



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

ANA VALQUIRIA VASCONCELOS DA FONSECA

**ESTABILIDADE DO SUCO DE CAJU (*Anacardium occidentale*, L.)
ACONDICIONADO EM EMBALAGENS DE VIDRO E DE PET**

FORTALEZA

2010

ANA VALQUIRIA VASCONCELOS DA FONSECA

**ESTABILIDADE DO SUCO DE CAJU (*Anacardium occidentale*, L.)
ACONDICIONADO EM EMBALAGENS DE VIDRO E DE PET**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Geraldo Arraes Maia

Co-orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa

FORTALEZA

2010

F742e Fonseca, Ana Valquíria Vasconcelos da
Estabilidade do suco de caju (*Anacardium Occidentale*, L.)
acondicionado em embalagens de vidro e de pet/ Ana Valquíria
Vasconcelos da Fonseca, 2010.
91 fl. ; il. color. enc.

Orientador: Prof. PhD. Geraldo Arraes Maia
Co-orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa
Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de
Ciências Agrárias. Depto. de Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2010.

1. Bebidas 2. Alimentos – armazenamento 3. Suco de fruta – Indústria
I. Maia, Geraldo Arraes (orient.). II. Sousa, Paulo Henrique Machado (Co-
Orienta.) III. Universidade Federal do Ceará – Pós-graduação em Ciência e
Tecnologia de Alimentos. IV. Título.

ANA VALQUIRIA VASCONCELOS DA FONSECA

ESTABILIDADE DO SUCO DE CAJU (*Anacardium occidentale*, L.)

ACONDICIONADO EM EMBALAGENS DE VIDRO E DE PET

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do título 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.

Ana Valquiria Vasconcelos da Fonseca

Dissertação aprovada em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. Geraldo Arraes Maia
Orientador

Prof. Dr. Afonso Mota Ramos

Dra. Maria do Socorro Rocha Bastos

A Deus, pela fé, força e coragem proporcionadas.
Aos meus pais Maria de Jesus e José Alcântara
pelo apoio, compreensão e amor.
Ao meu esposo Ragner pelo amor, dedicação,
companheirismo e compreensão.
Aos meus irmãos Emmanuel e Ana Beatriz pela
força e incentivo.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me iluminou, me proporcionou força, determinação e coragem, estando sempre presente em todos os momentos da minha vida e me concedendo a graça de vencer mais uma etapa.

Ao Professor Dr. Geraldo Arraes Maia pela orientação, confiança e apoio sempre demonstrados durante todo o curso, além dos valiosos conhecimentos adquiridos através do mesmo.

Ao meu co-orientador e amigo Professor Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa pela amizade, paciência, incentivo, dedicação e ajuda incondicional durante todo o curso e pela grandiosa contribuição direta na minha vida profissional através de seus conhecimentos e conselhos.

A todos os professores do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará pelos conhecimentos repassados.

À JANDÁIA Agroindústria S/A pelo suco integral de caju cedido para realização da pesquisa.

Aos meus pais José Alcântara e Maria de Jesus por acreditarem na minha capacidade, me incentivando e apoiando.

Aos meus irmãos Emmanuel e Ana Beatriz pela amizade, carinho e confiança sempre demonstrados.

Ao meu esposo Ragner Brandão pelo amor, compreensão, carinho, cumplicidade, apoio e confiança.

Aos meus sogros Francisco Parente e Maria Glaêdes pelo carinho, compreensão e apoio.

Aos meus amigos do Laboratório de Frutos e Hortaliças sempre dispostos a colaborar Giovana, Aline, Anália, Fátima, Natália, Jorgiane e Larissa pela ajuda na realização do experimento.

Aos funcionários do Laboratório de Frutos e Hortaliças, D. Hilda, D. Vandira e Sr. Omar pela paciência e ajuda sempre demonstradas.

À Dra. Maria Leônia Gonzaga Mota por sua colaboração, sugestões e boa vontade sempre demonstrada durante a realização do trabalho.

Aos colegas do curso de mestrado, Giovana, Eliardo, Rafaela, Suelane, Cristiane, Simone, Priscila, pelo companheirismo e amizade durante o curso.

Ao Prof. Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo pela colaboração e sugestões.

À Professora Evânia Altina T. de Figueiredo, pela concessão do uso do Laboratório de Microbiologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará e pela ajuda durante todo o curso.

À professora Maria do Carmo P. Rodrigues, pela concessão do uso do Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal do Ceará.

A todos os professores do curso de mestrado, pelos conhecimentos transmitidos.

Ao Paulo Mendes, secretário do curso de mestrado, por sua dedicação e paciência no decorrer do curso.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), pela concessão da bolsa de estudo durante o curso de mestrado.

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

RESUMO

O caju (*Anacardium occidentale, L.*) é considerado uma das culturas de maior importância econômica do Nordeste. O pedúnculo de caju é bastante rico em diversas vitaminas e minerais, além do suco deste ser um dos mais consumidos no Brasil. De um modo geral, os sucos, quando produzidos em grande escala, geralmente são conservados por meio da pasteurização, sendo acondicionados em diversos tipos de embalagens. O tipo de processamento e a embalagem utilizada podem ocasionar mudanças químicas, físico-químicas, microbiológicas e sensoriais no produto. Assim, faz-se necessário investimento em pesquisas relacionadas a tecnologias de industrialização e conservação de sucos, a fim de aumentar a vida de prateleira dos mesmos, com garantia de qualidade satisfatória, face à manutenção dos nutrientes contidos no produto, atributos sensoriais característicos, além da certeza de que os materiais utilizados na sua embalagem não oferecerão riscos ao alimento. Com isso, o objetivo do trabalho foi estudar a estabilidade química, físico-química, microbiológica e sensorial do suco tropical adoçado de caju, obtido pelo processo de enchimento a quente, acondicionados em embalagem de vidro e de polietileno tereftalato (PET), armazenados por 120 dias sob condições similares às de comercialização. Os sucos não apresentaram interação significativa entre as embalagens estudadas e o tempo de armazenamento para pH, acidez titulável, sólidos solúveis, pigmentos escuros solúveis, açúcares redutores e totais e carotenóides totais. Os parâmetros vitamina C e compostos fenólicos totais apresentaram interação significativa entre as embalagens e o tempo de armazenamento. Os parâmetros carotenóides totais, vitamina C e compostos fenólicos totais foram os mais afetados ao longo do armazenamento, diminuindo seus valores com o tempo. Os atributos sensoriais sabor, impressão global e intenção de compra apresentaram interação significativa entre as embalagens e o tempo de armazenamento, sendo os mais afetados ao longo do armazenamento para o suco em embalagem PET, enquanto não se verificou variação ao longo do armazenamento para a embalagem de vidro para esses atributos sensoriais. Em relação aos demais atributos (cor, aroma, corpo e aparência) não houve interação significativa entre as embalagens e o tempo de armazenamento. Este estudo sugere que a embalagem de vidro foi a mais indicada para o suco estudado, uma vez que esta conseguiu manter as características sensoriais do produto estáveis, além de causar menores perdas de vitamina C e compostos fenólicos totais, caracterizando, assim, menor interferência ao produto durante o armazenamento.

Palavras-chaves: Suco tropical adoçado de caju; Vida de Prateleira; Processo de enchimento a quente.

ABSTRACT

The cashew (*Anacardium occidentale* L.) is considered one of the most important economic crops in Northeast Brazil. The cashew apple is very rich in various vitamins and minerals, beyond of the cashew apple juice being one of the most consumed in Brazil. In general, juices, when produced in large scale, are usually preserved by pasteurization, and packed in various packagings. The type of processing and the packaging used can cause chemical, physical-chemical, microbiological and sensory changes in the product. Thus, it's necessary to invest in researches related to technologies of processing and preserving of fruit juices, to increase their shelf life, with assurance of satisfactory quality, with regard to the retention of nutrients in the product, characteristic sensory attributes, and the certainty that the materials used in the package does not offer risks to the food. This work aimed to evaluate the chemical, physicochemical, sensorial and microbiological stability of the sweetened tropical cashew apple juice, produced by the hot fill process packed in glasses and polyethylene terephthalate (PET) packages processes during 120 days of storage in similar conditions to the one of commercialization ($28\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$). The results showed that the juice didn't present significant interaction between the studied packings and the time of storage for pH, titratable acidity, soluble solids, dark soluble pigments, reducing sugars and total and total carotenoids. Parameters vitamin C and phenolic compounds showed significant interaction between the packaging and storage time. The parameters total carotenoids, vitamin C and total phenolics were the most affected along the storage, reducing their value over time. The sensory attributes flavour, overall impression, and purchase intention showed significant interaction between the packaging and storage time, being the most affected during storage for juice in PET, while there was no change during the storage for glass packing for these sensory attributes. The other attributes (color, aroma, body and appearance) didn't present significant interaction between the studied packings and the time of storage. This study suggests that the glass packaging was more suitable for the studied juice, once this packaging was able to maintain the stability the sensory characteristics of the product and to cause less loss of vitamin C and total phenolics, resulting thus less interference to the product during storage.

Keywords: Cashew apple sweetened tropical juice, Shelf-life. Process *hot fill*.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores médios das características químicas e físico-químicas do pedúnculo de caju de diferentes clones de caju (<i>Anacardium occidentale</i> L.).....	19
Tabela 2 - Padrões de identidade e qualidade do suco tropical adoçado de caju.	20
Tabela 3 - Valores das médias para o parâmetro sólidos solúveis do suco tropical adoçado de caju durante os 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente.	39
Tabela 4 - Valores das médias para o parâmetro pH do suco tropical adoçado de caju durante os 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente.....	41
Tabela 5 - Valores das médias para o parâmetro pH do suco tropical adoçado de caju durante os 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente.....	44
Tabela 6 - Valores das médias para o parâmetro pigmentos escuros solúveis do suco tropical adoçado de caju durante os 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente.	46
Tabela 7 - Valores das médias para o parâmetro açúcares redutores do suco tropical adoçado de caju durante os 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente.	48
Tabela 8 - Valores das médias para o parâmetro açúcares totais durante os 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente.	50
Tabela 9 - Valores das médias para carotenóides totais do suco tropical adoçado de caju durante os 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente.....	52
Tabela 10 - Características dos provadores envolvidos nos testes sensoriais durante os 120 dias de análise.....	59
Tabela 11 - Comparação das médias da cor, aparência, aroma, e corpo obtidos das amostras envasadas em embalagens de vidro e de PET.	60
Tabela 12 - Valores das médias para o atributo cor durante os 120 dias de armazenamento...	61
Tabela 13 - Valores das médias para o atributo aparência durante os 120 dias de armazenamento.....	63
Tabela 14 - Valores das médias para o atributo aroma durante os 120 dias de armazenamento.	65
Tabela 15 - Valores das médias para o atributo corpo durante os 120 dias de armazenamento.	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma das operações seguidas para obtenção do suco tropical de caju envasado pelo processo <i>hot fill</i>	22
Figura 2 - Modelo da ficha do teste de aceitação utilizada na avaliação do suco tropical adoçado de caju acondicionado em embalagens de vidro e de PET.....	35
Figura 3 - Média dos sólidos solúveis para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente.	38
Figura 4 - Média do pH para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente.	40
Figura 5 - Média da acidez titulável para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente.	43
Figura 6 - Média dos pigmentos escuros solúveis para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente.	45
Figura 7 - Média dos açúcares redutores para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente.	47
Figura 8 - Média dos açúcares totais para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente.	49
Figura 9 - Médias dos carotenóides totais para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente.	51
Figura 10 - Média do teor de ácido ascórbico (mg/100mL) para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento em embalagem de vidro.....	53
Figura 11 - Média do teor de ácido ascórbico (mg/100mL) para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento em embalagem de PET.....	53
Figura 12 - Média dos compostos fenólicos totais (mg AGE/mL) para o suco tropical de caju durante o período de 120 dias de armazenamento em embalagem de PET.....	55
Figura 13 - Média dos compostos fenólicos totais (mg AGE/mL) para o suco tropical de caju durante o período de 120 dias de armazenamento em embalagem de vidro.	55
Figura 14 - Média do atributo cor para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento.....	61
Figura 15 - Média do atributo aparência para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento.....	62

Figura 16 - Média do atributo aroma para o suco tropical de caju durante o período de 120 dias de armazenamento.....	64
Figura 17 - Média do atributo corpo para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento.....	66
Figura 18 - Média do atributo sabor para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento em embalagem PET.	68
Figura 19 - Média do atributo sabor para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento em embalagem de vidro.	68
Figura 20 - Média do atributo Impressão global para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento em embalagem de vidro.	70
Figura 21 - Média do atributo Impressão global para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento em embalagem de PET.....	70
Figura 22 - Média do atributo Intenção de compra para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento em embalagem de PET.....	72
Figura 23 - Média do atributo Intenção de compra para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento em embalagem de vidro.	72

