Godoy, 1985 confirmou a predominância de β -caroteno em manga Tommy Atkins, representando 70% dos carotenóides totais. O valor de Vitamina A calculado foi de 2263 UI/100g sendo quase exclusivamente proveniente do β -caroteno (Tabela 5). A possível perda de β -caroteno nesse tipo de processamento foi considerada insignificante.

Tabela 5 – Valores de β -caroteno e Vitamina A em manga fresca e da fruta processada.

	Fruta Fresca	Fruta Processada
β -caroteno $\mu\text{g/g}$	13,4	14,3
Vitamina A UI/100g	2266	2441

Fonte: Godoy, 1985.

Godoy, 1985, encontrou ainda que, nas mangas acondicionadas em latas com revestimento interno de resina epoxy o conteúdo de β -caroteno não se alterou nas mangas por um período de 10 meses. Do décimo ao décimo nono mês o teor reduziu-se à metade (Tabela 6).

Tabela 6 – Valores de Vitamina A em mangas acondicionadas em latas com revestimento em resina epoxy

	0 meses	10 meses	14 meses
β -caroteno $\mu\text{g/g}$	14,5	13,5	7,6
Vitamina A UI/100g	2441	2267	1517

Fonte: Godoy, 1985.

3.6 CONSERVAÇÃO DE NÉCTARES

3.6.1 Conservantes Químicos

No Brasil, é bastante difundida a prática de adição de conservantes químicos, com o objetivo de conservar néctares, sucos e outras bebidas não-alcoólicas. Entre eles, o ácido benzóico e seus sais, os componentes de enxofre e o ácido sórbico e sorbatos são os mais comumente empregados. O uso e os níveis de adição desses conservantes são regulamentados pela “Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos” (CNPAN), que estabelece limites rígidos de adição, visando salvaguardar a saúde pública. Também o “Committee on Food Additives” fixa limites e doses diárias toleráveis (ADI) desses conservantes, que podem ser ingeridas sem prejuízo para a saúde.

Os néctares de frutas apresentam como características gerais, elevada atividade de água, potencial de oxirredução positivo e baixo pH, geralmente inferior a 4,0. Desses fatores, a elevada acidez restringe acentuadamente a microflora potencialmente deterioradora, que se limita, principalmente, a bactérias lácticas e acéticas, bolores e leveduras. Essas últimas se constituem no principal agente de deterioração de néctares de frutas, sendo que pelos resultados obtidos pela “National Soft Drink Association” dos Estados Unidos, a qual, com base em levantamentos efetuados durante vários anos, concluiu que 90% dos casos de deterioração em bebidas não-alcoólicas deviam-se à presença de leveduras. Foi observada a predominância de espécies de *Saccharomyces*, seguido de *Torulopsis* e *Pichia* (Leitão, M. 1973).

3.7 CONCEITOS SOBRE SISTEMAS DE EMBALAGEM

3.7.1 Embalagem de Polietileno Tereftalato (PET)

No final da década do último milênio, testemunhou-se o uso de novos materiais de embalagem para bebidas. O sucesso inicial do PET deveu-se ao uso para embalagem de água mineral e refrigerante em grande quantidade.

A praticidade das embalagens plásticas e sua habilidade em chamar a atenção dos olhos do consumidor com grande diversidade de formas, tamanhos e desenhos gráficos, confere a elas grande vantagem frente a materiais como vidro e metal.

Nesta nova década, produtos tradicionalmente envasados nas tradicionais garrafas de vidro, como cerveja, vinho e sucos e néctares de alta qualidade, e ainda o leite, poderão ser embalados em garrafas PET.

Conhecido como poliéster, o PET teve seu uso industrial iniciado em fibras têxteis e tornou-se conhecido após a Segunda Guerra Mundial. No final da década de 50, teve início a produção de filmes extrusados e estirados biaxialmente com utilização na indústria de embalagem, entre outras. Em 1976, com a crise do petróleo, houve aumento no custo da fabricação do vidro (elevado consumo de energia), o que trouxe benefícios também a outros plásticos, usados em segmentos que não requeriam a resistência do PET (Luisi, 1985).

É um dos materiais de maior sucesso nas últimas décadas. Além do mercado de bebidas carbonatadas, vem sendo utilizado para diversos produtos, incluindo, o vinho, a cerveja e as bebidas alcoólicas (Sarantópoulos, 1989).

O PET é originado da reação direta (esterificação) do ácido tereftálico com o etileno glicol, formando o monômero (bis- β -hidroxietil-tereftalato), policondensado em um polímero de cadeia longa, onde a reação de esterificação produz, pela eliminação de moléculas de água, os passos para a condensação, sob alto vácuo, e onde uma molécula de glicol é liberada cada vez que a cadeia aumenta em comprimento pela repetição de uma unidade. Com o aumento da cadeia, cresce o peso molecular, a viscosidade de fusão e outras características associadas com aumento da resistência (Luisi, 1985).

Quando submetido ao processo de injeção – estiramento e sopro com biorientação, o PET apresenta as seguintes características, que o fazem compatível para o acondicionamento de bebidas alcoólicas (Luisi, 1985; Sarantópoulos, 1989; Paviani, 1992; Anon, s.d):

- Reduzida permeabilidade ao oxigênio,
- Excelente resistência ao impacto,
- Boa rigidez e estabilidade à deformação,
- Transparência e brilho,
- É inerte, apresenta resistência química, além da inércia a ácidos, bases e vários solventes,
- Reciclável, com aplicação na indústria têxtil e automobilística,
- Baixo peso.

Nos últimos anos, avaliações do uso de PET no acondicionamento de diferentes bebidas alcoólicas foram realizadas (Oag & Webb, 1984; Aylott & MaClachlan, 1986).

Ryder, 1983 relatou a adequação da resina para garrafas de bebidas destiladas:

- A bebida permanece aceitável em odor e sabor, sendo considerada conveniente na retenção do produto,
- Aceitável perda de álcool. A velocidade de difusão através das paredes é baixa e comparável ao PVC.

3.7.2 Propriedades do PET

As propriedades de barreira a gases da garrafa PET são muito superiores às das outras embalagens plásticas. Ainda assim, algumas bebidas mais sensíveis podem requerer uma barreira a gases ainda melhor (principalmente O₂ e CO₂), se quiserem alcançar vida de prateleira longa. Neste caso, as propriedades do PET terão de ser aumentadas com o objetivo de reduzir a entrada de O₂ na garrafa e/ou a perda de CO₂ com o tempo. Como estão envolvidos processos de difusão, temperaturas mais elevadas aceleram esta troca de gases.

O segundo ponto fraco da embalagem PET é sua sensibilidade ao calor. Novos processos de manufatura têm sido desenvolvidos, com sucesso, para aumentar a resistência do material ao calor, porém com implicações no custo da embalagem.

No contexto da exposição do produto ao oxigênio, deve ficar claro que a presença do oxigênio durante processamento e envase exerce um impacto significativo na qualidade do produto e do seu tempo de vida de prateleira. A desaeração do produto para remover o oxigênio dissolvido antes do envase, como no caso de sucos e néctares, assim como minimizar a quantidade de ar na embalagem, são pontos importantes para assegurar o tempo de vida de prateleira (Scherb, 2000).

Vantagens da embalagem PET (MORETTI, 2002):

- 10,0% do peso do vidro
- Alta resistência à pressão (8 Kg/cm²)
- Evita acidentes na indústria e com o consumidor
- Reciclável
- Economia no transporte
- Pode ser fabricado na própria indústria
- Mais barato que a lata de alumínio e que embalagem cartonada
- Mesmo peso que a lata de alumínio, para mesmo volume.
- Aguenta mais pressão que a lata de alumínio
- A boca fica protegida pela tampa sendo mais higiênica
- Permite re-fechamento
- É transparente
- É inerte (não apresenta problemas de reação com o produto)

3.7.3 Presença de oxigênio

A oxidação de ácido ascórbico, além de perdas nutricionais, também produz compostos com radical carbonila que reagem com grupos amino e por polimerização, produzem pigmentos escuros, os quais são responsáveis pelo escurecimento do suco. A presença de oxigênio residual no espaço-livre da embalagem é responsável pela degradação inicial da vitamina C (Shaw & Moshonas, 1991). Em sucos de laranja pasteurizados e armazenados em latas de alumínio a 30°C, a destruição do ácido ascórbico ocorre rapidamente. Esta destruição oxidativa é verificada durante os primeiros dias do armazenamento, quando o O₂ está presente. Nos dias seguintes, a perda do ácido apresenta uma taxa de redução de um décimo em relação àquela verificada nos primeiros dias.

Segundo Sizer *et al.*, 1998, 1 mg de oxigênio decompõe aproximadamente 10mg de vitamina C. De maneira que, em 1 litro de suco de laranja, submetido às seguintes quantidades de oxigênio:

- 8 ppm de O₂ dissolvido no suco,
- 70mL de ar no espaço livre,
- 1 mg/mês de permeabilidade ao oxigênio através da embalagem,
- 0,1 ppm de resíduo de H₂O₂

As perdas de ácido ascórbico por vias oxidativas, em 6 meses de estocagem a 20°C, podem ser assim discriminadas:

- 8 mg de Vitamina C/100mL do suco devido ao O₂ dissolvido,
- 20 mg/100mL em função do O₂ no espaço-livre,
- 6 mg/100mL pela permeabilidade do O₂ através da embalagem,
- 0,05 mg/100mL devido ao resíduo de peróxido de hidrogênio usado na assepsia da embalagem,
- Totalizando cerca de 34-35 mg/100mL de suco.

Apesar do oxigênio acelerar a perda do ácido ascórbico, sob condições anaeróbicas também se verifica a degradação deste composto e ocorrem igualmente reações de escurecimento (Graunlich *et al*, 1986; citados por Cerrêa Neto, 1998). As reações de escurecimento e de natureza oxidativa, envolvendo os diversos constituintes dos sucos cítricos, são muito complexas e exercem efeito catalítico umas sobre as outras (Kanner *et al*, 1982).

3.7.4 Influência da embalagem.

A embalagem influi na qualidade do suco de laranja promovendo um ambiente adequado ao seu armazenamento e manuseio, de maneira a beneficiar a vida-de-prateleira do produto (Graunlich *et al*, 1986; citados por Cerrêa Neto, 1998). Para tanto, faz-se necessário que não só o produto atenda aos padrões da legislação vigente, como também, que o sistema de acondicionamento utilizado seja capaz de preservar a sua qualidade. Assim, a embalagem para néctares deve ser livre de microrganismos deteriorantes que possam se desenvolver nas

condições de estocagem e comercialização, não deve apresentar problemas de migração, nem permitir a permeação de odores estranhos que possam alterar suas características sensoriais. Como para qualquer outro produto, deve apresentar formato e resistência mecânica adequados para resistir às solicitações do seu sistema de distribuição (manuseio, movimentação, transporte e estocagem), a fim de se apresentar íntegra ao consumidor final. A embalagem também deve apresentar integridade do fechamento, evitando assim, uma recontaminação microbiológica e problemas de vazamento durante a distribuição e comercialização do produto. Por fim, deve proteger o suco da exposição ao oxigênio, apresentando baixa permeabilidade ao gás através do material de embalagem e do sistema de fechamento (Alves & Garcia, 1993, Garcia *et al.*, 1993 e Oliveira & Xavier, 1994, citados por citados por Cerrêa Neto, 1998).

3.7.5 Influência da luz

Segundo Marin *et al* (1995), a luz tem um efeito significativo sobre a destruição da vitamina C em suco de laranja pasteurizado e envasado a quente, o que demonstra o efeito catalítico da luz sobre a oxidação aeróbica do ácido ascórbico.

Tais informações sobre a estabilidade dos sucos e néctares reforçam o potencial do uso das garrafas PET, bem como a necessidade desta pesquisa.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

Néctar de Manga

O néctar de manga, comercializado em embalagens cartonadas *Tetra Brik Aseptic* por uma indústria nacional, é composto de água, polpa de manga, açúcar, ácido cítrico e ácido ascórbico, apresentando acidez titulável entre 0,28 e 0,30%, pH entre 3,30 e 3,40; contendo 30% de polpa e de 12,4 a 12,6°Brix. Este produto foi adicionado de 3 diferentes níveis de ácido ascórbico e goma xantana (Tabela 7), reprocessado e envasado à quente ($T = 75^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, $t = 2$ minutos) em garrafas PET termorresistentes.

As formulações preparadas foram elaboradas em 5 níveis de concentração de Ácido Ascórbico (14,75; 25,0; 50,0; 75,0 e 85,25 mg/100mL) e Goma Xantana (0,0118; 0,02; 0,04; 0,06; 0,0682%), sendo avaliadas em função do teor de Vitamina C, da avaliação sensorial e das determinações instrumentais de cor e viscosidade, tendo como padrão um Néctar de Manga produzido por uma indústria nacional envasado em embalagem cartonada.

O produto em lata de alumínio sofreu envase à quente e este não foi destinado ao processamento do néctar acondicionado em garrafas PET.

Tabela 7 - Parâmetros variáveis dos ensaios realizados. (variáveis independentes).

Variáveis	- α	- 1	0	+ 1	+ α
Ácido Ascórbico (mg/1000mL)	147,5	250	500	750	852,5
Goma Xantana (%)	0,0118	0,02	0,04	0,06	0,0682

Ensaio	V1	V2	Decodificadas	
			Ac Ascórbico	Goma Xantana
1	-1	-1	25,0	0,02
2	+1	-1	75,0	0,02
3	-1	+1	25,0	0,06
4	+1	+1	75,0	0,06
5	0	0	50,0	0,04
6	0	0	50,0	0,04
7	0	0	50,0	0,04
8	- α	0	14,75	0,04
9	+ α	0	85,25	0,04
10	0	- α	50,0	0,0118
11	0	+ α	50,0	0,0682
12	Produto Padrão	<i>Tetra Brik Aseptic</i>	Sem adição extra	Sem adição extra
13		Lata de Alumínio	Sem adição extra	Sem adição extra

Embalagem PET

Características:

Embalagem termorresistente

Peso: 18g

Volume: 250mL

Finish PCO 28mm

Resina Rhodia S80 com VI 0,80

Equipamento de sopro convencional

Embalagem Cartonada (*Tetra Brik Aseptic*)

A embalagem cartonada é composta por 6 camadas, como ilustrado na Figura 2.

