

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
MESTRADO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

ALINE GURGEL FERNANDES

**ALTERAÇÕES DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E FÍSICO-QUÍMICAS
DO SUCO DE GOIABA (*Psidium guajava* L.) DURANTE O
PROCESSAMENTO**

FORTALEZA

2007

ALINE GURGEL FERNANDES

**ALTERAÇÕES DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E FÍSICO-QUÍMICAS
DO SUCO DE GOIABA (*Psidium guajava* L.) DURANTE O
PROCESSAMENTO**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Geraldo Arraes
Maia

Co-orientador: Prof. Dr. José Maria
Correia da Costa

FORTALEZA

2007

Ficha catalográfica elaborada pelo Bibliotecário Hamilton Rodrigues Tabosa CRB-3/888

F398a Fernandes, Aline Gurgel

Alterações das características químicas e físico-químicas do suco de goiaba
(*Psidium guajava* L.) durante o processamento [manuscrito] / Aline Gurgel
Fernandes
84 f. enc.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007

Orientador: Dr. Geraldo Arraes Maia

Co-orientador: Dr. José Maria Correia da Costa

1. Suco de goiaba – Processamento industrial 2. Suco de goiaba – Valor nutritivo
I. Maia, Geraldo Arraes (orient.) II. Universidade Federal do Ceará – Mestrado em
Tecnologia de Alimentos III. Título

CDD 664

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

Dissertação aprovada em: 27 de fevereiro de 2007.

Aline Gurgel Fernandes

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Geraldo Arraes Maia
(Orientador)

Prof. José Maria Correia da Costa

Prof. Raimundo Wilane de Figueiredo

Paulo Henrique Machado de Sousa

Edy Sousa de Brito

A Deus.

Aos meus pais, Sílvio e Lenir, pelo amor e ensinamentos durante minha vida.

Ao meu amado marido Ivonildo, pelo carinho, dedicação e companheirismo.

Aos meus irmãos Alexandre, Alessandra e Amanda, pela força e incentivo.

Aos meus sobrinhos Alex e Marcela, pelo amor sincero e alegria constante.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que esteve sempre comigo e me concedeu a graça de concluir mais uma etapa em minha vida.

Ao Professor Geraldo Arraes Maia, pela orientação, incentivo e confiança durante a realização deste trabalho.

Ao Professor José Maria Correia da Costa, pelo apoio e ensinamentos durante o mestrado e, principalmente na graduação.

Ao Professor Raimundo Wilane de Figueiredo, pelas contribuições durante o curso de mestrado e na avaliação deste trabalho.

Ao pesquisador da EMBRAPA Agroindústria Tropical, Edy Sousa de Brito, que gentilmente aceitou o convite para participação da banca da defesa de dissertação.

Ao grande amigo Paulo Henrique Machado de Sousa pela amizade sincera, paciência, valiosa ajuda e imensa colaboração e orientação na realização deste trabalho.

A todos os Professores do Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFC, pelo aprendizado no decorrer do curso.

Ao Secretário do Departamento de Tecnologia de Alimentos, Paulo Mendes, pela ajuda quando necessária ao longo do curso.

Aos meus cunhados, Cláudia e Matheus, pelas sempre valiosas palavras de apoio e incentivo.

Aos amigos do Laboratório de Frutos Tropicais, Anália, Cyntia, Ilane, Patrícia, Sandra, Andréa, Joélia, Marília, Patrícia, D. Hilda, Marina, Armando e Vandira, pelos anos de convivência e parceria.

Às amigas Giovana, Valquíria e Tatyane que transformaram meu trabalho em algo mais suave devido à valiosa ajuda e dedicação durante a realização das análises.

A todas as colegas do curso de mestrado, Daniela, Gabriela, Tatiana, Maria, Leiliane, Vitória, em especial, Ana Maria, Ana Paula, Daniele e Gerusa, pela fundamental ajuda e amizade sincera, sem a qual não teria chegado onde cheguei.

À Jandaia Agroindústria Ltda, pelo fornecimento das amostras para a realização desta pesquisa.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP, pela bolsa de pesquisa concedida para realização deste trabalho.

A todos aqueles que colaboraram de forma direta ou indireta para a realização deste sonho que graças ao Senhor Jesus foi realizado. Deus abençoe todos vocês.

“Meus dons e talentos são para Ti servir, meus dons
preciosos são Teus, não vejo razão na minha
vida sem Ti, Tu és meu Senhor e meu Deus.
Sou profundamente grata ao Senhor Jesus,
pois sem Ele não teria chegado até aqui.
A Ele toda honra, toda glória e todo louvor!”
Amém.

RESUMO

Os sucos de frutas são importantes fontes de vitaminas, sais minerais, ácidos orgânicos e fibras, e incluídos na dieta da população podem ajudar a manter a saúde. Durante as etapas de processamento de sucos, podem ocorrer modificações nos componentes dos frutos, afetando suas propriedades sensoriais e nutritivas. Estudos sobre os efeitos do processamento nos constituintes nutricionais dos sucos tropicais são escassos. Geralmente, são avaliadas somente as perdas de vitamina C. Este trabalho objetivou determinar as possíveis alterações químicas e físico-químicas em suco tropical de goiaba durante as etapas de processamento (extração, formulação / homogeneização e pasteurização) e armazenamento (30 dias). Foram efetuadas determinações de sólidos solúveis, pH, acidez, açúcares redutores, açúcares totais, atividade de água, cor, vitamina C, antocianinas, carotenóides, compostos fenólicos e atividade da pectinametilesterase. Ao final do estudo, constatou-se que somente os parâmetros de pH, carotenóides e atividade da pectinametilesterase apresentaram variações significativas, durante as etapas de processamento do suco. O suco de goiaba se manteve ao final do processamento com elevados teores de vitamina C, compostos fenólicos, antocianinas totais, além do aumento da quantidade de carotenóides totais. No suco de goiaba armazenado por 30 dias observou-se que os parâmetros analisados não apresentaram diferença significativa entre o tempo zero e o trinta dias. Concluindo que as características químicas e físico-químicas são pouco afetadas pelo processamento e armazenamento (30 dias), pode-se considerar, portanto o processo de enchimento à quente (*hot fill*), as embalagens de vidro utilizadas e os conservantes adicionados como sendo bons fatores de preservação para o produto em estudo.

Palavras - chave: suco tropical de goiaba, processamento industrial, carotenóides totais, vitamina C, valor nutritivo.

ABSTRACT

Fruit juices are important vitamin sources, mineral salts, organic acids and fibers, and including in the diet of the population, they can help to keep people healthy. During the stages of juice processing, some modifications in the fruit compounds can happen, affecting its sensorial and nutritional properties. Researches on the effects of processing on the nutritional compound tropical juice are scarce. Usually, only vitamin C losses are evaluated. This study determined the possible chemical and physical-chemical changes during the stages of guava tropical juice processing (extration, formulation / homogenization and pausterization) and storage (30 days). Soluble solids, pH, acidity, reducing sugars, total sugars, water activity, colour, vitamin C, anthocyanins, carotenoids, phenolic compounds and pectinametilesterase activity were analysed. We saw that only pH, carotenoids and pectinametilesterase activity parameters showed significant variations during the stages of juice processing. At the end of the processing, vitamin C, phenolic compounds and total anthocyanins contents were high, and it was an increase of total carotenoid amount in the guava juice. For the guava juice stored during 30 days it was observed no significant difference between the times zero and thirty days, for the analysed parameters. We conclude that since the chemical and physicochemical characteristics were affected just a little by processing and stored during 30 days, the hot fill processing, the glass packings used and added conservant were good factors of product preservation in this study.

Keywords: guava tropical juice, industrial processing, total carotenoids, vitamin C, nutritional value.

LISTA DE TABELAS

Página

TABELA 1 - Características das principais variedades de goiaba.....	16
TABELA 2 - Composição físico-química de goiabas em três estádios de maturação, no momento da colheita.....	19
TABELA 3 - Composição nutricional da goiaba em 100 g de polpa.....	21
TABELA 4 - Quantidade de licopeno encontrado em várias frutas.....	23
TABELA 5 - Distribuição percentual do número de indústrias segundo o produto final.....	27
TABELA 6 - Quantidade de goiaba produzida no Brasil e Regiões Geográficas no ano de 2005.....	32
TABELA 7 - Análises de variância das determinações químicas e físico-químicas com relação ao efeito do processamento.....	50
TABELA 8 - Médias dos resultados das análises de pH, sólidos solúveis (°Brix), acidez, atividade de água, açúcares totais e açúcares redutores do suco de goiaba em função do processamento.....	50
TABELA 9 - Médias dos resultados das análises de vitamina C, carotenóides totais, antocianinas totais, cor, fenólicos totais e pectinametilesterase (PME) durante as etapas de produção de suco tropical de goiaba.....	53
TABELA 10 - Análises de variância das determinações químicas e físico-químicas com relação ao efeito do armazenamento.....	63
TABELA 11 - Médias dos resultados das análises de pH, sólidos solúveis (°Brix), acidez, atividade de água, açúcares totais e açúcares redutores do suco de goiaba em função do armazenamento.....	63
TABELA 12 - Médias dos resultados das análises de vitamina C, carotenóides totais, antocianinas totais, cor, fenólicos totais e pectinametilesterase (PME) durante o armazenamento do produto.....	64

LISTA DE FIGURAS

Página

FIGURA 1: Evolução das exportações brasileiras de frutas frescas, 1998 - 2005.....	28
FIGURA 2: Mercado de bebidas não alcóolicas: Total no Brasil em 2003.....	29
FIGURA 3: Evolução de produção de suco, néctar e drinques a base de frutas no Brasil.....	30
FIGURA 4: Fluxograma de produção do suco tropical de goiaba obtido pelo processo de enchimento à quente (<i>Hot fill</i>).....	44
FIGURA 5: Variação da perda e do ganho do teor de carotenóides durante as etapas de processamento.....	56

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 Aspectos botânicos.....	15
2.2 Características físicas da goiaba.....	15
2.3 Composição química, físico-química, nutricional e funcional da goiaba.....	16
2.3.1 Suco de goiaba.....	24
2.4 Produção e mercado de frutas e sucos.....	25
2.5 Processamento de sucos de frutas.....	32
2.5.1 Influência do processamento sobre os constituintes do suco de fruta.....	36
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	42
3.1 Matéria-prima.....	42
3.2 Metodologia.....	42
3.2.1 Obtenção do suco de goiaba pelo processo <i>hot fill</i>	42
3.2.2 Determinações químicas e físico-químicas.....	45
3.2.2.1 pH.....	45
3.2.2.2 Sólidos solúveis totais (°Brix).....	45
3.2.2.3 Acidez titulável (%AT).....	45
3.2.2.4 Açúcares.....	45
3.2.2.4.1 Açúcares redutores.....	45
3.2.2.4.2 Açúcares totais.....	46
3.2.2.5 Antocianinas totais.....	46
3.2.2.6 Cor.....	46
3.2.2.7 Carotenóides totais.....	46
3.2.2.8 Vitamina C.....	47
3.2.2.9 Compostos fenólicos totais.....	47
3.2.2.10 Atividade de água.....	47

3.2.2.11 Pectinametilesterase (PME).....	47
3.2.3 Análise estatística.....	48
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49
4.1 Efeito do processamento nas etapas de obtenção do suco tropical de goiaba não adoçado.....	49
4.2 Efeito do armazenamento (30 dias) no suco tropical de goiaba não adoçado.....	62
5 CONCLUSÕES.....	69
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70

1 INTRODUÇÃO

O hábito do consumo de sucos de frutas e hortaliças processados tem aumentado, motivado pela falta de tempo da população em preparar suco das frutas *in natura*, pela praticidade oferecida pelos produtos, substituição ao consumo de bebidas carbonatadas devido ao seu valor nutritivo e a preocupação com o consumo de alimentos mais saudáveis, já que as frutas consistem em fonte nutricional de vitaminas, minerais e carboidratos solúveis (MATSUURA e ROLIM, 2002).

O mercado mundial de frutas frescas comercializa um valor da ordem de 20 bilhões de dólares por ano, sendo 90% de frutas de clima temperado e 10% de frutas tropicais. Com uma produção de 38 milhões de toneladas no ano de 2004 e uma área plantada superior a dois milhões de hectares, o Brasil é considerado um dos maiores produtores de frutos tropicais do mundo, apresentando, entretanto, pequeno impacto no mercado internacional (AGRIANUAL, 2004).

Segundo Maia et al. (2002), a goiaba é um dos frutos de maior importância nas regiões tropicais e subtropicais, não só devido ao seu elevado valor nutritivo, mas também pela excelente aceitação do consumo *in natura*, pela capacidade de desenvolvimento em condições adversas e pela grande aplicação industrial. Na forma *in natura*, a goiaba contém bastante vitamina C, quantidades razoáveis de pró-vitamina A e vitaminas do complexo B, e sais minerais como cálcio, fósforo e ferro.

A grande produção nacional de frutas tropicais e a alta perecibilidade juntamente com o manuseio inadequado dos frutos durante a colheita, o transporte e o armazenamento, contribuem para uma elevada perda de frutos. A industrialização dos frutos tropicais é a melhor opção para minimizar as grandes perdas que ocorrem por ocasião das grandes safras, quando as frutas alcançam preços muito baixos no mercado de fruta fresca.

Devido apresentar elevada taxa metabólica, a goiaba possui uma vida útil curta. Em função deste fato, juntamente com manejos inadequados nas etapas de pós-colheita trazem uma perda da qualidade e dificuldades para sua comercialização no mercado externo. Uma saída para se ter melhor

aproveitamento das frutas frescas, além de melhores oportunidades para os produtores obterem maiores ganhos financeiros, devido à agregação de valor, é a industrialização da goiaba.

Produzidos em grande escala, os sucos, geralmente, são conservados através da pasteurização. Entretanto, o aquecimento requerido para tal fim pode mudar o aroma peculiar e o sabor natural do suco fresco. Nos processos de evaporação, desaeração, concentração de sucos de frutas, podem separar-se componentes voláteis do aroma e esta perda conduzir ao suco aroma e sabor indesejáveis e pouco naturais.

A capacidade de frutas processadas em promover saúde depende estritamente de seu histórico durante o processamento. O processamento afeta o conteúdo, a atividade e a biodisponibilidade dos componentes bioativos (NICOLI et al., 1999). Existem perdas de alguns compostos durante o processamento de frutas e poucos são os estudos feitos sobre esse aspecto. Vários estudos foram feitos levando em consideração somente perdas com relação ao ácido ascórbico (ACHINEWHU e HART, 1994; GIMENEZ et al., 2002; GAHLER et al., 2003; LIMA et al., 2003; YAMASHITA et al., 2003).

Estudos recentes ressaltam a importância de se avaliar o valor nutricional dos alimentos, a fim de se conhecer sua contribuição no suprimento da recomendação diária de nutrientes, bem como a influência do processamento e das tecnologias de preservação na sua composição química (HOWARD et al., 1999; TUDELA et al., 2002; ZHANG e HAMAUZU; 2004). O processamento industrial ou doméstico pode tornar os alimentos mais atraentes ao paladar e aumentar sua vida-de-prateleira. No entanto, podem levar à perdas expressivas, comprometendo a qualidade nutricional do produto final ou da preparação (BENASSI e ANTUNES; 2002; REDY e LOVE, 1999).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo determinar o efeito do processamento do suco tropical de goiaba, obtido pelo processo de enchimento à quente, durante as várias operações envolvidas para sua elaboração, tais como extração, formulação / homogeneização, pasteurização, e avaliando-se a estabilidade do produto final aos 30 dias de armazenamento à temperatura ambiente de 28°C.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aspectos botânicos

Fruta de uma pequena árvore de flores alvas e perfumadas, a goiaba é originária da América Tropical, onde prolifera com facilidade nos terrenos baldios, em pastagens e capinzais, adapta-se bem a diferentes condições climáticas e de solo, fornecendo frutos que são aproveitados desde a forma artesanal na produção de doces caseiros, até a industrial na produção de sucos (IDE et al., 2001). Existem mais de 90 variedades de goiaba, sendo as maiores produções da Índia, Brasil, Colômbia, Cuba e México (CÁCERES, 1999).

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma planta perene, semi-arbórea, da família das mirtáceas, que compreende um grande número de frutas tropicais, como o araçá, a pitanga e a jaboticaba, é também considerada uma planta rústica e pouco exigente em relação ao solo (PEREIRA e MARTINEZ JÚNIOR, 1986), podendo se desenvolver em condições adversas de clima (GONGATTI NETTO et al., 1996), e apesar de não ter grande porte, possui elevada capacidade produtiva (60-100 t.ha⁻¹), quando comparada a outras frutíferas (NATALE et al., 1996).

Apesar de ser nativa dos trópicos, a goiabeira vegeta e produz bem desde o nível do mar até a altitude de 1.700 m. A espécie está amplamente difundida do Rio Grande do Sul ao Nordeste. Começa a produzir com um ano a um ano e meio de idade (NETO, 1995).

2.2 Características físicas da goiaba

O fruto é do tipo baga, apresentando formato predominante ovulado, piriforme e arredondado, com diâmetro médio de 5 a 7 cm e peso médio de 80 gramas. As cultivares destinadas à mesa o peso do fruto pode chegar a 300 – 400 gramas. A cor da polpa dos frutos pode apresentar diversas tonalidades: branca, creme, amarelada, amarelo-ouro, rósea, vermelha-escura. A polpa é sucosa e doce, com numerosas sementes reniformes, duras, com tamanho de 2 a 3 mm (NETO, 1995; ZAMBÃO e BELLINTANI NETO, 1998).

As principais variedades de goiaba que aparecem no Brasil são a goiaba vermelha (Paluma) e a branca. Há, entretanto, predominância da goiaba vermelha, considerada mais nobre e útil, tanto para a degustação ao natural, como para a indústria, além de possuir coloração acentuada e tamanho superior.

Na Tabela 1 observa-se as características físicas de algumas variedades de goiabas do Brasil (IDE et al., 2001).

TABELA 1: Características das principais variedades de goiaba.

VARIEDADE	CARACTERÍSTICAS DOS FRUTOS		
	COLORAÇÃO	TAMANHO	FORMA
Kumagai	Branca	Grande	Arredondada
Ogawa 1	Branca	Grande	Oblonga
Ogawa 2	Vermelha	Grande	Oblonga
Ogawa 3	Rosada	Grande	Arredondada
Paluma	Vermelha	Grande	Periforme
Rica	Vermelha	Médio	Periforme
Pedro Sato	Vermelha	Grande	Oblonga
Sassaoca	Vermelha	Grande	Arredondada

Fonte: IDE et al. (2001).

As variedades Ogawa 1 e Ogawa 3 (vermelhas), Paluma, Rica e Kamugai são as mais indicadas para quem deseja abastecer o mercado interno, para o consumo *in natura* ou para fins industriais.

2.3 Composição química, físico-química e nutricional da goiaba

A goiaba (*Psidium guajava* L.), dentre as frutas tradicionais, destaca-se pelo seu valor nutritivo como excelente fonte de vitamina C e pela grande aceitação para o consumo “in natura” (CÁCERES, 1999).