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A - Quadrado médio (QM) das características químicas e físico-químicas de pH, sólidos solúveis, acidez titulável, açúcares redutores e açúcares totais dos produtos acondicionados em embalagens de vidro e PET.....	89
Apêndice B - Quadrado médio (QM) das características químicas de vitamina C, carotenóides totais, pigmentos escuros solúveis e compostos fenólicos totais dos produtos acondicionados em embalagens de vidro e PET.	90
Apêndice C - Quadrado médio (QM) da cor, aparência, aroma, sabor, corpo, aceitação e intenção de compra dos produtos acondicionados em embalagens de vidro e PET.....	91

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE APÊNDICES

1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1. Caju.....	17
2.2. Suco de Caju	19
2.3. Processamento e Conservação de Suco de Caju – <i>Hot fill</i>	20
2.4. Embalagens para Sucos de Frutas	23
2.5. Estabilidade de Suco de Frutas	27
3. MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1. Matéria-prima.....	31
3.2. Preparação das Formulações.....	31
3.3. Caracterização química e físico-química do suco de caju.....	31
3.3.1. Acidez Titulável	31
3.3.2. pH	32
3.3.3. Ácido ascórbico	32
3.3.4. Açúcares Redutores	32
3.3.5. Açúcares Totais	32
3.3.6. Sólidos Solúveis	32
3.3.7. Determinação de Pigmentos Escuros Solúveis.....	33
3.3.8. Carotenóides totais	33
3.3.9. Compostos fenólicos totais.....	33
3.4. Avaliação sensorial	34
3.5. Teste de Esterilidade Comercial.....	36
3.6. Delineamento experimental e análise estatística dos dados	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1. Determinações Químicas e Físico-químicas	38
4.1.1. Sólidos Solúveis	38

4.1.2. pH	40
4.1.3. Acidez Titulável	42
4.1.4. Pigmentos Escuros Solúveis	45
4.1.5. Açúcares Redutores	47
4.1.6. Açúcares Totais	49
4.1.7. Carotenóides Totais	51
4.1.8. Ácido Ascórbico	53
4.1.9. Compostos Fenólicos Totais.....	55
4.2. Avaliação Sensorial	57
4.2.1. Caracterização dos provadores	57
4.2.2. Teste de Aceitação.....	59
4.2.2.1. Cor	60
4.2.2.2. Aparência.....	62
4.2.2.3. Aroma	63
4.2.2.4. Corpo	65
4.2.2.5. Sabor.....	67
4.2.2.6. Impressão Global	69
4.2.2.7. Intenção de compra.....	71
4.3. Teste de Esterilidade Comercial.....	73
5. CONCLUSÕES.....	75
REFERÊNCIAS.....	76
APÊNDICES	89

1. INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa a terceira posição no ranking mundial de produção de frutas, com uma produção de aproximadamente 40 milhões de toneladas anuais e uma área plantada em torno de 2,5 milhões de hectares. A fruticultura é considerada uma das atividades mais dinâmicas da economia brasileira, apresentando uma evolução contínua. Atende o mercado interno e vem ganhando espaço no mercado internacional, com frutas tropicais, subtropicais e de clima temperado, aumentando o volume das exportações, o número de empresas exportadoras, as variedades de frutas exportadas e os países de destino das exportações (TODA FRUTA, 2008).

Observa-se uma grande produção nacional de frutas tropicais, no entanto ainda existem muitas perdas pós-colheitas, devido principalmente à alta perecibilidade destas, juntamente com o manuseio inadequado durante a colheita, o transporte e o armazenamento. O processamento das frutas é a melhor opção para minimizar as grandes perdas que ocorrem em razão das grandes safras, quando as frutas alcançam preços muito baixos no mercado de fruta fresca.

O mundo globalizado e a vida moderna estão promovendo mudanças significativas no estilo de vida e nos hábitos de consumo das pessoas, havendo-se um enfoque contínuo em produtos que sejam saudáveis e ofereçam grande praticidade em seu manuseio (TEIXEIRA, 2008).

Dessa forma, observa-se que o consumo dos sucos de frutas industrializados vem aumentando em todo o mundo, devido a vários aspectos, como, busca pela saúde, preocupação com o consumo de alimentos saudáveis, praticidade oferecida pelos produtos, substituição ao consumo de bebidas carbonatadas, valor nutritivo, já que as frutas são uma excelente fonte de vitaminas e minerais.

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas Não Alcoólicas (ABIR), em 2008 somente o setor de sucos e néctares de frutas prontas para beber faturou US\$ 1,9 bilhão com a venda de 476 milhões de litros. Isso representa aumento de 11% tanto da receita quanto do volume de 2007 para 2008. Neste mesmo período as vendas de suco de frutas expandiram o dobro em relação ao mercado de refrigerantes, no entanto, ainda não alcançam a média de consumo deste último. Exemplo disso são as estimativas apresentadas pela ABIR, que apontam o consumo de 2,5 litros per capita anual de sucos e néctares

industrializados, em 2008 no Brasil, e de 77 litros per capita de refrigerante, em 2007 (PIRILO e SABIO, 2009).

O mercado de bebidas elaborado a partir de frutas apresenta um grande potencial, face às seguintes razões: matéria-prima abundante e barata; crescente domínio dos processos industriais que garantem qualidade sensorial, microbiológica química e físico-química dos produtos; preferência da população por produtos naturais, saudáveis e com alto valor nutritivo.

Os componentes mais abundantes nas frutas são a água e os carboidratos, porém, do ponto de vista nutricional, são considerados as vitaminas e os minerais. Estão presentes também nas frutas proteínas; fibras dietéticas que auxiliam o trânsito do trato gastrointestinal; compostos antioxidantes, que agem diminuindo ou inibindo os radicais livres do corpo, que podem causar várias enfermidades, como vários tipos de câncer, por exemplo. Além de esta atividade antioxidante poder estar relacionada também com o retardo do envelhecimento, em reduções na ocorrência de doenças degenerativas e cardiovasculares. Assim, pode-se dizer que vários são os compostos presentes nas frutas e sucos e, cada um deles, à sua maneira e com a quantidade estabelecida, é essencial para a manutenção do organismo humano, auxiliando de forma direta no bem-estar do corpo e da mente.

Costa *et al.* (2000) ressaltam que o segmento de sucos é considerado da maior importância na industrialização do pedúnculo de caju, com grande potencial no mercado nacional e internacional.

Existem vários métodos de obtenção de polpa e sucos de frutas, principalmente com base nos princípios de conservação. Em geral, as etapas do processo produtivo são praticamente as mesmas até a etapa de lavagem e seleção final, diferenciando-se a partir da extração do suco ou polpa, formulação, do enchimento ou tratamento térmico.

Os sucos, quando produzidos em grande escala, geralmente são conservados por meio da pasteurização, sendo acondicionados em diversos tipos de embalagens. Entretanto, o tipo de processamento e a embalagem utilizada podem ocasionar mudanças sensoriais no produto, como aparência, aroma e sabor desagradáveis, além também de poder causar migrações de substâncias tóxicas ao suco, dependendo da embalagem utilizada.

A penetração de componentes aromáticos no material componente da garrafa de PET pode afetar seu potencial de reutilização, bem como de reciclagem. As interações entre os componentes das embalagens e o alimento podem variar bastante, sendo na maioria

insignificante, mas algumas vezes podem reduzir notavelmente a vida de prateleira, além de causar perigo para saúde (MAIA, SOUSA e LIMA, 2007).

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, OTTO e BÖHM, 2003; LIMA *et al.*, 2003; YAMASHITA *et al.*, 2003).

Estudos 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 conservação na sua composição química (HOWARD *et al.*, 1999; TUDELA, ESPÍN e GIL, 2002; ZHANG e HAMAUZU; 2004).

Com isso, faz-se necessário investimento em pesquisas relacionadas a tecnologias de industrialização e conservação de sucos, a fim de aumentar a vida de prateleira dos mesmos, sem nenhum prejuízo ao consumidor, com garantia de qualidade em face à manutenção dos nutrientes contidos no produto, sabor e aroma característicos, além da certeza de que os materiais utilizados na sua embalagem não oferecerão riscos de interação com o alimento.

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou estudar a estabilidade química, físico-química, microbiológica e sensorial do suco tropical adoçado de caju, obtido pelo processo *hot fill*, acondicionados em embalagem de vidro e de polietileno de tereftalato (PET), durante 120 dias de armazenamento a temperatura ambiente, assim como caracterizar o suco de caju em relação as suas propriedades químicas e físico-químicas; quantificar os componentes antioxidantes (vitamina C, carotenóides totais e compostos fenólicos totais); avaliar as condições microbiológicas do suco tropical adoçado de caju e estudar a aceitabilidade sensorial do produto acondicionado em garrafas de vidro e de PET durante sua armazenagem.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Caju

O caju (*Anacardium occidentale L.*) é uma fruta típica da América do Sul e muito comum no litoral nordestino do Brasil. A parte carnosa, conhecida como pedúnculo, é considerada como uma boa fonte de renda, além de apresentar várias opções tecnológicas de industrialização, principalmente quando aproveitada na elaboração de sucos, doces, refrigerantes, fermentados, polpas e outros produtos alimentícios e no consumo *in natura*, sendo bastante consumidos nos mercados interno e externo (AGUIAR *et al.*, 2000; ASSUNÇÃO e MERCADANTE, 2000; PETINARI e TARSITANO, 2002).

O cajueiro (*Anacardium occidentale, L.*) pertence à família *Anacardiaceae* e é considerada uma das culturas de maior importância econômica do Nordeste, sendo cultivado principalmente nos estados do Ceará (68%), Rio Grande do Norte (11%) e Piauí (8%) (MAIA, MONTEIRO, GUIMARÃES, 2001; SANTOS *et al.*, 2007; IBRAF, 2008).

O cajueiro ocupa uma posição de destaque entre as árvores frutíferas tropicais em virtude da crescente comercialização dos seus produtos principais: a castanha, o líquido da casca da castanha de caju (LCC) e o pedúnculo (SANTOS *et al.* 2007).

O verdadeiro fruto do cajueiro é a castanha de caju que apresenta grande valor comercial tanto no Brasil como no exterior, desta forma, o pseudofruto ou pedúnculo acaba por ser subutilizado (AGUIAR *et al.*, 2000; ASSUNÇÃO & MERCADANTE, 2000).

Segundo GARRUTI (2001) o caju apresenta especial interesse nutricional e econômico pela qualidade de sua castanha (o verdadeiro fruto) e pela riqueza em vitamina C de seu pedúnculo avolumado, o qual corresponde à polpa comestível (pseudofruto).

O mercado internacional para os produtos do cajueiro está estruturado ao redor dos derivados da castanha de caju, que é amêndoa de castanha de caju (ACC) e os derivados do pedúnculo, do qual se faz suco e diversos tipos de doces e bebidas. Não há mercados abertos para os derivados do pedúnculo embora existam registros de exportações brasileiras de suco de caju. O beneficiamento final da ACC, que é a torra, salga e embalagem, é realizada nos países de destino, sendo que o mercado internacional do produto pronto é residual. O Brasil, exporta amêndoa pronta para consumo para os países do Mercosul em pequenas quantidades. Os países produtores são também consumidores, mas os mercados mais

dinâmicos e rentáveis estão nos países de mais alta renda per capita (CRUZ, SILVA e MORAES FILHO, 2007).

O caju é um pseudofruto rico em vitamina C (AKINWALE, 2000; ASSUNÇÃO e MERCANDANTE, 2003). O valor nutritivo do pedúnculo de caju se revela sob a forma de vitaminas e sais minerais (SOUZA *et al.*, 2002). O pedúnculo contém de 3 a 5 vezes mais vitamina C que a laranja, além de cálcio, fósforo e outros nutrientes (PAIVA, GARRUTI e SILVA NETO, 2000). Para a vitamina C, o pedúnculo de caju maduro chega a variar entre 156 mg a 455 mg/100mL de suco (FIGUEIREDO, 2000), valores considerados altos quando comparados à dose recomendada para ingestão diária (IDR), que é de 45 mg (BRASIL, 2005a).

A quantidade de vitamina C em produtos naturais é influenciada por vários fatores, tais como: tipo de solo, forma de cultivo, condições climáticas, procedimentos agrícolas de pré-colheita e armazenamento. Perdas do teor de vitamina C, alterações sensoriais e reações de escurecimento devido à degradação da vitamina C têm sido freqüentemente detectadas em frutos durante o processamento e armazenamento (AGUIAR, 2001).

O pedúnculo de caju é de interesse nutricional e recomendado como alimento por apresentar um elevado teor de vitamina C, ocupando um lugar de destaque entre as frutas tropicais do Nordeste (FIGUEIREDO, 2000).

A riqueza desta fruteira, cujo nicho ecológico consiste na faixa litorânea, nos tabuleiros costeiros e em micro climas específicos da região Nordeste brasileira, manifesta-se na diversidade de uso dos seus atributos. O caju, pseudofruto suculento e fibroso dessa árvore, é consumido "in natura", na forma de sucos, refrigerantes, bebidas alcoólicas ou não alcoólicas e doces. A castanha, um aquênio, verdadeiro fruto da espécie, é dotada de amêndoa oleaginosa, largamente consumida nos mercados interno e externo, após processamento industrial (CRUZ, SILVA e MORAES FILHO, 2007).

Além do sabor e aroma agradáveis, o caju contém em sua composição quantidades apreciáveis de carotenóides, antocianinas e taninos, que proporcionam um apelo funcional significativo (PEREIRA, CRUZ e SATO, 2000; MATTIETTO, HAMAGUCHI e MENESES, 2003).