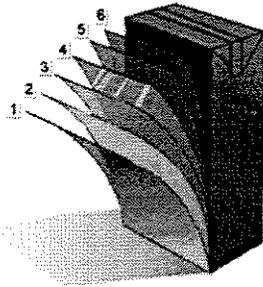


Figura 2. Embalagem cartonada *Tetra Brik Aseptic*.

Fonte: [htTBA://www.tetrapak.com.br/html/vocesabia/index_estrutura1.htm](http://www.tetrapak.com.br/html/vocesabia/index_estrutura1.htm)

Onde:

1 Polietileno - protege contra a umidade exterior
Papel - para estabilidade e resistência
Polietileno - camada de aderência.

2 Papel - Para estabilidade e resistência.

3 Polietileno - Camada de aderência.

4 Folha de alumínio - Barreira contra oxigênio e luz (proteção ao aroma).

5 Polietileno - Camada de aderência

Lata de Alumínio

Massa (lata e tampa) = 14,37g

Volume = 335mL

Equipamentos e materiais utilizados:

Torcador de calor tipo serpentina com 6m x 3/8",

Banho Maria

pHmetro

Refratômetro digital

Viscosímetro Brookfield LVT

Espectrofotômetro colorímetro Colorquest II (Hunterlab) acoplado ao software Universal versão 3.1

Espectrofotômetro com registrador

Vidrarias e reagentes.

4.2 MÉTODOS

As determinações foram realizadas durante o período de vida de prateleira proposto de 180 dias. Foram realizadas 5 bateladas de ensaios: no tempo zero (dois dias após os envases), com 45, 90, 135 e 180 dias de vida de prateleira.

4.2.1 Caracterização do néctar de manga

4.2.1.1 Análises físico-químicas

Foram determinadas as composições físico-químicas do néctar de manga em todas as amostras, inclusive nos produtos em embalagem cartonada e na lata de alumínio, que são descritas a seguir:

- pH: segundo normas da A.O.A.C., 1990;
- Teor de sólidos solúveis (°Brix): segundo normas da A.O.A.C. (n.37.1.15, 1997);
- Acidez total titulável ou ATT, expressa em % de ácido cítrico, segundo normas da A.O.A.C. (n.37.1.37, 1997);
- Viscosidade, com viscosímetro Brookfield, segundo técnicas da Committee on Codex Specification, 1981.

4.2.1.2 Determinação do teor de vitamina C

O teor de vitamina C (ácido ascórbico) foi determinado segundo metodologia da A.O.A.C. (1984) n.43046, modificada por Benassi (1990), por titulação com 2,6-diclorofenolindofenol-sódio (DCFI). A solução de ácido oxálico foi preparada com ácido oxálico dihidratado (14g) e pipetados 10mL de amostra de néctar para titulação. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico (AA) por 100 ml de amostra usando-se a fórmula:

$$\text{mg ácido ascórbico} = \frac{2 \cdot m \cdot A \cdot 100}{100\text{mL amostra} \quad P \cdot 10}$$

onde: m = massa de ácido ascórbico pesada (~2,5 mg)

A = volume de DCFI para amostra

P = volume de DCFI para padrão

4.2.1.3 Determinação de beta caroteno

O teor de β -carotenos foi determinado segundo Rodrigues-Amaya, 1999.

Análise dos dados:

$$C = \text{Abs}_{\text{Max}} \cdot 10^{-6} / V \cdot E$$

onde: C = concentração de beta caroteno ($\mu\text{g/mL}$)

Abs = Absortividade máxima (constante)

V = volume do balão volumétrico (mL)

E = absortividade

4.2.1.4 Determinação de cor

A cor do néctar de manga foi determinada em colorímetro Colorquest II (Hunterlab) acoplado ao software Universal versão 3.1, em sistema CIELAB, sendo realizadas 3 (três) leituras em cada amostra. O aparelho foi calibrado com iluminante D65 (6900°K), abertura de 10°, equivalente à luz do dia, modo de leitura RSIN e usando placa de referência branca (C6299 Hunter Color Standard). Foi usada uma cubeta de quartzo 10 mm. A escala utilizada foi a CIE 1976 L*a*b*. Os valores de cor foram lidos diretamente em 3 (três) escalas. Da Silva (1973) descreve o significado das escalas:

- **L**: mede a luminosidade e varia de 100 (cem) superfícies perfeitamente brancas até o 0 (zero) para o preto,
- **a**: mede a quantidade de vermelho quando positivo, cinza quando zero e verde quando negativo.
- **b**: mede a quantidade de amarelo quando positivo, cinza quando zero e azul quando negativo.

4.2.1.5 Avaliação Microbiológica

A avaliação microbiológica abordou: contagem de bolores/leveduras, contagem total, termófilos e coliformes fecais; conforme o compêndio de métodos para exames microbiológicos de alimentos APHA adotados pelo Ministério da Saúde (Brasil, 1997).

4.2.2 Análise Sensorial.

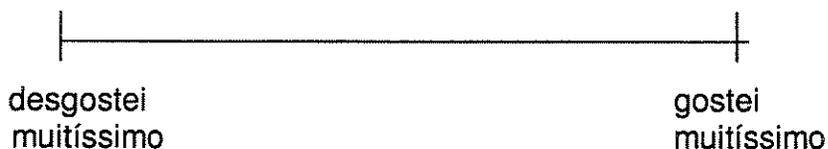
Com o objetivo de avaliar o grau com que os consumidores gostaram ou desgostaram do néctar de manga, adotou-se a Avaliação de Aceitação e Preferência utilizando-se a escala hedônica não estruturada.

A aceitação dos produtos foi avaliada por 34 consumidores habituais de néctar de manga. Os testes foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial (FEA – UNICAMP). As amostras foram apresentadas de forma monádica. Foram servidos 30mL de cada amostra de produto em copo descartável codificado com número de três dígitos, em temperatura de consumo e com um copo de água a ser utilizado pelo provador para enxágüe bucal entre as amostras. Os provadores avaliaram as amostras utilizando escala não estruturada de 9 (nove) pontos.

A Figura 3 mostra a ficha utilizada neste teste.

Você está recebendo amostras de Néctar de Manga. Por favor, prove a amostra e avalie, de maneira global, o quanto você gostou ou desgostou da amostra.

Amostra _____



Comentários: _____

Figura 3 – Ficha para aplicação do Teste de Aceitação.

4.2.3 Planejamento Experimental

Para a análise estatística deste experimento foi escolhido um delineamento composto rotacional central, baseado na metodologia de superfície de resposta. Esta metodologia é utilizada para a análise de problemas em que diversas variáveis independentes (fatores) influenciam uma variável dependente (resposta) (Thompson, 1982) e apresenta como vantagens a possibilidade de variação de todos os parâmetros testados ao mesmo tempo e a redução do número de ensaios para tanto, pois identifica relações matemáticas e estatísticas entre níveis pré-determinados das variáveis independentes e a resposta. A planilha de trabalho com ensaios a serem realizados foi desenvolvida com auxílio do programa de computador *STATISTICA* na versão 5,0 para Windows que também foi usado na análise matemática dos resultados e na construção das superfícies de resposta.

Após a análise estatística é possível obter os efeitos simples e combinados das variáveis independentes sobre cada uma das respostas, além de um modelo matemático de previsão que pode ser avaliado por dois índices estatísticos distintos: F (significância estatística da regressão) e r^2 (porcentagem de variância explicada pelo modelo). De acordo com estes índices é possível avaliar o ajuste do modelo matemático gerado e, conseqüentemente, a precisão das previsões que podem ser feitas baseadas nele. (Barros Neto, 1996).

4.2.4 Análises Estatísticas

Análise de variância:

Para avaliação dos resultados físico-químicos e sensoriais do néctar de manga, foi empregada ANOVA e determinada a significância pelo emprego do teste F ($p \leq 0,05$). Para estudo comparativo das médias foi feito teste de Tukey, verificando-se as médias significativas ao nível de 5% de significância (*The SAS System*, 1992 e *Statística for Windows*, 1995).

Metodologia de Superfície de resposta:

A análise relativa aos efeitos das variáveis independentes (concentração de ácido ascórbico e de goma xantana) sobre as respostas avaliadas (Vitamina C, viscosidade e respostas sensoriais) foi realizada através da metodologia de superfície de resposta (Box *et. al.*, 1978). A resposta esperada da variável independente pode ser descrita como:

$$Y = f(x_1, x_2, \dots, x_k)$$

Através da análise de regressão, pode-se para cada resposta (y) ajustar o polinômio completo de 2^a. ordem com as variáveis independentes (x_k). A fórmula geral deste modelo é dada pela equação:

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{12}x_2^2 + b_{12}x_1x_2 + E$$

onde:

Y: função resposta ou variável dependente

x_1 e x_2 : níveis codificados das variáveis independentes

b_0 : ponto central do sistema ou estacionário

b_1 e b_2 : coeficientes lineares das variáveis independentes

b_{11} e b_{22} : coeficientes dos quadrados das variáveis independentes

b_{12} : coeficientes de interação entre as variáveis independentes

E: resíduo que mede o erro experimental

A significância de cada modelo estudado foi avaliada por ANOVA, observando-se a significância da regressão e da falta de ajuste em relação a 95% de confiança pelo teste F, e o coeficiente de determinação R^2 , através do qual é avaliada a adequação do modelo: quanto mais próximo for seu valor de 1 ou 100%, melhor terá sido o ajuste do modelo e sua capacidade preditiva (Barros Neto *et. al.*, 1996).

Considerou-se para compor os modelos ajustados somente os parâmetros com nível de significância $\leq 0,05$. No modelo ajustado, a análise de regressão e o teste F foram novamente realizados considerando somente seus parâmetros e a significância da falta de ajuste do modelo foi avaliada.

Os gráficos tridimensionais foram elaborados para cada uma das respostas estudadas utilizando o programa *Statistica for Windows* (1995).

4.2.5 Processamento do néctar de manga

4.2.5.1 Envase asséptico em embalagem cartonada

O Néctar de Manga foi preparado a partir da padronização de polpa de manga concentrada adicionada de água, açúcar líquido, ácido ascórbico e ácido cítrico. Em seguida o produto padronizado a 12,4°Brix passou por um refinador, foi homogeneizado e então passou por um desaerador, seguido ao tratamento térmico.

4.2.5.2 Envase a quente em latas de alumínio

O Néctar de Manga foi preparado a partir da padronização de polpa de manga concentrada adicionada de água, açúcar líquido, ácido ascórbico e ácido cítrico. Em seguida o produto padronizado a 12,4°Brix passou por um refinador, foi homogeneizado e então passou pelo tratamento térmico. O produto seguiu para a enchedora, onde sofreu um envase a quente, seguido de adição de nitrogênio líquido sendo então recravado. As latas recravadas passaram por um processo de inversão antes de serem resfriadas num túnel de resfriamento.

4.2.5.3 Envase a quente em garrafas PET

Para enchimento em PET, foram adicionados ao produto padrão comercializado normalmente em embalagens cartonadas, três níveis de Ácido Ascórbico (25,0; 50,0 e 75,0 mg/100mL), e três níveis de Goma Xantana (0,02; 0,04 e 0,06%), de acordo com o planejamento experimental apresentado na Tabela 7.

O néctar de manga comercializado em embalagem *Tetra Brik Aseptic* foi adicionado de ácido ascórbico e goma xantana e processado em um sistema composto por um tanque de alimentação com capacidade de 8L, dotado de pressurizador manual para transporte do fluido, e serpentina imersa em banho de água quente, para envase manual realizado à quente (75°C) em garrafas PET termorresistentes de 250mL. O produto foi então envasado à quente, as embalagens foram tampadas e invertidas, sofrendo um tratamento térmico de 75°C \pm 2°C durante 2 minutos.

As embalagens foram resfriadas em banho de água fria e armazenadas em temperatura ambiente (25°C) por um período de 6 meses.

O Fluxograma do processo está apresentado na Fig. 4.

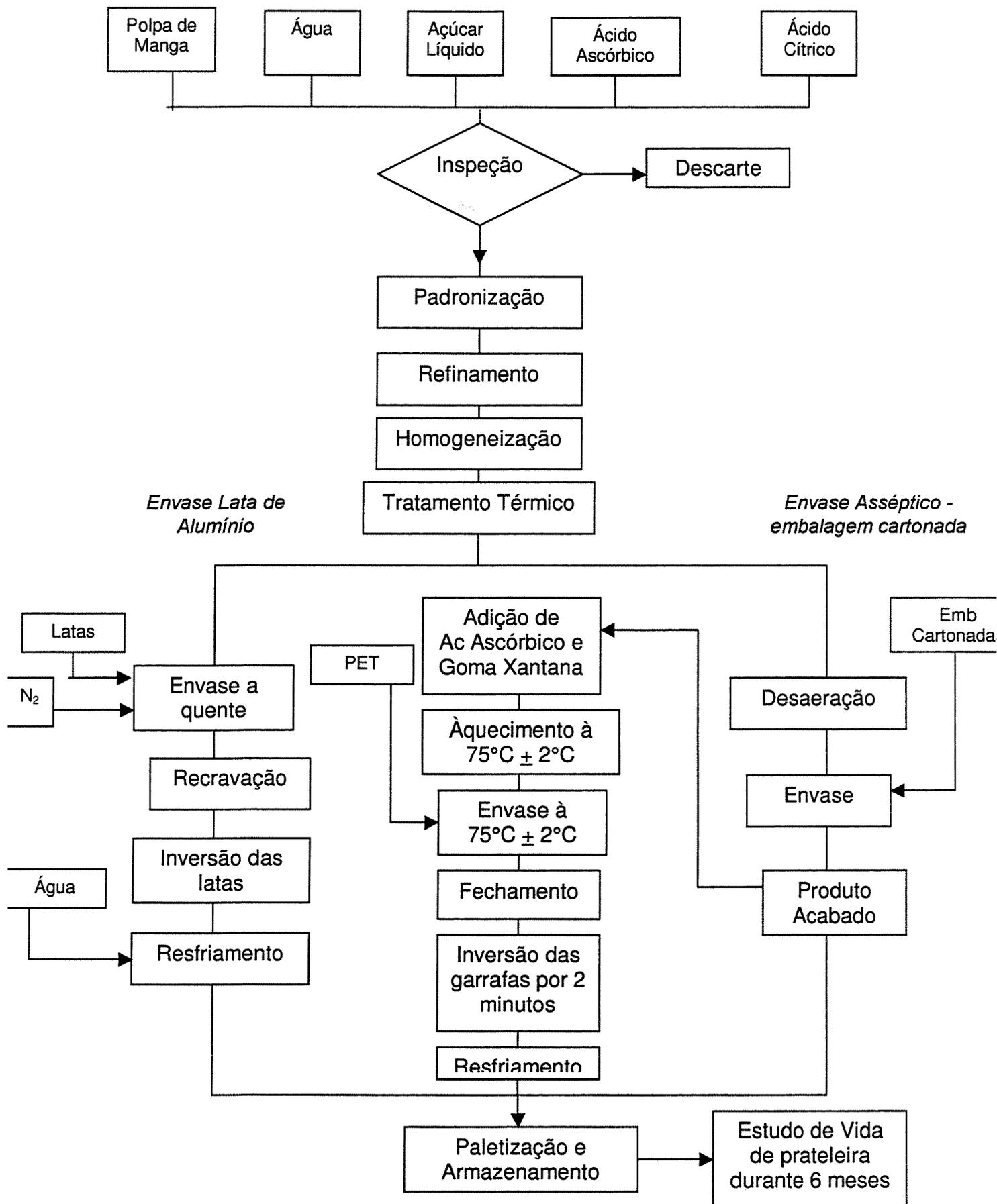


Figura 4 – Fluxograma do processamento de Néctar de Manga.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DO NÉCTAR DE MANGA

5.1.1 Análises Microbiológicas

Não houve crescimento microbiano para contagem de bolores/leveduras, contagem total, termófilos e coliformes fecais em nenhum dos experimentos até 180 dias de armazenamento das garrafas PET, embalagem cartonada *Tetra Brik Aseptic* e lata de alumínio a temperatura ambiente.