A goiaba é um fruto altamente perecível por causa do seu intenso metabolismo durante o amadurecimento. Os atributos de qualidade são influenciados pelas variedades, condições edafoclimáticas e práticas culturais. Manejos inadequados na colheita e na pós-colheita aceleram os processos de senescência, afetando sensivelmente a qualidade e limitando ainda mais o período de comercialização. O estágio de maturação em que os frutos são colhidos determina a qualidade do fruto a ser oferecido ao consumidor. Os frutos colhidos imaturos, além de pouca qualidade, têm alto índice de perda de água e são muito suscetíveis às desordens fisiológicas. Por outro lado, quando colhidos muito maduros, entram rapidamente em senescência (MANICA et al., 2000).

Devido a esse fator, a colheita no estágio próprio de maturidade é essencial para a obtenção de produtos com ótima qualidade e com manutenção da mesma na fase pós-colheita, sendo portanto, decisivo para prolongamento da vida útil ou em relação ao potencial de armazenamento (CHITARRA e CHITARRA, 2005), frutos colhidos precocemente não apresentam habilidade de desenvolver o completo amadurecimento, prejudicando sua qualidade final. Entretanto, de acordo com Azzolini et al. (2004), os frutos colhidos em estágio sobremaduro resultam em rápida perda de qualidade, diminuindo o período de comercialização. Logo, o melhor estágio de colheita vai depender do tipo de fruto, juntamente com a interação das características fisiológicas intrínsecas do fruto e a tecnologia pós-colheita que será utilizada.

O processo de amadurecimento da goiaba (*Psidium guajava* L.) ocorre rapidamente após a colheita. Quando colhidas completamente maduras apresentam capacidade de conservação de um a dois dias (MANICA et al., 2000), tornando difícil a comercialização em mercados distantes. Não existe uma padronização e um consenso do estágio de maturação ideal para a colheita de goiabas. Estas normalmente são colhidas quando a polpa ainda está firme e a coloração da casca começa a mudar de verde-escuro para verde-claro ou começando amarelecer (MANICA et al., 2000).

A fase de maturação determinada com base apenas na aparência do fruto é falha, por se tratar de uma medida subjetiva, é sujeita a variações e

conseqüentemente à grande margem de erro. Verifica-se, normalmente em lotes de goiabas, grande desuniformidade quanto ao ponto de colheita.

Para que a colheita seja efetuada no momento correto, é necessário que se determine com precisão o estágio de maturação do fruto, lançando mão dos índices de maturação. Esses índices compreendem medidas físicas ou químicas que sofrem mudanças perceptíveis ao longo da maturação da fruta, eles devem assegurar a obtenção de frutas de boa qualidade no que se refere às características sensoriais, além de um comportamento adequado durante o armazenamento (KLUGE et al., 2002).

Azzolini et al. (2004) investigaram o efeito do estágio de maturação nas características físico-químicas de goiabas 'Pedro Sato', em três diferentes estádios de maturação (TABELA 2). Concluíram que a cor da casca é o melhor índice na determinação do estágio de maturação da goiaba, juntamente com a firmeza e a relação sólidos solúveis totais / acidez titulável. Com relação à firmeza dos frutos, estes a perderam rapidamente durante o amadurecimento, e acredita-se que seja devido às atividades das enzimas hidrolíticas, como a poligalacturonase e pectinametilesterase. O aumento no teor de ácido ascórbico durante os estádios de maturação observado por Mercado-Silva et al. (1998), concluiu que este aumento no teor de ácido ascórbico em goiabas durante o início do amadurecimento está associado ao aumento da síntese de intermediários metabólicos, os quais são precursores do ácido ascórbico.

TABELA 2: Composição físico-química de goiabas em três estádios de maturação, no momento da colheita (AZZOLINI et al., 2004).

Índices de maturação	Estádios de maturação			CV(%)
	Estádio 1 (casca verde escura)	Estádio 2 (casca verde clara)	Estádio 3 (casca verde- amarela)	
Cor da casca (°h)	119,17	115,03	110,89	1,3
Firmeza (N)	100,80	77,60	46,30	13,1
Cor da polpa (Croma)	30,36	33,38	34,57	7,8
SS (°Brix)	6,90	7,30	7,60	9,3
Acidez titulável (%)	0,60	0,54	0,51	8,7
Relação SS/AT	11,60	13,60	15,10	10,7
Ácido ascórbico	30,35	44,47	48,77	21,7

Fonte: AZZOLINI et al. (2004). SS: sólidos solúveis; AT: acidez titulável

Em trabalho realizado por Lima et al. (2002a), as cultivares e seleções de goiabeira das áreas irrigadas do Submédio São Francisco estudadas tiveram teor de sólidos solúveis totais variando de 7,2 a 10,9 °Brix. No entanto, estes valores foram inferiores aos observados por Gonzaga Neto et al. (1986), que encontraram valores variando de 10 a 14 °Brix. Altos teores de sólidos solúveis são desejáveis tanto para frutos destinados ao consumo *in natura* quanto para a indústria. No último caso, segundo Gonzaga Neto et al. (1986), o custo do processamento é menor. Segundo Manica et al. (1998), valores de pH superiores a 3,5 indicam a necessidade de se adicionar ácidos orgânicos comestíveis no processamento dos frutos, visando a uma melhor qualidade do produto final industrializado. No entanto, entre as cultivares e

seleções estudadas, aquelas de polpa vermelha, preferidas para a indústria, apresentaram os mais baixos valores de pH.

Os atributos de qualidade da fruta fresca, como aparência, aroma, sabor, composição química e outros são diretamente influenciados pelos denominados aspectos pré-colheita, como nutrição mineral, manejo do solo, irrigação, luz, vento, umidade relativa, altitude, dentre outros (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Dentre as frutas tropicais, a goiaba é uma das mais apreciadas, pelas suas características de sabor e aroma e pelo seu elevado valor nutritivo. A goiaba contém quatro vezes mais vitamina C do que a laranja que possui 50 mg de vitamina C/100g, segundo dados da USDA (2006). Além disso, é rica em fibras, vitamina E e licopeno, com o dobro da quantidade presente no tomate (MATTIUZ, 2004; MONTEIRO, 2006a; TODA FRUTA, 2007).

A Tabela 3 apresenta a composição nutricional da goiaba em 100 g de polpa.

TABELA 3: Composição nutricional da goiaba.

Nutriente	Valor em 100 gramas
Água (g)	80,80
Energia (kcal)	68
Proteína (g)	2,55
Lipídio (g)	0,95
Cinza (g)	1,39
Carboidrato (g)	14,32
Fibra (g)	5,4
Vitamina C (mg)	228,3
Tiamina (mg)	0,067
Riboflavina (mg)	0,040
Niacina (mg)	1,084
Folato total (µg)	49
Cálcio (mg)	18
Ferro (mg)	0,26
Magnésio (mg)	22
Fósforo (mg)	40
Potássio (mg)	417
β-caroteno (µg)	374
Licopeno (µg)	5204

Fonte: USDA (2006).

A goiaba é uma fruta de baixo valor calórico, mas é vista principalmente como uma considerável fonte de vitamina C, apresentando valores médios de 56,33 mg/100g de polpa (CÁCERES, 1999; OLIVEIRA et al. 2002). Esta vitamina possui grande importância por facilitar a absorção e transferência de ferro para o organismo, participar da formação do colágeno

(colabora na cicatrização) e intervir na fixação do cálcio nos ossos, o que diminui a perda de massa óssea (osteoporose) (MARETTI et al., 2002; COMBS JR., 2003).

Os elementos minerais reconhecidos como essenciais são comumente divididos entre macromelementos (cálcio, fósforo, potássio, sódio, cloro, magnésio, enxofre) e microelementos (ferro, cobre, cobalto, manganês, zinco, iodo, flúor, molibdênio, selênio, cromo, silício), de acordo com as quantidades maiores ou menores em que são encontrados no organismo humano (SGARBIERI, 1987).

Entre os minerais da goiaba, o potássio é o mais abundante e o conteúdo de sódio é muito baixo (TABELA 3). Sódio e potássio são muito importantes na manutenção do volume hídrico nas células. O equilíbrio ácido-base age na transmissão nervosa, tonicidade muscular, função renal e contração do músculo cardíaco (FRANCO, 1999).

Os carotenóides são corantes naturais de frutas, verduras, raízes, aves, certos peixes, crustáceos e alguns microrganismos. Estes pigmentos de cores que vão do amarelo ao vermelho têm despertado a curiosidade dos cientistas desde o aparecimento da química orgânica devido as suas relevantes funções e ações (SILVA e MERCADANTE, 2002). Alguns carotenóides são capazes de serem convertidos em vitamina A e como tal desempenham um importante papel nutricional. Esta função adquire maior importância nos países do terceiro mundo, onde as hortaliças e frutos ricos em carotenóides constituem as principais fontes de vitamina A (OLSON, 1989).

Os carotenóides, juntamente com as vitaminas, são as substâncias mais investigadas como agentes quimiopreventivos, funcionando como antioxidantes em sistemas biológicos (POOL-ZOBEL et al., 1997). Estudos mostram a relação entre o aumento no consumo de alimentos ricos em carotenóides e a diminuição no risco de várias doenças, tais como, de doenças degenerativas, prevenção da formação de catarata, redução da degeneração macular relacionada ao envelhecimento e redução do risco de doenças coronárias (KRINSKY, 1994; OSGANIAN et al., 2003). Segundo Olson (1999), os carotenóides seqüestram o oxigênio singlete, removem os radicais peróxidos, modulam o metabolismo carcinogênico, inibem a proliferação

celular, estimulam a comunicação entre células (junções *gap*), e elevam a resposta imune.

O licopeno é um carotenóide sem a atividade pró-vitamina A, lipossolúvel, composto por onze ligações conjugadas e duas ligações duplas não conjugadas. O licopeno é tido como o carotenóide que possui a maior capacidade seqüestrante do oxigênio singlete, possivelmente devido à presença das duas ligações duplas não conjugadas, o que lhe oferece maior reatividade (DI MASCIO et al, 1989; KRINSKY, 2001). Tem atraído interesse crescente nos últimos tempos, à proporção que se tem tornado claro que, de todos os carotenóides, ele é o predominante no plasma e que possui atividade antioxidante mais poderosa, sendo encontrado em alimentos de cor vermelha, como tomates e seus produtos, goiaba, melancia, mamão e pitanga.(ARAB, 2000).

Na Tabela 4 observa-se várias frutas consideradas como fonte de licopeno, apresentando a goiaba maiores concentrações.

TABELA 4: Quantidade de licopeno encontrado em várias frutas.

	Goiaba vermelha	Tomate	Uva roxa	Melancia
Licopeno (mg/100g)	6,5	3,1	3,3	4,1

Fonte: USDA Database, 2006.

Há evidências científicas que o aumento do teor de licopeno na dieta reduz o risco de desenvolvimento de uma variedade de tipos de câncer mais notadamente o de próstata, assim como o risco de contração de doença coronariana (GIOVANNUCCI et al, 1995; BOILEAU et al, 2000; WILLIS e WIANS JR, 2003).

Estudos têm demonstrado que outros compostos antioxidantes, além dos bem conhecidos β -caroteno, vitamina C e vitamina E, têm contribuído para a total capacidade antioxidante de alguns vegetais (RICE-EVANS et al., 1996; WANG et al., 1996). Em recentes pesquisas foi evidenciado que os compostos

fenólicos também estão relacionados à capacidade antioxidante de vários vegetais e esse fato vem despertando o interesse dos consumidores por estes produtos.

Os compostos fenólicos são responsáveis pela atividade antioxidante de diversos vegetais. Dentre os compostos fenólicos com propriedade antioxidante, destacam-se os flavonóides que, quimicamente, englobam as antocianinas e os flavonóis. As antocianinas são pigmentos solúveis em água, amplamente difundidas no reino vegetal e conferem as várias nuances de cores entre laranja, vermelha e azul encontradas em frutas (FRANCIS, 1989). Os flavonóis são pigmentos de cores branca ou amarela clara, encontrados nesses alimentos. Os últimos pigmentos citados são importantes por atuarem na co-pigmentação das antocianinas (BOBBIO e BOBBIO, 1992).

Atualmente, existe uma tendência mundial em usar pigmentos naturais como corantes para alimentos e entre eles destacam-se as antocianinas. Esse interesse é também influenciado pelas observações promissoras de seu potencial benéfico à saúde decorrente de sua ação antioxidante (WANG et al., 1996; ESPÍN et al., 2000).

2.3.1 Suco de goiaba

Dentre os vários produtos feitos a partir de frutos tropicais, os mais populares são os sucos, as polpas e os néctares de frutas.

Segundo a Legislação Brasileira, o suco tropical de goiaba é definido como uma bebida não fermentada, obtida pela dissolução em água potável, da polpa de goiaba (*Psidium guajava*, L), por meio de processo tecnológico adequado (BRASIL, 2003).

O suco tropical de goiaba não adoçado deve obedecer aos Padrões de Identidade e Qualidade, fixados para Suco Tropical. Deve obedecer às seguintes características e composição: cor, variando de branca a vermelha; sabor próprio; aroma próprio; teor de polpa de goiaba, mínimo 50 g%; sólidos solúveis (°Brix a 20°C), mínimo 6,0; acidez total em ácido cítrico (g%), mínimo

de 0,30; açúcares totais, máximo 15,00 g% e ácido ascórbico, mínimo de 30,00 mg% (BRASIL, 2003).

2.4 Produção e mercado de frutas e sucos

A integração das economias mundiais e a abertura comercial proporcionaram o crescimento das exportações da maioria dos países industrializados. Nos últimos anos a balança comercial brasileira apresentou incrementos significativos, em razão, principalmente, do desempenho do agronegócio (VIANA et al., 2006).

O agronegócio também tem contribuído para o incremento do saldo da balança comercial cearense, criando emprego e renda e garantindo a permanência de maior número de pessoas na área rural. O Governo do Estado do Ceará, em grande parte, foi o responsável pelo desenvolvimento do setor, uma vez que, introduziu, nos últimos anos, mudanças estruturais que buscaram desenvolver a agricultura e aumentar sua participação no mercado interno e externo. Os incentivos fiscais concedidos estimularam o surgimento de uma fruticultura mais produtiva e modernizada e influenciaram de forma positiva os custos relativos de produção, tornando o segmento mais competitivo no mercado internacional (VIANA et al., 2006).

O agronegócio foi um dos setores que mais cresceram na economia brasileira nos últimos cinco anos. De 2002 a 2006, as exportações de produtos agropecuários tiveram um aumento de 99%, saltando de US\$ 24,8 bilhões para US\$ 49,4 bilhões, segundo dados da Secretaria de Relações Internacionais do Agronegócio do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). O complexo sucroalcooleiro teve o melhor desempenho, com incremento de 243% nas vendas externas. As carnes ficaram em segundo lugar, com expansão de 170%. Em terceiro, aparece o café, com crescimento de 143%; em quarto, cereais e preparações, com 123%; e em quinto, frutas, com 91% (BRASIL, 2007).

A fruticultura foi um setor que expandiu as exportações nesse período. Os embarques de frutas, incluindo nozes e castanhas, passaram de US\$ 400 milhões em 2002 para US\$ 702 milhões em 2006. O crescimento

dessa cadeia produtiva no mercado mundial foi impulsionado pelo programa de Produção Integrada de Frutas (PIF), coordenado pelo ministério. Com o PIF, reduzimos os índices de aplicação de substâncias agroquímicas nos pomares, oferecendo aos consumidores frutas mais saudáveis e seguras, além de contribuímos para preservação ambiental e para a saúde do trabalhador (BRASIL, 2007).

O Brasil, com seu território caracterizado pelas nuances de clima e solos variados, apresenta também grande produção agrícola diversificando-se nos vários setores do mercado (RAMALHO, 2005).

O Brasil devido sua produção de 35 milhões de toneladas é considerado hoje o terceiro maior produtor mundial de frutas, perdendo destaque apenas para China e Índia (FAO, 2006). No entanto, há um grande desperdício pós-colheita para algumas culturas, o que, notadamente, gera prejuízos. Existe, portanto a necessidade de se desenvolver novos processamentos que permitam reduzir perdas e proporcionar um incremento na renda do agricultor (AGRIANUAL, 2004; DIAS et al., 2003).

O mercado de frutas apresenta inúmeras vantagens econômicas e sociais, como elevação do nível de emprego, a fixação do homem no campo, a melhor distribuição da renda regional, a geração de produtos de alto valor comercial e de importantes receitas em impostos, além de excelentes perspectivas de mercado interno e externo, gerando divisas (IDE et al., 2001).

A Food and Agriculture Organization (FAO) tem mostrado que a comercialização mundial de produtos derivados de frutas cresceu mais de cinco vezes nos últimos quinze anos. Entre os países em desenvolvimento, o Brasil destaca-se por ter a maior produção, que está concentrada em um pequeno número de espécies frutíferas, as quais são cultivadas e processadas em larga escala (BRUNINI et al., 2002).

Na Tabela 5 observa-se a distribuição das indústrias brasileiras segundo o produto final.

TABELA 5: Distribuição percentual do número de indústrias segundo o produto final.

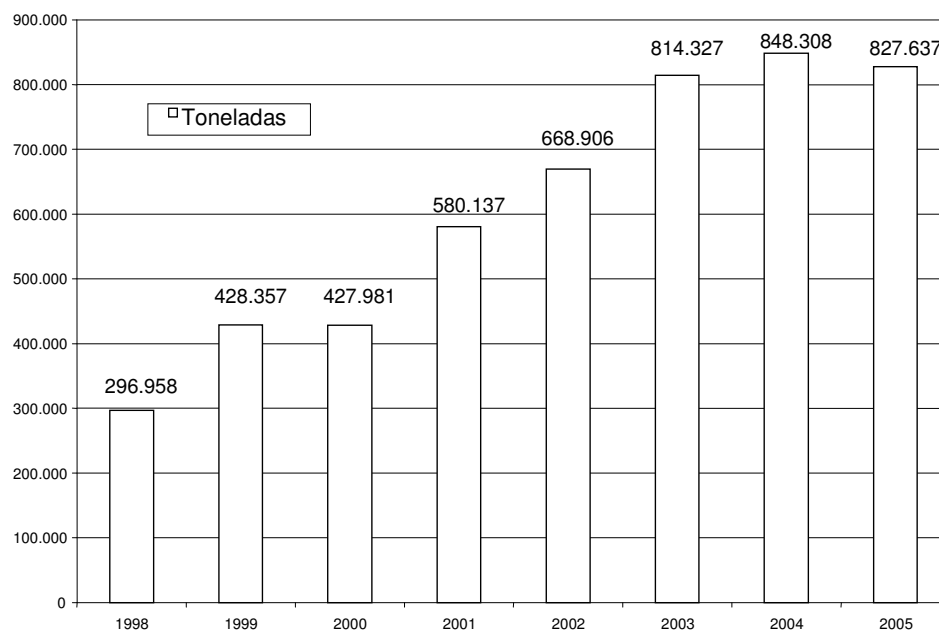
Produto	Participação (%)
Água de Coco	8,9
Polpa	73,2
Suco	15,2
Outros Produtos	2,9
Total Global	100

Fonte: ASTN /APEX (2002).