A demanda por pedúnculo de caju *in natura* deverá ser incrementada nos próximos anos, tendo em vista sua associação com crescentes vantagens da ingestão de frutas: baixo nível de caloria e alta concentração de vitaminas, fibras e sais minerais, propiciando a chamada dieta perfeita em termos de nutrientes (PIMENTEL, FILGUEIRAS e ALVES, 2002).

Vale ressaltar, contudo, que a utilização do pedúnculo torna-se também uma fonte de renda, principalmente quando aproveitado industrialmente para a produção de sucos, doces, cajuína, bebidas alcoólicas, sorvetes e outros produtos alimentícios, além de usos medicinais. A Tabela 1 apresenta as características químicas e físico-químicas do pedúnculo de caju de diferentes clones de cajueiro anão.

Tabela 1 - Valores médios das características químicas e físico-químicas do pedúnculo de caju de diferentes clones de caju (*Anacardium occidentale* L.)

Determinações	Valores médios		
	CP - 76	CP - 1001	CP - 06
Açúcares redutores (%)	8,30	8,08	8,24
Ácido Ascórbico (mg/100 mL)	158,26	157,64	153,20
Acidez titulável (em % ácido cítrico)	0,49	0,47	0,47
Sólidos solúveis (°Brix)	10,76	10,04	9,74
Tanino (%)	0,27	0,31	0,30
Ph	4,25	4,21	4,34
Umidade (%)	85,98	86,23	87,20
Fibra (%)	0,06	0,14	0,20
Cálcio (mg/100 g)	16,75	13,65	16,00
Ferro (mg Fe / 100 g)	0,31	0,28	0,34
Fósforo (P ₂ O ₅) (mg/100 g)	30,55	25,85	26,80
Proteína (%)	0,92	0,75	0,64

Fonte: MAIA *et al* (2004).

2.2. Suco de Caju

O suco de caju é extraído do pseudofruto do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) que é originário das regiões Norte e Nordeste do Brasil, sendo a cajucultura uma atividade de grande relevância sócio-econômica para estas regiões do país (SKLIUTAS *et al.*, 2000).

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, 2006).

A produção de suco de caju, principalmente para o Nordeste, representa além da geração de emprego e renda, uma das formas bastante apreciadas de utilização do pedúnculo,

contribuindo inclusive no aspecto nutricional da dieta do nordestino, considerada pobre e desequilibrada (AGUIAR, 2001).

De acordo com Cianci *et al.* (2005), o mercado interno consome em torno de 40 mil toneladas de suco de caju, o que ainda é muito pouco em relação à produção e a ampliação do mercado exportador, que depende de fatores como a melhoria tecnológica dos processos industriais, além de uma política mercadológica adequada.

Segundo Brasil (2003), o suco tropical de caju é definido como sendo a bebida não fermentada, obtida pela dissolução, em água potável, da polpa do caju (*Anacardium occidentale*, L.), por meio de processo tecnológico adequado, devendo obedecer à composição descrita na Tabela 2.

Tabela 2 - Padrões de identidade e qualidade do suco tropical adoçado de caju.

Parâmetros	Mínimo	Máximo
Polpa de caju (g/100g)	25,00	-
Sólidos solúveis em °Brix, a 20 °C	11,00	-
Acidez titulável expressa em ácido cítrico (g/100 g)	0,12	-
Vitamina C (mg/100 mg)	20	-
Açúcares totais (g/100 g)	8,00	-

FONTE: BRASIL (2003).

2.3. Processamento e Conservação de Suco de Caju – *Hot fill*

Tratamento térmico significa a aplicação de calor ao produto durante um período de tempo e a uma determinada temperatura para alcançar uma esterilidade comercial. A escolha da temperatura e do tempo a serem utilizados dependerá da carga microbiana inicial, do efeito que o calor exerça sobre o produto e dos outros métodos de conservação que poderão ser empregados conjuntamente.

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, DURIGAN e OLIVEIRA, 2002).

A elaboração de sucos pelo processo enchimento a quente (*hot fill*) segue as etapas de seleção e lavagem dos frutos, extração do suco, formulação, homogeneização, desaeração, pasteurização em trocador de calor, enchimento a quente da embalagem (aproximadamente 85°C), fechamento e resfriamento (MAIA, OLIVEIRA e GUIMARÃES. 1998; MAIA, SOUSA e LIMA, 2007).

Segundo Costa *et al.* (2003), o tratamento térmico de sucos pelo processo *hot fill* é efetuado em trocador de calor em tubos a 90°C por 60 segundos, seguindo-se do enchimento a quente (85°C) em garrafas e fechamento imediato em cápsulas plásticas (*roll on*). Após o fechamento, as garrafas são resfriadas e acondicionadas em caixas de papelão.

O tratamento térmico é realizado com a finalidade de completar a estabilização do suco, do ponto de vista microbiológico e enzimático, geralmente à temperatura de 90 °C por 60 segundos (PAIVA, GARRUTI e SILVA NETO, 2000). Esse binômio tempo/temperatura de 90°C/ 60 segundos em suco de frutas foi também realizado por Silva *et al.*, 2008; Silva, 2007 e Freitas *et al.*, 2006a.

O processamento possibilita uma maior vida útil ao suco de frutas, porém pode provocar alterações no delicado aroma e sabor natural do suco fresco. A etapa de tratamento térmico foi considerada a operação que causa maiores alterações no sabor de suco de frutas, as quais são intensificadas durante o armazenamento (Sandi *et al.*, 2003).

Os efeitos negativos dos tratamentos térmicos incluem escurecimento não-enzimático, perda de nutrientes e formação de produtos indesejáveis, como o 5-hidroxiacetilfurfural. Com o escurecimento não-enzimático outros fenômenos podem ocorrer, como a redução da quantidade de açúcares devido à caramelização, além da perda de aminoácidos pela reação de Maillard, decomposição do ácido ascórbico e de outros pigmentos que constituem o suco (DAMASCENO *et al.*, 2008).

Com relação ao setor industrial, o processamento de sucos de frutas está em franca expansão, ocupando papel de relevância no agronegócio mundial, com destaque para os países em desenvolvimento, que são responsáveis pela metade das exportações mundiais. Esse crescimento gradativo em relação aos sucos de frutas vem se caracterizando por uma série de fatores, dentre os quais a preocupação dos consumidores com a saúde, o que redundou em aumento do consumo de produtos naturais com pouco ou nenhum aditivo químico (ANDRIGUETO, *et al.*, 2007).

O fluxograma para obtenção do suco tropical de caju envasado pelo processo *hot fill* está descrito na Figura 1.



Figura 1 - Fluxograma das operações seguidas para obtenção do suco tropical de caju envasado pelo processo *hot fill*.

2.4. Embalagens para Sucos de Frutas

O tipo de embalagem utilizada para acondicionamento do suco pode ser de diferentes materiais, devendo esta ser escolhida de acordo com suas características, que devem contribuir para uma maior vida de prateleira e qualidade do produto.

A conservação dos alimentos é uma das grandes preocupações da humanidade. Desde o momento em que são colhidos, durante seu processamento ou estocagem 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 (ARRUDA, 2003).

É importante ressaltar que, apesar de o caju apresentar altos índices de vitaminas e outros nutrientes importantes para a saúde, estes poderão sofrer significativa redução por influência das operações a que será submetido e do tipo de material utilizado na embalagem para sua conservação.

Embora haja um elevado consumo de sucos prontos, que em 2004 chegou a 300 milhões de litros anuais (SOUZA, 2004), observa-se que não existem dados na literatura quantitativos que mostrem os efeitos das operações de processamento e preservação sobre os seus constituintes, tornando-se importante o conhecimento de tais informações a fim de que seja preservada a qualidade final desses produtos.

Para produzir uma bebida de boa qualidade, é preciso que a matéria-prima utilizada também seja de boa qualidade. Não importa quão bom seja o processo, se ele iniciar com uma fruta de má qualidade, o suco produzido também será de baixa qualidade. A qualidade das frutas depende principalmente do seu estágio de maturação, que inclui concentração de açúcar (°Brix), acidez, teor de amido, cor, sabor e firmeza (PIRILO e SABIO, 2009).

Diante dessa perspectiva, há uma busca por melhores processos de conservação, assim como pela melhor embalagem para os subprodutos oriundos dos frutos, a fim de minimizar as perdas pós-colheita destes, além de aumentar a economia do país, gerar mais empregos e agregar valor ao produto e, assim, aumentar o lucro sobre o mesmo.

As embalagens apresentam uma ampla variedade de formas, modelos e materiais, e fazem parte de nossa vida diária de diversas maneiras, proporcionando benefícios que justificam a sua existência (MAIA, SOUSA e LIMA, 2007).

Fundamentalmente, sabe-se que a principal finalidade da embalagem é proteger os alimentos contra qualquer tipo de deterioração, seja de natureza química, física ou biológica, desde o seu acondicionamento até o consumo final, assegurando a manutenção de suas próprias características, por um período de tempo realmente longo, após seu processamento (SMITH, ZAGORY e RAMASWAMY, 2005).

No entanto, várias outras atribuições cabem às embalagens, como por exemplo, melhorar a apresentação do produto, a fim de que o mesmo se anuncie e se venda sozinho, através das características expostas na embalagem; facilitar o transporte e o acesso ao produto; trazer informações e instruções ao consumidor; além de aumentar o valor agregado do produto.

Apesar dos benefícios trazidos pelas embalagens, o setor vem apresentando alguns problemas relacionados ao tipo de material e alimento armazenado, podendo haver interações entre os dois. Essa interação pode introduzir o risco de toxidez e/ou formação de *off flavors* (odores, sabores estranhos) (SARANTÓPOULOS, OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2001).

O estudo da embalagem abrange a análise crítica de todas as suas características, com a finalidade de promover a sua completa adequação e servir aos interesses mercadológicos. Para o estudo da embalagem, é necessário conhecer tudo o que a ela se refere, desde a matéria-prima empregada, até os atributos que lhes serão conferidos, e que decidirão, muitas vezes, a venda do produto (MAIA e ALBUQUERQUE, 2001).

O tipo de embalagem no qual o produto é acondicionado também pode influenciar na sua vida útil. Assim, as embalagens devem evitar alterações das características sensoriais, físico-químicas e microbiológicas do produto, além de satisfazer as necessidades de *marketing*, custo, disponibilidade entre outras. Em casos onde é feito o acondicionamento a quente do produto, para diminuição de oxigênio no espaço livre e da carga microbiana da embalagem, exige-se do material de embalagem uma estabilidade térmica e dimensional nas temperaturas de enchimento. Além desses requisitos, a boa hermeticidade do sistema de fechamento assegura a manutenção das características do material de embalagem e evita a recontaminação microbiológica do produto (ENGARRAFADOR MODERNO, 2005).

É fato notório que a embalagem não melhora a qualidade do produto, no entanto quanto maior for sua vida de prateleira associada a segurança da embalagem, melhor será a aceitação pelo consumidor. E isso é alcançado quando se especifica corretamente a embalagem e fabricam-se alimentos dentro dos padrões legais de qualidade (SILVA, 2007).

No Brasil, os sucos integrais de frutas são uma tradição, sendo envasados em garrafas de vidro, em embalagens cartonadas ou, mais recentemente, em embalagens de polietileno tereftalato (PET), produzidos, na grande maioria, pelo sistema *hot fill* (enchimento a quente) e, em menor quantidade, pelo sistema asséptico (PINHEIRO *et al.*, 2006).

Sucos concentrados de frutas nacionais, embalados em garrafas de vidro ou de plástico, são populares em famílias brasileiras e seu armazenamento é conveniente por não requerer refrigeração antes da sua utilização. Este tipo de embalagem possibilita seu transporte e comercialização em todo o território nacional, sendo produtos consumidos por crianças e adultos (SOARES, SHISHIDO e MORAES, 2004).

Um material bastante utilizado no armazenamento de sucos é o vidro. Este material é um dos mais antigos usados para a fabricação de embalagens, sendo largamente empregado na manufatura de garrafas para o envase de sucos de frutas, preservando-lhes o sabor e protegendo-os contra a transmissão de gases. Estas embalagens podem ser lavadas e reutilizadas, não sofrem perda de qualidade ou pureza e são 100% recicláveis (ABRE, 2009).

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 a 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).

O vidro, além de certa proteção mecânica que confere ao seu conteúdo, possui inércia química e física (não se deteriora), o que o torna um material adequado para acondicionar bebidas, como por exemplo, suco de frutas. A embalagem de vidro será sempre importante no contexto de proteção porque é barreira a gases, vapor d'água, aromas e vapores orgânicos e permite maior vida de prateleira dos produtos acondicionados (MAIA, SOUSA e LIMA, 2007).

É necessário pesquisas a fim de avaliar os riscos e benefícios desse tipo de embalagem, pois poucos trabalhos foram realizados com esse intuito, além de ser de extrema importância uma comparação com outros materiais, como o plástico, material que vem crescendo fortemente no mercado, concorrendo diretamente com o vidro no mercado de bebidas, já que é mais leve, tem menor índice de quebra, facilidade de manipulação, preço mais acessível, dentre outras vantagens.