5.1.2 Análises físico-químicas

As Tabelas 8, 9, 10, 11 e 12 apresentam os resultados de °Brix, acidez, pH, viscosidade e β -carotenos, respectivamente, durante um período de 6 meses.

Tabela 8 - Determinações de °BRIX para tempo zero, 45, 90, 135 e 180 dias da vida de prateleira.

Ensaio	Ác Asc adicionado (mg/100mL)	Goma Xantana (%)	°BRIX				
			0 dia	45 dias	90 dias	135 dias	180 dias
TBA	0	0	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
lata	0	0	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
8	14,7	0,04	12,6	12,6	12,6	12,6	13,0
1	25,0	0,02	12,6	12,7	12,7	12,8	12,8
3	25,0	0,06	12,6	12,5	12,7	12,6	12,5
5	50,0	0,04	12,6	12,6	12,5	12,7	13,0
6	50,0	0,04	12,6	12,8	12,8	12,9	12,9
7	50,0	0,04	12,6	12,8	12,7	12,8	12,9
10	50,0	0,0118	12,4	12,4	12,6	12,6	12,8
11	50,0	0,0682	12,5	12,7	12,6	12,8	13,0
2	75,0	0,02	12,6	12,6	12,6	12,6	13,0
4	75,0	0,06	12,6	12,6	12,6	12,9	13,0
9	85,25	0,04	12,6	12,7	12,7	12,9	13,01

TBA = produto em embalagem cartonada *Tetra Brik Aseptic*.

Lata = produto em lata de alumínio.

Ensaio 1 a 11 em garrafas PET de acordo com Planejamento descrito na Tabela 7.

Leitura em refratômetro digital com correção automática quanto à temperatura.

Tabela 9 - Determinações de ACIDEZ (g/100mL) para tempo zero, 45, 90, 135 e 180 dias da vida de prateleira.

Ensaio	Ác Asc adicionado (mg/100mL)	Goma Xantana (%)	ACIDEZ (g/100mL)				
			0 dia	45 dias	90 dias	135 dias	180 dias
TBA	0	0	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
lata	0	0	0,28	0,28	0,28	0,28	0,29
8	14,7	0,04	0,28	0,30	0,28	0,27	0,29
1	25,0	0,02	0,27	0,28	0,29	0,28	0,30
3	25,0	0,06	0,30	0,30	0,29	0,28	0,33
5	50,0	0,04	0,30	0,29	0,30	0,29	0,31
6	50,0	0,04	0,26	0,28	0,28	0,31	0,31
7	50,0	0,04	0,27	0,27	0,30	0,31	0,30
10	50,0	0,0118	0,30	0,29	0,30	0,29	0,30
11	50,0	0,0682	0,27	0,27	0,28	0,30	0,30
2	75,0	0,02	0,29	0,29	0,30	0,28	0,30
4	75,0	0,06	0,30	0,30	0,28	0,29	0,29
9	85,25	0,04	0,28	0,29	0,29	0,30	0,31

TBA = produto em embalagem cartonada *Tetra Brik Aseptic*.

Lata = produto em lata de alumínio.

Ensaio 1 a 11 em garrafas PET de acordo com Planejamento descrito na Tabela 7.

Tabela 10 - Determinações de pH para tempo zero, 45, 90, 135 e 180 dias da vida de prateleira.

Ensaio	Ác Asc adicionado (mg/100mL)	Goma Xantana (%)	pH				
			0 dia	45 dias	90 dias	135 dias	180 dias
TBA	0	0	3,36	3,36	3,36	3,36	3,09
lata	0	0	3,36	3,36	3,36	3,36	3,03
8	14,7	0,04	3,34	3,35	3,3	3,33	3,4
1	25,0	0,02	3,38	3,32	3,35	3,29	3,03
3	25,0	0,06	3,28	3,1	3,32	3,34	3,44
5	50,0	0,04	3,37	3,35	3,35	3,33	3,44
6	50,0	0,04	3,36	3,35	3,31	3,15	3,04
7	50,0	0,04	3,35	3,34	3,32	3,13	3,02
10	50,0	0,0118	3,25	3,36	3,33	3,32	3,31
11	50,0	0,0682	3,34	3,33	3,31	3,14	3,03
2	75,0	0,02	3,25	3,33	3,32	3,34	3,3
4	75,0	0,06	3,33	3,36	3,31	3,33	3,38
9	85,25	0,04	3,31	3,32	3,32	3,35	3

TBA = produto em embalagem cartonada *Tetra Brik Aseptic*

Lata = produto em lata de alumínio

Ensaio 1 a 11 em garrafas PET de acordo com Planejamento descrito na Tabela 7.

Tabela 11 - Determinações de VISCOSIDADE (cps) para tempo zero, 45, 90, 135 e 180 dias da vida de prateleira.

Ensaio	Ác Asc adicionado (mg/100mL)	Goma Xantana (%)	VISCOSIDADE (cps)				
			0 dia	45 dias	90 dias	135 dias	180 dias
TBA	0	0	86,4	86,4	86,4	86,4	86,4
lata	0	0	86,4	86,4	86,4	86,4	86,4
8	14,7	0,04	92,3	95,9	99,7	98,55	94,2
1	25,0	0,02	81,7	98,6	98,32	84,6	85
3	25,0	0,06	92,7	92,5	102,3	99,65	83
5	50,0	0,04	90,3	89,6	99,9	99,62	92,6
6	50,0	0,04	91,3	99,5	99,54	90,4	88,1
7	50,0	0,04	93,1	89,9	99,85	99,2	88,4
10	50,0	0,0118	70,8	92,6	99,4	79,98	91,2
11	50,0	0,0682	106,7	100,1	99,98	99,98	98,2
2	75,0	0,02	72,7	92,3	98	100,1	100,1
4	75,0	0,06	97	79,6	97,78	98,78	96,2
9	85,25	0,04	100,3	90,6	78,65	90,4	93,3

TBA = produto em embalagem cartonada *Tetra Brik Aseptic*

Lata = produto em lata de alumínio

Ensaio 1 a 11 em garrafas PET de acordo com Planejamento descrito na Tabela 7.

Tabela 12 - Teores de β -carotenos ($\mu\text{g/mL}$) para tempo zero, 45, 90, 135 e 180 dias da vida de prateleira.

Ensaio	Ác Asc adicionado (mg/100mL)	Goma Xantana (%)	β -carotenos ($\mu\text{g/mL}$)			
			0 dia	45 dias	90 dias	135 dias
TBA	0	0	-	-	3,1071	1,4345
8	14,7	0,04	-	-	1,6338	2,0849
1	25,0	0,02	0,5416	-	0,6854	0,7917
5	50,0	0,04	0,4969	0,4937	0,4770	1,4496
9	85,25	0,04	-	0,4439	0,7751	1,7412

TBA = produto em embalagem cartonada *Tetra Brik Aseptic*
 Ensaio 1, 5, 8 e 9 em garrafas PET de acordo com Planejamento descrito na Tabela 7.

Os resultados da concentração de β -carotenos podem ser considerados irrelevantes, uma vez que simplesmente apresentam teores muito baixos, e o tratamento térmico, assim como a adição de Vitamina C e a embalagem PET, não puderam influenciar significativamente no teor deste pigmento.

O fato de ter sido utilizada a polpa de manga asséptica, e o re-processamento do néctar para a embalagem cartonada *Tetra Brik Aseptic* na embalagem PET, pode explicar os baixos teores de β -caroteno.

5.1.3 Determinação do teor de vitamina C

As Tabelas 13 e 14 apresentam os teores e as taxas de degradação de vitamina C durante o período de vida de prateleira estudado.

Tabela 13- Teores de Vitamina C (mg/100mL) com as diferenças significativas de cada período analisado.

Amostras	AA – GX	Teores de Vitamina C (mg/100mL)										
		Padrão		20,14 ^e		20,14 ^c		20,14 ^d		20,14 ^{ef}		20,14 ^e
	(TBA 0 dia)	0 dia	45 dias	90 dias	135 dias	180 dias						
	TBA	20,14 ^e	20,14 ^c	20,14 ^d	18,63 ^{ef}	18,63 ^{ef}						
	Lata Alumínio	18,98 ^e	18,98 ^c	18,98 ^d	13,86 ^{gh}	13,86 ^{fg}						
8	14,7 - 0,04	27,48 ^d	10,39 ^d	12,74 ^e	10,38 ^h	10,67 ^{gh}						
1	25,0 - 0,02	28,71 ^d	24,62 ^c	22,18 ^d	23,09 ^e	8,52 ^h						
3	25,0 - 0,06	27,18 ^d	23,75 ^c	19,82 ^d	17,46 ^{fg}	15,05 ^f						
5	50,0 - 0,04	54,71 ^c	52,85 ^b	48,13 ^c	47,34 ^c	35,36 ^d						
6	50,0 - 0,04	54,29 ^c	52,85 ^b	48,13 ^c	40,93 ^d	30,60 ^d						
7	50,0 - 0,04	55,12 ^c	52,06 ^b	48,52 ^c	46,90 ^c	30,60 ^d						
10	50,0 - 0,012	54,71 ^c	51,59 ^b	48,20 ^c	47,34 ^c	42,52 ^c						
11	50,0 - 0,068	54,71 ^c	52,06 ^b	47,88 ^c	44,47 ^c	31,76 ^d						
2	75,0 - 0,02	78,22 ^b	65,10 ^a	59,93 ^b	57,57 ^b	51,28 ^b						
4	75,0 - 0,06	76,57 ^b	65,53 ^a	60,56 ^{ab}	57,57 ^b	53,27 ^b						
9	85,2 - 0,04	85,61 ^a	73,30 ^a	65,75 ^a	72,38 ^a	64,30 ^a						

Letras iguais na mesma coluna, amostras não diferem entre si ($p \leq 0,05$).

AA = Ácido ascórbico (mg/100mL) adicionado ao produto padrão.

GX = Goma Xantana (%) adicionada ao produto padrão.

TBA = produto em embalagem cartonada *Tetra Brik Aseptic*

Produto padrão = características da amostra TBA, com 0 dia de vida de prateleira.

Tabela 14 - Degradação de Vitamina C (em %) para tempo zero, 45, 90, 135 e 180 dias da vida de prateleira.

Ensaio	Ác Asc adicionado (mg/100mL)	Goma Xantana (%)	Taxa de degradação (%)				Total
			45 dias	90 dias	135 dias	180 dias	
TBA	0	0,00	1,2	2,1	1,1	0,6	4,8
lata	0	0,00	4,1	8,5	7,1	10,5	27,0
8	14,7	0,04	62,2	-22,7	18,5	-2,8	61,2
1	25,0	0,02	14,3	9,9	-4,1	63,1	70,3
3	25,0	0,06	12,6	16,5	11,9	13,8	44,6
5	50,0	0,04	3,4	8,9	1,6	25,3	35,4
6	50,0	0,04	2,7	8,9	14,9	25,2	43,6
7	50,0	0,04	5,5	6,8	3,3	34,8	44,5
10	50,0	0,01	5,7	6,6	1,8	10,2	22,3
11	50,0	0,07	4,8	8,0	-13,8	41,7	41,9
2	75,0	0,02	16,8	7,9	3,94	10,9	34,4
4	75,0	0,06	14,4	7,6	4,9	7,5	30,4
9	85,25	0,04	14,4	10,3	-10,1	11,2	24,9

TBA = produto em embalagem cartonada *Tetra Brik Aseptic*

Lata = produto em lata de alumínio

Ensaio 1 a 11 em garrafas PET de acordo com Planejamento descrito na Tabela 7.

5.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.2.1 Conservação da Vitamina C durante a vida de prateleira

Comparando os resultados de Vitamina C (mg/100mL) ao longo de 180 dias (Tabela 13), pode-se perceber que a degradação da vitamina para as amostras com adição de 50 mg/100mL (amostras 5, 6, 7, 10 e 11) apresentou diferença significativa a partir de 45 dias de vida de prateleira, enquanto que para as amostras com adição de 70,0 e 85,25 mg/100mL (amostras 2, 4 e 9), a degradação apresentou-se significativa desde o primeiro período analisado (entre 0 e 45 dias).