A fruticultura brasileira supera o crescimento vegetativo da população e consolida o país como grande produtor e fornecedor mundial. A expectativa é de que a fruticultura em 2006 se mantenha dentro dos padrões dos últimos anos, ou seja, com crescimento sustentável. Há boas perspectivas de aumento nas exportações de suco de laranja para os Estados Unidos, e das demais frutas para a União Européia, que responde por 70% das exportações brasileiras (ROSA, 2006).

Na Figura 1 podemos observar a evolução das exportações brasileiras de frutas frescas, 1998 - 2005.

FIGURA 1: Evolução das exportações brasileiras de frutas frescas, 1998 - 2005.

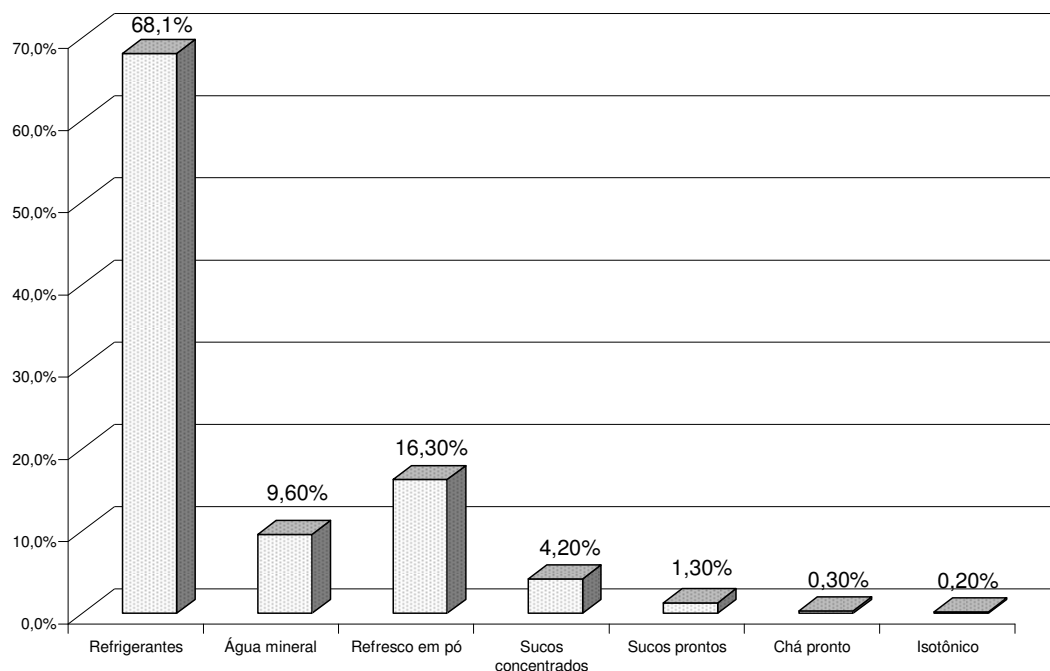


Fonte: SECEX/DATAFRUTA-IBRAF (2006).

O Brasil aumentou suas exportações em mais de 200%, em valor, de 1998 a 2005, passando de US\$ 120 milhões em 1998 para US\$ 440 milhões em 2005. Estima-se que ainda há muito espaço para o crescimento das exportações, pois o mercado internacional absorve cerca de 50 milhões de toneladas anuais, conforme dados da FAO (IBRAF, 2006b).

O Brasil é terceiro maior produtor de frutas do mundo. E a indústria, cada vez mais consciente desse potencial brasileiro, está se beneficiando da tecnologia para investir num mercado crescentemente em expansão: o de sucos prontos (MONTEIRO, 2006b). A categoria de sucos (prontos e concentrados) ainda possui baixa penetração frente ao mercado de bebidas, 5,5% (FIGURA 2).

FIGURA 2: Mercado de bebidas não alcoólicas: Total no Brasil em 2003.



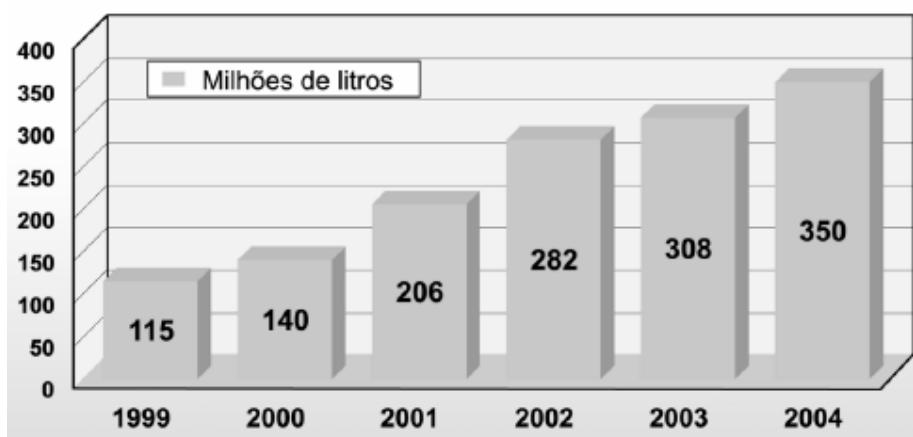
Fonte: ACNielsen/Wessanen (ESTRELLA, 2004).

O setor de sucos e polpas cresceu 12%, de 2003 a 2005, passando de 1,7 milhão de toneladas para 2 milhões. O maior volume exportado dos sucos nacionais é consequência da abertura de novos mercados, do aumento da competitividade e do apoio sistemático, a longo prazo, para frutas e derivados nacionais (IBRAF, 2006b). No entanto, Sandi et al. (2003) relatam que a participação do Brasil na exportação de sucos vem caindo dada a forte concorrência com países como a Colômbia, Peru e Equador, razão pela qual, o investimento em tecnologia são justificados, para melhorar a produtividade, e os sistemas de processamento das frutas.

Segundo Melo (2006), o consumo brasileiro de frutas *in natura* ainda é baixo, 47 quilos *per capita*/ano, o que representa um percentual pequeno, considerando a produção anual de 35 milhões de toneladas de frutas, o que dá uma sobra de pelo menos 30 milhões de toneladas. Desse total, excluindo o que é usado para a produção de suco e polpa, o resto é perda, na faixa de 30% a 40%.

De acordo com dados da AC Nielsen, em 2004 o mercado de sucos prontos cresceu 15,6% e atingiu proporções maiores do que o de refrigerantes, cujo aumento foi de apenas 6,54%. Este mercado tem movimentado R\$ 900 milhões e 350 milhões de litros, explicando o ingresso e o aumento do investimento de empresas nacionais e multinacionais em instalações e desenvolvimento de novos produtos para o setor (IBRAF, 2006b). A Figura 3 apresenta o processo de evolução da produção de sucos, néctares e drinques a base de frutas no Brasil.

FIGURA 3: Evolução de produção de suco, néctar e drinques a base de frutas no Brasil.



Fonte: IBRAF (2006).

O Brasil é o segundo maior mercado da América Latina na produção de sucos, néctares e drinques, com produção estimada em um bilhão de litros. A Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - ABDI acredita que o setor tem competitividade e com o trabalho de incorporação de tecnologia, será um setor prioritário e protagonista no comércio internacional. A parceria entre a ABDI e IBRAF, terá um investimento conjunto de R\$ 1,26 milhão e visa fortalecer o setor de frutas processadas – principalmente a indústria de polpas e sucos (IBRAF, 2006a).

A goiaba é uma fruta considerada muito importante dentro do contexto da fruticultura brasileira, encontrando-se em expansão. Embora a sua produção no Brasil represente aproximadamente 280 mil toneladas,

concentradas nos meses de fevereiro e março, a comercialização da fruta ocorre o ano todo. O aumento no consumo está associado à grande divulgação das qualidades nutricionais da fruta. Por se tratar de uma fruta altamente perecível, o conhecimento de sua fisiologia pós-colheita é fundamental para o emprego adequado de tecnologias, visando aumentar o período de conservação. Após a colheita de frutas e hortaliças inicia-se uma série de processos degradativos que aceleram a senescência, causando perdas de grande parte da produção. Diversas dessas perdas podem ser atribuídas à ação de enzimas durante a pós-colheita (ZANATTA, 2006).

O cultivo da goiaba é um dos mais importantes em países tropicais e subtropicais. O Brasil é um dos maiores produtores mundiais da fruta, junto com outros países como o México, o Paquistão e a Índia (FERREIRA, 2000; AZZOLINI, 2004). Entretanto, a participação do Brasil no mercado internacional ainda é pequena. Em 2000 foram produzidas cerca de 300 mil toneladas e somente 0,06% esta produção foi exportada (CHOUDHURY et al., 2001).

A alta perecibilidade, juntamente com a falta de disponibilidade de armazenamento durante os meses de pico de processamento industrial/safra, contribui para perdas pós-colheita ao redor de 30% (MURAKAWA, 1998).

A quantidade produzida em 2005 foi de 345.533 toneladas no Brasil, sendo 156.886 toneladas na região Nordeste (TABELA 6) e 5.073 toneladas no Ceará, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2007).

TABELA 6: Quantidade de goiaba produzida no Brasil e Regiões Geográficas no ano de 2005.

Brasil e Região Geográfica	Tonelada
Brasil	345.533
Nordeste	156.886
Sudeste	142.200
Centro-Oeste	31.586
Sul	10.429
Norte	4.432

Fonte: IBGE, 2007 - Produção Agrícola Municipal.

A Região Nordeste é a que possui maior área plantada, com 7.331 mil hectares, totalizando mais de 40% da plantação nacional, seguida pela Região Sudeste (IBGE, 2007).

O cultivo da goiaba exerce importante papel social por ser gerador de empregos no meio rural e industrial, mantendo a mão-de-obra rural empregada por períodos mais longos. Com irrigação, é possível colher três safras em dois anos, estimulando a oferta de empregos no setor industrial e permitindo ao produtor a comercialização de seus produtos na entressafra (IDE et al., 2001).

2.5 Processamento de sucos

A industrialização de produtos alimentícios visa a obtenção de produtos com características sensoriais e nutricionais próximas ao produto *in natura* e que sejam seguros sob o ponto de vista microbiológico. É fundamental que estes produtos apresentem qualidade, visando não apenas atender aos padrões estabelecidos pela Legislação Brasileira, mas também, às exigências do mercado consumidor. Nas operações de processamento e durante o

armazenamento de sucos de frutas ocorrem transformações, que podem resultar em perdas no sabor e/ou aparecimento de sabor desagradável (*off flavor*), devido à várias reações bioquímicas complexas entre seus constituintes (GAVA, 1985).

A conservação de frutas na forma de sucos, polpas e outros produtos foi desenvolvida para aumentar a oferta das mesmas e para a utilização dos excedentes de produção (BRUNINI et al., 2002). Segundo Gonçalves (2000), produtos processados ou elaborados são potencialmente diferenciáveis e, portanto, agregam maior valor, gerando maiores receitas e criando novos postos de trabalho no país.

Para se ter a melhoria nos sistemas de processamento, é necessário entender as reações físicas e químicas que ocorrem durante a transformação da fruta *in natura* em produtos derivados, tais como sucos, polpas e néctares.

De acordo com Arruda (2003), a preservação dos alimentos é uma das grandes preocupações da humanidade. Desde o momento em que são colhidos, durante seu processamento ou estocagem, e até a hora do consumo, os alimentos estão sujeitos a diversos tipos de deteriorações, causadas principalmente por microrganismos, enzimas e reações com o oxigênio do ar.

Por esse motivo, os sucos de frutas sofrem um processo de conservação, podendo ser realizado por meio de tratamento térmico ou concentração do produto ou pela comercialização sob refrigeração/congelamento (RUTLEDGE, 2001), e/ou pelo uso de conservantes químicos (ALVES e GARCIA, 1993), utilizando-se também combinações desses métodos.

Conforme Badolato (2000), a pasteurização tem como princípio aquecer o alimento até uma temperatura, mantendo essa temperatura por um determinado tempo denominado de tempo de retenção e então resfriá-lo rapidamente, sendo uma opção de tratamento que elimina as formas vegetativas dos microrganismos patogênicos quando presentes, causadores de doenças e os deterioradores, e inativa enzimas presentes no mesmo. É frequentemente conduzida em trocador de calor de placas ou tubular.

Um dos objetivos do processamento de alimentos é minimizar ao

máximo as reações que geram uma diminuição do valor nutritivo e de outros atributos de qualidade dos alimentos. Procurando atender a esse problema, vários estudos estão sendo realizados com o intuito de aperfeiçoar as técnicas que hoje são utilizadas para preservação e processamento de frutas.

Os sucos de frutas, cujo pH encontra-se na faixa de 2,0 a 4,5, apresentam condições favoráveis ao desenvolvimento de bolores, leveduras e bactérias ácido-tolerantes (UBOLDI EIROA, 1989). Desta forma, tratamento térmico na faixa de 85°C – 95°C, durante 15 a 20 segundos, é apropriado para tornar o produto comercialmente estéril, tendo em vista que é suficiente para a destruição destes microrganismos e a inativação de enzimas capazes de promover transformações indesejáveis que possam comprometer a qualidade do produto (GAVA, 1985). O alimento comercialmente estéril, embora possa conter número reduzido de microrganismo e esporos viáveis que não serão capazes de se desenvolver, apresenta vida de prateleira prolongada, sendo seguro à saúde do consumidor (BARUFFALDI, 1998).

Dentre os métodos de conservação de sucos de frutas tropicais que fazem uso de calor, os processos de enchimento à quente e asséptico são os mais utilizados pela indústria processadoras de frutas.

Segundo Maia et al. (1998), a elaboração de sucos pelo processo enchimento à quente (*hot fill*) segue as etapas de seleção e lavagem dos frutos, extração do suco, formulação, homogeneização, desaeração, pasteurização em trocador de calor, enchimento à quente da embalagem (aproximadamente 85° C), fechamento e resfriamento. No processo Asséptico segue-se o mesmo fluxo de produção descrito para o processo *hot fill* até a etapa de pasteurização, sendo então o suco resfriado rapidamente (aproximadamente 25° C) e então envasado, sob condições assépticas, em embalagens previamente esterilizadas, sem contato com o ar atmosférico ou qualquer outra fonte de contaminação. Os produtos elaborados pelos dois processos descritos acima são armazenados a temperatura ambiente.

A etapa de seleção é realizada manualmente em esteiras rolantes, de acordo com o tamanho e o estágio de maturação da fruta, frutos “verdes” (maturação imprópria), partes florais, frutos amassados e aqueles em estado fitossanitário precário são retirados (SILVA e FERNADES, 2003). É necessário

escolher frutos com boa qualidade, para que se tenha um produto final com boas condições de comercialização.

A lavagem tem como objetivo reduzir a concentração microbiana, através da lavagem dos frutos em água clorada, em que a concentração do cloro depende do tipo de fruta. Frutos com casca, como a goiaba e a laranja podem ser submetidos a lavagens mais eficientes. No caso dos frutos que possuem apenas película, como o caju e a acerola, têm que ser submetidos a uma lavagem mais branda. Alguns frutos são até escovados, como o abacaxi, para remoção de areia e outras sujidades que possam estar aderidas na casca.

No processo de extração do suco, a fruta passa por uma despulpadeira, onde acontece a desintegração e o despolpamento, por meio do esmagamento da fruta contra as telas do equipamento de aço inoxidável e dotadas de furos de diâmetros variados, passando em seguida o material obtido por uma refinadora (MAIA et al., 1998).

Após a extração o suco segue para a formulação, onde se procedem os ajustes necessários com a incorporação de aditivos, como acidulantes (correção do pH), e conservadores, conforme especificações. Em seguida o suco é homogeneizado, para a estabilização do mesmo, alterando, portanto suas características físicas. A homogeneização reduz os tamanhos das partículas na maioria dos casos aumentando a viscosidade do produto. O homogeneizador é um equipamento usado na homogeneização de líquidos ou produtos densos, incluindo produtos altamente abrasivos como suco de frutas.

A etapa de desaeração tem como objetivo remover o oxigênio dissolvido, onde o suco é pré-aquecido, já que uma quantidade adicional de ar é introduzida no produto durante o processamento, especialmente durante o despolpamento e homogeneização. Tem por finalidade reduzir a formação de espuma e evitar a oxidação de constituintes naturais do fruto, como a vitamina C (MAIA et al., 1998), além de impedir o desenvolvimento de microrganismos aeróbios e evitar a expansão do ar durante o tratamento térmico a fim de que não seja prejudicada a recravação. No processamento de suco, a desaeração deve ser conduzida sob alto vácuo para obtenção de melhores resultados. O teor de oxigênio no suco e a pressão devem ser monitorados constantemente.

A pasteurização de sucos de frutas é o tratamento térmico realizado com a finalidade de destruir tanto os microrganismos patogênicos, quanto os deteriorantes e ainda inativar enzimas (BARUFALDI e OLIVEIRA, 1998). Sendo os sucos de frutas tropicais produtos ácidos com um pH menor que 4,2 e frequentemente variando de 3,5 a 4,0, portanto, para inibir o crescimento microbiano nesta faixa de pH, o suco requer aquecimento de 80°C a 93°C por apenas poucos segundos (RUTLEDGE, 2001).

O resfriamento deve ser feito em água clorada de forma rápida até que o produto atinja uma temperatura máxima de 37°C (MAIA e ALBUQUERQUE, 2000), dessa forma o produto não permanece por longo período em elevadas temperaturas, impedindo um cozimento excessivo do suco.

A embalagem de vidro desfruta de um grande uso na indústria de sucos de frutas. Possui vantagens de ser quimicamente inerte, transparente e resistente ao calor. Na indústria de alimentos sua transparência é considerada como uma vantagem de marketing significativa, carregando a imagem de um produto de qualidade. Sua resistência ao calor assegura que os recipientes não deformarão durante o enchimento à quente, porém, estão sujeitos a quebra quando submetido a choque térmico brusco. Outra desvantagem da embalagem de vidro é por ser muito pesada e frágil a danos mecânicos (MCLELLAN e PADILLA-ZAKOUR, 2005).

2.5.1 Influência do processamento sobre os constituintes do suco

Costa (1999) estudando a estabilidade de suco de caju preservado pelos processos *hot fill* e asséptico, relatou que durante o processamento industrial, ocorrem modificações nos componentes dos frutos que afetam sensivelmente suas propriedades sensoriais, tais como: textura, sabor, aroma, e também o valor nutritivo; no entanto, quando as frutas são processadas adequadamente, as perdas em geral são pequenas.

Investigações dos efeitos do processamento nos constituintes nutricionais nos sucos são escassos. Frequentemente, somente as perdas de vitamina C são avaliadas (ACHINEWHU e HART, 1994; GIMENEZ et al., 2002;

GAHLER et al., 2003; LIMA et al., 2003; YAMASHITA et al., 2003).