De acordo com Zaparolli (2006), o mercado de embalagens plásticas para os segmentos de alimentos e bebidas vive uma frenética evolução. Novas tecnologias conferem ao plástico melhores condições de competitividade diante de materiais como latas, vidros e papel. Inovações tecnológicas sinalizam um *upgrade* nas embalagens plásticas atuais, gerando melhores condições de acondicionamento e aumentando a vida útil dos alimentos.

Apesar da crescente evolução dos materiais plásticos, segundo Maia, Sousa e Lima (2007), esses, quando utilizados como embalagens de alimentos, não são completamente inertes. Como consequência, pode haver transferências de substâncias da embalagem para o alimento (migração) ou do alimento para a embalagem (absorção).

Uma característica dos plásticos, em razão de sua baixa densidade e estrutura molecular frouxa, é a habilidade dos gases, e mesmo líquidos, atravessá-la. Este fenômeno depende até certo ponto da diferença de pressão externa e interna, mas, mesmo uma garrafa de bebida carbonatada com pressão interna significativa, estará permeável ao oxigênio da atmosfera circundante. É também o caso de que o gás carbônico tenderá a passar da garrafa para o exterior ao mesmo tempo em que as moléculas de oxigênio estão passando ao interior do produto. Os efeitos deste fenômeno são danosos à bebida carbonatada que perde pressão e o oxigênio passando para o interior da garrafa reage com a bebida adversamente afetando seu sabor e palatabilidade (MAIA, SOUSA e LIMA, 2007).

Desenvolvido em 1941 pelos químicos ingleses Whinfield e Dickson, o polietileno tereftalato (PET) é um polímero termoplástico, iniciando sua produção em larga escala somente nos anos 50, em laboratórios dos EUA e Europa, sendo quase totalmente destinados às aplicações têxteis. Em 1962, surgiu o primeiro poliéster pneumático e no início dos anos 70 o PET começou a ser utilizado pelas indústrias de embalagens, chegando ao Brasil em 1988, onde seguiu uma trajetória semelhante ao resto do mundo, sendo utilizado primeiramente na indústria têxtil. A partir de 1993 o PET passou a ter forte expressão no mercado de embalagens, notadamente para os refrigerantes, estando presente nos mais diversos produtos. Devido às suas características e ao peso muito menor que das embalagens tradicionais, o PET mostrou ser o recipiente ideal para a indústria de bebidas em todo o mundo, reduzindo custos de transporte e produção (PRADO FILHO, 2002; CURTE, 2002).

O PET é um polímero cristalino que apresenta elevada resistência mecânica, térmica e química (NEGRÃO e CAMARGO, 2008), sendo uma resina muito popular como material de embalagem, especialmente no segmento de embalagens rígidas, como as garrafas. Isso se deve sem dúvida às suas excelentes propriedades, a exemplo da elevada resistência

mecânica, aparência nobre, brilho e transparência, entre outras (SARANTÓPOULOS *et al.*, 2002).

Há alguns anos as indústrias de bebidas passaram a utilizar o PET, pois o mesmo faz muito sucesso no mercado por se adaptar melhor aos planos logísticos das empresas em relação ao vidro, além de eliminar todo o processo de tratamento e limpeza das garrafas, ainda diminuiu o espaço necessário para seu armazenamento (PEREIRA *et al.*, 2006).

Segundo Matta, Cabral e Silva (2004), a conservação das características originais dos alimentos, pelo maior tempo possível, após a sua transformação, é um dos grandes objetivos da indústria de alimentos. Assim, as condições do ambiente de armazenamento, tais como temperatura, umidade, luminosidade, bem como o tipo e o material da embalagem utilizada, são aspectos que devem ser avaliados e controlados, visando à manutenção da qualidade dos produtos durante a sua vida de prateleira.

2.5. Estabilidade de Suco de Frutas

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, OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2001).

Dessa forma, pode-se dizer que a estabilidade de sucos de frutas pode ser afetada por vários fatores, tais como: qualidade da matéria-prima, tratamento térmico durante o processamento, temperatura de armazenamento e reações químicas e enzimáticas durante o armazenamento, além de alterações microbiológicas (SILVA *et al.*, 2006).

Uma vez controlados os aspectos microbiológicos e enzimáticos, a estabilidade dos sucos de frutas está relacionada com a ocorrência de reações químicas complexas que comprometem sua qualidade sensorial e que também acarretam perdas nutricionais (ALVES e GARGIA, 1993), como por exemplo, a perda de vitamina C.

A maior parte das reações de perda de nutrientes ocorre durante o armazenamento, ou mesmo antes dele, ao passo que no armazenamento, essas alterações ficam limitadas a componentes mais vulneráveis, como é o caso de determinadas vitaminas. A vitamina C é

provavelmente a mais sensível de todas, sendo destruída pelo calor e por oxidação. Portanto, durante o armazenamento a embalagem deve preservar o teor de vitamina C remanescente do processamento, criando e mantendo, ao redor do produto, um microambiente com teores baixos de oxigênio, a fim de minimizar a oxidação (SARANTÓPOULOS *et al.*, 2002).

Segundo Lira e Aldrigue (2000), vários são os fatores que podem interferir nos teores de ácido ascórbico (vitamina C) de um produto, como a exposição à luz, o armazenamento e as condições de conservação do mesmo.

Em vista do oxigênio residual presente na maioria das embalagens de alimentos, a degradação da vitamina C em sucos de frutas pode ocorrer em condições aeróbicas ou anaeróbicas, ambas levando à formação de pigmentos escuros (RIGHETTO, 2003; PERERA e BALDWIN, 2001). Na maioria dos casos, a taxa de degradação anaeróbica será duas vezes menor que aquelas para degradação oxidativa (RIGHETTO, 2003). Esta vitamina também é rapidamente destruída pela ação da luz e sua estabilidade aumenta com o abaixamento da temperatura (MAIA *et al.*, 2007).

No entanto, o ácido ascórbico de sucos de frutas é prontamente oxidado e perdido dependendo das condições de estocagem dos sucos. Portanto, a qualidade de suco de frutas e de seu valor nutritivo depende do conteúdo de ácido ascórbico e da taxa de perda desse componente durante a estocagem (KABASAKALIS, SIOPIDOU E MOSHATOU, 2000; OZKAN, KIRCA e CEMEROGLU, 2004).

Os carotenóides são altamente suscetíveis à degradação por meio de agentes externos, como o calor, acidez e exposição à luz, podendo promover, juntamente com a sua perda, mudanças de cor devido ao rearranjo ou formação de novos compostos (MERCADANTE, 2008; ZANATTA, 2004; GERMANO, 2002). Devido ao alto teor de insaturação, os carotenóides são muito susceptíveis à isomerização e à oxidação, que resultam em perda de cor (ZANATTA, 2004).

A quantificação dos compostos fenólicos totais em sucos de frutas 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, ALVES e MOURA, 2000).

A interação de antocianinas com ácido ascórbico causa a degradação de ambos os compostos, com descoloração dos pigmentos, o que também acontece em presença de aminoácidos, fenóis e derivados de açúcares. As antocianinas são também facilmente descoloridas por reações enzimáticas, uma vez que são hidrolisadas ou oxidadas por

antocianases e catecolases, respectivamente, com a formação de produtos sem cor (BOBBIO e BOBBIO, 2003).

De modo geral, pode-se dizer que o pH é uma variável importante em qualquer processo biológico, havendo valores ótimos para o desenvolvimento de microrganismos, sendo que o pH ácido favorece o armazenamento à temperatura ambiente (ALCÂNTARA, ALMEIDA e SILVA, 2007).

Devido a suas propriedades físico-químicas, como baixo pH, altos conteúdos de açúcares e presença de conservantes químicos adicionados, as frutas e seus produtos, como os sucos de frutas, permitem apenas o desenvolvimento de microrganismos deteriorantes, como bolores e leveduras e bactérias ácido-tolerantes como bactérias lácticas e, menos frequentemente bactérias acéticas e espécies de *Zymomonas*. Ocasionalmente, bactérias patogênicas podem sobreviver nos sucos de frutas por certo período de tempo, que pode ser de algumas horas ou poucos dias, porém não ocorre desenvolvimento e após certo tempo, a população diminui significativamente (JAY e ANDERSON, 2001; HOCKING e JENSEN, 2001).

Em alimentos de alta acidez como nos sucos, os principais microrganismos deterioradores são as leveduras, os bolores e os lactobacilos. Destes, os principais são as leveduras que, mesmo com baixa disponibilidade de oxigênio do meio, crescem com formação de grande quantidade de gases. Por outro lado, os bolores só desenvolvem quando o residual de oxigênio for maior, ou quando a embalagem apresenta falha de integridade (ENGARRAFADOR MODERNO, 2006).

As leveduras são a causa mais comum na deterioração dos sucos de frutas devido à sua elevada tolerância aos ácidos e à particularidade de muitas delas se desenvolverem em anaerobiose (JAY e ANDERSON, 2001).

A conservação das características originais dos alimentos, pelo maior tempo possível, após a sua transformação, é um dos grandes objetivos da indústria de alimentos. Assim, as condições do ambiente de armazenamento, tais como o tipo e o material da embalagem utilizada, são aspectos que devem ser avaliados e controlados, visando à manutenção da qualidade dos produtos durante a sua vida de prateleira (SILVA *et al.*, 2005).

O sabor e o aroma são aspectos essenciais na aceitabilidade dos alimentos, mas são difíceis de serem controlados. Os ingredientes de um produto, seu processo de fabricação, o material de embalagem, a presença de produtos dentro da embalagem e as condições de

estocagem podem causar modificações no sabor e reduzir a intensidade do aroma ou permitir o aparecimento de componentes de sabor estranho (SARANTÓPOULOS *et al.*, 2002).

A embalagem contribui para a qualidade final do suco, uma vez que tem a função de conter o produto de forma a protegê-lo das contaminações externas, quer sejam físicas, químicas ou biológicas, minimizando interações prejudiciais e prolongando a vida de prateleira desses sucos (FREITAS *et al.*, 2006a).

Assim, a embalagem de vidro é considerada um material inerte, não acarretando problemas relacionados à migração de compostos, além de ser impermeável a gases e vapores, desde que asseguradas sua integridade e hermeticidade de fechamento. Por outro lado, permitem a passagem de luz, especialmente se não receberem a adição de pigmentos (AZEREDO, FARIA e BRITO, 2004).

No entanto, a embalagem PET não é inerte permitindo que ocorra o transporte de compostos como vapores de água, gases, compostos voláteis, monômeros entre o produto, a embalagem e o ambiente. A qualidade e a vida de prateleira dos sucos envasados em PET depende fortemente das propriedades químicas e físicas do PET e das interações entre a embalagem durante o período de armazenamento (VAN, 2002).

Por fim, a qualidade de um produto alimentício é um fator importante, já que, devido a sua ampla natureza, são susceptíveis a perda de nutrientes, além de mudanças de cor, sabor e aroma, dentre outros (MAIA, MONTEIRO e GUIMARÃES, 2001).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Matéria-prima

Para a preparação do suco tropical adoçado de caju utilizou-se como matéria-prima suco de caju com alto teor de polpa fornecido por uma indústria localizada próxima à cidade de Fortaleza.

3.2. Preparação das Formulações

Foram formulados sucos tropicais adoçados de caju, de acordo com a Instrução Normativa N° 12 (Brasil, 2003), padronizando-se teor de polpa de 25% e sólidos solúveis de 11°Brix. Depois de homogeneizado, o suco foi submetido a tratamento térmico de 90°C por 60 segundos, seguido de enchimento a quente em garrafas de vidro e de polietileno tereftalato (PET) e fechamento imediato. Após o fechamento, as garrafas de vidro e de PET foram resfriadas a temperatura de 28°C em água corrente e armazenadas a temperatura ambiente ($28\pm 2^\circ\text{C}$), em ausência de luz.

As amostras foram avaliadas quanto às características físico-químicas, químicas, sensoriais e microbiológicas, em intervalos de 30 dias, durante os 120 dias de armazenamento.

Foram utilizados os laboratórios de Frutos e Hortaliças, de Análise Sensorial e de Microbiologia para a realização das análises.

3.3. Caracterização química e físico-química do suco de caju

3.3.1. Acidez Titulável

A análise foi realizada titulando-se a amostra com solução de NaOH 0,1 N, usando solução de fenolftaleína como indicador, conforme Brasil (2005b). Os resultados foram expressos em grama (g) de ácido cítrico / 100 mL de amostra.

3.3.2. pH

O pH foi determinado através de leitura direta, em potenciômetro de marca WTW, modelo 330i/SET, calibrado a cada utilização com soluções tampão de pH 4,0 e pH 7,0 conforme a AOAC (1992).

3.3.3. Ácido ascórbico

O teor de ácido ascórbico foi determinado segundo Brasil (2005b), que se baseia na redução do indicador 2,6-diclorobenzenoindofenol (DCFI) pelo ácido ascórbico. Os resultados foram expressos em miligramas de ácido ascórbico / 100 mL de amostra.

3.3.4. 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 grama (g) de glicose / 100 mL de amostra.