Pode-se observar na Tabela 13 que as amostras com 50,0 mg/100mL de ácido ascórbico adicionado não apresentaram diferença significativa entre si ($p \leq 0,05$) nos tempos zero, 45 e 90 dias, e as amostras com adição de 75,0 mg/100mL de ácido ascórbico adicionado não diferiram significativamente entre si durante toda a vida de prateleira estudada.

Observa-se ainda que as amostras 10 e 11, ambas com 50 mg/100mL de ácido ascórbico adicionado, porém com diferentes adições de goma xantana (0,02 e 0,07%, respectivamente), apresentaram, ao final dos 180 dias de vida de prateleira, teores de Vitamina C iguais a 42,52 e 31,76 mg/100mL, respectivamente. Esta diferença pode ser explicada por uma maior presença de oxigênio incorporada ao produto durante a adição da goma.

Através da Tabela 14, verifica-se que as amostras com menores adições de ácido ascórbico apresentaram menor retenção da vitamina (amostra 8 com 14,75 mg/100mL de ácido ascórbico apresentou 38,83% de retenção e a amostra 1 com 25,0 mg/100mL de ácido ascórbico apresentou 29,68% de retenção). Já aquelas que obtiveram maior retenção de ácido ascórbico foram as amostras 10 (50,0 mg/100mL) e 9 (85,25 mg/100mL) com 77,73 e 75,11% de retenção da vitamina C. A amostra TBA (*Tetra Brik Aseptic*) perdeu somente 4,82% da vitamina após 180 dias, mas também não sofreu nenhum re-processamento como com as amostras acondicionadas em PET.

As amostras com 50,0 mg/100mL de adição de ácido ascórbico atingiram os 180 dias de vida de prateleira com um teor médio de 34,17 mg de Vitamina C/100mL, valor interessante, se comparado com o teor de vitamina C do produto padrão (produto em embalagem cartonada *Tetra Brik Aseptic* com 0 dia) (Figura 5).

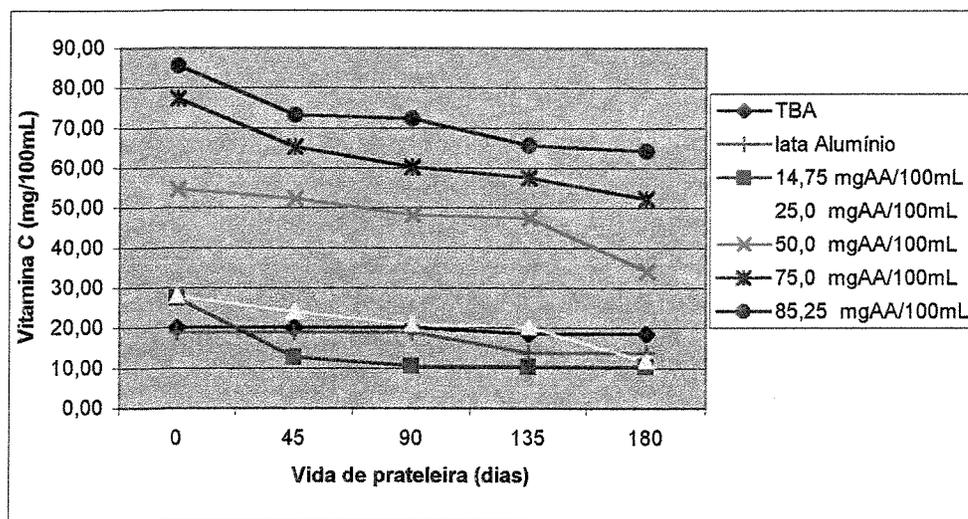


Figura 5 – Teor de Vitamina C (mg/100mL) do néctar de manga.

Segundo a Figura 5, que apresenta as médias dos resultados de Vitamina C para os diferentes teores de ácido ascórbico adicionados, observou-se que a degradação do ácido ascórbico é lenta e gradual, concordando com estudos de Muhammad *et. al.* (1965) onde observaram que durante o armazenamento de néctar de manga, não houve mudanças na densidade óptica e na acidez, enquanto que a degradação do ácido ascórbico foi lenta e gradual.

5.2.2 Influência da Vitamina C na Cor Instrumental durante a vida de prateleira

Comparando os resultados obtidos com os valores de Néctar de Manga padrão, observou-se que a luminosidade das amostras acondicionadas em PET difere-se do padrão ($p \leq 0,05$) (Tabelas 15a). Pode-se notar através da Figura 6a, que as amostras apresentaram maiores valores de L, do tempo zero até 180 dias de vida de prateleira, diferindo-se cada vez mais do padrão P, o que pode explicar um escurecimento por oxidação. De acordo com a Figura 6a (L), pode-se observar que de um modo geral, na concentração mais baixa, quanto menor o teor de ácido ascórbico adicionado, menor a luminosidade (a amostra perdeu luminosidade, ficou mais opaca, menos brilhante).

Ao final de 180 dias, a amostra com menor nível de ácido ascórbico (14,75 mg/100mL) apresentou o menor índice de Luminosidade (42,7), seguida das amostras com 25,0 mg/100mL de ácido ascórbico. Amostras com 50,0, 75,0 e 82,5 mg/100mL de Ácido Ascórbico apresentaram os maiores índices de Luminosidade (Tabela 15a).

A escala de cromaticidade *a*, apresentou uma resposta positiva para a maioria das amostras, indicando a presença da cor vermelha (Tabela 15b). Ao final dos 180 dias de vida de prateleira, as amostras diferiram significativamente ($p < 0,05$) do néctar padrão. Podemos observar através da Figura 6b que houve um aumento na intensidade da cor vermelha com o tempo.

Para a cromaticidade *b*, os resultados negativos indicaram a ausência da cor amarela, denotando um certo escurecimento das amostras ao longo de sua vida de prateleira, as amostras que menos diferiram do padrão foram aquelas com maiores adições de ácido ascórbico. As demais apresentaram menores valores de *b* (Tabela 15c).

Para da cor amarela (*b*), apresentada na Figura 6c, os valores foram diferenciados para cada tempo da vida de prateleira, sugerindo uma forte interação entre concentração de ácido ascórbico e este pigmento na determinação desta cor.

Em geral, percebe-se através da combinação das cromaticidades *a* e *b*, que as amostras apresentaram, no decorrer do tempo de vida de prateleira, maior intensidade da cor vermelha e menor intensidade da cor amarela, e assim pode-se concluir que houve um certo escurecimento das amostras durante o período. Entretanto, este escurecimento não afetou a aceitabilidade do produto pelos consumidores, de acordo com os resultados apresentados Tabela 16.

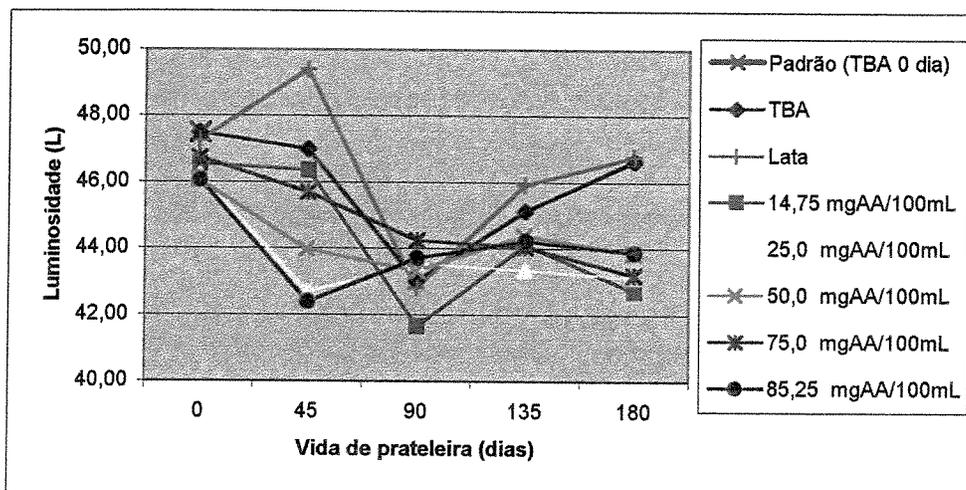


Figura 6a – Luminosidade (L) do néctar de manga.

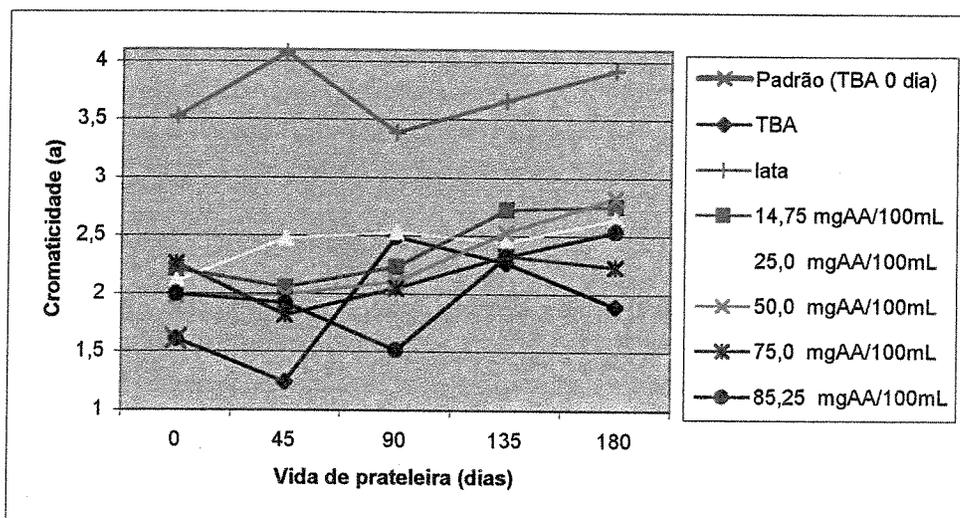


Figura 6b – Cromaticidade (a) do néctar de manga

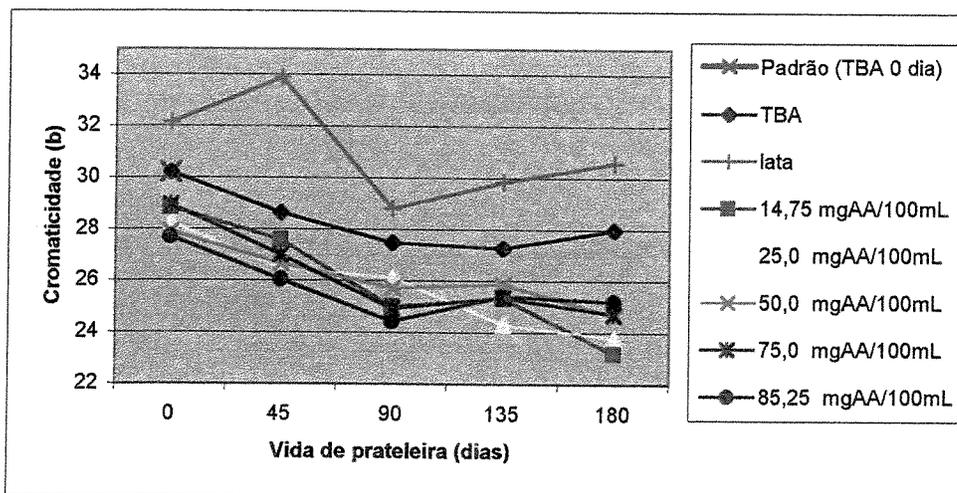


Figura 6c – Cromaticidade (b) do néctar de manga.

Nota-se ainda nas Figuras 6a, 6b e 6c, que o produto acondicionado na lata de alumínio, apesar de não ser permeável ao oxigênio e nem à luz, apresenta maiores índices da cromaticidade *a*, indicando maior quantidade do pigmento vermelho desde o início da vida de prateleira. Este fato pode ser explicado devido ao enchimento à quente pelo qual o produto sofreu, promovendo a aceleração do processo de envelhecimento deste produto.

Tabela 15a – Valores obtidos para os parâmetros de Luminosidade.

Amostras AA (mg/100mL) / GX (%)		Luminosidade									
Padrão (TBA 0 dias)		47,49	a	47,49	b	47,49	a	47,49	a	47,49	a
		0 dia		45 dias		90 dias		135 dias		180 dias	
TBA		47,49	a	46,99	b	43,03	e	45,12	c	46,65	b
lata		47,24	ab	49,41	a	42,81	e	45,91	b	46,76	b
8	14,7 - 0,04	46,55	cd	46,35	bc	41,65	g	44,12	e	42,7	ijk
1	25,0 - 0,02	45,82	e	42,83	f	44,56	c	43,27	f	43,66	eh
3	25,0 - 0,06	46,65	cd	42,56	f	42,56	ef	43,44	f	42,58	jl
5	50,0 - 0,04	46,46	d	45,41	d	39,81	i	44,49	ef	42,4	kl
6	50,0 - 0,04	46,02	e	42,81	f	44,76	c	44,23	e	44,46	cd
7	50,0 - 0,04	46,29	de	42,65	f	44,77	c	44,15	e	44,15	ce
10	50,0 - 0,012	45,09	f	45,41	d	41,75	g	44,27	e	43,71	eg
11	50,0 - 0,068	46,47	d	43,58	e	45,56	b	44,8	cd	44,6	c
2	75,0 - 0,02	46,59	cd	45,73	cd	43,5	h	43,25	f	43,11	ghj
4	75,0 - 0,06	46,9	bc	45,66	d	45	f	44,85	cd	43,27	fgi
9	85,2 - 0,04	46,06	e	42,4	f	43,71	d	44,23	e	43,87	def

TBA = produto em embalagem cartonada *Tetra Brik Aseptic*

Lata = produto em lata de alumínio

Ensaio 1 a 11 em garrafas PET de acordo com Planejamento descrito na Tabela 7.

AA = Ácido ascórbico adicionado ao produto padrão.

GX = Goma Xantana adicionada ao produto padrão.

Produto padrão = características da amostra em embalagem cartonada TBA, com 0 dia de vida de prateleira.

Tabela 15b – Valores obtidos para os parâmetros de Cromaticidade a.