Segundo Assunção e Mercadante (2000), a vitamina C apresenta papel importante no organismo e também na indústria de alimentos, fornecendo parâmetros de qualidade dos produtos processados.

As vitaminas, especialmente a vitamina C, também conhecida como ácido ascórbico (AA), a tiamina e o ácido fólico são sensíveis ao processamento (REDY e LOVE, 1999). Devido à instabilidade ao calor, a vitamina C tem sido empregada como um indicador para medir os efeitos do processamento na retenção de nutrientes (GESTER, 1989; HOWARD et al., 1999; VANDERLISE et al., 1990).

As perdas no conteúdo de ácido ascórbico variam de acordo com o processo e equipamentos utilizados (MATSUURA et al., 2002; YAMASHITA et al., 2003). No entanto, segundo Semensato (1997), mesmo após o processamento da acerola, os produtos ainda retêm um alto conteúdo de vitamina C, desde que a matéria prima utilizada seja rica nesta vitamina. A degradação do ácido ascórbico em sucos de frutas pode ocorrer em condições aeróbicas ou anaeróbicas, ambas levando à formação de pigmentos escuros (PERERA e BALDWIN, 2001). Esta vitamina também é rapidamente destruída pela ação da luz e sua estabilidade aumenta com o abaixamento da temperatura.

Siqueira et al. (1997) relata em seu trabalho que os frutos podem perder parte de teor de vitamina C original entre o tempo de colheita e o de consumo. As frutas frescas, armazenadas durante qualquer período de tempo em locais quentes, perdem quantidades apreciáveis desta vitamina.

Costa et al. (2003), verificaram perdas da ordem de 25,65% e 26,74% de vitamina C para o suco de caju com alto teor de polpa preservado pelos processos *hot fill* e asséptico, respectivamente, armazenados por 350 dias.

Silva et al. (2006), estudando o efeito do processamento sobre o teor de ácido ascórbico em suco de laranja, concluíram que o processo de agitação do suco de laranja *in natura* reduziu significativamente o teor de AA, demonstrando que não só o processamento térmico, mas também a agitação

mecânica podem influenciar o valor nutricional das preparações. Durante o processo de homogeneização de sucos há incorporação de ar, com conseqüente oxidação desta vitamina.

As antocianinas são pigmentos muito instáveis, podendo ser degradados durante o processamento e a estocagem dos sucos (ALVES et al., 1997; LIMA et al., 2002b). Além da temperatura, outros fatores incluindo pH e oxigênio também afetam a estabilidade destes pigmentos (CHAN e YAMAMOTO, 1994).

Alguns carotenóides são capazes de ser convertidos em vitamina A e, como tal, desempenham um importante papel na prevenção da síndrome de vitamina A, que causa xerofthalmia bem como distúrbios de crescimento na primeira infância (RAMALHO et al. 2001).

Os carotenóides, juntamente com as vitaminas, são as substâncias mais investigadas como agentes quimiopreventivos, funcionando como antioxidantes em sistemas biológicos (POOL-ZOBEL et al., 1997). Estudos mostram a relação entre o aumento no consumo de alimentos ricos em carotenóides e a diminuição no risco de várias doenças. Segundo Olson (1999), os carotenóides seqüestram o oxigênio singlete, removem os radicais peróxido, modulam o metabolismo carcinogênico, inibem a proliferação celular, estimulam a comunicação entre células (junções *gap*), e elevam a resposta imune.

O licopeno é um dos 600 pigmentos carotenóides encontrados na natureza e um dos 25 encontrados no plasma e tecidos humanos. Caracterizado por uma estrutura simétrica e acíclica, é constituído somente por átomos de carbono e hidrogênio, contendo 11 ligações duplas conjugadas e 2 ligações não conjugadas (KHACHIK et al., 2002; MCCLAIN e BAUSCH, 2003). Sua estrutura é responsável pela coloração vermelho-alaranjada de frutas e vegetais nas quais está presente (BRAMLEY, 2000). Esse pigmento carotenóide não tem atividade de pró-vitamina A, mas tem um efeito protetor direto contra radicais livres (LUGASI et al., 2003; NUNES e MERCADANTE, 2004), sendo considerado um potente antioxidante protetor da camada celular por reação com os radicais peróxidos e com o oxigênio molecular, principalmente (RAO e SHEN, 2002; SHAMI e MOREIRA, 2004).

O processamento de alimentos tem demonstrado aumentar a biodisponibilidade de licopeno, devido à liberação da matriz do alimento. Com isso, molho de tomate e purê de tomate são tidos como melhores fontes biodisponíveis de licopeno do que as demais fontes de alimentos não cozidos, tais como o tomate cru (BOILEAU et al., 2002).

Provavelmente o tratamento térmico e a homogeneização mecânica do tomate aumentam a absorção do licopeno nos tecidos corporais. Mas esse cozimento diminui alguns componentes benéficos, como os flavonóides, vitamina C e vitamina E. Essa melhoria da biodisponibilidade pode ocorrer à presença de lipídeos na dieta, à isomeração induzida pelo calor formando mais *cis*-isômeros e à presença de outros carotenóides, como o betacaroteno (WILLCOX et al., 2003).

A rotação de qualquer uma das 11 duplas ligações presentes no licopeno permite a formação de alguns isômeros *cis*-geométricos, os quais podem ter implicações relativas à ação biológica desse carotenóide. Parece que o tratamento térmico é responsável pela isomerização que ocorre durante o processo absorptivo, alterando a configuração do licopeno de *trans* para *cis*-isômeros. Apesar disso, essa modificação é considerada pequena, (até 10% do *all-trans*) para o *cis* com o processamento térmico ou desidratação. Está claro que outros processos fisiológicos são responsáveis pela grande diferença da proporção *cis* e *trans* observada em alimentos e tecidos (BOILEAU et al., 2002).

Moritz e Tramonte (2006), em uma revisão sobre a biodisponibilidade do licopeno, alerta sobre a educação e o incentivo ao consumo de licopeno, especialmente nas formas comercialmente difundidas, de grande aceitação social e de melhor absorção pelo organismo (alimentos processados), visando à redução do risco do desenvolvimento de câncer e de doenças crônicas, são tarefas primordiais dos estudiosos desse carotenóide.

De acordo com Bobbio (1992), as enzimas são responsáveis por acelerar várias reações bioquímicas que ocorrem nos alimentos, e são inativadas pelo calor. O escurecimento de frutas e de certos vegetais é iniciado pela oxidação enzimática de compostos fenólicos pelas polifenol oxidases (PPOs). A ação desta enzima resulta na formação de pigmentos escuros,

frequentemente acompanhados de mudanças indesejáveis na aparência e nas propriedades sensoriais do produto, resultando na diminuição da vida útil e do valor de mercado (ARAÚJO, 1999).

Badolato (2000), em estudo feito com tratamento térmico em suco de laranja para a inativação da pectinesterase, concluiu que a atividade da enzima diminuiu com o aumento da temperatura empregada no tratamento térmico.

Sancho (2006), estudando o efeito do processamento sobre as características do suco de caju, constatou que os parâmetros que mais sofreram perdas na etapa de pasteurização foram o ácido ascórbico, carotenóides e antocianinas.

Furtado et al. (2000) avaliaram microbiológica e sensorialmente a polpa de goiaba preservada por dois diferentes tipos de tratamento térmico, a pasteurização lenta (85°C/15 minutos) e a pasteurização rápida (92°C/ 30 segundos). Concluíram que o produto obtido através da pasteurização rápida estaria apto para o consumo até 90 dias, pois sua qualidade se manteve estável nesse período, já o produto preservado pela pasteurização lenta, só poderia ser consumido até 15 dias, apresentando perda de sua qualidade após esse período.

A capacidade das frutas e hortaliças, para atuarem como promotores da saúde depende da forma como o alimento é consumido (*in natura* ou processado). Reconhece-se que antioxidantes presentes naturalmente nos alimentos podem sofrer expressivas mudanças como consequência do processamento e do armazenamento. De modo geral, o tratamento térmico é considerado a principal causa da alteração do teor de antioxidante naturais em alimentos (KAUR e KAPOOR, 2001).

É importante ressaltar que, embora o fruto “*in natura*” apresente elevados percentuais de vitaminas e outros nutrientes importantes para a saúde, estes poderão sofrer significativa redução por influência das operações a que será submetido.

Os agentes físicos e químicos que afetam a estabilidade dos nutrientes são praticamente os mesmos, tanto no processamento, como

durante o armazenamento do produto. Quando o processamento dos sucos de fruta ocorre de forma adequada, as perdas em geral são pequenas e a retenção de nutrientes depende basicamente das condições e tempo de estocagem e comercialização (COSTA, 1999).

Apesar do elevado consumo de sucos processados, observa-se que não existem dados na literatura que mostrem quantitativamente os efeitos causados por essas operações sobre os seus constituintes, tornando-se importante o conhecimento de tais informações afim de que seja preservada sua qualidade final.

Durante o processamento, algumas frutas podem sofrer alterações devido ao tratamento térmico ou adição de aditivos de formulação, desta forma é importante o estudo destas alterações de forma a otimizar as etapas de processamento. Estas informações permitirão entender melhor as alterações que ocorrem durante a transformação da fruta “in natura” em produtos derivados.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Matéria-prima

Foram coletadas amostras de duas repetições do experimento de diferentes etapas do processamento de suco tropical de goiaba. A primeira coleta foi feita após a etapa de extração da polpa, a segunda etapa após as operações de formulação / homogeneização e finalizando com a terceira etapa de coleta após a pasteurização (FIGURA 4). As amostras foram fornecidas por indústria local (Ceará), devidamente acondicionadas em embalagens apropriadas e identificadas, as que sucederam à pasteurização, se encontravam devidamente envasadas para comercialização. Foram realizadas análises no tempo zero de todas as amostras fornecidas e com 30 dias de armazenamento das amostras coletadas após à pasteurização.

As amostras foram transportadas em caixas de isopor, por via terrestre, até as instalações do Laboratório de Frutas e Hortaliças do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, onde foram submetidas às determinações químicas e físico-químicas.

3.2 Metodologia

3.2.1 Obtenção do suco de goiaba pelo processo de enchimento à quente

O suco de goiaba foi obtido de acordo com a Figura 4.

As goiabas foram colhidas manualmente, nas horas do dia em que as temperaturas são mais amenas, e acondicionadas em caixas de PVC. As caixas foram colocadas em caminhões e transportadas para a unidade de processamento, onde foram recebidas e pesadas para efeito de cálculos de rendimento. Os frutos foram selecionados com relação à sanidade, integridade física, uniformidade de coloração e maturação, e lavados por imersão em água clorada com 25 mg/L de cloro ativo durante 20 minutos. Em seguida, os frutos passaram por uma despulpadeira de malha de 0,8 mm, onde se obteve o suco refinado, a partir do qual realizou-se a formulação (50% de água, 50% de polpa de goiaba, conservantes: benzoato de sódio e metabissulfito de sódio, acidulante: ácido cítrico para abaixamento do pH), procedendo-se em seguida

a homogeneização em um homogeneizador de válvulas sob pressão (8106KPa) e posteriormente a desaeração em um desaerador sob vácuo (53,3KPa) a temperatura de 50°C. Na seqüência, o suco foi submetido ao tratamento térmico a 90°C por 60 segundos, realizado em trocador de tubos, seguido de enchimento à quente (85°C) em garrafas de vidro de 500 mL e fechamento imediato por tampas plásticas rosqueadas. Após o fechamento as garrafas foram resfriadas em um resfriador contínuo de esteiras, acondicionadas em caixas de papelão e armazenadas à temperatura de $25^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ em ausência de luz.

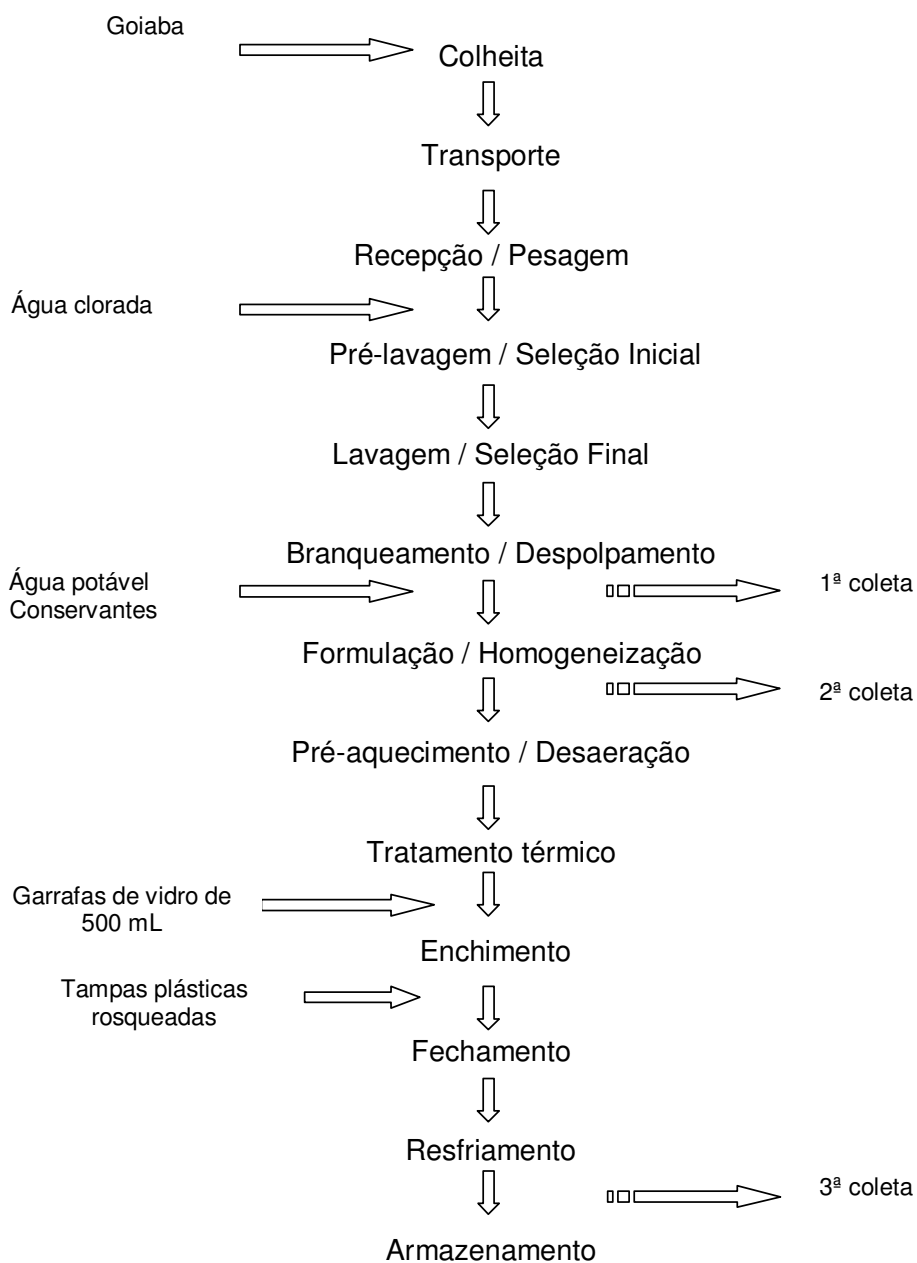


FIGURA 4: Fluxograma de produção de suco tropical de goiaba obtido pelo processo de enchimento à quente, indicando os pontos de retirada da amostragem.

3.2.2 Determinações químicas e físico-químicas

As amostras do suco tropical de goiaba não adoçado foram coletadas de acordo com o fluxograma da Figura 4. As determinações foram efetuadas em duplicata para cada repetição do experimento, conforme metodologia descrita abaixo. O produto final foi armazenado por trinta dias à temperatura ambiente de 28°C e submetidos às mesmas determinações químicas e físico-químicas.

3.2.2.1 pH

O pH foi medido através do aparelho de pH HANNA INSTRUMENTS, modelo HI 9321, calibrado a cada utilização com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0, conforme AOAC (1995).

3.2.2.2 Sólidos solúveis (°Brix)

A determinação dos sólidos solúveis foi feita por refratometria através da medida dos °Brix, em refratômetro marca ATAGO, modelo N – 1, com escala variando de 0 a 32° Brix, e compensando-se a leitura para 20° C, conforme Brasil (2005b).

3.2.2.3 Acidez titulável (%AT)

As análises foram realizadas segundo metodologia do Brasil (2005b), através de titulação com solução de NaOH 0,1 N, onde utilizou-se 1 mL do suco de goiaba e fenolftaleína como indicador da viragem e os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico.

3.2.2.4 Açúcares

3.2.2.4.1 Açúcares redutores

Os açúcares redutores foram determinados por espectrofotometria, utilizando-se ácido 3,5-dinitro-salicílico (DNS), de acordo com a metodologia

descrita por Miller (1959) e expressos em gramas de glucose por 100 mL de suco.

3.2.2.4.2 Açúcares totais

Para a determinação dos açúcares totais foi realizada uma inversão ácida com ácido clorídrico P.A., em seguida foram determinados os açúcares totais, segundo Miller (1959). Os resultados foram expressos em gramas de glucose por 100 mL de suco.

3.2.2.5 Antocianinas totais

A determinação de antocianinas totais foi realizada homogeneizando 1 g de amostra com solução de HCl (1,5 N) e etanol 85 % para sua extração. Após uma noite de descanso sob refrigeração (ausência de luz), os extratos foram filtrados e feita a leitura no espectrofotômetro a 535 nm (FRANCIS, 1982). Os resultados foram expressos em mg de antocianinas totais/100 mL e calculados através da fórmula: fator de diluição x absorbância/98,2.

3.2.2.6 Cor

Determinada de acordo com metodologia descrita por Rangana (1997), onde 10 mL da amostra foram adicionadas a 10 mL de água destilada e 30 mL de álcool etílico P. A. A mistura foi agitada e filtrada, sendo o filtrado recolhido e enviado para leitura. Para o branco, o procedimento foi o mesmo, porém a amostra foi substituída por 10 mL de água destilada. A leitura foi realizada por método espectrofotométrico utilizando espectrofotômetro da marca MICRONAL, modelo B582, com absorbância medida no comprimento de onda de 420 nm.

3.2.2.7 Carotenóides totais

Na determinação de carotenóides totais, a extração foi efetuada em solução extratora de álcool isopropílico:hexano (3:1) e utilizando-se para sua

quantificação o espectro de absorção registrado no comprimento de onda de 450 nm (HIGBY, 1962).

3.2.2.8 Vitamina C

Determinado segundo Pearson (1976), que se baseia na redução do indicador 2,6-diclorobenzenoindofenol (DCFI) pelo ácido ascórbico. Os resultados foram expressos em miligramas de ácido ascórbico por 100 mL de suco.

3.2.2.9 Compostos fenólicos totais

Os fenólicos totais foram determinados de acordo com a metodologia descrita por Reicher et al. (1981), através de espectrofotometria, utilizando o reagente de Folin-Denis tendo o ácido tânico como padrão, sendo a leitura feita em espectrofotômetro a 760 nm.