3.3.5. Açúcares Totais

Na determinação dos açúcares totais foi realizada uma inversão ácida com ácido clorídrico P.A., sendo em seguida determinados os açúcares totais, segundo Miller (1959). Os resultados obtidos foram expressos em grama (g) de glicose / 100 mL de amostra.

3.3.6. Sólidos Solúveis

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

3.3.7. Determinação de Pigmentos Escuros Solúveis

A determinação de pigmentos escuros solúveis foi determinada conforme a metodologia descrita por Rattanathanalerk, Chiewchan e Srichumpoung (2005), na qual 10mL da amostra foi centrifugada a 3000 rpm por 10 minutos, obtendo-se 5mL de sobrenadante. Em seguida, foi centrifugado novamente os 5 mL do sobrenadante obtido juntamente com 5 mL de álcool etílico. Prosseguindo, a mistura obtida foi filtrada e enviada para leitura. Para o branco, foi utilizado álcool etílico. A leitura foi realizada em espectrofotômetro UV-vis Micronal modelo B582 a 420nm.

3.3.8. Carotenóides totais

Os carotenóides totais foram extraídos e quantificados de acordo com NAGATA e YAMASHITA (1992), com modificações. Um volume de 1 mL de amostra e 10 mL de solução extratora acetona:hexano (4:6) em tubo de ensaio e homogeneizando por 2 min. As leituras espectrofotométricas foram realizadas nos comprimentos de onda de 453nm, 505nm, 645nm, 663nm. O resultado foi expresso em µg de beta-caroteno por 100mL pela equação: $Concentração = 0,216.A_{663} - 1,22 A_{645} - 0,304 A_{505} + 0,452 A_{453}$.

3.3.9. Compostos fenólicos totais

A análise de compostos fenólicos totais foi determinada de acordo com a metodologia descrita por Reynertson et al. (2008) com pequenas modificações, utilizando o Folin-Ciocalteu. Mediram-se 2 mL da amostra previamente homogeneizada e dilui-se em 20 mL de etanol a 50%, deixando em repouso por 1 hora. Em seguida, centrifugou-se a 3000 rpm por 10 minutos. O sobrenadante obtido foi filtrado em balão volumétrico de 50 mL e ao resíduo foi adicionado 20 mL de acetona a 70%, novamente deixado em repouso por 1 hora e centrifugado. O sobrenadante obtido foi adicionado ao balão volumétrico e posteriormente aferido com água destilada, obtendo-se assim os extratos de fenólicos.

Para realizar a quantificação dos compostos fenólicos totais, utilizaram-se 100 µL do extrato, ao qual adicionou-se 1 mL de folin-ciocalteu 0,2N, homogeneizou-se em agitador de tubos Vortex e deixou-se em repouso por 5 min. Em seguida, adicionou-se 1mL de

carbonato de sódio a 10%. Decorrida 1 hora, a temperatura ambiente, a absorvância foi lida a 765 nm em espectrofômetro UV-vis (Micronal, Modelo B582).

As amostras foram analisadas em duplicata e quantificadas através da construção de curva padrão de ácido gálico (0,01 a 0,2 mg de ácido gálico. mL⁻¹). Os resultados foram expressos em mg ác. gálico . mL⁻¹ da bebida.

3.4. Avaliação sensorial

O suco tropical adoçado de caju obtido por processo *hot fill* envasado em diversas embalagens foi avaliado sensorialmente por um grupo de 56 provadores não-treinados, quanto aos atributos sensoriais sabor, cor, aparência, corpo, aroma e aceitação global, utilizando-se de testes de escala hedônica estruturada de nove pontos, onde 9 significava a nota de valor máximo “gostei extremamente” e 1 a nota de valor mínimo “desgostei extremamente” de acordo com metodologia descrita por Meilgaard, Civille e Carr (1991). Na mesma ficha foi incluída uma escala de intenção de compra, estruturada de cinco pontos, em que 5 representava "certamente compraria" e 1 "certamente não compraria" (MEILGAARD, CIVILLE e CARR, 1991) (Figura 2). Os testes foram realizados em cabines individuais iluminadas com lâmpadas fluorescentes, servidos monadicamente, sob condições controladas. Foi preparada uma amostra única de cada tratamento a partir da mistura de partes iguais das três repetições. Todos os provadores avaliaram amostras de todos os tratamentos em uma sessão. Cada indivíduo recebeu uma taça de vidro codificada com números aleatórios de três dígitos, contendo cerca de 30 mL da amostra à temperatura usual de consumo. A ordem da apresentação das amostras foi completamente balanceada (MACFIE *et al.*, 1989). As amostras foram apresentadas aos provadores à temperatura de 10°C ($\pm 2^\circ\text{C}$). Os provadores foram posicionados em cabines individuais, onde foram orientados a observarem as características globais do produto e o preenchimento das fichas de respostas.

NOME: _____ PRODUTO: Suco Tropical Adoçado de caju
 DATA: _____ SEXO: _____ IDADE: () <18 () 18-25 () 25-35 () 36-50 () > 50
 e-mail: _____

Amostra: _____

1. Você está recebendo uma amostra de suco tropical adoçado de caju. Por favor, **OBSERVE** e **CHEIRE** a amostra e indique o quanto você gostou ou desgostou da **COR**, da **APARÊNCIA** e do **AROMA**, utilizando-se a escala abaixo:

- | COR | APARÊNCIA | AROMA |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| () gostei extremamente | () gostei extremamente | () gostei extremamente |
| () gostei muito | () gostei muito | () gostei muito |
| () gostei moderadamente | () gostei moderadamente | () gostei moderadamente |
| () gostei ligeiramente | () gostei ligeiramente | () gostei ligeiramente |
| () não gostei nem desgostei | () não gostei nem desgostei | () não gostei nem desgostei |
| () desgostei ligeiramente | () desgostei ligeiramente | () desgostei ligeiramente |
| () desgostei moderadamente | () desgostei moderadamente | () desgostei moderadamente |
| () desgostei muito | () desgostei muito | () desgostei muito |
| () desgostei extremamente | () desgostei extremamente | () desgostei extremamente |

2. Agora, **PROVE** a amostra e indique o quanto você gostou ou desgostou do **SABOR** e do **CORPO (DILUIÇÃO)**, utilizando-se a escala abaixo:

- | SABOR | CORPO (DILUIÇÃO) |
|------------------------------|------------------------------|
| () gostei extremamente | () gostei extremamente |
| () gostei muito | () gostei muito |
| () gostei moderadamente | () gostei moderadamente |
| () gostei ligeiramente | () gostei ligeiramente |
| () não gostei nem desgostei | () não gostei nem desgostei |
| () desgostei ligeiramente | () desgostei ligeiramente |
| () desgostei moderadamente | () desgostei moderadamente |
| () desgostei muito | () desgostei muito |
| () desgostei extremamente | () desgostei extremamente |

3. Baseado em todos os atributos avaliados, indique o quanto você gostou ou desgostou da **IMPRESSÃO GLOBAL** da amostra, utilizando-se a escala abaixo:

- IMPRESSÃO GLOBAL**
- () gostei extremamente
 () gostei muito
 () gostei moderadamente
 () gostei ligeiramente
 () não gostei nem desgostei
 () desgostei ligeiramente
 () desgostei moderadamente
 () desgostei muito
 () desgostei extremamente

4. Baseado na **IMPRESSÃO GLOBAL** desta amostra, indique na escala abaixo o grau de certeza com que você compraria ou não compraria esta amostra.

- () certamente compraria
 () possivelmente compraria
 () talvez comprasse, talvez não comprasse
 () possivelmente não compraria
 () certamente não compraria

5. Comentários:

Mais gostou: _____

Menos gostou: _____

Figura 2 - Modelo da ficha do teste de aceitação utilizada na avaliação do suco tropical adoçado de caju acondicionado em embalagens de vidro e de PET

3.5. Teste de Esterilidade Comercial

O teste de esterilidade comercial foi realizado segundo APHA (2001). As amostras foram inicialmente incubadas a 25-30° C por um período de dez dias. Após esse período, fez-se uma análise nas embalagens observando se haviam alterações como estufamento e/ou vazamento e/ou modificação nas características sensoriais, sendo submetidas então à análise. Antes da incubação das amostras, fez-se análise do pH. Assim, as embalagens foram homogeneizadas e abertas assepticamente, sendo transferido 10mL de cada amostra para tubos estéreis com tampas rosqueáveis, conservando essa porção sob refrigeração, como contra-amostra. Também foram retiradas porções de 2mL e transferidas individualmente para oito tubos de ensaio com tampas rosqueáveis contendo Caldo ácido (CA), quatro tubos contendo de Caldo Extrato de Malte (EM) e quatro tubos de Caldo APT. Após a inoculação foi colocado ágar selo em quatro tubos de Caldo Ácido, para gerar condição de anaerobiose, e incubados a 30-35° C/5 dias em jarra de anaerobiose. Os demais tubos de Caldo ácido foram incubados em condições aeróbias a 55° C/3 dias. Os tubos de Caldo EM e Caldo APT após a inoculação, foram incubados a 30° C/4 dias. Após o período de incubação todos os tubos foram observados quanto à ocorrência de crescimento (turvação do meio) e formação de película superficial. A verificação de crescimento nos tubos de ensaio é dada pela turbidez do meio após incubação, caso a amostra provoque excessiva turvação, o que impossibilita a observação de presença de crescimento, é necessário estriar uma alçada de cada tubo em meio adequado e incubar nas mesmas condições do tubo original. Após incubação, a observação de crescimento em qualquer das placas inoculadas confirma a ocorrência de crescimento no tubo original. A incubação anaeróbia do caldo ácido a 30° C objetiva verificar a presença de *Clostrídios butíricos*, sendo também possível o crescimento de outros microrganismos acidúricos anaeróbios facultativos, não-esporogênicos. A incubação aeróbia do caldo ácido a 55° C objetiva verificar a presença de *B. Coagulans*; a inoculação do caldo extrato de malte a presença de fungos filamentosos e leveduras e a inoculação do caldo APT a presença de bactérias lácticas.

3.6. Delineamento experimental e análise estatística dos dados

O experimento foi conduzido segundo o delineamento em parcelas subdivididas, com duas embalagens (vidro e PET) nas parcelas e cinco tempos de armazenamento (0, 30, 60, 90 e 120 dias) nas subparcelas em fatorial inteiramente ao acaso, com três repetições dos experimentos.

Os resultados obtidos nas análises químicas, físico-químicas e sensoriais foram analisados, estatisticamente, através da análise de interação entre embalagens e tempos de armazenamento, análise de variância e de regressão, e quando conveniente, foi realizado teste de Tukey para comparação de médias, ao nível de 5% de probabilidade, com auxílio do programa estatístico SAS versão 8.1 (2006).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Determinações Químicas e Físico-químicas

Não foi observada interação significativa entre os tratamentos (embalagens de vidro e de PET) e os tempos de armazenamento ($P > 0,05$) em relação os parâmetros sólidos solúveis, pH, acidez titulável, pigmentos escuros solúveis, açúcares redutores, açúcares totais e carotenóides totais (Apêndices A e B). Porém, para os parâmetros ácido ascórbico e compostos fenólicos totais houve interação significativa entre as embalagens e o tempo de armazenamento dos sucos ($P \leq 0,05$) (Apêndice B). Dessa forma, as embalagens de vidro e de PET foram avaliadas separadamente em relação a esses atributos por análise de regressão para avaliação do tempo de armazenamento.

4.1.1. Sólidos Solúveis

Para sólidos solúveis, os valores obtidos não apresentaram diferença significativa durante o armazenamento ($P > 0,05$); porém, os valores absolutos apresentaram pouca variação, oscilando de 11,1 °Brix, no início do armazenamento, a 12,5 °Brix, após 120 dias (Figura 3).

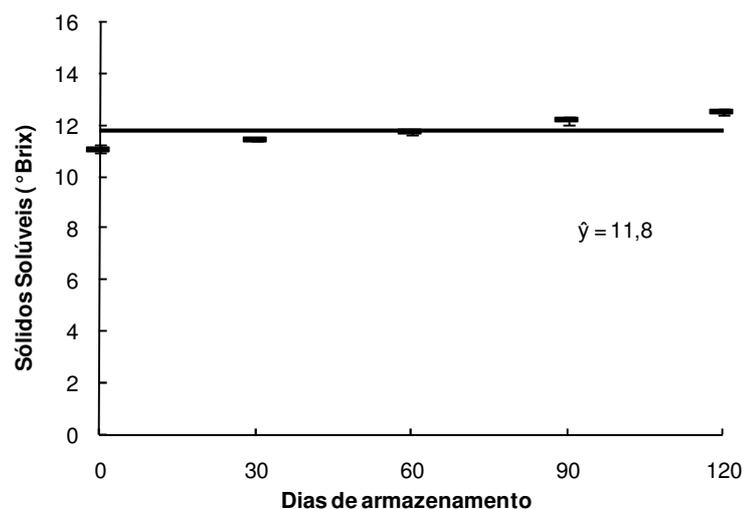


Figura 3 - Média dos sólidos solúveis para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Em estudo avaliando a estabilidade de suco de caju durante 350 dias de armazenamento à temperatura ambiente envasado pelo processo *hot fill* e asséptico, Costa *et al.* (2003) verificaram para os dois processos que os resultados mantiveram-se similares, onde inicialmente foi observado um teor de 11,0 °Brix e no final do armazenamento, 11,8 °Brix.