Amostras AA (mg/100mL) / GX (%)		Cromaticidade a									
Padrão (TBA 0 dias)		1,61	b	1,61	a	1,61	a	1,61	a		
		0 dia		45 dias		90 dias		135 dias			
		180 dias									
TBA		1,61	b	1,24	a	2,49	ef	2,27	c	1,9	b
lata		3,53	h	4,08	g	3,39	h	3,66	k	3,92	i
8	14,7 - 0,04	2,21	ef	2,06	d	2,23	cd	2,73	ij	2,75	ef
1	25,0 - 0,02	1,94	c	2,25	e	2,36	de	2,42	df	3,25	h
3	25,0 - 0,06	2,27	f	2,71	f	2,71	g	2,47	ef	2,05	bc
5	50,0 - 0,04	2,26	f	1,82	bc	1,63	a	2,63	ghi	2,22	c
6	50,0 - 0,04	2	cd	2,02	d	2,07	bc	2,51	fg	3,09	gh
7	50,0 - 0,04	2,03	de	2,05	d	2,08	bc	2,36	cde	2,92	fg
10	50,0 - 0,012	1,46	a	1,73	b	2,21	cd	2,67	hj	2,82	f
11	50,0 - 0,068	2,13	ef	2,32	e	2,54	fg	2,47	ef	3,09	gh
2	75,0 - 0,02	2,3	g	1,86	bc	1,99	b	2,1	b	2,59	de
4	75,0 - 0,06	2,22	f	1,78	b	2,11	bc	2,55	fh	1,88	b
9	85,2 - 0,04	2	c	1,92	cd	1,52	a	2,32	cd	2,54	d

Tabela 15c – Valores obtidos para os parâmetros de Cromaticidade b.

Amostras AA (mg/100mL) / GX (%)		Cromaticidade b									
Padrão (TBA 0 dias)		30,2	b	30,2	b	30,2	a	30,2	a	27,98	b
		0 dia		45 dias		90 dias		135 dias		180 dias	
TBA		30,2	b	28,64	c	27,49	c	27,28	b	30,2	a
lata		32,15	a	33,88	a	28,81	b	29,83	a	30,57	a
8	14,7 - 0,04	28,84	c	27,58	d	24,99	e	25,33	d	23,2	f
1	25,0 - 0,02	27,5	de	26,67	ef	25,96	d	24,44	e	24,48	ce
3	25,0 - 0,06	28,99	c	26,29	f	26,29	d	24,18	e	23,13	f
5	50,0 - 0,04	28,95	c	26,74	ef	23,59	g	26,45	c	22,55	f
6	50,0 - 0,04	27,68	de	26,37	ef	26,02	d	25,41	d	25,39	b
7	50,0 - 0,04	27,84	d	26,19	f	25,9	d	25,46	d	25,26	bc
10	50,0 - 0,012	27,06	e	26,4	ef	25,99	d	25,71	d	24,69	cd
11	50,0 - 0,068	27,95	d	27,56	d	27,11	c	26,33	c	25,36	b
2	75,0 - 0,02	28,91	c	26,89	def	24,01	fg	24,39	e	24,3	de
4	75,0 - 0,06	28,96	c	27,09	de	25,86	d	26,29	c	25,15	bc
9	85,2 - 0,04	27,7	de	26,06	f	24,44	ef	25,42	d	25,21	bc

AA = Ácido ascórbico adicionado ao produto padrão.

GX = Goma Xantana adicionada ao produto padrão.

Produto padrão = características da amostra em embalagem cartonada TBA, com 0 dia de vida de prateleira.

TBA = produto em embalagem cartonada *Tetra Brik Aseptic*

Lata = produto em lata de alumínio

Ensaio 1 a 11 em garrafas PET de acordo com Planejamento descrito na Tabela 7.

Tabela 16 – Avaliação Sensorial (Teste de Aceitação)

Amostras	AA (mg/100mL) / GX (%)	0 dias		45 dias		90 dias		135 dias		180 dias	
		Médias		Médias		Médias		Médias		Médias	
12	TBA	6,67 a		6,3 abc		6,58 a		6,23 b ^d		6,48 a	
13	Lata Al	6,56 a		6,09 c		6,71 a		6,42 ab ^d		6,41 a	
8	147,5 / 0,04	6,59 a		6,37 abc		6,9 a		7,06 ab ^d		6,39 a	
1	250 / 0,02	6,65 a		6,58 abc		6,86 a		6,72 ab ^d		6,69 a	
3	250 / 0,06	7,41 a		6,68 abc		6,97 a		7,26 a		6,83 a	
10	500 / 0,012	7,2 a		6,86 abc		6,88 a		6,97 ab ^d		6,57 a	
5	500 / 0,04	6,89 a		7,13 abc		7,31 a		7,27 a		7,3 a	
7	500 / 0,04	6,84 a		6,77 abc		7,09 a		7,09 ab ^d		7,1 a	
6	500 / 0,04	6,81 a		6,18 abc		6,86 a		7,01 ab ^d		6,92 a	
11	500 / 0,068	7,03 a		7,24 ab ^d		7,27 a		6,78 ab ^d		6,69 a	
2	750 / 0,02	6,64 a		6,12 bc		6,85 a		7,01 ab ^d		7,17 a	
4	750 / 0,06	7,11 a		6,73 abc		7,01 a		7 ab ^d		7,25 a	
9	852,5 / 0,04	7,21 a		7,28 a		7,33 a		7,05 ab ^d		7,12 a	

* Médias com letras iguais na mesma coluna não apresentam diferença significativa entre si ($p \leq 0,05$).

TBA = produto em embalagem cartonada *Tetra Brik Aseptic*

Lata = produto em lata de alumínio

Ensaios 1 a 11 em garrafas PET de acordo com Planejamento descrito na Tabela 7.

AA = Ácido ascórbico adicionado ao produto padrão.

GX = Goma Xantana adicionada ao produto padrão.

Produto padrão = características da amostra em embalagem cartonada TBA, com 0 dia de vida de prateleira.

5.2.3 Influência da Vitamina C na Resposta de Análise Sensorial durante a vida de prateleira

Como os resultados sensoriais podem ser utilizados para se verificar a aceitabilidade de um produto, adotou-se o Teste de Aceitação, onde os 35 provadores avaliaram de maneira global o néctar de manga. Trabalhou-se com uma escala hedônica não estruturada, desde “desgostei muitíssimo” à “gostei muitíssimo”.

Os resultados apresentados na Tabela 16 obtidos por ANOVA e Teste de Tuckey mostram que nos tempos zero, 90 e 180 dias as amostras não apresentaram diferença significativa entre si a 95% de significância, apresentando médias entre 7,41 e 6,56 no tempo zero e 7,30 e 6,39 no tempo 180 dias.

Apesar de não apresentarem diferença significativa entre si, observou-se que as maiores médias obtidas ao final dos 180 dias de vida de prateleira foram das amostras 5 (50,0 mg/100mL AA / 0,04% GX), 4 (75,0 mg/100mL AA / 0,06% GX) e 2 (75,0 mg/100mL AA / 0,02% GX) (Figuras 7a e 7b). Portanto pode-se concluir que a maior aceitabilidade está relacionada com maiores teores de ácido ascórbico adicionados (AA), e que independe da concentração de goma xantana (GX) do produto final (Figura 8).

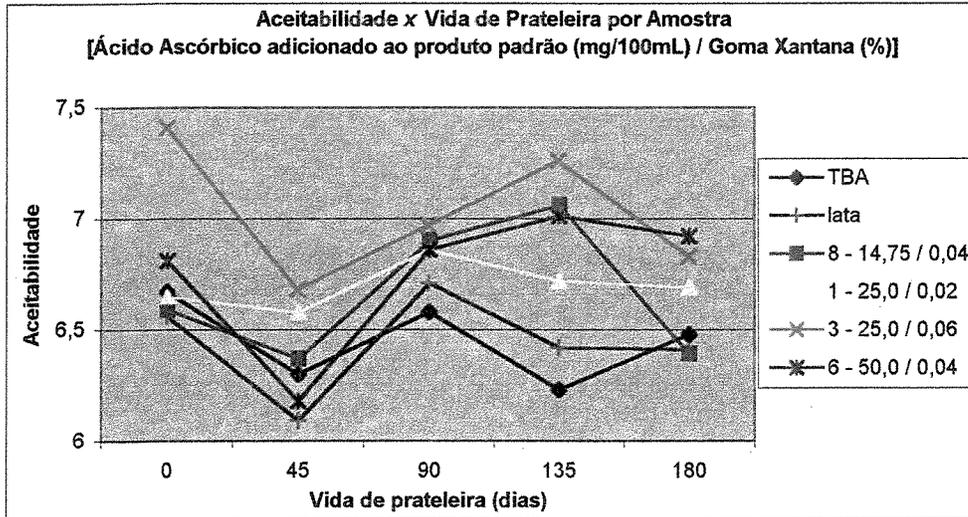


Figura 7a – Médias Sensoriais de cada amostra.

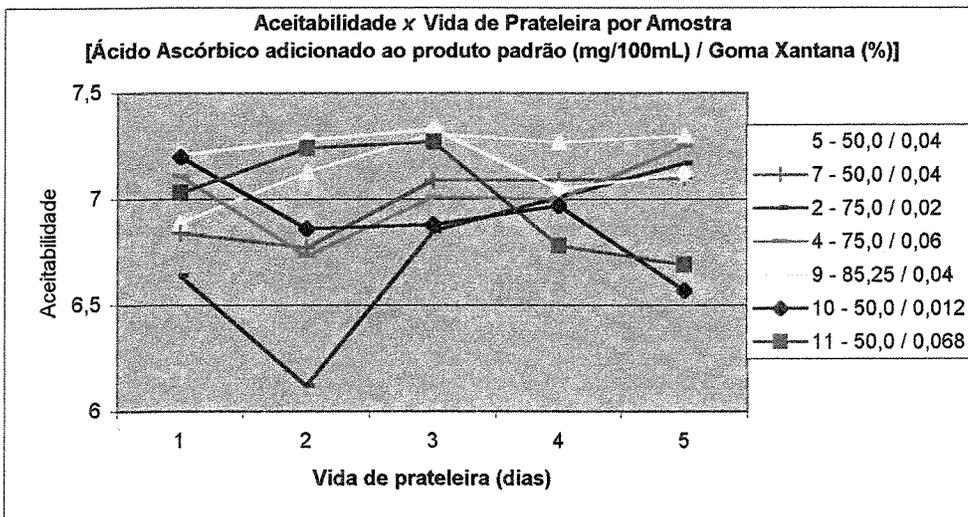


Figura 7b – Médias Sensoriais de cada amostra.

Obs.: - Amostras discriminadas como 9 - 85,25 / 0,04, é a amostra com 85,25mg/100mL de ácido ascórbico e 0,04% de goma Xantana adicionados ao produto padrão.

- TBA = Amostra acondicionada em embalagem cartonada *Tetra Brik Aseptic*

- lata = Amostra acondicionada em latas de alumínio

- Produto padrão = Produto na embalagem cartonada *Tetra Brik Aseptic* com 0 dia de vida de prateleira.

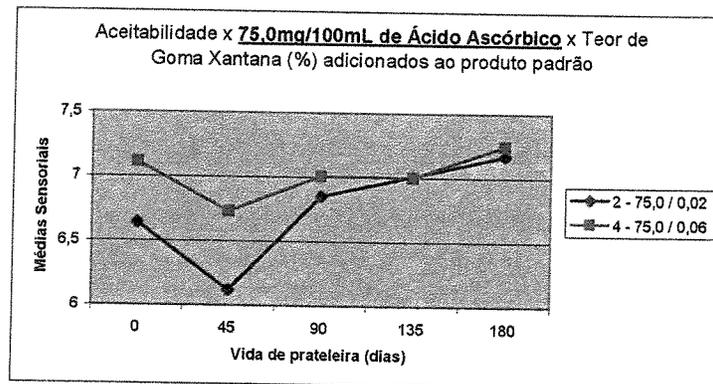
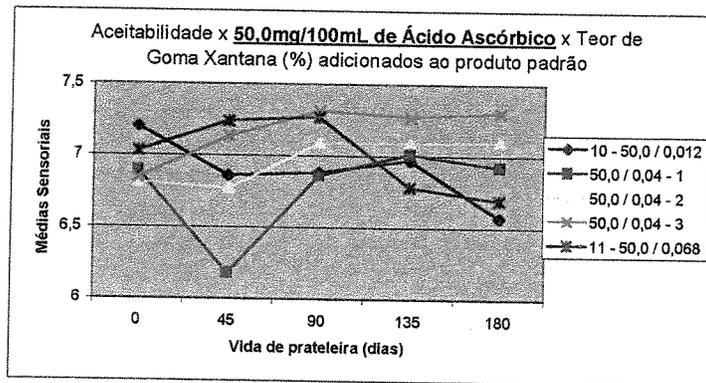
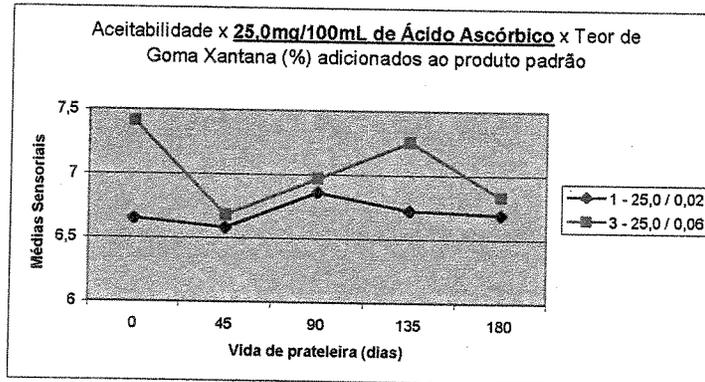
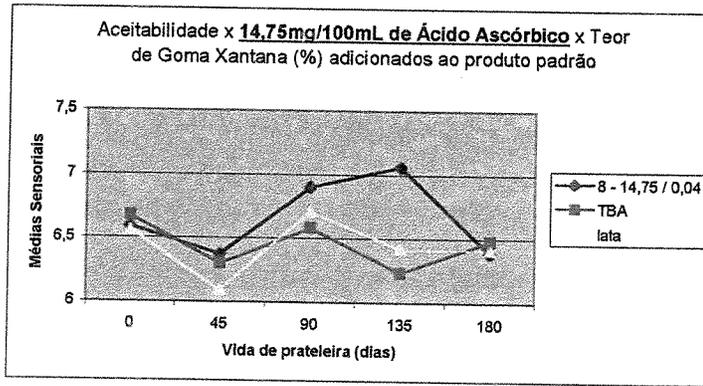


Figura 8 – Médias Sensoriais x Ácido Ascórbico adicionado (mg/100mL) x Teor de Goma Xantana (%).