3.2.2.10 Atividade de água (Aw)

A determinação de atividade de água foi medida instrumentalmente por aparelho digital PAWKIT.

3.2.2.11 Pectinametilesterase (PME)

Foram adicionados a 10 mL do suco de goiaba, 5 mL de NaCl 0,2 M, sob agitação magnética por 5 min. Dessa mistura, foram retirados 10 mL e adicionados a 20 mL de pectina cítrica 1% dissolvida em 0,2 M de NaCl (titulada com com NaOH 0,1 N para pH 7,5). A mistura foi transferida para becker de 50 mL e mantida sob agitação constante. O pH da solução foi ajustado imediatamente para 7,5 usando-se uma solução de NaOH 0,1 N e mantido neste valor pela adição de volumes conhecidos de NaOH 0,01 N por meio de micropipeta, durante 10 min. A unidade de pectinametilesterase foi determinada através da curva de titulação (FONTES, 2002).

3.2.3 Análise estatística

O experimento foi realizado através de um delineamento inteiramente casualizado, com duas repetições. Os dados das análises químicas e físico-químicas obtidos foram tratados estatisticamente através de análise de variância ($\alpha=5\%$), para testar diferença entre os resultados, e quando conveniente, foi realizado teste de Tukey para comparação das médias, ao nível de 5% de probabilidade para a comparação das médias foi aplicado o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$), utilizando-se para isso o programa estatístico SAS (Statistical Analyses System), versão 9.1, licenciado pela Universidade Federal de Viçosa, (SAS, 2006).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Efeito do processamento nas etapas de obtenção do suco tropical de goiaba não adoçado

A análise de variância das características químicas e físico-químicas apresentou efeito significativo ($p \leq 0,05$) somente para as características de pH, carotenóides totais e atividade da pectinametilesterase (TABELA 7) durante as etapas de processamento.

Na Tabela 8 podem ser observadas as médias dos resultados dos parâmetros químicos e físico-químicos de pH, acidez, sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix), atividade de água, açúcares totais e açúcares redutores nas amostras obtidas durante as etapas do processamento de suco tropical de goiaba.

De acordo com os resultados, verificou-se que somente o pH apresentou diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (TABELA 8).

Os valores de pH encontrados foram de $3,59 \pm 0,02$ após a etapa de extração, $3,39 \pm 0,04$ para o suco formulado / homogeneizado e $3,41 \pm 0,02$ para o suco após sofrer a pasteurização (TABELA 8). As amostras de suco do goiaba apresentaram diferenças significativas entre as etapas de extração e as demais etapas do processamento (formulação / homogeneização e pasteurização).

Entre as etapas de extração e formulação / homogeneização observou-se uma diminuição do pH e um pequeno aumento da acidez, possivelmente devido à adição de ácido cítrico e água para a diluição, durante a formulação do suco tropical de goiaba (TABELA 8).

A quantidade de calor requerida para se obter um produto comercial estéril, depende do pH e da atividade de água do alimento, que são classificados em dois grupos, com base nesses fatores: alimentos de baixa acidez, que incluem produtos com pH maior que 4,6 e alimentos ácidos, que incluem produtos com pH menor ou igual a 4,6 (SILVA et al., 2001). Para se baixar o pH, adiciona-se ácido cítrico até um ponto em que o processamento térmico em água fervente se torne suficiente (GAVA, 1985).

TABELA 7: Análise de variância (ANOVA) – pH, teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável, açúcares totais (AT), açúcares redutores (AR), vitamina C, carotenóides totais, antocianinas totais, fenólicos totais, cor, atividade de água (Aw) e atividade da pectinametilesterase, com relação ao efeito do processamento.

FV	GL	Quadrado Médio											
		pH	SS	Acidez	AT	AR	Vitamina C	Carotenóides	Antocianinas	Fenólicos	Cor	Aw	PME
Etapas	2	0,0243*	4,9617 ^{NS}	0,0047 ^{NS}	1,4211 ^{NS}	0,1785 ^{NS}	87,2798 ^{NS}	0,2602*	0,0037 ^{NS}	332,5017 ^{NS}	0,0001 ^{NS}	0,0005 ^{NS}	277374,0973*
Resíduo	3	0,0007	0,7367	0,0067	0,4051	0,1116	10,5057	0,0158	0,0024	157,3083	0,0038	0,0001	3440,6137
CV (%)		0,77	9,00	10,58	9,73	5,55	6,51	10,46	16,63	6,72	48,02	1,25	12,38

FV - Fonte de variação. GL - Grau de liberdade.

*significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$) ^{NS} não significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p > 0,05$).

TABELA 8: Médias dos resultados das análises químicas e físico-químicas do suco de goiaba em função do processamento.

ETAPAS	pH*	AT** (% ac. cítrico)	SS** (°Brix)	Açúcares redutores** (% glicose)	Açúcares totais** (%)	Atividade de água** (Aw)
Extração	3,59 ± 0,02 ^a	0,72 ± 0,14	11,4 ± 1,48	6,20 ± 0,06	7,52 ± 1,08	0,99 ± 0,01
Formulação / Homogeneização	3,39 ± 0,04 ^b	0,79 ± 0,01	8,6 ± 0,07	6,19 ± 0,55	6,32 ± 0,37	0,98 ± 0,01
Pasteurização	3,41 ± 0,02 ^b	0,82 ± 0,01	8,7 ± 0,00	5,68 ± 0,16	6,06 ± 0,09	0,96 ± 0,01

*Resultados seguidos de pelo menos uma letra igual na mesma coluna, diferem ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

**Não foi submetido ao Teste de Tukey, pois não apresentou diferença significativa para a Análise de Variância.

Os valores de pH encontrados neste experimento estão abaixo de 4,5, valor que delimita o desenvolvimento de microorganismos. De acordo com Manica et al. (2001), valores de pH superiores a 3,5 indicam a necessidade de se adicionar ácidos orgânicos comestíveis no processamento dos frutos, visando uma melhor qualidade do produto final industrializado. Essa diferença de pH entre o suco de goiaba fresco e o industrializado, também foi encontrado por Densupsoontorn et al. (2002), que encontrou valores de pH de 4,0 para o suco fresco e de 3,4 para o suco industrializado.

De acordo com Chen (1992) a presença dos ácidos é responsável pelos baixos valores para o pH dos sucos de frutas (1,5 a 4,5).

Os valores de acidez encontrado nas amostras foram de $0,72 \pm 0,14$ g de ácido cítrico/100mL de amostra (extração), $0,79 \pm 0,01$ g de ácido cítrico/100mL de amostra (formulação / homogeneização) e $0,82 \pm 0,01$ g de ácido cítrico/100mL de amostra (pasteurização) (TABELA 8).

Os valores relatados por Fernandes et al. (2006) num estudo dos parâmetros de identidade e qualidade para o suco tropical de goiaba, os valores oscilavam de 0,32 – 0,86%, estando os resultados encontrados neste experimento dentro dessa faixa.

Com relação aos teores de sólidos solúveis totais o suco após pasteurização apresentou valor de $8,7 \pm 0,00$ °Brix (TABELA 8), próximo aos encontrados por Fernandes et al. (2006), que variaram 5,0 – 8,5 °Brix, estudando cinco marcas de suco tropical de goiaba não adoçado comercializadas em supermercados de Fortaleza.

Os valores encontrados para açúcar redutor foram iguais a $6,20 \pm 0,06\%$ glicose (extração), $6,19 \pm 0,55\%$ glicose (formulação / homogeneização) e $5,68 \pm 0,16\%$ glicose (pasteurização), de forma que não houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade entre as etapas de processamento (TABELA 8).

Os valores de açúcares totais variaram de $7,52 \pm 1,08\%$ (extração), $6,32 \pm 0,37\%$ (formulação / homogeneização) e $6,06 \pm 0,09\%$ (pasteurização), estando o suco tropical de goiaba após tratamento térmico de acordo com os

valores estabelecidos pela legislação, que é de no máximo 15,00% (BRASIL, 2003).

Os resultados encontrados para atividade de água não diferiram entre si ao nível de 5% de significância ($p>0,05$) entre as etapas de processamento, sendo iguais a $0,99 \pm 0,01$ (extração), $0,98 \pm 0,01$ (formulação / homogeneização) e $0,96 \pm 0,01$ (pasteurização).

Estudando algumas propriedades físico-químicas em suco de goiaba, Shamsudin et al. (2005) encontraram valores de atividade de água de $1,00 \pm 0,05$ em uma temperatura de 30°C. Sancho (2006), estudando o efeito do processamento sobre as características de qualidade do suco de caju, encontrou valores iguais a 0,983 (etapa de formulação), 0,977 (etapa de homogeneização) e 0,997 (etapa de pasteurização). Valores altos de atividade de água em sucos são explicados pela presença de grande conteúdo de água no suco.

A estabilidade e a segurança dos alimentos aumentam se a atividade de água decresce, pois esta influencia a multiplicação, a atividade metabólica, a resistência e a sobrevivência dos microorganismos presentes. Contudo, a atividade de água depende da concentração de sólidos solúveis (°Brix) do produto (SOUZA FILHO et al., 1999). O valor da atividade de água pode variar de 0 a 1, mas para frutas e legumes, os valores variam geralmente de 0,97 a 1,00.

A TABELA 9 apresenta os valores de vitamina C, carotenóides totais, antocianinas totais, cor, fenólicos totais e atividade da pectinametilesterase (PME) nas amostras obtidas durante as etapas do processamento de suco tropical de goiaba.

A análise estatística dos valores obtidos para variação de vitamina C em função das etapas de processamento do suco tropical de goiaba não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$).

Os resultados obtidos foram de $56,65 \pm 2,76$ mg de vitamina C/100mL (extração), $49,32 \pm 0,69$ mg de vitamina C/100mL (formulação / homogeneização) e $43,46 \pm 0,44$ mg de vitamina C/100mL (pasteurização).

TABELA 9: Alterações da vitamina C, carotenóides totais, antocianinas totais, cor, fenólicos totais e atividade da pectinametilesterase (PME) durante as etapas de produção do suco tropical de goiaba.

ETAPAS	Vitamina C** (mg/100mL)	Carotenóides* (mg/100mL)	Antocianinas** (mg/100mL)	Cor** (420 nm)	Fenólicos** (mg de ácido tânico/100mL)	PME* (U.g⁻¹.min⁻¹)
Extração	56,65 ± 2,76	1,29 ± 0,21 ^{ab}	0,25 ± 0,00	0,138 ± 0,10	198,45 ± 16,76	662,90 ± 81,52 ^a
Formulação / Homogeneização	49,32 ± 0,69	0,81 ± 0,05 ^b	0,33 ± 0,02	0,125 ± 0,01	188,70 ± 11,17	500,80 ± 98,56 ^a
Pasteurização	43,46 ± 0,44	1,51 ± 0,00 ^a	0,31 ± 0,08	0,125 ± 0,03	172,90 ± 9,19	198,15 ± 25,48 ^b

*Resultados seguidos de pelo menos uma letra igual na mesma coluna, diferem ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

**Não foi submetido ao Teste de Tukey, pois não apresentou diferença significativa para a Análise de Variância.

Apesar de não ter apresentado diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade ($p>0,05$) nos teores de vitamina C, houve uma redução de 12,94% entre as etapas de extração da polpa e formulação / homogeneização do suco, possivelmente devido à adição de água potável para a formulação do suco tropical de goiaba permitida pela legislação brasileira e a interação da vitamina C com o oxigênio durante a homogeneização do suco. A redução foi de 11,88% entre as etapas de formulação / homogeneização e pasteurização. Este decréscimo pode ser explicado pela instabilidade desta vitamina em temperaturas elevadas.

O valor encontrado de vitamina C após a extração da polpa foi de $56,65 \pm 2,76$ mg de vitamina C/100mL (TABELA 9), sendo superior aos valores encontrados por Azzolini et al. (2004), que variaram de 30,35 – 48,77 mg de vitamina C/100g, ao avaliar a qualidade pós-colheita de frutos de goiaba em três diferentes estádios de maturação. Cardoso et al. (2002) encontraram valor de 58,74 mg de vitamina C/100g, no estágio maduro, quando quantificou esta vitamina em frutos de goiabeira ‘Paluma’ colhidos em diferentes estádios de maturação.

A vitamina C é uma das substâncias com maior significado para a nutrição humana, presente nas frutas e hortaliças (LEE e KADER, 2000). O seu teor é influenciado pelo tipo de solo, forma de cultivo, condições climáticas, procedimentos agrícolas para a colheita e armazenamento (BADOLATO et al., 1996; SOUZA FILHO et al., 1999; CHITARRA e CHITARRA, 2005). Existe uma vasta literatura que comenta a respeito da oxidação química e/ou degradação térmica da vitamina C como consequência do branqueamento, cozimento, pasteurização, esterilização, desidratação e congelamento (van den BROECK, 1998; SAHARI et al., 2004; POLYDERA et al., 2005; JOHNSTON e HALE, 2005; VIKRAM et al., 2005; BURDURLU et al., 2006). Além disso, pode ser destruída pela presença de catalisadores metálicos, alcalinidade, danos físicos e baixa umidade relativa (LEE e KADER, 2000; GIANNAKOUREOU e TAOUKIS, 2003). Uma causa adicional da diminuição do ácido ascórbico é seu consumo como reagente da reação de Maillard (DJILAS e MILIC, 1994).

Apesar das perdas durante o processamento, o produto após pasteurização apresentou teor elevado de vitamina C, $43,46 \pm 0,44$ mg/100mL

(TABELA 9), sendo superiores aos valores encontrados por Fernandes, et al. (2006), que variaram de 11,6 – 33,3 mg/100mL de suco, estudando os padrões de identidade e qualidade de cinco marcas diferentes de suco tropical de goiaba não adoçado.

Achinewhu e Hart (1994), estudando o efeito do processamento no conteúdo de vitamina C em suco de abacaxi de quatro diferentes espécies, os valores encontrados para o suco de abacaxi fresco variaram de 22,5 mg a 33,5 mg/100g. O suco de abacaxi processado apresentou uma redução de 28 a 46% de ácido ascórbico, após a pasteurização, sendo uma redução superior ao encontrado neste trabalho que foi de 11,88%.

Estudando sobre possíveis perdas de vitamina C durante o cozimento de vegetais, McErlain et al. (2001), observaram que o tempo e a temperatura utilizada para esse processo causaram uma perda prejudicial ao conteúdo de ácido ascórbico dos vegetais estudados.

Inyang e Ike (1998), estudando o efeito do branqueamento e desidratação no conteúdo de ácido ascórbico de quiabo, encontraram 246 mg/100g de ácido ascórbico para a furta fresca, mas após sofrer o branqueamento em água quente (100°C por 3 minutos), ocorreu uma diminuição entre 4,5 – 9%, para as amostras desidratadas (600 mmHg e 80°C), estas contiveram somente 44 – 70% do conteúdo inicial de ácido ascórbico. A perda de vitamina que C poderia ser usado como um indicador da agressão do valor nutricional durante o processo industrial ou culinário na comida.

O valor de vitamina C encontrado no suco em estudo corresponde a 8,70 mg/100mL de suco após o mesmo sofrer uma diluição de uma parte de suco pra cinco partes de água, como sugerem os rótulos dos sucos. Portanto, o consumo de 200 mL de suco pronto supriria 38,7% da Ingestão Diária Recomendada (IDR) de vitamina C para adultos, que é de 45 mg (BRASIL, 2005a), caracterizando-se como boa fonte dessa vitamina.

Os teores de carotenóides totais apresentaram diferença significativa ao nível de 5% ($p \leq 0,05$) entre as etapas de processamento. Houve uma diminuição desses teores entre as etapas de extração e formulação / homogeneização, explicada pela dissolução da polpa (50%) em água potável, e

um acréscimo de 86,42% após a pasteurização do suco (TABELA 9 e FIGURA 5).

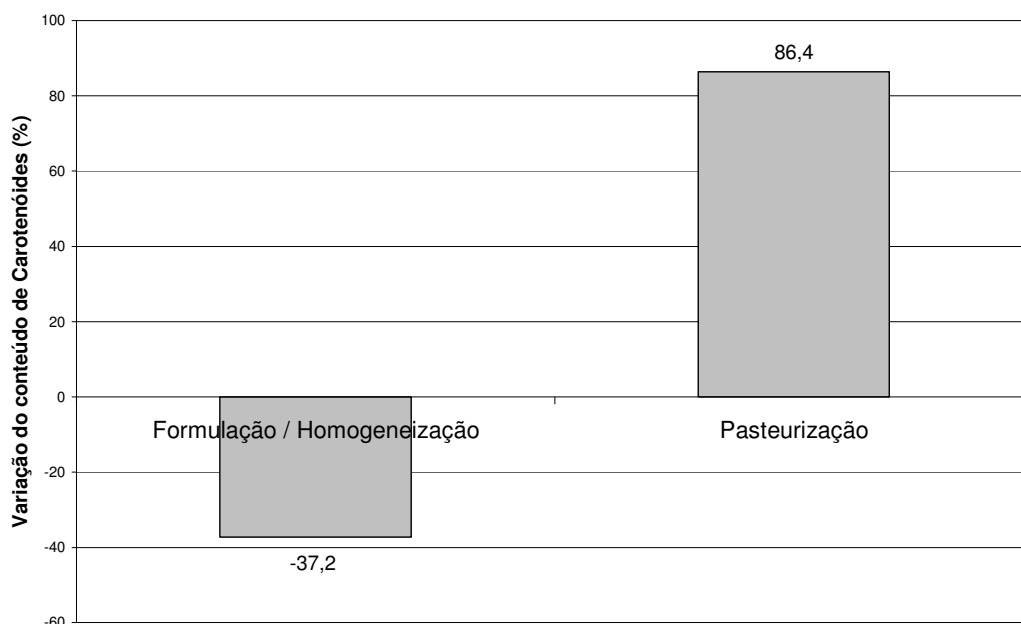


FIGURA 5: Variação da perda e do ganho do teor de carotenóides totais durante as etapas de processamento em relação à etapa de extração.

Frutas e sucos de frutas possuem pouco ou nenhum conteúdo de vitamina A, mas aqueles com cor amarela, laranja e vermelho contêm pigmentos carotenóides, estes chamados de pró-vitamina A. As formas mais comuns de carotenóides são α e β -caroteno (MELO-CAVALCANTE et al., 2003), além do licopeno e luteína (BIANCHI e ANTUNES, 1999; SILVA e NAVES, 2001). É importante mencionar que, além da sua atividade como pró-vitamina A, os carotenóides estão relacionados com a prevenção de doenças cardíacas, prevenção de câncer e diminuição do risco de catarata (ASSUNÇÃO e MERCADANTE, 2003).

Os carotenóides podem ser encontrados em frutos de amplo consumo como o mamão, a goiaba e o tomate. No caso do tomate, o fruto pode conter 5 mg de carotenóides em 100g, dos quais 80% correspondem ao licopeno, um carotenóide de estrutura acíclica não ramificada. Tal característica facilita sua incorporação ao fígado, próstata e às glândulas adenais, onde

previne e reverte as alterações oxidativas associadas ao surgimento de diversas doenças (CLINTON, 1998).