Verifica-se em relação aos sólidos solúveis (SS) que o suco se manteve de acordo com o padrão exigido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para suco tropical adoçado de caju, que é de, no mínimo, 11 °Brix (BRASIL, 2003), durante todo o armazenamento.

Os sólidos solúveis, expressos em °Brix, estimam a quantidade de sólidos solúveis presentes nos frutos e/ou nos sucos, incluindo, principalmente, açúcares solúveis, além de ácidos orgânicos, pectinas e sais (COCOZZA, 2003).

Na Tabela 3 estão apresentados os valores obtidos das médias dos sólidos solúveis para os sucos embalados em garrafas de vidro e de PET durante os 120 dias de armazenamento.

Tabela 3 - Valores das médias para o parâmetro sólidos solúveis do suco tropical adoçado de caju durante os 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Tempo de armazenamento (dias)	Sólidos solúveis (°Brix)	
	Vidro	PET
Zero	11,02 ± 0,08	11,2 ± 0,09
30	11,48 ± 0,04	11,47 ± 0,05
60	11,67 ± 0,05	11,80 ± 0,0
90	12,37 ± 0,05	12,10 ± 0,09
120	12,52 ± 0,10	12,57 ± 0,05

Valores médios de duas repetições ± desvio padrão.

Alaka, Aina e Falade (2003), estudando o efeito de diferentes embalagens nas características químicas do suco tropical de manga, encontraram um valor constante (12

°Brix) em suco envasado nas embalagens de PET e de vidro transparente durante um período de oito semanas à temperatura de 34 °C.

A estabilidade dos sólidos solúveis totais durante o período de armazenamento foi também constatada por Matta e Cabral (2002), em suco de acerola clarificado envasado em garrafas de vidro e de polietileno tereftalato (PET), mantido sob refrigeração (4 °C) e a temperatura ambiente durante 90 dias de armazenamento.

4.1.2. pH

A análise estatística dos valores obtidos para pH não apresentou diferença significativa em função do tempo de armazenamento ($P > 0,05$) (Figura 4), mantendo-se constante durante todo o armazenamento.

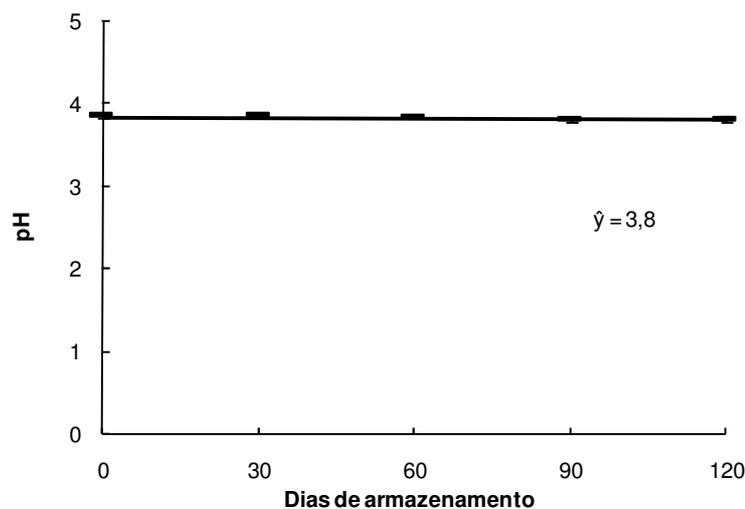


Figura 4 - Média do pH para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Durante estudo sobre a estabilidade do suco de caju com alto teor de polpa conservado pelos processos de enchimento a quente e asséptico durante 350 dias de armazenamento, Costa *et al.* (2003) verificaram uma leve diminuição do pH longo do armazenamento em ambos os processos. Para o processo de enchimento a quente foram encontrados valores de 3,62 e 3,59 no início e no fim do armazenamento, respectivamente; e para o processo asséptico foram encontrados valores de 3,65 e 3,54 no tempo zero e no tempo 350 dias, respectivamente.

Pina *et al.* (2003) também observaram decréscimo do valor de pH com o tempo de armazenagem em estudo da conservação de manga por métodos combinados durante 120 dias de armazenamento sob temperatura ambiente. Assim como Mesquita *et al.* (2003), que avaliaram pedúnculos de caju processados por métodos combinados e armazenados durante 120 dias a temperatura ambiente, e também observaram para o pH uma redução ao longo do armazenamento.

Avaliando a estabilidade do suco tropical adoçado de acerola elaborado pelos processos *hot fill* (garrafas de vidro) e asséptico (embalagens cartonadas) armazenados por 350 dias, Freitas *et al.* (2006a) constataram que os sucos obtidos pelo processo *hot fill* tiveram uma pequena redução no pH a partir dos 250 dias de armazenamento, enquanto que as amostras envasadas pelo processo asséptico apresentaram um leve aumento do pH entre os tempos zero e 50 dias, não apresentando diferença nos tempos 50 a 300 dias.

Silva (2007), estudando a estabilidade do suco tropical de goiaba envasado em embalagens de vidro e em embalagens cartonadas, armazenado a temperatura ambiente durante 250 dias, observou um aumento no pH dos sucos em ambos os processos.

Na Tabela 4 estão apresentados os valores obtidos das médias do pH para os sucos embalados em garrafas de vidro e de PET durante os 120 dias de armazenamento.

Tabela 4 - Valores das médias para o parâmetro pH do suco tropical adoçado de caju durante os 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Tempo de armazenamento (dias)	pH	
	Vidro	PET
Zero	3,86 ± 0,03	3,87 ± 0,02
30	3,90 ± 0,0	3,90 ± 0,0
60	3,86 ± 0,01	3,85 ± 0,01
90	3,83 ± 0,02	3,79 ± 0,02
120	3,84 ± 0,02	3,80 ± 0,03

Valores médios de duas repetições ± desvio padrão.

Em estudo realizado por Silva *et al.* (2008), com néctar de caju adoçado com mel de abelha durante 180 dias de armazenamento à temperatura ambiente, verificaram que os resultados das médias para pH apresentaram uma redução aos 45 dias de armazenamento e um leve aumento a partir dos 90 dias de armazenamento. No entanto, os valores não apresentaram grandes variações, com o produto permanecendo dentro da faixa ácida (<4,5).

Carvalho *et al.* (2007), avaliando a estabilidade de uma bebida estimulante contendo suco de caju e água de coco com adição de cafeína, verificaram que durante o período de armazenamento, o pH variou entre 3,98 e 4,06.

4.1.3. Acidez Titulável

A análise estatística dos valores obtidos para acidez titulável não foi significativa em função do tempo de armazenamento ($P > 0,05$). Ocorreu pequena variação dos valores obtidos para acidez titulável durante o período de armazenamento, cujos valores médios variaram de 0,23 a 0,25% de ácido cítrico (Figura 5).

Estudando a estabilidade físico-química de néctar de caju adoçado com mel de abelha durante 180 dias de armazenamento à temperatura ambiente, Silva *et al.* (2008) observaram que a acidez titulável apresentou um aumento a partir de 90 dias de estocagem. Porém, a mesma se manteve durante todo o armazenamento dentro dos parâmetros exigidos pela legislação (BRASIL, 2003), com valores superiores a 0,12 % de ácido cítrico.

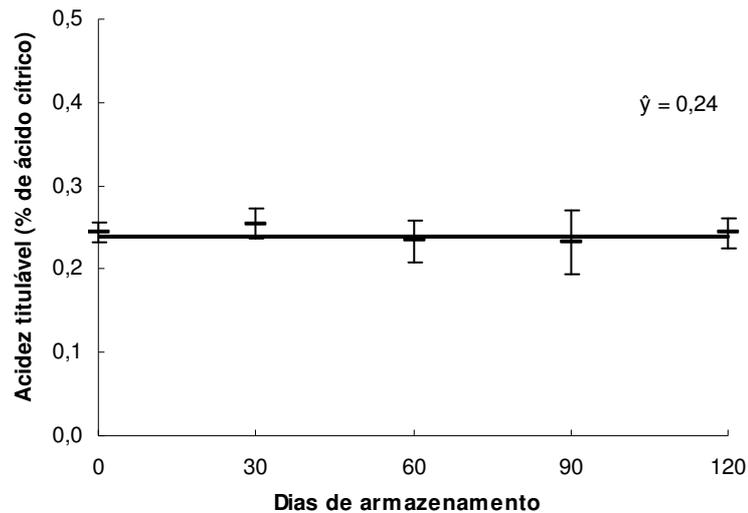


Figura 5 - Média da acidez titulável para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

A acidez é um importante parâmetro na avaliação do estado de conservação de um alimento. Geralmente, o processo de decomposição de um alimento, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera a concentração dos íons de hidrogênio e, por consequência, sua acidez (BRASIL, 2005b).

Na Tabela 5 estão apresentados os valores obtidos das médias para acidez titulável dos sucos embalados em garrafas de vidro e de PET durante os 120 dias de armazenamento.

Carvalho *et al.* (2007), avaliando a estabilidade de uma bebida estimulante contendo suco de caju e água de coco com adição de cafeína, verificaram que o perfil de acidez titulável não apresentou qualquer tendência. Os valores variaram de 0,23-0,26 g/100 mL, expressa em ácido cítrico.

Freitas *et al.* (2006a), estudando a estabilidade do suco tropical adoçado de acerola e envasado pelos processos de enchimento a quente e asséptico, verificaram uma leve redução da acidez titulável ao final dos 350 dias de armazenamento para o processo de enchimento a quente de 0,23 a 0,21% ácido cítrico; enquanto que para o processo asséptico foi apresentado um maior decréscimo da acidez titulável ao longo do armazenamento, onde no tempo zero era de 0,33% ácido cítrico e ao final do armazenamento de 0,27% ácido cítrico.

Tabela 5 - Valores das médias para o parâmetro pH do suco tropical adoçado de caju durante os 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Tempo de armazenamento (dias)	Acidez Titulável (% ácido cítrico)	
	Vidro	PET
Zero	0,24 ± 0,01	0,24 ± 0,01
30	0,25 ± 0,0	0,26 ± 0,03
60	0,24 ± 0,01	0,22 ± 0,03
90	0,23 ± 0,03	0,24 ± 0,05
120	0,25 ± 0,01	0,23 ± 0,02

Valores médios de duas repetições ± desvio padrão.

Avaliando a estabilidade do suco tropical de goiaba envasado em embalagens de vidro e em embalagens cartonadas armazenado a temperatura ambiente durante 250 dias, Silva (2007) observou que a acidez titulável não foi significativa em função do tempo de armazenamento ($P > 0,05$), ocorrendo apenas um pequeno decréscimo da mesma para os sucos preservados pelos dois processos avaliados, onde ao final do armazenamento notou-se teores similares de acidez titulável. A variação dos valores obtidos para acidez titulável durante o período de armazenamento foi de 0,75% a 0,81% de ácido cítrico.

De acordo com Costa *et al.* (2003), em estudo sobre a estabilidade do suco de caju com alto teor de polpa preservado pelos processos de enchimento a quente e asséptico durante 350 dias de armazenamento, verificaram que a acidez titulável se manteve constante durante todo o período de armazenamento, com valores de 0,76% no início e no fim do armazenamento para o processo asséptico; e para o processo a quente valor de 0,76% no início e de 0,75% no tempo 350 dias.

4.1.4. Pigmentos Escuros Solúveis

As médias obtidas para pigmentos escuros solúveis não foi significativa em função do tempo de armazenamento ($P > 0,05$). Foi observado que os valores médios obtidos para este parâmetro apresentaram pouca variação, onde tiveram valor de 0,257 e 0,270, no início e ao final de 120 dias de armazenamento, respectivamente. Isso pode ser devido aos processos enzimáticos e não enzimáticos de escurecimento. Os valores das médias dos processos estão representados pela Figura 6.

A polifenoloxidase (PPO) é responsável pelo escurecimento enzimático ocorrido durante o manuseio, estocagem e processamento de frutas e vegetais (DINCER *et al.*, 2002). O escurecimento do suco de caju pode ser atribuído à ação de polifenoloxidases sobre os taninos encontrados naturalmente no suco de caju (CARVALHO *et al.*, 2007). 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, 2004).

Também podem existir alterações não enzimáticas promovidas pelo aquecimento do produto durante o tratamento térmico, influenciando, assim, na mudança de coloração do mesmo (CARVALHO, 2005).

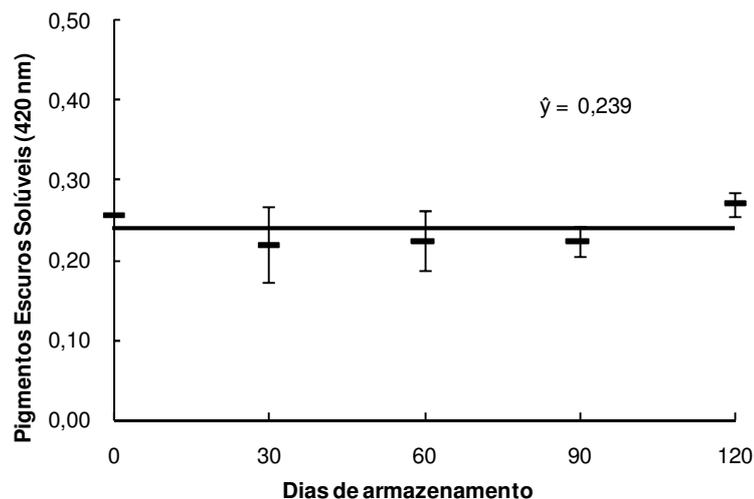


Figura 6 - Média dos pigmentos escuros solúveis para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Na Tabela 6 estão apresentados os valores obtidos das médias para pigmentos escuros dos sucos embalados em garrafas de vidro e de PET durante os 120 dias de armazenamento.