5.2.4 Comportamento da Viscosidade (cps) durante a vida de prateleira

Pode-se observar pela Figura 9, que em geral a viscosidade dos néctares de manga aumentou nos 90 primeiros dias de armazenamento e depois diminuiu. Estes dados confirmam resultados de Muhammad *et. al.* (1965).

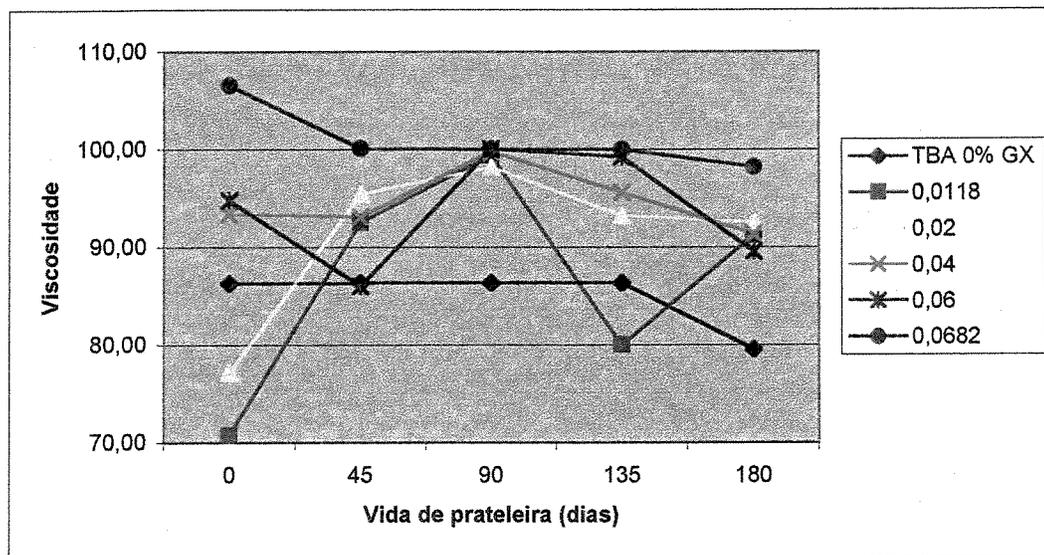


Figura 9 – Viscosidade (cps) do néctar de manga.

5.3 INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO DE ÁCIDO ASCÓRBICO E DE GOMA XANTANA NA VIDA DE PRATELEIRA DO NÉCTAR DE MANGA (TEMPO DE VIDA DE PRATELEIRA EM ANÁLISE: 180 DIAS).

As médias dos dados experimentais de avaliação de teor de Vitamina C, análise sensorial (aceitabilidade) e de viscosidade são apresentadas na Tabela 17. A Tabela 18 apresenta os modelos ajustados de regressão ($p \leq 0,07$) e os coeficientes de determinação da regressão (R^2) para estas respostas e a Tabela 18a apresenta a significância (p) dos fatores estudados e seus efeitos estimados (Tabela 18b).

Tabela 17 - Valores experimentais de avaliação instrumental de cor (parâmetros L, a, b), análise sensorial, Vitamina C e Viscosidade.

Ensaio	Variáveis		Determinações (vida de prateleira: 180 dias)					
	AA	GX	L	a	b	Aceitabilidade	Vit C (mg/100mL)	Visc (cp)
1	250	0,02	43,66	3,25	24,48	6,69	8,52	85,00
2	750	0,02	43,11	2,59	24,30	7,17	51,28	100,10
3	250	0,06	42,58	2,05	23,13	6,83	15,05	83,00
4	750	0,06	43,27	1,88	25,15	7,25	53,27	96,20
5	500	0,04	42,40	2,22	22,55	7,30	35,36	92,60
6	500	0,04	44,46	3,09	25,39	6,92	30,60	88,10
7	500	0,04	44,15	2,92	25,26	7,10	30,60	88,40
8	147	0,04	42,70	2,75	23,20	6,39	10,67	94,20
9	852,5	0,04	43,87	2,54	25,21	7,12	64,30	93,30
10	500	0,012	43,71	2,82	24,69	6,57	42,52	91,20
11	500	0,068	44,60	3,09	25,36	6,69	31,76	98,20

AA – ácido ascórbico adicionado (mg/1000mL)
 GX – goma xantana (%)
 Visc = Viscosidade (csp)

L = Luminosidade
 a = cromaticidade a
 b = cromaticidade b

Tabela 18 - Modelo de regressão ajustado e coeficiente de determinação da regressão (R^2) para cor instrumental (parâmetros L, a, b), análise sensorial, Vitamina C e Viscosidade.

Resposta	Modelo(*)	Significativo a	R^2
L	Modelo não é válido		
a	Modelo não é válido		
b	Modelo não é válido		
Aceitabilidade	$Y = 7,00 + 0,24 AA - 0,13 GX^{2*}$	$p \leq 0,78$	63,95
Vitamina C	$Y = 33,99 + 19,63 AA^{**}$	$p \leq 0,05$	94,80
Viscosidade	$Y = 91,84 + 3,39 AA$	$p \leq 0,07$	31,90

AA – ácido ascórbico

GX – goma xantana

* ANOVA para validar o modelo apresentada no Anexo 1a

** ANOVA para validar o modelo apresentada no Anexo 1b

Tabela 18a - Significância (p) dos fatores nas respostas para cor instrumental (parâmetros L, a, b), análise sensorial, Vitamina C e Viscosidade.

Fatores	Respostas					
	L	a	b	Aceitab	Vit C	Visc
intercepto	0,0002	0,0003	0,0000	0,0002	0,0024	0,0003
ácido ascórbico	0,6256	0,4767	0,1846	0,0695	0,0024	0,0627
goma xantana	0,5503	0,5529	0,6987	0,3314	0,3734	0,3662
ácido ascórbico ²	0,9245	0,3452	0,8896	0,5438	0,4813	0,6326
goma xantana ²	0,8514	0,9469	0,6409	0,1763*	0,4271	0,2490
ács asc x goma xant	0,6354	0,6591	0,3525	0,8891	0,4955	0,7420

significativo quando $p \leq 0,07$

* fator considerado significativo a 82,37% de confiança

Tabela 18b - Efeitos estimados dos fatores nas respostas para cor instrumental (parâmetros L, a, b), análise sensorial, Vitamina C e Viscosidade.

Fatores	Respostas					
	L	a	b	Aceitab	Vit C	Visc
intercepto	43,6722	2,7437	24,4014	7,1055	32,2063	89,7126
ácido ascórbico	0,2252	-0,1424	0,5856	0,2419	19,6332	3,3890
goma xantana	-0,3351	-0,1405	-0,1863	-0,1021	1,3189	1,2318
ácido ascórbico ²	0,0422	-0,1929	0,0556	0,0488	-0,8341	0,4977
goma xantana ²	0,1000	0,0155	0,2253	-0,1650	1,1466	1,7096
ács asc x goma xant	0,3083	0,1225	0,5508	-0,0150	-1,1344	-0,4750

5.3.1 Aceitabilidade Sensorial (tempo de vida de prateleira: 180 dias).

O estudo da aceitabilidade do produto empregando a análise sensorial demonstrou que, nas condições de processo utilizadas, os valores da escala se encontraram entre 6,39 e 7,30, como pode ser visualizado na Tabela 18.

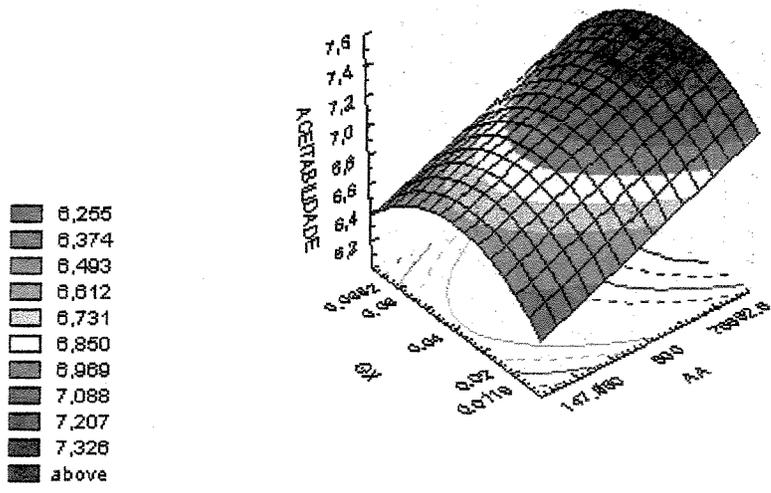
Através da análise de variância (ANOVA) destes resultados, verificou-se a significância da regressão e da falta de ajuste em relação a 93% de confiança pelo teste de F e coeficiente de determinação da regressão (R^2). Para a aceitabilidade avaliada pela equipe sensorial, verificou-se que os parâmetros considerados significativos foram o ácido ascórbico linear ($p \leq 0,07$) e a goma xantana quadrática ($p \leq 0,18$) (Tabela 19a). Apesar de apresentar somente 82,37% de confiança, considerou-se a goma xantana quadrática significativa, uma vez que a viscosidade é um fator importante na aceitabilidade sensorial, e mesmo com a inclusão deste fator, o modelo foi validado. Verificando-se os efeitos dos fatores na

Tabela 19b, o ácido ascórbico linear foi positivo e a goma xantana quadrática negativa.

O modelo foi então ajustado, como mostrado na Tabela 19, eliminando-se os efeitos considerados não significativos apresentados na Tabela 19a. O modelo ajustado foi validado pelo teste de F ($p \leq 0,05$) (Anexo 1a), porém segundo Barros Neto *et al* (1996), uma regressão significativa através do teste F não pode servir para realizar previsões a partir do modelo gerado, ou seja, ele pode não ser preditivo por cobrir uma variação pequena dos fatores estudados. Assim, para que uma regressão seja preditiva, o valor de $F_{\text{calculado}}$ deve ser no mínimo 4 ou 5 vezes o valor de F_{tabelado} . Como neste experimento o valor de $F_{\text{calculado}}$ foi apenas 1,59 vezes o valor de F_{tabelado} , não se pode ter certeza de que o modelo seja preditivo. Além do mais, apresentou coeficiente de determinação da regressão (R^2) de 0,6395, explicando apenas 63,95% das respostas estudadas.

Como se trabalhou com modelo ajustado, a discussão dos resultados ocorreu subordinada aos gráficos de superfície de resposta e curva de contorno para a Aceitabilidade Sensorial do néctar de manga (Figura 10). Pela Figura, pode-se observar que os produtos com maior aceitabilidade são aqueles com índices intermediários de viscosidade e teores de ácido ascórbico de intermediário a alto.

ACEITABILIDADE - 180 DIAS



ACEITABILIDADE - 180 DIAS

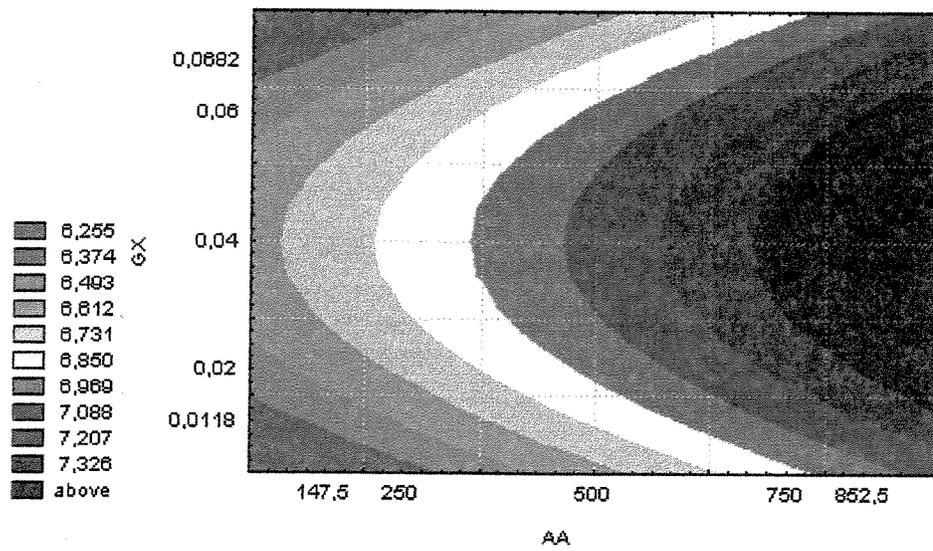


Figura 10 – Superfícies de Resposta e Curva de Contorno para Aceitabilidade Sensorial do néctar de manga com 180 dias de vida de prateleira.

5.3.2 Vitamina C

O estudo do teor de Vitamina C apresentou resultados óbvios, uma vez que uma das variáveis independentes foi o Ácido Ascórbico. Portando, quanto mais ácido ascórbico adicionado ao produto, maior seu teor de Vitamina C. Com 180 dias de vida de prateleira, o néctar de manga apresentou teores de Vitamina C entre 8,52 e 64,30 mg/100mL, apresentados na Tabela 18.

Através da análise de variância (ANOVA) destes resultados, verificou-se a significância da regressão e da falta de ajuste em relação a 95% de confiança pelo teste de F e coeficiente de determinação da regressão (R^2). Para o teor de Vitamina C, verificou-se que o parâmetro significativo ($p \leq 0,05$) foi o ácido ascórbico linear (Tabela 19a). Verificando-se os efeitos dos fatores na Tabela 19b, o ácido ascórbico linear foi positivo.

O modelo ajustado apresentado na Tabela 19, foi gerado pelos efeitos significativos apontados na Tabela 19a. Este modelo foi considerado significativo ($p \leq 0,05$) e segundo o teste de F (Anexo 1b) o F calculado foi 32,03 vezes maior que F_{tabelado} , indicando ser a equação um bom modelo para predizer o teor de Vitamina C dentro do intervalo estudado. O coeficiente de determinação da regressão (R^2) respondeu por 94,80% das respostas e a falta de ajuste não foi significativa ($p \leq 0,05$).