Um trabalho feito utilizando duas variedades de goiaba vermelha, 'Paluma' e 'Rica', estas concentram o dobro de licopeno existente no tomate. Em dois lotes analisados, resultados preliminares apontam a presença de licopeno entre 6 e 7 miligramas em cada 100 gramas de fruto "in natura", média muito superior à do tomate, que concentra 3,1 miligramas em cada 100 gramas (PAINEL AGRONÔMICO, 2000).

Gartner et al. (1997) estudaram a biodisponibilidade de licopeno em tomates frescos e em molhos de tomates, verificaram que com relação a biodisponibilidade, o consumo de molho de tomate aumenta as concentrações séricas do licopeno em taxas maiores do que o consumo de tomates crus ou suco de tomate fresco. Observaram que a ingestão de molho de tomate cozido em óleo aumentou de duas a três vezes a concentração sérica de licopeno um dia após sua ingestão, e que nenhuma alteração ocorreu quando se administrou suco de tomate fresco.

De acordo com Shami e Moreira (2004), a diferença da biodisponibilidade está relacionada com as formas isoméricas apresentadas pelo licopeno. Clinton et al. (1996) demonstraram que 79% a 91% do licopeno presente nos tomates e seus produtos encontram-se sob a forma do isômero *trans* (*trans*-licopeno), em contraste com os níveis de licopeno sérico e tissulares, que se encontram em mais de 50% na forma de isômero *cis* (*cis*-licopeno). O licopeno ingerido, na sua forma natural (*trans*-licopeno), é pouco absorvido, mas estudos demonstram que o processamento térmico dos tomates e de seus produtos aumenta sua isomerização para isômeros *cis*, tornando o licopeno mais biodisponível. O processamento térmico rompe a parede celular e permite a extração do licopeno dos cromoplastos (WILLCOX et al., 2003), além de contribuir para a perda de água e conseqüente aumento da concentração de licopeno (BORGUINI, 2006).

No suco de goiaba, este comportamento pode ser explicado devido a grande quantidade de licopeno presente na goiaba, que possui segundo dados da USDA (2006) valores de 5204 µg/100g de fruto. Este carotenóide,

após o tratamento térmico, se torna mais disponível devido o extravasamento celular (GARTNER et al., 1997; WILLCOX et al., 2003).

Não houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade ($p>0,05$) para os valores de antocianinas totais no suco de goiaba durante as etapas de processamento. Estes valores foram de $0,25 \pm 0,00$ mg/100mL (extração), $0,33 \pm 0,02$ mg/100mL (formulação / homogeneização) e $0,31 \pm 0,08$ mg/100mL (pasteurização).

As antocianinas totais são pigmentos que apresentam uma grande variedade de cores (vermelho, laranja, azul), fazem parte da família dos flavonóides e vem despertando um interesse particular no setor agroalimentar no que se refere às fontes de corantes naturais, além de suas propriedades nutricionais e funcionais (SOUZA, 2000).

As perdas da coloração das antocianinas podem ser preservadas através do controle restrito de oxigênio durante o processamento ou através da estabilização física das antocianinas por meio da adição de cofatores antociânicos exógenos, formando co-pigmentos mais estáveis ao processamento, melhorando atributos de cor, estabilidade e até mesmo incremento das propriedades antioxidantes (BOULTON, 2001). Esses complexos de co-pigmentos são formados preferencialmente sob condições ácidas. Vale ressaltar que a etapa de desaeração cumpriu corretamente a sua finalidade, que é a retirada de oxigênio.

Estatisticamente, os valores obtidos para cor (absorbância 420 nm) não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$) entre as etapas de processamento. Foram encontrados valores iguais a $0,138 \pm 0,10$ (extração) e $0,125 \pm 0,01$ (formulação / homogeneização) e $0,125 \pm 0,03$ (pasteurização) (TABELA 9), não havendo diferença significativa ao nível de 5% de significância entre as etapas do processo. Observou-se uma pequena diminuição da absorbância entre as etapas de extração e formulação / homogeneização, resultante possivelmente da diluição da polpa na formulação do suco.

Os valores encontrados para os fenólicos totais não diferiram entre as etapas de processamento do suco, sendo $198,45 \pm 16,76$ mg de ácido

tânico/100mL (extração), $188,70 \pm 11,17$ mg de ácido tânico/100mL (formulação / homogeneização) e $172,90 \pm 9,19$ mg de ácido tânico/100mL (pasteurização).

Os compostos fenólicos são um dos maiores grupos de componentes dietéticos não-essenciais que estão associados à inibição da aterosclerose e do câncer. A bioatividade dos fenólicos pode ser atribuída à sua habilidade de quelar metais, inibir a peroxidação lipídica e seqüestrar radicais livres (CHEUNG et al., 2003).

A quantificação dos compostos fenólicos em sucos de frutos tem a finalidade de avaliar o potencial de escurecimento durante ou após o processamento, e também a possibilidade de interferência desses compostos no sabor devido à característica de adstringência de alguns deles (FILGUEIRAS et al., 2000). Além disso, os compostos fenólicos são poderosos antioxidantes e, portanto, têm elevado apelo funcional.

No processamento, a concentração de fenóis pode ser modificada pela reação de escurecimento enzimático devida à ação da enzima polifenoloxidase (PPO) e pela formação de precipitados (LEA e TIMBERLAKE, 1978; SATAQUE e WOSIACKI, 1987; CLIFF et al., 1991). A oxidação enzimática pode ser bloqueada pela utilização de aditivos antioxidantes como o dióxido de enxofre e o ácido ascórbico, que podem atuar na inibição da enzima, ou interagir com intermediários da oxidação enzimática ou mesmo como agentes redutores, reconvertendo as quinonas aos compostos fenólicos originais (SAYAVEDRA-SOTO e MONTGOMERY, 1986; NICOLAS et al., 1994; SHAHIDI e NACZK, 1995). Dessa forma, as maiores perdas de compostos fenólicos no processamento ocorrem pela oxidação durante e após a operação de trituração, por uma incompleta extração dos tecidos da fruta (SHAHIDI e NACZK, 1995).

Bourguini (2006), avaliando o potencial antioxidante do tomate convencional e orgânico, encontrou valores que variaram de 143,17 – 210,05 mg/100g. Brasil et al. (1995), estudando as mudanças físico-químicas durante a extração e a clarificação de suco de goiaba, encontraram valores de 190,00 e 51,5 mg de taninos/100g, para polpa e suco clarificado de goiaba, respectivamente, estando, portanto o suco tropical de goiaba estudado neste

experimento que foi de $172,90 \pm 9,19$ mg de ácido tânico/100mL de suco (pasteurização), dentro dos valores encontrados na literatura citada acima.

Nogueira et al. (2003), estudando o efeito do processamento no teor de compostos fenólicos em suco de maçã, observou um total de perdas nos compostos fenólicos nas operações de clarificação do suco de maçã de 53%, 66% e 60% para as variedades Golden Delicious, Fuji e Gala.

Os resultados obtidos para a atividade da enzima pectinametilesterase, apresentaram diferença significativa ao nível de 5% ($p \leq 0,05$) entre as etapas de processamento, sendo de $662,90 \pm 81,52$ U.g⁻¹.min⁻¹ para a etapa de extração, $580,80 \pm 98,56$ U.g⁻¹.min⁻¹ para a etapa de formulação / homogeneização e $198,15 \pm 25,48$ U.g⁻¹.min⁻¹ para o produto final obtido após a pasteurização, tendo esta enzima diminuído em 70,11% durante o processamento do suco tropical de goiaba.

A enzima pectinametilesterase (PME) ou pectinesterase, ou ainda pectase, atua removendo grupos metóxicos das subatâncias pécticas, reduzindo seu grau de metoxilação, liberando metanol e íons hidrogênio, formando como produto da reação ácido péctico ou pectina com baixo grau de metoxilação que é, então, complexada com o cálcio, formando pectato de cálcio (insolúvel) ou despolimerizada por hidrolases e liases (CHITARRA e CHITARRA, 2005; LEITE et al. 2006).

A inativação da enzima PME durante o processamento térmico é muito importante para a produção de sucos. Sendo ela responsável por grande perda de qualidade de sucos não processados ou mal processados, causando modificação na aparência do suco, além de alteração no sabor e aroma. Sua maior importância é por possuir resistência térmica maior que os microorganismos presentes em sucos, sendo, portanto sua inativação utilizada como parâmetro para se definir o tempo e a temperatura de pasteurização.

Segundo Tribess (2003), estudando a inativação térmica da PME em suco de laranja natural minimamente processado, constatou que após 15 segundos, em qualquer temperatura, existe uma fração de PME que nunca é inativada. Conseguiu em seu estudo, processar o suco de laranja com um

tratamento térmico mínimo, que garante um produto sensorialmente satisfatório podendo ser armazenado até 34 dias sob refrigeração sem perda da qualidade.

Maia et al. (2007), estudando o efeito do processamento sobre os componentes do suco de acerola, concluíram que as características físico-químicas de acidez, sólidos solúveis e açúcares permaneceram praticamente constantes após a pasteurização, sendo o pH o único parâmetro analisado que apresentou variação estatística, já para os teores de vitamina C e antocianinas, estes diminuíram com as etapas do processamento, assim como a coloração. Por outro lado, o conteúdo de carotenóides aumentou durante o processo. Estando os resultados do presente estudo de acordo com os resultados apresentados por Maia et al. (2007).

Nicoli et al. (1999) e Dewanto et al. (2002) registraram que o processamento de alimentos exerce efeitos positivos, tais como a melhoria da qualidade sensorial, o aumento da vida útil do produto e maximização de propriedades benéficas para a saúde. Este último aspecto é atribuído, principalmente, ao aumento da biodisponibilidade de alguns antioxidantes e à formação de compostos, como os produtos da reação de Maillard, reconhecidos por apresentarem atividade antioxidante. O impacto do processamento na atividade antioxidante de frutas e hortaliças é uma área pouco explorada, sobre a qual existem poucas informações disponíveis. A consequência do processamento de alimentos na atividade antioxidante total é, geralmente, decorrente de distintas práticas.

4.2 Efeito do armazenamento no suco tropical de goiaba não adoçado

A análise de variância das características químicas e físico-químicas não se detectou efeito significativo ($p > 0,05$) para todas as características avaliadas (TABELA 10).

Na Tabela 11 e 12 podem ser observadas as médias dos parâmetros químicos e físico-químicos de pH, sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$), acidez, atividade de água, açúcares totais, açúcares redutores, vitamina C, carotenóides totais, antocianinas totais, cor, fenólicos totais e atividade da pectinametilesterase nas amostras durante o armazenamento do suco tropical de goiaba.

Nenhuma das características diferiu ao nível de 5% de significância para o tempo de 30 dias de armazenamento, estando de acordo com Freitas (2004), quando estudou a estabilidade em suco de acerola obtido pelo processo *hot fill* durante 350 dias de armazenamento, que no seu primeiro mês de estudo, não encontrou nenhuma diferença para os mesmos parâmetros. Para os valores de sólidos solúveis, estes foram de $8,70 \pm 0,00$ $^{\circ}\text{Brix}$ para o tempo 0 e $8,75 \pm 0,16$ $^{\circ}\text{Brix}$ para o tempo 30 dias, estando abaixo dos valores encontrados por Brasil et al. (1995) estudando a estabilidade por 120 dias em suco de goiaba clarificado, onde verificaram que os valores ficaram na faixa entre 14,6453 - 14,8120 $^{\circ}\text{Brix}$.

Os valores encontrados de pH foram de $3,41 \pm 0,02$ e $3,38 \pm 0,04$, para o tempo 0 e 30 dias, respectivamente. Brasil et al. (1995) estudando a estabilidade do suco de goiaba clarificado por um período de 120 dias verificaram que os valores de pH oscilaram entre 3,7536 - 3,8702.

Os valores de vitamina C encontrados para o suco tropical de goiaba no tempo 0 foi de $43,46 \pm 0,44$ mg de vitamina C/100g, e para os 30 dias de armazenamento foi de $41,97 \pm 1,27$ mg de vitamina C/100g (TABELA 11), não havendo diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 10: Análise de variância (ANOVA) – pH, teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável, açúcares totais (AT), açúcares redutores (AR), vitamina C, carotenóides, antocianinas, fenólicos, cor, atividade de água (Aw) e atividade da pectinametilesterase , com relação ao efeito do armazenamento.

FV	GL	Quadrado Médio											
		pH	SS	Acidez	AT	AR	Vitamina C	Carotenóides	Antocianinas	Fenólicos	Cor	Aw	PME
Trat	1	0,0006 ^{NS}	0,0025 ^{NS}	0,0025 ^{NS}	0,0420 ^{NS}	0,0420 ^{NS}	2,2350 ^{NS}	0,0841 ^{NS}	0,0009 ^{NS}	30,5256 ^{NS}	0,0012 ^{NS}	0,0001 ^{NS}	2595,6012 ^{NS}
Resíduo	2	0,0011	0,0225	0,0012	0,0366	0,0168	1,0411	0,0121	0,0036	58,8556	0,0006	0,0001	1989,9609
CV (%)		0,99	1,72	4,21	3,11	2,33	2,39	8,06	18,88	4,37	22,82	1,04	20,64

FV - Fonte de variação. GL - Grau de liberdade.

*significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$) ^{NS} não significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p > 0,05$).

TABELA 11: Médias dos resultados das análises químicas e físico-químicas do suco tropical de goiaba em função do armazenamento.

TEMPO (DIAS)	Sólidos solúveis (°Brix)	pH	Acidez titulável (% ac. cítrico)	Açúcares redutores (% glicose)	Açúcares totais (%)	Atividade de água (Aw)
0	8,70 ± 0,00	3,41 ± 0,02	0,82 ± 0,01	5,68 ± 0,16	6,06 ± 0,09	0,96 ± 0,01
30	8,75 ± 0,16	3,38 ± 0,04	0,87 ± 0,05	5,47 ± 0,08	6,26 ± 0,25	0,97 ± 0,00

Valores médios ± desvio padrão.

TABELA 12: Médias dos resultados das análises químicas e físico-químicas do suco de goiaba em função do armazenamento.

TEMPO (DIAS)	Vitamina C (mg/100mL)	Carotenóides (mg/100mL)	Antocianinas (mg/100mL)	Cor (420 nm)	Fenólicos (mg de ácido tânico/100mL)	PME (U.g⁻¹.min⁻¹)
0	43,46 ± 0,44	1,51 ± 0,00	0,31 ± 0,08	0,125 ± 0,03	172,90 ± 9,19	198,15 ± 25,48
30	41,97 ± 1,27	1,22 ± 0,16	0,34 ± 0,07	0,090 ± 0,01	178,43 ± 5,76	223,36 ± 40,79

Valores médios ± desvio padrão.

A vitamina C presente em sucos de frutas pode ser oxidada, dependendo das condições de estocagem do suco (KABASAKALIS et al., 2000). Devido à sua instabilidade, o ácido ascórbico tem sido utilizado como indicador da qualidade nutricional de frutas e vegetais (OZKAN et al., 2004). É importante que o consumidor conheça a melhor forma de armazenar sucos de frutas, para que possa aproveitar ao máximo seu conteúdo de vitamina C (KABASAKALIS et al., 2000).

Suntornsuk et al. (2002) mostraram que o teor de vitamina C em suco de goiaba recém preparado foi de 26,10 mg/100g e para 7 e 14 dias de armazenamento o suco apresentou teores de 25,06 e 24,45 mg/100g, respectivamente.

Níveis de perdas de vitamina C bem maiores foram encontrados por Yamashita et al. (2003), que foi de 32% de vitamina após quatro meses de armazenagem, correspondendo a um teor final de 673 ± 17 mg de vitamina C/100g, os quais observaram um decréscimo linear da vitamina C em função do tempo de armazenamento.

Carvalho e Guerra (1995) observaram uma perda de 36,44% de vitamina C em suco de acerola integral, armazenado por 150 dias a temperatura ambiente ($28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). Carvalho e Guerra (1995) sugeriram como possíveis causas da degradação da vitamina C: o oxigênio contido no suco, uma vez que em seu experimento não foi realizada a desaeração; a ação da enzima ácido ascórbico oxidase, que possivelmente não foi inativada durante a pasteurização a 70°C ; e a ocorrência de reações entre a vitamina C e as antocianinas, com formação de pigmentos.

Brito et al. (2004) observaram uma perda de 77,87% de vitamina C em néctar elaborado com água de coco seco e suco de maracujá. Uma menor perda de vitamina C foi observada por Maia et al. (2003), ao avaliarem a estabilidade de uma bebida de baixa caloria a base de acerola (25% de polpa), constatando uma redução de 16,87% no teor de vitamina C após 120 dias de armazenamento a 25°C , enquanto Matta e Cabral (2002) observaram que em suco de acerola clarificado, acondicionado em garrafas PET e de vidro, as quantidades de vitamina C foram preservadas ao longo de 90 dias de armazenamento sob refrigeração (4°C), mantendo a qualidade nutricional e

funcional do suco. Os resultados encontrados por estes autores, refletem a influência da temperatura de armazenamento na estabilidade da vitamina C.

Achinewhu e Hart (1994), estudando o efeito do armazenamento por dois meses no conteúdo de vitamina C em suco de abacaxi de quatro diferentes espécies, os valores encontrados para o suco de abacaxi fresco variaram de 22,5 mg a 33,5 mg/100g. O suco de abacaxi armazenado por dois meses apresentou uma redução entre 10 e 21%, sendo uma redução superior ao encontrado neste trabalho que foi de 3,50% após trinta dias de armazenamento.

As perdas de vitamina C em sucos preservados pelo processo *Hot Fill* podem estar relacionadas à temperatura de armazenamento ($28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) relativamente alta e a exposição à luz.

Os teores de vitamina C encontrados no suco após 30 dias de armazenamento, correspondem a 8,40 mg/100mL de suco após sofrer uma diluição de uma parte de suco pra cinco partes de água, como sugerem os rótulos dos sucos comerciais. Portanto, o consumo de 200 mL de suco pronto supriria 37,3% da Ingestão Diária Recomendada (IDR) para adultos de vitamina C, que é de 45 mg (BRASIL, 2005a), caracterizando-se ainda como boa fonte dessa vitamina e dentro dos padrões exigidos pela legislação brasileira que é de no mínimo 30,00 mg de vitamina C/100mL, mesmo após 30 dias de armazenamento.

Os resultados do suco tropical de goiaba após 30 dias de armazenagem foram de $3,38 \pm 0,04$ para pH, $8,75 \pm 0,16$ °Brix para sólidos solúveis, $0,87 \pm 0,05\%$ ác. cítrico para acidez titulável, $41,97 \pm 1,27$ mg/100g para vitamina C e 6,26% para açúcar total, estando todos os resultados de acordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação brasileira para suco tropical de goiaba não adoçado (BRASIL, 2003), mesmo após 30 dias de estocagem.