Tabela 6 - Valores das médias para o parâmetro pigmentos escuros solúveis do suco tropical adoçado de caju durante os 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Tempo de armazenamento (dias)	Pigmentos Escuros Solúveis	
	Vidro	PET
Zero	0,24 ± 0,05	0,27 ± 0,04
30	0,21 ± 0,04	0,23 ± 0,06
60	0,21 ± 0,03	0,24 ± 0,04
90	0,21 ± 0,01	0,23 ± 0,02
120	0,26 ± 0,01	0,28 ± 0,01

Valores médios de duas repetições ± desvio padrão.

Costa (1999) observou que para suco de caju, obtido pelos processos *hot fill* e asséptico, os resultados da análise de pigmentos escuros solúveis não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$) quando comparados aos valores obtidos no início e ao final de 350 dias de armazenamento.

Silva *et al.* (2008), avaliando néctar de caju adoçado com mel de abelha durante 180 dias de armazenamento à temperatura ambiente, verificaram um aumento gradual na intensidade dos pigmentos escuros solúveis do produto em função do tempo de armazenamento. Contudo, as alterações observadas no decorrer do armazenamento não foram percebidas pelos provadores durante análise sensorial realizada para avaliação do produto e, portanto, não afetaram a aceitação da bebida em relação aos atributos cor e avaliação global, visto que a bebida nestes atributos se manteve dentro da faixa de aceitação durante todo o período de armazenamento.

Freitas *et al.* (2006a), em estudo da estabilidade do suco tropical de acerola adoçado e envasado pelos processos de enchimento a quente e asséptico, observaram um

aumento da absorvância com o decorrer do armazenamento para o processo de enchimento a quente, indicando uma tendência ao escurecimento não-enzimático, enquanto que para o processo asséptico foi apresentado uma redução da absorvância, indicando uma perda de cor. Os sucos obtidos pelos dois processos, quando comparados, apresentaram diferenças nos pigmentos escuros solúveis, desde o início do armazenamento. Essas diferenças podem estar relacionadas à natureza da embalagem, onde o suco do processo asséptico pode ter interagido com a embalagem cartonada ou com resíduos de peróxido de hidrogênio, provavelmente contidos na embalagem, acarretando um suco mais escuro que o obtido pelo processo *hot fill*.

4.1.5. Açúcares Redutores

A análise estatística dos valores obtidos para açúcares redutores foi significativa em função do tempo de armazenamento ($P \leq 0,05$), ajustando-se ao modelo cúbico (Figura 7).

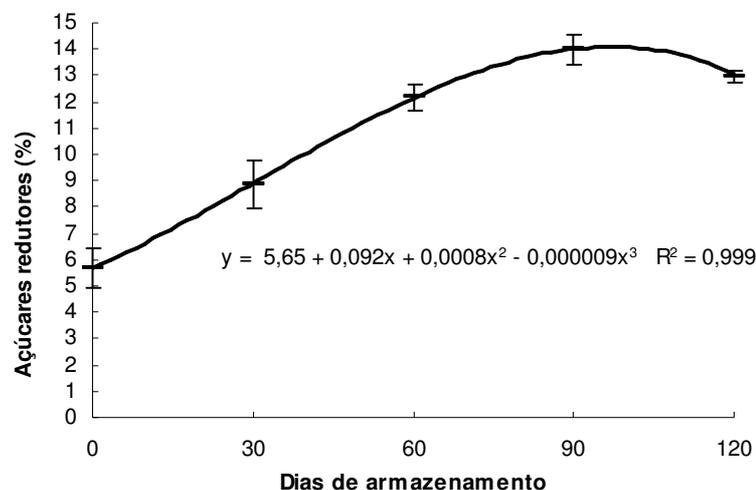


Figura 7 - Média dos açúcares redutores para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Observa-se um aumento do teor de açúcares redutores nas amostras de sucos tropicais adoçados de caju até o tempo 90 dias, se estabilizando em seguida. Segundo BOBBIO e BOBBIO (2003), a sacarose é um dissacarídeo não redutor, que em solução aquosa e em meio ácido é facilmente hidrolisada em monossacarídeos redutores D-glucose e

D-frutose. Assim, isso pode justificar o aumento nos teores de açúcares redutores no produto, uma vez que tanto o suco embalado em garrafa de vidro quanto o embalado em PET foram acrescidos de açúcar (sacarose) durante a formulação e a acidez do meio deve ter propiciado a hidrólise da sacarose.

Na Tabela 7 estão apresentados os valores obtidos das médias dos açúcares redutores para os sucos embalados em garrafas de vidro e de PET durante os 120 dias de armazenamento.

Em estudo realizado por Freitas *et al.* (2006a), onde se avaliou a estabilidade do suco tropical adoçado de acerola elaborado pelos processos *hot fill* e asséptico armazenados por 350 dias, observaram ao final do período de armazenamento aumento nos teores de açúcares redutores da ordem de 112,66% para o processo *hot fill* e de 208,33% para o processo asséptico.

Tabela 7 - Valores das médias para o parâmetro açúcares redutores do suco tropical adoçado de caju durante os 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Tempo de armazenamento (dias)	Açúcares Redutores	
	Vidro	PET
Zero	5,96 ± 0,78	5,45 ± 0,61
30	9,30 ± 0,56	8,46 ± 1,01
60	12,35 ± 0,46	11,98 ± 0,43
90	14,17 ± 0,53	13,82 ± 0,56
120	12,87 ± 0,19	13,00 ± 0,26

Valores médios de duas repetições ± desvio padrão.

Em estudo realizado por Pina *et al.* (2003), onde se avaliou a conservação de manga por métodos combinados durante 120 dias de armazenamento sob temperatura ambiente, também verificaram aumento no conteúdo de açúcares redutores, onde no tratamento com 600 ppm de SO₂, os valores para açúcares redutores foram de 5,03 e 18,38, no início e ao final do armazenamento, respectivamente. E para o tratamento com 900 ppm de

SO₂, os valores para açúcares redutores foram de 4,41 e 16,82, no tempo zero e no tempo 120 dias, respectivamente.

4.1.6. Açúcares Totais

A análise estatística dos valores obtidos para açúcares totais em função do tempo de armazenamento apresentou diferença significativa ($P \leq 0,05$), mostrando que a regressão foi do tipo cúbica (Figura 8).

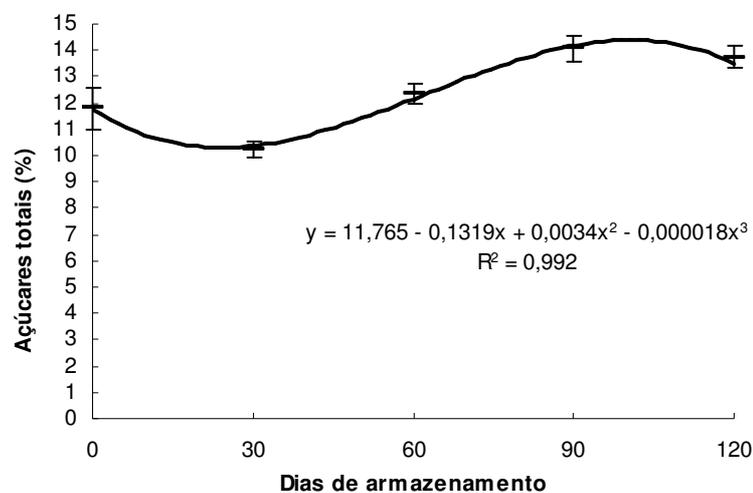


Figura 8 - Média dos açúcares totais para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Em relação ao teor de açúcares totais, pode-se observar uma leve diminuição do tempo zero ao tempo 30 dias; em seguida houve um aumento até o tempo 90 dias, se estabilizando em seguida. No entanto, os valores encontram-se de acordo com os padrões exigidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que é de, no mínimo, 8% (BRASIL, 2003).

Freitas *et al.* (2006a), estudando a estabilidade do suco tropical adoçado de acerola elaborado pelos processos *hot fill* e asséptico armazenados por 350 dias, verificaram um aumento no teor de açúcares totais, onde no processo *hot fill*, observou-se um aumento da ordem de 5,62%, enquanto que para o processo asséptico, os teores de açúcares totais não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$) ao longo do período de armazenamento.

O aumento do teor de açúcares totais também pode ser justificado pelo fato de o suco ter sido adicionado de açúcar (sacarose) durante a formulação e a acidez do meio ter propiciado a hidrólise da sacarose, já que a mesma é um dissacarídeo não redutor, que em solução aquosa e em meio ácido é facilmente hidrolisada nos monossacarídeos redutores glicose e frutose.

Na Tabela 8 estão apresentados os valores obtidos das médias dos açúcares totais para os sucos embalados em garrafas de vidro e de PET durante os 120 dias de armazenamento.

Tabela 8 - Valores das médias para o parâmetro açúcares totais durante os 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Tempo de armazenamento (dias)	Açúcares Totais	
	Vidro	PET
Zero	11,77 ± 0,91	11,82 ± 0,75
30	10,26 ± 0,33	10,22 ± 0,27
60	12,33 ± 0,39	12,12 ± 0,39
90	13,64 ± 0,47	13,82 ± 0,32
120	13,60 ± 0,32	13,900 ± 0,42

Valores médios de duas repetições ± desvio padrão.

Em estudo com néctar de caju adoçado com mel de abelha durante 180 dias de armazenamento à temperatura ambiente, Silva *et al.* (2008), verificaram que o teor de açúcares totais aumentaram no tempo 90 dias e, a partir desse ponto, estabilizaram-se.

Avaliando a conservação de manga por métodos combinados durante 120 dias de armazenamento sob temperatura ambiente, Pina *et al.* (2003), também observaram aumento no conteúdo de açúcares totais.

4.1.7. Carotenóides Totais

Os resultados encontrados para carotenóides totais apresentaram diferença significativa durante o armazenamento ($P \leq 0,05$), no entanto, não foi possível ajustar os dados, sendo estes representados pelas médias em cada tempo de armazenamento (Figura 9). Os resultados dos carotenóides totais foram expressos em μg de β -caroteno. 100mL^{-1} .

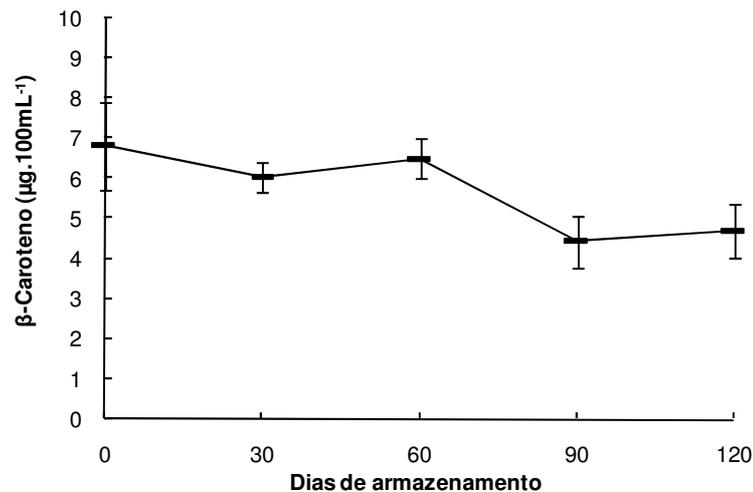


Figura 9 - Médias dos carotenóides totais para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Observa-se que o teor de β -caroteno diminuiu ao longo do armazenamento, onde no tempo zero o valor dos carotenóides totais foi de $6,83 \mu\text{g}$ de β -caroteno. 100mL^{-1} , e, ao final dos 120 dias de armazenamento, esse valor reduziu para $4,69 \mu\text{g}$ de β -caroteno. 100mL^{-1} . Houve uma redução de 31,33% no teor de carotenóides totais ao longo do armazenamento.

Freitas *et al.* (2006b), avaliando a estabilidade dos carotenóides totais em suco tropical adoçado de acerola, elaborado pelos processos *Hot Fill* (garrafas de vidro) e asséptico (embalagens cartonadas), durante 350 dias de armazenamento em condições similares às de comercialização, verificaram ao final do experimento que os valores de carotenóides totais permaneceram inalterados nas amostras do processo asséptico, enquanto nas do *Hot Fill* houve uma redução de 12,5%.

Na Tabela 9 estão apresentados os valores obtidos das médias dos carotenóides totais para os sucos embalados em garrafas de vidro e de PET durante os 120 dias de armazenamento.

Verifica-se que tanto nas amostras envasadas em garrafas de vidro quanto de PET houve uma redução do conteúdo de carotenóides totais. Segundo Freitas *et al.* (2006b), a instabilidade dos carotenóides totais pode estar associada a constante exposição à luz, devido à natureza da embalagem.