Os gráficos traçados na Figura 11 apresentam a superfície de resposta e a curva de contorno para o teor de Vitamina C do néctar de manga. Nota-se que o teor de Vitamina C é diretamente proporcional ao ácido ascórbico e independe da goma xantana.

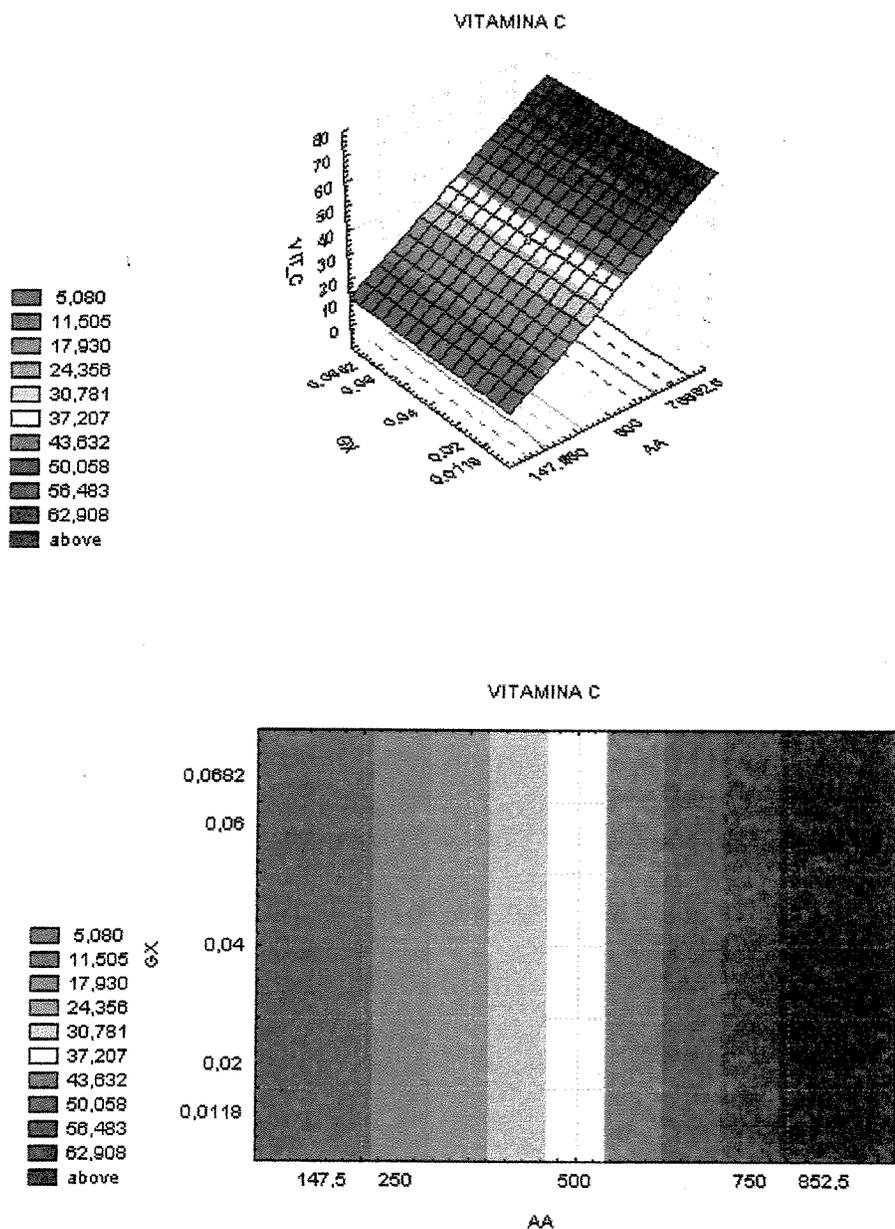


Figura 11 – Superfícies de Resposta e Curva de Contorno para Teor de Vitamina C do néctar de manga com 180 dias de vida de prateleira.

6. CONCLUSÕES

O néctar de manga em embalagem PET com envase à quente não apresentou alterações microbiológicas durante o período de vida de prateleira estudado, de 180 dias. O tratamento térmico aplicado ($T=75^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$; $t=2\text{minutos}$) foi suficiente para impedir qualquer crescimento microbiano.

O produto com teores maiores do que 50,0 mg/100mL de ácido ascórbico e teores de goma xantana intermediários (0,04%) resultou em maior aceitabilidade. Sensorialmente, os produtos apresentaram médias de aceitação próximas ou superiores a 7,0, para o atributo de aceitação global, situado na escala hedônica não estruturada, equivalente a “gostei muito” e “gostei moderadamente”.

A Goma Xantana adicionada em diferentes concentrações não influenciou os resultados quanto à Vitamina C.

Em relação à resposta de cor, até 90 dias, a Luminosidade (L) diminuiu para todas as amostras e todos os tratamentos com PET ficaram com valores de L próximos aos dos produtos em embalagem cartonada *Tetra Brik Aseptic* e lata, e depois deste período a L aumentou para estes produtos e manteve-se relativamente estável nos experimentos em PET. Para a cromaticidade (*a* e *b*) o produto na lata de alumínio apresentou maior escurecimento, se comparado com os demais. O pequeno escurecimento do produto em embalagem PET pode ter

vido devido penetração de luz UV na embalagem e uso em maiores dosagens de ácido ascórbico do que nos outros dois experimentos (lata e cartonada).

As perdas de ácido ascórbico foram da ordem de 24,89% para o produto adicionado de 85,85 mg/100mL de ácido ascórbico a 61,17% para o produto adicionado de apenas 14,75 mg/100mL de ácido ascórbico, isto pode ser explicado devido ao fato da quantidade de ácido ascórbico envolvida em reação durante a vida de prateleira ser relativamente constante.

Conclui-se finalmente que, maiores teores de ácido ascórbico adicionados melhoram o produto final, pois além de manter melhor a cor original, conserva maiores teores de Vitamina C no final da vida de prateleira, o que justifica sua divulgação no rótulo ao consumidor. O custo de adição de 25,0 à 50,0 mg/100mL de ácido ascórbico não é significativo se comparado com a melhoria nesse atributo de venda.

Sendo assim, ao final dos 180 dias de vida de prateleira, a amostra 10 (50,0 mg/100mL de ácido ascórbico adicionados ao produto padrão), resultou melhor formulação com menor custo para uma boa aceitabilidade e mantendo 42,52 mg/100 de Vitamina C.

Quanto a viscosidade do produto final, o consumidor prefere produtos com viscosidade intermediária (0,04%) de goma xantana adicionada.

7. ANEXOS

Anexo 1a. ANOVA modificada para as médias experimentais de aceitabilidade sensorial. (vida de prateleira: 180 dias).

Modelo ajustado: $Y = 7,00 + 0,24 AA - 0,13 GX2$

$R^2 = 63,95$

FV	SQ	GL	MQ	F calc	F tab
Regressão	0,58	2,00	0,29	7,10	4,46
Resíduos	0,33	8,00	0,04		
F ajuste	0,25	6,00	0,04	1,17	19,3
Erro Puro	0,07	2,00	0,04		
TOTAL	0,90	10,00			

Anexo 1b. ANOVA modificada para as médias experimentais de Vitamina C. (vida de prateleira: 180 dias).

Modelo ajustado: $Y = 33,99 + 19,63 AA$

$R^2 = 94,8$

FV	SQ	GL	MQ	F calc	F tab
Regressão	3.074,52	1,00	3.074,52	164,04	5,12
Resíduos	168,68	9,00	18,74		
F ajuste	153,61	7,00	21,94	2,91	19,35
Erro Puro	15,08	2,00	7,54		
TOTAL	3.243,20	10,00			

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADSULE, P.G. e ROY, S.K. Studies on some important commercial varieties of mango of North America in relation to canning, freezing and chemical preservation of pulp. **J. Of Food Sci. Technol.** v.12, p. 257-260, 1975. Apud: WU, J. S.; CHEN, H.; FANG, T. Mango Juice. In: NAGY, S.; CHEN, C. S.; SHAW, P. E. **Fruit juice processing technology**. 3rd ed. AGSCIENCE, INC. AUBURDALE. Florida, 1993. cap. 16. p. 620-655.
2. ALVES, R.M.V. e GARCIA, E.E.C. Embalagens para suco de frutas. **Coletânea do Ital**, Campinas, v.23, n.2, p.105-122, 1993.
3. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**: APHA technical committee on microbiological methods for foods. VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, F; (ed.). Ch. 4, p.75-94, 3rd ed., 1992.
4. ARCARI, C.P. **Avaliação da influência de embalagens na qualidade da aguardente de cana-de-açúcar**. 2001. 157p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.
5. ARGAIZ, A., LÓPEZ-MELO, A. Kinetics of first change on flavour, cooked flavour development and pectinesterase inactivation on mango and papaya nectars and purees. **Food Processing**, Mexico, v. 4, p. 145-150, 1996.
6. ASKAR, A.. Verarbeitung von Tropischen Fruchten. In Schoebinger, U. (Ed.), **Frucht- und Gemuesesaefte**. Stuttgart, Germany, Ulmer-Verlag, 1987.

7. ASKAR, A. Importance and Characteristics of Tropical Fruit. **Fruit Processing**, v. 7, p. 273-276, 1998.
8. ASKAR, A. AND TREPTOW, H.. Cloud-stable premium nectars made from tropical fruits. **Confructa**, v. 36, p. 130-153, 1992.
9. ASKAR, A.; TREPTOW, H. **Quality Assurance in Tropical Fruit Processing**. Springer Laboratory ed., 1993. Apud: CARLE, R., JAUB, A. AND FUBER, H.. Cloud stability of pulp-containing tropical fruit nectars. **Fruit Processing**, v. 8, p. 266-268; 270-272, 1998.
10. ASKAR, A., GHONAIM, S. M., ABDEL-FADEEL, M. G ., ABD EL-GAIED, I.O. Quality Assurance of Peach Pulp and Nectar. **Fruit Processing**, v. 4, p. 151-155, 1996.
11. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, **Official Method 967.21: Ácido Ascórbico em Preparações de Vitaminas e Sucos. Método titulométrico 2,6-Dichoroindophenol**. Washington, 15th ed., 1990.
12. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of A.O.A.C. Internacional**. 12.ed. Washington, 1984. p.844-845.
13. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITYCAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of A.O.A.C. Internacional**. 16ed. v.II, cap.37, 1997: Fruits and fruit products.
14. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS: **Official Méthods of Análisis**. Washington, 15th ed., p. 988 e 989, 1990.
15. AYLOTT, R.I.; MACLACHLAN, I.W. Assesmento of Materials for Contact with Potable Spirits. In: AVIEMORE CONFERENCE ON MATING, BREWING AND

- DISTILLING, 2., 1986, Aviemore. **Proceedings**. Aviemore: I. Campbell & F.C.Priest, 1986. p.433-436.
16. BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Planejamento e otimização de experimento**. Campinas: Unicamp, 1996. 299p.
17. BENASSI, M.T. **Análise dos efeitos de diferentes parâmetros na estabilidade de vitamina C em vegetais processados**. 1990. 159p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos/UNICAMP, Campinas, 1990.
18. BLOCK, G., PATTERSON, B. AND SUBAR, A. Fruit, Vegetables and cancer prevention: a review of epidemiological evidence. **Nutrition Cancer** , v. 18 p. 1-29, 1992.
19. BAUERNEFEIND, J. C.; PINKERT, D. M. Food Processing with added ascorbic acid. **Advanced Food Research**, v. 18, p. 219-315, 1970.
20. BRASIL. Decreto no. 2.134, de 04 de setembro de 1997. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 04 set, 1997. Título 2, Capítulo 1, Seção 1
21. BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria de Defesa Agropecuária, Portaria nº 23, 25 abr. 2001. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, 25 abr. 2001. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/sda/ddiv/doc/portaria023.doc>>. Acesso em: 28 jun 2003.

22. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária, Portaria nº 451, 19 set. 1997. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, 22 set. 1997. Seção I.
23. BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, 2 jan. 2001. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, 2001. Seção I, alínea 17h.
24. CARLE, R., JAUB, A. AND FUBER, H.. Cloud stability of pulp-containing tropical fruit nectars. **Fruit Processing**, v. 8, p. 266-268; 270-272, 1998.
25. CECCHI, H.M. **Carotenóides, valor de vitamina A e outras determinações físicas, químicas e sensoriais de sucos de caju e maracujá**. 1978. 98p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1978.
26. CHICHESTER, C.O. e McFEETERS, R. 1971. Pigment degeneration during processing and storage. **The Biochemistry of Fruits and their Products** (Hulme, A.C. ed.) vol 2, p. 107. Academic Press, London. Apud: GODOY, H.T. **Mudanças na composição de carotenóides durante processamento térmico e estocagem de manga (*Mangifera indica*) e mamão (*Carica Papaya*)** 1985. 111p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1985.
27. Committee on Codex Specification, **Food Chemical Codex**. 3ªed. Washington, DC, National Academia Press, 1981.
28. CORRÊA NETO, R.S. **Processamento de suco de laranja pasteurizado em garrafas de polietileno tereftalato (PET)**. 1998. 93p. Dissertação (Mestrado)

- Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.
29. CORRÊA NETO, R.S. & FARIA, J.A.F. Tecnologia do PET para envase à quente. **Revista do Engarrafador Moderno**, São Paulo, n.50, mar/abr. 1997.
30. CRUESS, W.V. **Produtos Industriais de frutas e Hortaliças**. São Paulo: Editora E. Blucher, 1973. Vol. 1
31. DAVIES, M. B., AUSTIN, J., AND PARTRIDGE, D.A.. Biochemistry of vitamin C. Ch. 5 DAVIES, M.B. (Ed.). **Vitamin C: its chemistry and biochemistry**, Letchworth, UK, The Royal Society of Chemistry, 1991.
32. EAGERMAN, B. A.; ROUSE, A. H. Heat inactivation temperature-time relationships for pectinesterase inactivation in citrus juices. **Journal of Food Science**, v 41, p. 1396-1497, 1976. Apud: VAN DEN BROECK, I.; LUDIKHUYZE, L. R.; VAN LOEY, A. M.; HENDRICKX, M. E. Inactivation of orange pectinesterase by combined high-pressure and temperature treatments: a kinetic study. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, p. 1960-1970, 2000.
33. EL-NEMR, S.E.; ISMAIL, I.A. e ASKAR, A. Aroma changes in mango juice during processing and storage. **Food Chem.** V.30, p. 269-272, 1998. Apud: ASKAR, A. Importance and Characteristics of Tropical Fruit. **Fruit Processing**, v. 7, p. 273-276, 1998.
34. GODOY, H.T. **Mudanças na composição de carotenóides durante processamento térmico e estocagem de manga (*Mangifera indica*) e mamão (*Carica Papaya*)** 1985. 111p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de

- Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1985.
35. GODOY, H.T.; RODRIGUES-AMAYA, D.B. Changes in individual carotenoids on processing and storage of mango (*Mangifera indica*) slices and puree. **Internationa Journal of Food Science Technology**. v 22, p. 451-460, 1987.
36. GRAUMLICH, T.R.; MARCY, J.E. e ADAMS, J.P. Aseptically packaged orange juice and concentrate: a review of the influence of processing and packaging conditions on quality. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, D.C., v.34, n.3, p.402-405, 1986.
37. JAMES B. **Quality Control Manual for Citrus Processing Plant**. Intercit Inc., U.S.A: ed. p. 5-12, 1986.
38. KANNER, J., FISHBEN, J., SHALOM, P., HAREL, S. e BEM-GERA, I. Storage stability of orange juice concentrate packaged aseptically. **Journal of Food Science**, Chicago, v.47, n.2, p.429-431, 1982.
39. KAPUR, N.S. *et al.* Effect of maturity and processing on quality of pulp, slices and juice of mango c.v. Deshehari. **Indian Food Packer**. 39(5) p. 60-67, 1985.
- Apuud: WU, J. S.; CHEN, H.; FANG, T. Mango Juice. In: NAGY, S.; CHEN, C. S.; SHAW, P. E. **Fruit juice processing technology**. 3rd ed. AGSCIENCE, INC. AUBURDALE. Florida, 1993. cap. 16. p. 620-655.
40. KLAVOS, J. A.; BENNET, R. D.; VANNIER, S. H., Physical/chemical nature of pectin associated with commercial orange juice cloud. **Journal of Food Science**, v. 59, p. 399-401, 1980. Appud: VAN DEN BROECK, I.; LUDIKHUYZE, L. R.; VAN LOEY, A. M.; HENDRICKX, M. E. Inactivation of orange pectinesterase by combined high-pressure and temperature treatments:

- a Kinect study. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, p. 1960-1970, 2000.
41. LEITÃO, M.F.F. Microbiologia de Sucos e Produtos Ácidos. **Boletim do Itai** no. 33, p.1-42. 1973. Apud: TOCCHINI, R.P.; NISDA, A.L.; DE MARTIN, Z.J.. Industrialização de polpas, sucos e néctares de frutas. **Manual do ITAL**, Campinas, 85p., 1995.
42. LUH, B. S.; EL-TINAY, A. L. Nectars, pulpy juices and fruit juice blends, 1980. In: NAGY, S.; CHEN, C.; SHAN, P. E. **Fruit juice processing technology**. 3rd ed. AGSCIENCE, INC. AUBURDALE, Florida, 1993. cap. 14. p. 532-594.
43. LUISI, L.L. PET chega às bebidas carbonatadas. **Plástico Moderno**, v.153, p.26-31, 1985. Apud: ARCARI, C.P. **Avaliação da influência de embalagens na qualidade da aguardente de cana-de-açúcar**. 2001. 157p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.
44. LUND, D. B. Effects of blanching, pasteurizations, and sterilization on nutrients. In: HARRIS, R. S.; KARMAS, E. (Ed.). **Nutritional evaluation of food processing**. WestTBAort Conn: The AVI Publishing Co., Inc, 1975. 2nd ed.
45. LUND, D. B. Design of thermal process for maximizing nutrient relation. **Food Technology**, v. 25, p. 71-78, 1977.
46. LYASHENKO, E.P.; KHARCHENKOVA, O.V.; DIKINA, A.G.; YURCHENKO, E.P. e BONENKO, ZH.N. Methods for improving the quality of natural fruit and vegetable juices pulp. Apud: NAGY, S.; CHEN, C.; SHAN, P. E. **Fruit juice**

- processing technology**. 3rd ed. AGSCIENCE, INC. AUBURDALE, Florida, 1993. cap. 14. p. 532-594.
47. MENSAH-WILSON, M., REITER, M., BAIL, R., NEIDHART, S., e CARLE, R. Cloud Stabilizing Potencial of Pectin on Pulp-Containing Fruit Beverages. **Fruit Processing**, v. 2, p. 47-54, 2000.
48. MOLLOV, P., ABD MALTSHEV E. Physico-chemical characteristics of orange juice cloud. **Journal of Food Science and Food Agriculture**. v. 21, n. 5, p. 250-253, 1996.
49. MUHAMMED, A.; ASGHAR, A. e TREMAZI, S.A. Evaluation of the quality of canned mango juice. Part 1. The technique of processing. **Pak. J. Sci. Res.**, v.17, p. 119-129, 1965. Apud: WU, J. S.; CHEN, H.; FANG, T. Mango Juice. In: NAGY, S.; CHEN, C. S.; SHAW, P. E. **Fruit juice processing technology**. 3rd ed. AGSCIENCE, INC. AUBURDALE. Florida, 1993. cap. 16. p. 620-655.
50. NATH, N.; RANGANNA, S. Time-temperature relationship for thermal inactivation of pectinesterase in Mandarin orange. **Journal of Food Technology**, v. 12, p. 411-419, 1977.
51. NATH, N.; RANGANNA, S. Determination of thermal schedule for Totopuri mango. **Journal of Food Technology**, v. 15, p. 251-264, 1980.
52. NATH, N.; RANGANNA, S. Determination of thermal schedule for acidified papaya. **Journal of Food Technology**, v. 46, p. 201-206, 211, 1983. Appud: ARGAIZ, A., LÓPEZ-MELO, A. Kinetics of first change on flavour, cooked flavour development and pectinesterase inactivation on mango and papaya nectars and purees. **Food Processing**, Mexico, v. 4, p. 145-150, 1996.

53. OAG, D.M. & WEBB, T.J.B. Practical experiences of packaging beer in “pet” bottles. **MBAA Technical Quarterly**, v. 21, n.3, p. 131-139, 1984. Apud: LIMA, D.P. Influência do processamento e embalagem na estabilidade da cerveja. In: SEMINÁRIO DE SISTEMAS DE EMBALAGEM E VIDA DE PRATELEIRA DE ALIMENTOS, Campinas. **Anais**. Campinas: UNICAMP/FEA, 1992. p.230-239.
54. OHLSSON, T. Temperature dependence of sensory quality changes during thermal processing. **Journal of Food Science**, v. 45, p. 836-839, 847, 1980.
55. PAVIANI, D.A. Propriedades físico-químicas do polietileno tereftalato para embalagens. In: SEMINÁRIO DE EMBALAGEM E VIDA DE PRATELEIRA, 1992, Campinas. **Anais**. Campinas: UNICAMP, 1993. Apud: ARCARI, C.P. **Avaliação da influência de embalagens na qualidade da aguardente de cana-de-açúcar**. 2001. 157p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.
56. PAYUMO, E.M., PILAC, L.M. e MANIQUIS, P. 1967. The effect of temperature and time of storage on the nutritive value and acceptability of fortified canned mango néctar. **Phil. J. Sci.** 96(4) :877. Apud: WU, J. S.; CHEN, H.; FANG, T. Mango Juice. In: NAGY, S.; CHEN, C. S.; SHAW, P. E. **Fruit juice processing technology**. 3rd ed. AGSCIENCE, INC. AUBURDALE. Florida, 1993. cap. 16. p. 620-655.
57. PEARSON, D. **The Chemical Analysis of Foods**. 6th ed., London: J. & A. Churchill, 1970.
58. RAMANA, K.V.R *et al.* Freezing preservation of Totapuri mango pulp. **J. Food Sci. Technol.** V.21 p.282-285. 1984. Apud: WU, J. S.; CHEN, H.; FANG, T.

- Mango Juice. In: NAGY, S.; CHEN, C. S.; SHAW, P. E. **Fruit juice processing technology**. 3rd ed. AGSCIENCE, INC. AUBURDALE. Florida, 1993. cap. 16. p. 620-655.
59. RANGANNA, J. e SIDDAPPA, G.S. Effect of processing on the Absorption spectra of carotenoid pigments of Badami mango. **Food Technol.** 15:204. 1961. Apud: GODOY, H.T. **Mudanças na composição de carotenóides durante processamento térmico e estocagem de manga (*Mangifera indica*) e mamão (*Carica Papaya*)**. 1985. 111 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1985.
60. RODRIGUES-AMAYA, D.B. **A Guide To Carotenoid Analysis in Foods**, Estados Unidos, 1999.
61. SARANTÓPOULOS, C.I.G.L. O potencial do PET. **Informativo CETEA**, Campinas, v.1, n.1, p.2, 1989. Apud: ARCARI, C.P. **Avaliação da influência de embalagens na qualidade da aguardente de cana-de-açúcar**. 2001. 157p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.
62. SCHERB, P. Glaskin™ and Sealica™ by *Tetra Brik Aseptic* – New technologies for PET bottles. **Fruit Processing**, v. 4, p. 126-129, 2000.
63. SHAW, P.E.; MOSHONAS, M.G. Ascorbic Acid retention in orange juice stores under simulated consumer home conditions. **Journal of Food Science**, Chicago, v.56, n.3, p.867-868, 1991. Apud: CORRÊA NETO, R.S. **Processamento de suco de laranja pasteurizado em garrafas de polietileno tereftalato (PET)**. 1998. 93p. Tese (Mestre em Tecnologia de

- Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.
64. SHEWFELT, A. L. Flavour and colour of fruits as affected by processing. In: WOODROOF, J. G.; LUH, B. S. **Commercial Fruit Processing**. WestBAort, 1986. cap. 11. p. 497-537.
65. SHRIKHANDE, A.J.; SHIRANGARAJAN, A.N. e NADKARNI, G.B. A thermal process for bulk packaging of mango pulp. **Indian Food Packer**. V.30 p.65-67. 1976. Apud: WU, J. S.; CHEN, H.; FANG, T. Mango Juice. In: NAGY, S.; CHEN, C. S.; SHAW, P. E. **Fruit juice processing technology**. 3rd ed. AGSCIENCE, INC. AUBURDALE. Florida, 1993. cap. 16. p. 620-655.
66. SIDDAPPA, G.D. e BHADIA, B.S. Role of pH the canning of mangoes. Effect of adding acid or other fruit to the canned product. **Food Res**. 21:163, 1956. Apud: WU, J. S.; CHEN, H.; FANG, T. Mango Juice. In: NAGY, S.; CHEN, C. S.; SHAW, P. E. **Fruit juice processing technology**. 3rd ed. AGSCIENCE, INC. AUBURDALE. Florida, 1993. cap. 16. p. 620-655.
67. SIZER, C.E.; WAUGH, P.L.; EDSTAM, S. e ACKERMANN, P. Maintaining flavour and nutrient quality of aseptic orange juice. **Food Technology**, Chicago, v.42, n.6, p.151-159, 1988. Apud: CORRÊA NETO, R.S. **Processamento de suco de laranja pasteurizado em garrafas de polietileno tereftalato (PET)**. 1998. 93p. Tese (Mestre em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

68. SISTRUNK, W.A. e CASH, J.N. Ascorbic Acid and color changes in Summer squash as influenced by blanch, pH and other treatments. **J. Food Sci.** 35(5):645. 1970.
69. STONE, H.S.; SIDEL, J.L. **Sensory Evaluation Practices.** San Diego: CA. Academic Press, 1993. 308p.
70. THAKUR, B.R. e ARYA, S.S. Relative suitability of plastic films for the frozen storage of mango pulp. **J. Food Proc. Preserv.** v.12, p.171-178, 1988. Apud: WU, J. S.; CHEN, H.; FANG, T. Mango Juice. In: NAGY, S.; CHEN, C. S.; SHAW, P. E. **Fruit juice processing technology.** 3rd ed. AGSCIENCE, INC. AUBURDALE. Florida, 1993. cap. 16. p. 620-655.
71. TEIXEIRA, H.G. **Mudanças na composição de carotenóides durante procesamento térmico e estocagem de manga (*Mangifera indica*) e mamão (*Carica Papaya*).** 1985. 111p. Tese (Mestre em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1985.
72. THOMPSON, D.R. Response Surface Experimentation. **Journal of Food Proc. And Preservation.** West Port. V.6. p.155-188. 1982.
73. TOCCHINI, R.P.; NISDA, A.L.; DE MARTIN, Z.J.. Industrialização de polpas, sucos e néctares de frutas. **Manual do ITAL,** Campinas, 85p., 1995.
74. VAN DEN BROECK, I.; LUDI KHUYZE, L. R.; VAN LOEY, A. M.; HENDRICKX, M. E. Effect of temperature and/or pressure on tomato pectinesterase activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** v. 48, p. 551-558, 2000.
75. VAN DEN BROECK, I.; LUDI KHUYZE, L. R.; VAN LOEY, A. M.; HENDRICKX, M. E. Inactivation of orange pectinesterase by combined high-pressure and

temperature treatments: a kinetic study. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, p. 1960-1970, 2000.

76. WOODROOF, J. G.; LUH, B. S. **Commercial Fruit Processing**. Westport, 1986. 678p.

77. WU, J. S.; CHEN, H.; FANG, T. Mango Juice. In: NAGY, S.; CHEN, C. S.; SHAW, P. E. **Fruit juice processing technology**. 3rd ed. AGSCIENCE, INC. AUBURDALE. Florida, 1993. cap. 16. p. 620-655.

78. Ziegler, R.G. Vegetables, fruits and carotenoids and risk of cancer. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 53, p. 251S-259S, 1991. Apud: ASKAR, A. Importance and Characteristics of Tropical Fruit. **Fruit Processing**, v. 7, p. 273-276, 1998.