A vida-de-prateleira é um termo que pode ser definido como o período de tempo decorrido entre a produção e o consumo de um produto alimentício, no qual a aceitabilidade do produto pelo consumidor é mantida e verifica-se no produto um nível satisfatório de qualidade. Esta qualidade pode

ser avaliada por atributos sensoriais (sabor, cor, aroma, textura e aparência), pela carga microbiana, pela absorção de componentes da embalagem ou pelo valor nutricional (SARANTÓPOULOS et al., 2001).

Controlados os aspectos microbiológicos e enzimáticos, a estabilidade dos sucos de frutas está relacionada com a ocorrência de reações químicas complexas que comprometem suas qualidades sensoriais (aroma, sabor, cor, consistência, estabilidade da turbidez, separação das fases sólida-líquida, etc.) e que também acarretam perdas nutricionais (ALVES e GARCIA, 1993).

A qualidade de produtos alimentícios se altera com o tempo de estocagem pela ocorrência de uma série de transformações bioquímicas e microbiológicas (ALVES et al., 1996). A vida-de-prateleira de alguns produtos depende, fundamentalmente, da proteção oferecida pela embalagem contra entrada de algumas substâncias disponível no ambiente de estocagem (CABRAL e ALVIM, 1981).

A embalagem na qual o produto é acondicionado possui grande influência na sua vida útil, uma vez que tem a função de proteger o produto das contaminações externas, quer sejam físicas, químicas ou biológicas, minimizando interações prejudiciais e prolongando a vida-de-prateleira desses sucos. Além disso, a embalagem possibilita o transporte e uma melhor apresentação dos produtos aos consumidores. No Brasil, no segmento de mercado de sucos estáveis à temperatura ambiente, são usados tradicionalmente frascos de vidro, bem como as embalagens cartonadas de acondicionamento asséptico (BESERRA e GUIMARÃES, 1998).

Jaime et al. (1998), estudando a estabilidade de molho de tomate em embalagens metálicas, de vidro e cartonadas, concluíram que as embalagens de vidro e metálica, demonstraram uma similaridade de desempenho quanto ao requisito de proteção ao molho de tomate, enquanto que na embalagem cartonada, o molho de tomate apresentou maior taxa de perda de qualidade para ambas as condições de estocagem, em virtude de sua maior permeabilidade ao oxigênio.

As reações oxidativas causadas por enzimas podem ser controladas pela remoção do oxigênio, pelo emprego de inibidores como o dióxido de enxofre, pelo uso de antioxidantes, tais como ácido ascórbico e ácido cítrico e pelo tratamento térmico do produto (LADEROZA e DRAETTA, 1991; PERERA e BALDWIN, 2001).

Estudando a estabilidade de suco tropical de acerola obtido pelo processo *hot fill* e asséptico, Freitas (2004) concluiu que os sucos tratados pelo processo *hot fill* apresentaram maior estabilidade ao longo do armazenamento, pois a embalagem de vidro possui a vantagem de não permitir a entrada de oxigênio, preservando por mais tempo as características iniciais do suco.

Frutas e hortaliças processadas são geralmente consideradas como alimentos de menor valor nutricional, quando comparadas às mesmas na forma *in natura*, principalmente, devido à perda de vitamina C durante o processamento e armazenamento. Registros neste sentido foram feitos quando apenas alguns nutrientes termolábeis, como a vitamina C, foram avaliados como indicador de danos decorrentes do processamento (BORGUINI, 2006).

5 CONCLUSÕES

Em relação ao processamento do suco tropical de goiaba as características químicas e físico-químicas apresentaram variações significativas somente para os parâmetros de pH, carotenóides totais e atividade da pectinametilesterase.

O suco tropical de goiaba se manteve ao final do processamento com elevados teores de vitamina C, compostos fenólicos, antocianinas totais, além do aumento de carotenóides totais, indicando que as características químicas e físico-químicas são pouco afetadas pelo processamento.

O suco de goiaba armazenado por 30 dias não apresentou diferença significativa em nenhum dos parâmetros analisados, sendo considerado, portanto o processo de enchimento à quente (*hot fill*), as embalagens de vidro utilizadas, além dos conservantes adicionados, bons fatores de conservação para o produto em estudo.

Apesar do processamento industrial utilizado e também do armazenamento por 30 dias, o suco de goiaba pode ser considerado um produto com boas alegações funcionais.

O suco tropical teve sua composição química e físico-química alterada em função principalmente da diluição do produto, adição de aditivos e ao tratamento térmico. As alterações percebidas no suco tropical de goiaba não comprometem a qualidade do mesmo.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHINEWHU, S. C.; HART, A. D. Effect of processing and storage on the ascorbic acid (vitamin C) content of some pineapple varieties grown in the Rivers State of Nigeria. **Plant Foods Human Nutritional**, Dordrecht, v. 46, n. 4, p. 335-337, 1994.
- AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2004. 545 p.
- ALIMENTOS processados. **Modas y tendencias europeas**. v. 19, n. 7, jul./ago. 2000.
- ALVES, R. E. et al. Yellowing of frozen acerola (*Malpighia emarginata*) fruit. **Proceedings of Interamerican Society for Tropical Horticulture**, Guatemala, v. 41, p.199-204, 1997.
- ALVES, R. M. V.; BORDIN, M. R.; GARCIA, E. E. C. Aplicação de um modelo matemático na estimativa da vida-de-prateleira de biscoitos “cream cracker”. **Coletânea do ITAL**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 89-101, jan./jun, 1996.
- ALVES, R. M. V.; GARCIA, E. E. C. Embalagem para sucos de frutas. **Coletânea do ITAL**, Campinas, v. 23, n. 2, p. 105-122, 1993.
- AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTRY) – **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 16 ed. Washington D. C, 1995. 1141 p.
- ARAB, L; STECK, S. Lycopene and cardiovascular disease. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 71, n. 6, p. 1691-1695, 2000.
- ARAÚJO, J. M. A. Escurecimento enzimático. In: **Química de alimentos: teoria e prática**. 2. ed., Viçosa: UFV, 1999, cap. 14, p. 319-350.
- ARRUDA, A. F. P. de. **Estudo da estabilidade do néctar de manga (*Mangifera indica* L.) envasado em garrafas PET, comparado com embalagem cartonada e lata de alumínio**. 2003. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Engenharia de Alimentos, São Paulo, 2003.
- ASSUNÇÃO, R. B.; MERCADANTE, A. Z. Caju *in natura* (*Anacardium occidentale* L.) – carotenóides e vitamina C. In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. Fortaleza, 2000. **Anais...** Fortaleza, SBCTA, 2000.
- ASSUNÇÃO, R. B.; MERCADANTE, A. Z. Carotenoids and ascorbic acid composition from commercial products of cashew apple (*Anacardium occidentale* L), **Food Chemistry**, London, v. 81, n. 4, p. 495-502, jun. 2003.
- AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; SPOTO M. H. F. Estádio de maturação e qualidade pós-colheita de goiabas ‘Pedro Sato’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 29-31, abr. 2004.

BADOLATO, G. G. **Tratamento térmico mínimo do suco de laranja natural: cinética da inativação da pectinesterase**. 2000. 157 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Química, 2000.

BADOLATO, M. L. C. B. et al. Estudo comparativo de métodos analíticos para determinação de ácido ascórbico em sucos de frutas naturais e industrializadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 16, n. 3, p. 206-210, 1996.

BARUFFALDI, R.; OLICEIRA, M. N. Conservação de alimentos por tratamento térmico / operações e processos unitários. In: BARUFFALDI, R.; OLICEIRA, M. N. **Fundamentos de Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1998, v. 3, capítulo 3, p. 27-61 e capítulo 5, p. 83-122.

BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. Cinética de degradação de vitamina C no cozimento doméstico de vegetais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, XVIII, 2002, Porto Alegre, **Anais...**, Rio Grande do Sul, 2002, cd-rom.

BESERRA, F. J.; GUIMARÃES, A. C. L. Embalagens para Sucos e Polpas. In: BESERRA, F.; GUIMARÃES, A. C. L. **Curso de Tecnologia em Processamento de Sucos e Polpas Tropicais** - Curso de especialização por tutoria à distância. Brasília, DF: ABEAS/UFC. 1998. Módulo 6.

BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 123-130, 1999.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. Pigmentos Naturais. In: **Introdução à química de alimentos**. 2 ed., São Paulo: Livraria Varela, 1992, cap. VI, p. 191-223.

BOILEAU, T. W. M.; CLINTON, S. K.; ERDMAN JR, J. W. Tissue lycopene concentrations and isomer patterns are affected by androgen status and dietary lycopene concentration in male F344 rats. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 130, p.1613-1618. 2000.

BOILEAU, T. W.; BOILEAU, A. M.; ERDMAN JR. J. W. Bioavailability of all-trans and cis-isomers of lycopene. **Experimental Biology and Medicine**, Maywood, v. 227, n. 10, p. 914-919, 2002.

BORGUINI, R. G. **Avaliação do potencial antioxidante e de algumas características físico-químicas do tomate (*Lycopersicon esculentum*) orgânico em comparação ao convencional**. 2006. 178 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Universidade de São Paulo, Departamento de Pós-Graduação em Saúde Pública, São Paulo, 2006.

BOULTON, R. The copigmentation of anthocyanins and its role in the color of red wine: a critical review. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 52, p. 67-86, 2001.

BRAMLEY, P. M. Is lycopene beneficial to human health? **Phytochemistry**, New York, v. 54, n. 3, p. 233-236, 2000.

BRASIL, I. M.; MAIA, G. A.; FIGUEIREDO, R. W. Physical-chemical changes during extraction and clarification of guava juice. **Food Chemistry**, London, v. 54, n. 4, p. 383-386, 1995.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) - Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, 23 de setembro de 2005a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos Físicos-Químicos para Análise de Alimentos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005b. 1018 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Exportações do agronegócio brasileiro aumentaram 99% em cinco anos**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>> Acesso em: 15 jan. 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 12, de 4 de setembro de 2003. **Regulamento Técnico para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade Gerais para Suco Tropical e de outras providências**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília-DF, Ed. nº 174 de 09 de setembro de 2003.

BRITO, I. P.; FARO, Z. P.; MELO FILHO, S. C. Néctar de maracujá elaborado com água de coco seco (*Cocos nucifera* L.). XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS - Estratégia para o Desenvolvimento, Recife, PE, 2004. **Anais...** Recife, SBCTA, 2004. CD-ROM.

BRUNINI, M. A.; DURIGAN, J. F.; OLIVEIRA, A. L. Avaliação das alterações em polpa de manga 'Tommy-Atkins' congeladas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 3, p. 651-653, 2002.

BURDURLU, H.S.; KOCA, N.; KARADENIZ, F. Degradation of vitamin C in citrus juice concentrates during storage. **Journal of Food Engineering**, Inglaterra, v. 74, n. 2, p. 211-216, 2006.

CABRAL, A. C. D.; ALVIM, D. D. Alimentos desidratados- conceitos básicos para sua embalagem e conservação. **Boletim do ITAL**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 1-65, jan./mar, 1981.

CÁCERES, A. **Plantas de uso medicinal em Guatemala**. [S.l.]: Editorial Universitária, 1999, v.1, 402 p.

CARDOSO, E. A. et al. Frutos de goiabeira 'Paluma' colhidos em diferentes estádios de maturação na Região do Vale do Curu, Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2002, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: SBF, p. 1-5, 2002.

CARVALHO, I.T.; GUERRA, N. B. Suco de acerola: estabilidade durante o armazenamento. In: SÃO JOSÉ, A.R.; ALVES, R.E. (Organizadores). **Cultura da acerola no Brasil: produção e mercado**. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, p. 102-105, 1995.

CHAN, H.T.; YAMAMOTO, H.Y. Kinetics of anthocyanin decomposition in acerola juice. **Asean Food Journal**, Malaysia, v. 9, p. 132-135, 1994.

CHEN, C.S. Fruit juice processing technology. In: NAGY, S., CHEN, C.S., SHAW, P.E. **Physical and rheology properties of fruit juice**. Auburndale: AGSCINCE, p. 56-83. 1992.

CHEUNG, L. M.; CHEUNG, P. C. K.; OOI, V. E. C. Antioxidant activity and total phenolics of edible mushroom extracts. **Food Chemistry**, London, v. 80, n. 2, p. 249-255, 2003.

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

CHOUDHURY, M. M.; COSTA, T. S. da; ARAÚJO, J. L. P. **Goiaba: Pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA, 2001, 45 p.

CLIFF, M.; DEVER, M. C.; GAYTON, R. Juice extraction process and apple cultivar influences on juice properties. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 56, n. 6, p. 1614-1627, 1991.

CLINTON, S. K. et al. Cis-trans lycopene isomers, carotenoids and retinol in the human prostate. **Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention**, Philadelphia, v. 5, p. 823-833, 1996.

CLINTON, S. K. Lycopene: chemistry, biology, and implications for human health and disease. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 56, p. 35-51, 1998.

COMBS JR, G. F. Vitaminas. In: Mahan, LK, Escott-Sutmp, S. **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia**. 10. ed. São Paulo: Editora Roca, 2003. p. 65-105.

COSTA, M. C. O. da. **Estudo da estabilidade do suco de caju (*Anacardium occidentale* L.) preservado pelos processos *hot fill* e asséptico**. 1999. 81 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 1999.

COSTA, M. C. O. da. et al. Storage stability of cashew apple juice preserved by *hot fill* and aseptic processes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. supl., p. 106-109, dec. 2003.

DENSUPSOONTORN, N. et al. Comparasion of the Nutrient Content of fresh Fruit Juices vs Commercial Fruit Juices. **Journal of the Medical Association of Thailand**, Bangkok, v. 85, n. 2, p. 732-738, 2002.

- DEWANTO, V. et al. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 50, p. 3010-3014, 2002.
- DI MASCO, P.; KAISER, S.; SIES, H. Lycopene as the most efficient biological carotenoid singlet oxygen quencher. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, New York, v. 274, p. 532-538, 1989.
- DIAS, D. R; SCHAWAN, R. F; LIMA, L. C. O. Metodologia para elaboração para fermentado de cajá (*Spondias lutea* L). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, set-dez. 2003.
- DJILAS, S. M.; MILIC, B. L. J. Naturally Occurring Phenolic Compounds as Inhibitors of Free Radical Formation in the Maillard Reaction. In: Maillard Reaction in Chemistry, Food and Health, (LABUZA, T.P., REINECCIUS, G.A., MONNIER, V.M., O'BRIEN, J., BAYNES, J.W., eds), **The Royal Society of Chemistry**, Cambridge, p. 75-80, 1994.
- ESPÍN, J. C. et al. Anthocyanin-based natural colorants: a new source of antiradical activity for foodstuff. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 48, p. 1588-1592, 2000.
- ESTRELLA, A. Juice consumption in Brazil. In: JUICE LATIN AMERICA 2004, São Paulo. **CD-Rom...** São Paulo, 2004.
- FAO (Food and Agriculture Organization of United Nations). **FAOSTAT**. FAO Statistics Division 2006. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/408/DesktopDefault.aspx?PageID=408>>. Acesso em: 18 out. 2006.
- FERNANDES, A. G. et al. Sucos tropicais de acerola, goiaba e manga: avaliação dos padrões de identidade e qualidade. **Revista CERES**, Viçosa, 2006. Aceito para publicação.
- FERREIRA, P. R. **Goiaba deve atrair mais consumidores**. Gazeta Mercantil, p. 20, 25 abr. 2000.
- FILGUEIRAS, H. A. C; ALVES, R. E; MOURA, C. F.H. Cajá (*Spondias mombim* L.). In: ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MOURA, C. F. H. Org. **Caracterização de frutas nativas da América Latina**. Jaboticabal: UNESP/SBF, 2000.
- FONTES, E. A. F. **Cinética de alterações químicas e sensoriais em néctar de manga (*Mangifera indica* L. var. Ubá) durante tratamento térmico**. 2002. 112 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Viçosa, 2002.
- FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (Ed.). **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, p. 181-207, 1982.
- FRANCIS, F. J. Food colorants: anthocyanins. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 28, p.273-314, 1989.

FRANCO, G. **Tabela de Composição Química dos Alimentos**. 9. ed. São Paulo: Editora Atheneu, 1999. 307 p.

FREITAS, C. A. S. de. **Estabilidade do suco tropical de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) adoçado envasado pelos processos *hot fill* e asséptico**. 2004. 101 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2004.

FURTADO, A. A. L. et al. Avaliação microbiológica e sensorial da polpa de goiaba tratada termicamente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. Especial, p. 91-95, jul. 2000.

GAHLER, S.; OTTO, K.; BÖHM, V. Alterations of Vitamin C, Total Phenolics, and Antioxidant Capacity as Affected by Processing Tomatoes to Different Products. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 51, n. 27, p. 7962-7968, 2003.

GARTNER, C.; STAHL, W.; SIES, H. Lycopene is more bioavailable from tomato paste than from fresh tomatoes. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 66, n. 1, p. 116-122, 1997.

GAVA, A. J. Processamento asséptico de suco de frutas. **Alimentação**, v. 76, n. 1, p. 32-37, 1985.

GESTER, H. Vitamin losses with microwave cooking. **Food Sciences and Nutrition**, v. 42, p. 173-181, 1989.

GIANNAKOUROU, M. C.; TAOUKIS, P. S. Kinetic modeling of vitamin C loss in frozen green vegetables under variable storage conditions. **Food Chemistry**, London, v. 83, n. 1, p. 33-41, 2003.

GIMENEZ, R. et al. Ascorbic acid in diet supplements: loss in the manufacturing process and storage. **International Journal of Food Science and Nutrition**, Inglaterra, v. 53, n. 6, p. 509-18, 2002.

GIOVANNUCCI, E. et al. Intake of carotenoids and retinol in relation to risk of prostate cancer. **Journal of the National Cancer Institute**, Bethesda, v. 87, n. 3, p. 1767-1776, 1995.

GONÇALVES, C. E. Exportações agroindustriais brasileiras: valor industrial X valor de mercado. **Informações FIPE**. Out. 2000.

GONGATTI NETTO, A. et al. **Goiaba para exportação**: procedimentos de colheita e pós-colheita, Brasília: EMBRAPA - SPI, 1996. 35 p: il. (Publicações Técnicas FRUPEX 20).

GONZAGA NETO, L. et al. Seleção de cultivares de goiabeira (*Psidium guajava* L.) para fins industriais, na Região do Vale do Rio Moxotó. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 8, n. 2, p. 55-61, 1986.

HIGBY, W. K. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution *in natura* and carotene - fortified orange juice. **Journal of Food Science**, Chicago, p. 42-49, 1962.

HOWARD, L. A. et al. β -carotene and ascorbic acid retention in fresh and processed vegetables. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 64, n. 5, p. 929-936, 1999.

IBRAF. **Comercialização, estratégias para o futuro**. 2. ed. Brasília: IBRAF - Instituto Brasileiro de Frutas, 2006. Ano 1, jun. 2006a.

IBRAF. **Mercado Internacional: Busca de equilíbrio em ano difícil**. 4. ed. Brasília: IBRAF - Instituto Brasileiro de Frutas, 2006. Ano 1, dez. 2006b.

IDE, C. D. et al. **A cultura da goiaba: perspectivas, tecnologias e viabilidade**. Niterói: PESAGRO-RIO, 2001, 36 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal**. Obtida via Internet. <www.sidra.ibge.gov.br>. 2007. Acesso em: 15 jan. 2007.

INYANG, U. E.; IKE, C. I. Effect of blanching, dehydration method and temperature on the ascorbic acid, colour, sliminess and other constituents of okra fruit. **International Journal of Food Science and Nutrition**, Inglaterra, v. 49, p. 125-130, 1998.

JAIME, S. B. M. et al. Estabilidade do molho de tomate em diferentes embalagens de consumo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 193-199, mai. 1998.

JOHNSTON, C. S.; HALE, J. C. Oxidation of ascorbic acid in stored orange juice is associated with reduced plasma vitamin C concentrations and elevated lipid peroxides. **Journal of the American Dietetic Association**, Chicago, v. 105, n. 1, p. 106-109, 2005.

KABASAKALIS, V.; SIOPIDOU, D.; MOSHATOU, E. Ascorbic acid content of commercial fruit juices and its rate of loss upon storage. **Food Chemistry**, London, v. 70, n. 3, p. 325-328, Aug. 2000.

KAUR, C.; KAPOOR, H. C. Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium's health. **International Journal of Food Science and Technology**, United Kington, v. 36, p. 703-725, 2001.

KHACHIK, F. et al. Chemistry, distribution, and metabolism of tomato carotenoids and their impact on human health. **Experimental Biology and Medicine**, Maywood, v. 227, n. 10, p. 845-851, 2002.

KLUGE, R. A. et al. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. 2. ed. Piracicaba: Livraria e editora Rural, 2002. 214 p.

KRINSKY, N. L. Carotenoids as antioxidants. **Nutrition**, New York, v. 17, p. 815-817, 2001.

KRINSKY, N. L. The biological properties of carotenoids. **Pure & Applied Chemistry**, Oxford, v. 66, p. 1003-1010, 1994.

LADEROZA, M.; DRAETTA, I. S. Enzimas e Pigmentos - Influências e alterações durante o processamento. In: SOLER, M. P.; et al. **Industrialização de Frutas**, 3. ed. Campinas-SP: ITAL- Rede de Informações de Tecnologia Industrial Básica, 1991, cap. 2, p. 17-30. (Manual Técnico 8)

LEA, A. G. H.; TIMBERLAKE, C. F. The phenolics of ciders: Effect of processing conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 29, p. 484-492, 1978.

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

LEITE, K. M. da S. C. et al. Partial purification, heat stability and kinetic characterization of the pectinmethylesterase from Brazilian guava, Paluma cultivars. **Food Chemistry**, London, v. 94, p. 565-572, 2006.

LIMA, M. A. C.; ASSIS, J. S.; GONZAGA NETO, L. Caracterização dos frutos de goiabeira e seleção de cultivares na região do submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 273-276, abr. 2002a.

LIMA, V. L. A. et al. Avaliação do teor de antocianinas em polpa de acerola congelada proveniente de frutos de 12 diferentes aceroleiras (*Malpighia emarginata* D. C.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 101-103, 2003.

LIMA, V. L. A. G. de et al. Polpa congelada de acerola: efeito da temperatura sobre os teores de antocianinas e flavonóis totais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 669-670, dez. 2002b.

LUGASI, A. et al. Factors influencing lycopene content of foods, and lycopene of Hungarian population. **Nutrition Research**, New York, v. 23, p. 1035-1044, 2003.

MAIA, G. A.; ALBUQUERQUE, C. A. **Curso de Processamento de Sucos e Polpas de Frutos Tropicais**. ASTN. 2000.

MAIA, G. A. et al. Efeito do processamento sobre componentes do suco de acerola. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 130-134, jan.-mar. 2007.

MAIA, G. A. et al. Obtenção e Avaliação de Bebida de Baixa Caloria à Base de Acerola (*Malpighia emarginata* D. C.). **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 34, n. 2, p. 233-240, 2003.

MAIA, G. A. et al. Técnica aumenta tempo de conservação da goiaba. **Revista de Ciência e Tecnologia da FUNCAP**, Fortaleza, Ano 4, v. 1, p. 11-12, 2002.

MAIA, G. A.; OLIVEIRA, G. S. F.; GUIMARÃES, A. C. L. Processamento Industrial. In: MAIA, G. A.; OLIVEIRA, G. S. F.; GUIMARÃES, A. C. L. **Curso de Tecnologia em Processamento de Sucos e Polpas Tropicais** – Curso de especialização por tutoria à distância. Brasília-DF: ABEAS/UFC. 1998. Módulo 8.

MANICA, I. et al. Competição entre quatro cultivares e duas seleções de goiabeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 8, p. 1305-1313, 1998.

MANICA, I. et al. **Fruticultura Tropical** - Goiaba, Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000. 373 p.

MANICA, I. et al. **Goiaba**: do plantio ao consumidor. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. 124 p.

MARETTI, M. C. et al. Avaliação da Aceitabilidade de logurte de Goiaba. In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, Belém, 2002. **Anais...**, Belém, 2002.

MATSUURA, F. C. A. U.; ROLIM, R. B. Avaliação da adição de suco de acerola em suco de abacaxi visando à produção de um "blend" com alto teor de vitamina C. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, p. 138-141, 2002.

MATTA, V.; CABRAL, L. Suco de acerola clarificado envasado em garrafas de vidro e de PET. In: **Revista Engarrafador**. [S. l.]: Editora Aden, Ano XI, n. 103, p. 28-30, 2002.

MATTIUZ, B. H. **Processamento mínimo de frutas tropicais**: goiaba. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, Viçosa – MG. Palestras, resumos e oficinas, p. 96-99. UFV, 2004.

MCCLAIN, R. M.; BAUSCH, J. Summary of safety studies conducted with synthetic lycopene. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, Duluth, v. 37, n. 2, p. 274-285, 2003.

McERLAIN, L. et al. Ascorbic acid loss in vegetables: adequacy of a hospital cook–chill system. **International Journal of Food Science Nutrition**, Inglaterra, v. 52, p. 205-211, 2001.

MCLELLAN, M. R.; PADILLA-ZAKOUR, O. I. Juice Processing. In: Diane M. Barrett, Laszlo Somogyi, Hosahalli Ramaswamy (eds). **Processing Fruits**: science and technology. 2. ed., USA: CRC Press, 2005.

MELO, B. Qualidade é o futuro: Produtores e varejo apontam ações para vender melhor as frutas, que continuam tendo perdas na cadeia. **Revista Frutas e Derivados**, São Paulo. Ano 1. Edição 02, junho, 2006.

MELO-CAVALCANTE, A. A. C. **Avaliação mutagênica, antioxidante e antimutagênica do suco de caju (*Anacardium occidentale*) e da cajuína em procariotos**. 2003. 137 f. Tese (Doutorado em Biologia Celular e Molecular) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro de Biotecnologia, Porto Alegre, 2003.

MERCADO-SILVA, E.; BENITO-BAUTISTA, P.; GARCIA-VELASCO, M. A. Fruit development, harvest index and ripening changes of guavas produced in central México. **Postharvest Biology and Technology**. Amsterdam, v. 13, p. 143-150, 1998.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 31, p. 426-428, 1959.

MONTEIRO, S. Esperança das goiabas. **Revista Frutas e Derivados**, São Paulo, n. 03. p. 27 – 30, 2006a.

MONTEIRO, S. Fruta para beber – O caminho da industrialização é alternativa para melhor aproveitamento da matéria-prima e oportunidade para fruticultores obterem melhores ganhos financeiros. **Revista Frutas e Derivados**. São Paulo. Ano 1, Edição 1, p. 28-31, abril 2006b.

MORITZ, B.; TRAMONTE, V. L. C. Biodisponibilidade do licopeno. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 265-273, 2006.

MURAKAWA, F. E. São Paulo joga lixo: 30 mil ton de goiaba. **Folha de São Paulo**, Caderno Agrofolha, p. 5-6, 20 de jan. 1998.

NATALE, W. et al. **Goiabeira**: calagem e adubação. Jaboticabal: Funep, 1996.

NETO, L. G.; SOARES, J. M. **A cultura da goiaba**. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1995.

NICOLAS, J. J. et al. Enzymatic browning reactions in apple and apple products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 34, n. 2, p. 109-157, 1994.

NICOLI, M.C.; ANESE, M.; PARPINEL, M. Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 10, n. 3, p. 94-100, 1999.

NOGUEIRA, A. et al. Efeito do processamento no teor de compostos fenólicos em suco de maçã. **Publicatio UEPG**, Ponta Grossa, v. 9, n. 3, p. 7-14, dez. 2003.

NUNES, L. I.; MERCADANTE, A. Z. Obtenção de cristais de licopeno a partir de descarte de tomate. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 3, p. 440-447, 2004.

OLIVEIRA, M. E. B. de et al. Avaliação da estabilidade da polpa congelada de goiaba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: [s.n.], 2002.

OLSON, J. A. Carotenoids and Human Health. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Guatemala, v. 49, p. 7-11, 1999.

OLSON, J.A. Biological actions of carotenoids. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 119, p. 94-95, 1989.

OSGANIAN, S. K. et al. Dietary carotenoids and risk of coronary artery disease in women. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 77, p.1390-1399, 2003.

OZKAN, M.; KIRCA, A.; CEMEROGLU, B. Effects of hydrogen peroxidase on the stability of ascorbic acid during storage in various fruit juices. **Food Chemistry**, London, v. 88, n. 4, p. 591-597, dec. 2004.

PAINEL AGRONÔMICO. **Informações Agronômicas**. Nº 90, jun. 2000.

PEARSON, D. **Técnicas de laboratorio para el analisis de alimentos**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1976.

PEREIRA, F. M.; MARTINEZ JUNIOR, M. **Goiabas para industrialização**. Jaboticabal: Legis Summa, 1986.

PERERA, C. O.; BALDWIN, E. A. Biochemistry of Fruits and Its Implication on Processing. In: ARTHEY, D.; ASHURST, P.R. **Fruit Processing: nutrition, products and quality management**. 2. ed., Garthersburg-Maryland: AN ASPEN PUBLICATION, p. 19-33, 2001.

POLYDERA, A.C.; STOFOROS, N.G.; TAOUKIS, P.S. Quality degradation kinetics of pasteurised and high pressure processed fresh Navel orange juice: Nutritional parameters and shelf life. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, Amsterdam, v. 6, n. 1, p. 1-9, 2005.

POOL-ZOBEL, B. L. et al. Consumption of vegetables reduces genetic damage in humans: first results of a human intervention trial with carotenoid-rich foods. **Carcinogenesis**, London, v. 18, n. 9, p.1847-1850, 1997.

RAMALHO, A. S. de T. M. **Sistema funcional de controle de qualidade a ser utilizado como padrão na cadeia de comercialização de laranja pêra *Citrus sinensis* L. Osbeck**. 2005. 91 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

RAMALHO, R. A.; ANJOS, L. A.; FLORES, H. Valores séricos de vitamina A e teste terapêutico em pré-escolares atendidos em uma unidade de saúde do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 14, p. 5-12, 2001.

RANGANA, M. **Manual of analysis of fruit and vegetable products**. MacGraw-Hill: New Delhi, 1997, 643 p.

RAO, A. V.; SHEN, H. Effect of low dose lycopene intake on lycopene bioavailability and oxidative stress. **Nutrition Research**, New York, v. 22, p. 1125-1131, 2002.

REDY, M. B.; LOVE, M. The impact of food processing on the nutritional quality of vitamins and minerals. **Impact of Processing on Food Safety**, New York, v. 459, p. 99-106, 1999.

REICHER, F.; SIERAKOWSKI, M.R.; CORRÊA, J.B.C. Determinação espectrofotométrica de taninos pelo reativo, fosfotúngstico-fosfomolibdico. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 24, n. 4, p. 401-411, 1981.

RICE-EVANS, C.A.; MILLER, N.J.; PAGANGA, G. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. **Free Radical Biology & Medicine**, New York, v. 20, p. 933-956, 1996.

ROSA, G. R. da et al. **ANUÁRIO brasileiro da fruticultura 2006**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2006. 136p.: il.

RUTLEDGE, P. Production of Norfermented Fruit Products. In: ARTHEY, D.; ASHURST, P. R. **Fruit Processing**: nutrition, products and Quality Management. 2. ed., Garthersburg-Maryland: AN PUBLICATION, 2001, p. 85-109.

SAHARI, M.A.; BOOSTANI, F.M.; HAMIDI, E.Z. Effect of low temperature on the ascorbic acid content and quality characteristics of frozen strawberry. **Food Chemistry**, London, v. 86, n. 3, p. 357-63, 2004.

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

SANDI, D. et al. Correlações entre características físico-químicas e sensoriais em suco de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* VAR. *flavicarpa*) durante o armazenamento. **Ciência de Tecnologia e Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 355-361, set.-dez. 2003.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, É. Alterações de alimentos que resultam em perda de qualidade. In: SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, É. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. Campinas: CETEA / ITA, 2001, capítulo 01, p. 1-22, 2001.

SAS. **SAS Institute Inc**: versão 9.1, Cary, NC: SAS Institute, 2006.

SATAQUE, E.Y.; WOSIACKI, G. Caracterização da polifenoloxidase de maçã (variedade Gala). **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 30, n. 2, p. 287-299, 1987.

SAYAVEDRA-SOTO, L. A.; MONTGOMERY, M. W. Inhibition of polyphenoloxidase by sulfite. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 51, n. 6, p. 1531-1536, 1986.

SEMENSATO, L.R. **Caracterização físico-química de frutos genótipos de acerola (*Malpighia* sp.), cultivados em Anápolis-GO, processamento e estabilidade de seus produtos.** Goiânia, 1997, 74 f. Dissertação - Universidade Federal de Goiânia.

SGARBIERI, W.C. **Alimentação e nutrição:** fator de saúde e desenvolvimento. Unicamp/Almed, Campinas/São Paulo, 1987.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Food Phenolics - Sources, Chemistry, Effect, Applications.** Pennsylvania: Technomic, 1995. p. 321.

SHAMI, N. J. I. E.; MOREIRA, E. A. M. Licopeno como agente antioxidante. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 227-236, abr./jun., 2004.

SHAMSUDIN, R.; MOHAMED, I. O.; YAMAN, N. K. M. Thermophysical properties of Thai seedless guava juice as affected by temperature and concentration. **Journal of Food Engineering**, Malaysia, v. 66, p. 395-399, 2005.

SILVA, C. A. B.; FERNANDES, A. R. **Projetos de Empreendimentos Agroindustriais – Produtos de Origem Vegetal – volume 2.** editora UFV. 2003.

SILVA, C. R. M.; NAVES, M. M. V. Suplementação de vitaminas na prevenção de câncer. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 14, n. 2, p. 135-143, 2001.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de Métodos de Análises Microbiológicas de Alimentos.** 2. ed. Livraria Varela, São Paulo, 2001, 229 p.

SILVA, P. T da; LOPES, M. L. M.; VALENTE-MESQUITA, V. L. Efeito de diferentes processamentos sobre o teor de ácido ascórbico em suco de laranja utilizado na elaboração de bolo, pudim e geléia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 678-682, jul./set. 2006.

SILVA, S. R. da; MERCADANTE, A. Z. Composição de carotenóides de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*) *in natura*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 3, p. 254-258, set./dez. 2002.

SIQUEIRA, F.M.; OETTERER, M.; REGITANO-D'ARCE, M.A.B. Nutrientes antioxidantes. **Boletim SBCTA**, v. 31, n. 2, p. 192-199, jul/dez 1997.

SOUZA FILHO, M. S. M.; LIMA, J. R.; SOUZA, A. C. R. Efeito do branqueamento, processo osmótico, tratamento térmico e armazenamento na estabilidade da vitamina C de pedúnculos de caju processados por métodos combinados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 211-213, maio/ago 1999.

SOUZA, J. N. S. de, **Caractérisation et quantification des anthocyanines du fruit de l'açayer (*Euterpe oleracea*)**, Mémoire de DEA en Sciences et Technologie des Aliments, Univ. Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique, 2000, 72 p. (Resumo)

SUNTORNISUK, L. et al. Quantitation of vitamin C content in herbal juice using direct titration. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical**, Amsterdam, v. 28, p.849–855, 2002.

TODA FRUTA. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br>> Acesso em: 02/01/2007.

TRIBESS, T. B. **Estudo da cinética da inativação térmica da pectinesterase em suco de laranja natural minimamente pasteurizado**. 2003. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Química, São Paulo, 2003.

TUDELA, J. A.; ESPÍN, J. C.; GIL, M. I. Vitamin C retention in fresh-cut potatoes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 26, p. 75-84, 2002.

UBOLDI EIROA, M. N. Microrganismos deteriorantes de suco de frutas e medidas de controle. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. ¾, p. 141-160, 1989.

US DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **Agricultural Research Service**: USDA Nutrient Database for Standard Reference, release 17, SR 17 [database on line]. 2006. Available from <www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp>. Accessed 25 nov. 2006.

van den BROECK, I. et al. Kinetics for Isobaric-Isothermal Degradation of L-Ascorbic Acid. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 46, p. 2001-2006, 1998.

VANDERLISE, J. T. et al. Ascorbic acid and dehydroascorbic acid content of food-as-eaten. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 3, p. 105-118, 1990.

VIANA, S. S. et al. Competitividade do Ceará no mercado internacional de frutas: o caso do melão. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 1, p.25-31, 2006.

VIKRAM, V.B.; RAMESH, M.N.; PRAPULLA, S.G. Thermal degradation kinetics of nutrients in orange juice heated by electromagnetic and conventional methods. **Journal of Food Engineering**, Inglaterra, v. 69, n. 1, p. 31-40, 2005.

WANG, H.; CAO, G.; PRIOR, R. L. Total antioxidant capacity of fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 44, p. 701-705, 1996.

WILLCOX, J. K.; CATIGNANI, G. L.; LAZARUS, S. Tomatoes and cardiovascular health. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 43, n. 1, p. 1-18, 2003.

WILLIS, M. S.; WIAN JR, F. H. The role of nutrition in preventing prostate cancer: a review of the proposed mechanism of action of various dietary substances. **Clinica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 330, p. 57-83. 2003.

YAMASHITA, F. et al. Produtos de acerola: estudo da estabilidade de vitamina C. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 92-94, 2003.

ZAMBÃO, J. C.; BELLINTANI NETO, A. M. **Cultura da goiaba**. Campinas: CATI, 1998, 23 p.

ZANATTA, C. L.; ZOTARELLI, M. F.; CLEMENTE, E. Peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) em polpa de goiaba (*Psidium guajava R.*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 705-708, jul./set. 2006.

ZHANG, D; HAMAUZU, Y. Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. **Food Chemistry**, London, v. 88, p. 503-509, 2004.