Tabela 9 - Valores das médias para carotenóides totais do suco tropical adoçado de caju durante os 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Tempo de armazenamento (dias)	Carotenóides totais ($\mu\text{g B-Carotenos}/100\text{mL}$)	
	Vidro	PET
Zero	6,89 \pm 1,22	6,76 \pm 1,04
30	6,02 \pm 0,46	6,09 \pm 0,28
60	6,41 \pm 0,43	6,58 \pm 0,58
90	4,18 \pm 0,44	4,69 \pm 0,77
120	4,73 \pm 0,83	4,65 \pm 0,54

Valores médios de duas repetições \pm desvio padrão.

Os carotenóides se degradam facilmente, pois sua estabilidade depende de uma série de fatores, como temperatura, disponibilidade de O₂, transmissão de luz do material de embalagem, entre outros. Sua degradação é geralmente favorecida por exposição à luz, a ácidos ou ao calor (SARANTÓPOULOS, OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2001; RODRIGUEZ-AMAYA e KIMURA, 2004; ZEPKA e MERCADANTE, 2009).

Tratamentos térmicos são utilizados na conservação de derivados de frutas e em seu processo de fabricação. Seus efeitos negativos incluem decomposição da vitamina C e de outros pigmentos que constituem o suco (DAMASCENO *et al.*, 2008), como por exemplo os carotenóides totais.

Oliveira (2006), avaliando suco tropical de manga não adoçado envasado pelo processo a quente durante 165 dias de armazenamento a temperatura ambiente, não encontrou diferença para o teor de carotenóides totais ao longo do armazenamento. Assim como Silva (2007), que estudou a estabilidade do suco tropical de goiaba envasado em embalagens de vidro e em embalagens cartonadas armazenado a temperatura ambiente durante 250 dias, que

também não verificou diferença significativa ao longo do armazenamento ($P > 0,05$), apresentando teores variando entre 0,97 mg/100 mL a 1,17 mg/100 mL durante o armazenamento.

4.1.8. Ácido Ascórbico

Em relação ao teor de ácido ascórbico houve interação significativa entre as embalagens e o tempo de armazenamento nos sucos ($P \leq 0,05$) (Apêndice B). Assim, as embalagens de vidro e de PET foram avaliadas separadamente em relação a este parâmetro na análise de regressão com o tempo de armazenamento (Apêndice B).

Verificou-se variação significativa do parâmetro ácido ascórbico com o tempo de armazenamento ($P \leq 0,05$) para a embalagem de vidro (Apêndice B), se ajustando ao modelo linear; assim como para as amostras armazenadas em embalagens PET, que também apresentaram variação significativa com o tempo de armazenamento ($P \leq 0,05$), sendo ajustada ao modelo linear (Apêndice B).

Os resultados encontrados para ácido ascórbico estão descritos separadamente para as amostras acondicionadas em garrafas de vidro e de PET, como apresentados nas Figuras 10 e 11, respectivamente.

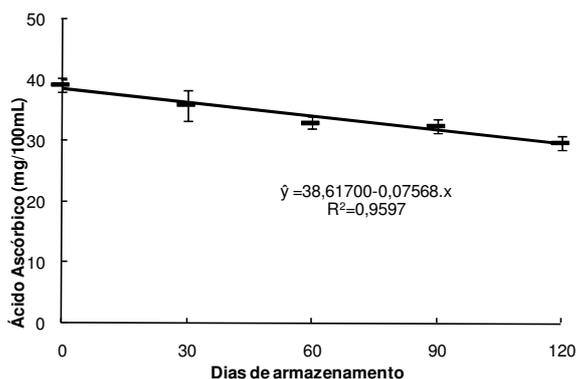


Figura 10 - Média do teor de ácido ascórbico (mg/100mL) para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento em embalagem de vidro.

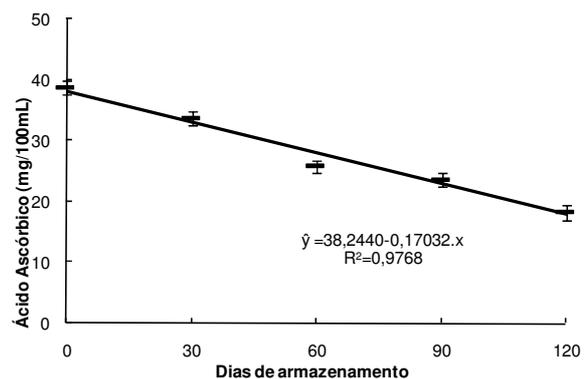


Figura 11 - Média do teor de ácido ascórbico (mg/100mL) para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento em embalagem de PET.

No tempo zero as amostras tinham aproximadamente a mesma média, 39,2 e 38,8 mg de ácido ascórbico/100 mL, para vidro e PET, respectivamente; entretanto, ao final do

armazenamento, essa média foi de 29,6 mg /100mL para o suco envasado em vidro e de 18,2 mg /100mL para o suco em PET.

Observa-se que houve redução nos teores de ácido ascórbico nas amostras acondicionadas nas duas embalagens ao longo do armazenamento, porém, a perda de ácido ascórbico no suco em embalagem PET foi duas vezes maior que no suco embalado em vidro. A redução do ácido ascórbico foi da ordem de 53,09% para o PET e de 24,49% para o vidro.

A Ingestão Diária Recomendada (IDR) de vitamina C para adultos é de 45 mg (BRASIL, 2005a), assim, pode-se observar ao final dos 120 dias de armazenamento que uma porção de 200 mL do suco envasado em vidro fornece 131% dessa IDR, e o suco envasado em PET fornece 80% da IDR, ambos caracterizando-se como excelente fonte de vitamina C.

Avaliando a estabilidade da vitamina C (ácido ascórbico) em suco tropical adoçado de acerola, elaborado pelos processos *Hot Fill* (garrafas de vidro) e asséptico (embalagens cartonadas), durante 350 dias de armazenamento em temperatura ambiente, Freitas *et al.* (2006b), constataram redução nos teores de vitamina C da ordem de 23,61% para o processo *Hot Fill* e de 35,95% para o processo asséptico.

Costa *et al.* (2003), avaliando a estabilidade de suco de caju integral com alto teor de polpa conservado pelos processos de enchimento a quente e asséptico durante 350 dias de armazenamento, verificaram que o conteúdo de vitamina C reduziu ao longo do armazenamento em ambos os processos. Comparando o tempo inicial com o tempo final, a perda de vitamina C foi de 25,65 e 26,74% para o *hot fill* e asséptico, respectivamente.

As perdas de vitamina C podem estar relacionadas à temperatura de armazenamento (temperatura ambiente) relativamente alta e à exposição à luz (FREITAS *et al.*, 2006b; FERNANDES *et al.*, 2007).

Maia *et al.* (2003), ao avaliarem a estabilidade de uma bebida de baixa caloria a base de acerola com 25% de polpa, constataram uma redução de 16,87% no teor de vitamina C após 120 dias de estocagem a 25°C.

Em estudo realizado por Matta e Cabral (2002) com suco de acerola clarificado, acondicionado em garrafas PET e de vidro, observou-se que 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. Esses resultados mostram a influência da temperatura de armazenamento na estabilidade da vitamina C.

Alaka, Aina e Falade (2003), avaliando o efeito da embalagem do suco tropical de manga nas características do suco durante 12 semanas de armazenamento, verificaram uma

menor perda no teor de vitamina C no suco envasado em vidro transparente, que foi de 45%; enquanto que no suco envasado em PET, essa perda foi da ordem de 63%, armazenado a 26°C. A melhor capacidade protetora da embalagem de vidro foi devido a sua propriedade de ser impermeável ao oxigênio e outros gases.

4.1.9. Compostos Fenólicos Totais

De acordo com o Apêndice B observa-se que houve variação significativa dos compostos fenólicos totais com o tempo de armazenamento ($P \leq 0,05$) para a embalagem de vidro, porém, o ajuste a um modelo estatístico não foi possível, pela falta de ajuste significativa ($P \leq 0,05$) (Apêndice B) ou por apresentar coeficientes da equação não significativos ($P > 0,05$). No entanto, para as amostras armazenadas em embalagens PET, houve variação significativa com o tempo de armazenamento ($P \leq 0,05$), sendo ajustada ao modelo linear (Apêndice B).

Os resultados encontrados para os compostos fenólicos totais estão descritos separadamente para as amostras acondicionadas em garrafas de vidro e de PET, como apresentados nas Figuras 12 e 13, respectivamente.

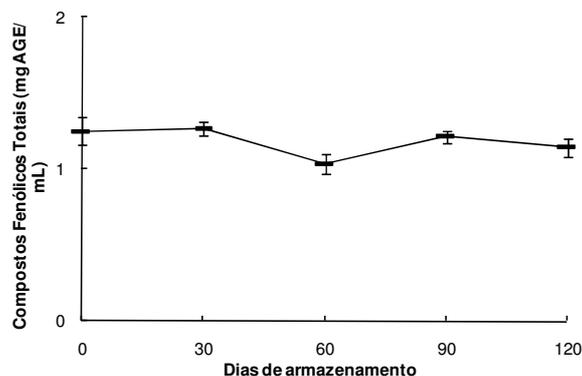


Figura 12 - Média dos compostos fenólicos totais (mg AGE/mL) para o suco tropical de caju durante o período de 120 dias de armazenamento em embalagem de vidro.

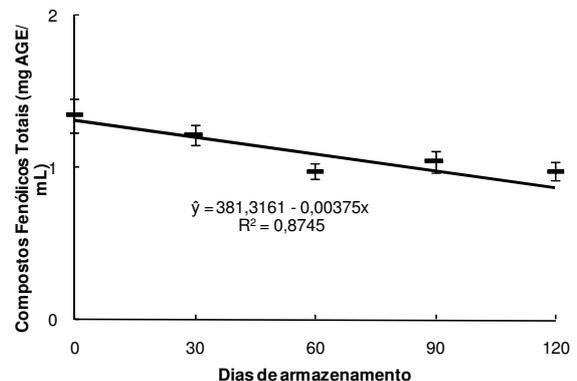


Figura 12 - Média dos compostos fenólicos totais (mg AGE/mL) para o suco tropical de caju durante o período de 120 dias de armazenamento em embalagem de PET.

No tempo zero para o suco acondicionado em embalagem de vidro o valor dos compostos fenólicos totais foi de 1,25 mg Ácido Gálico Equivalente (AGE) . mL⁻¹ e ao final dos 120 dias de armazenamento esse valor foi de 1,14 mg AGE . mL⁻¹; enquanto que para o

suco em PET, o valor da média no tempo zero foi de 1,34 mg AGE . mL⁻¹ e no último tempo foi de 0,98 mg AGE . mL⁻¹. Assim, para o suco embalado em vidro observa-se que, apesar de haver diferença significativa com o tempo de armazenamento, os valores não variaram tanto quanto no suco em embalagem PET. Expressando esses resultados em mg AGE.100 mL⁻¹, para o suco em vidro foram encontrados valores de 125 mg AGE . 100 mL⁻¹ e 114 mg AGE . 100 mL⁻¹ para os tempos zero e 120 dias, respectivamente; e para a embalagem PET, 134 mg AGE . 100 mL⁻¹ e 98 mg AGE . 100 mL⁻¹ para os tempos zero e 120 dias, respectivamente.

A redução de compostos fenólicos totais para a amostra acondicionada em garrafas de vidro foi de 8,80% e para a amostra acondicionada em garrafas de PET foi de 26,87%, o que comprova que a perda desses compostos no suco embalado em PET foi maior que no de vidro.

Silva (2007), avaliando a estabilidade do suco tropical de goiaba obtido pelo processo de enchimento a quente e pelo processo asséptico armazenado a temperatura ambiente durante 250 dias, observou que os valores encontrados para compostos fenólicos totais não apresentaram diferença ao longo do armazenamento, sendo constante durante todo o período.

Estudos realizados com compostos fenólicos totais demonstram sua capacidade antioxidante e sua significativa contribuição na dieta, assim como seu efeito na prevenção de diversas enfermidades, como doenças cardiovasculares, cancerígenas e neurológicas (SANCHEZ-MORENO, 2002).

Fernandes *et al.* (2007), avaliando as possíveis alterações químicas e físico-químicas em suco tropical de goiaba durante as etapas de processamento e armazenamento de 30 dias, observaram, ao término do processamento, que o suco de goiaba não apresentou variação significativa com as etapas do processamento e nem após 30 dias de armazenagem, apresentando elevados teores de compostos fenólicos totais, com teores de 172,9 mg de ácido tânico.100 mL⁻¹ após o tratamento térmico e de 178,43 mg de ácido tânico.100 mL⁻¹ após 30 dias de armazenamento.

Cavalcante *et al.* (2003) identificaram 11,9 mg/100g de compostos fenólicos totais em suco de caju e 8,6 mg/100g em cajuína. Abreu (2007), avaliando pedúnculos de diferentes clones comerciais de cajueiro anão precoce, obteve para polifenóis totais uma variação de 99,53 mg/100g para o clone BRS 265 e de 236,97 mg/100g para o Embrapa 50.

4.2. Avaliação Sensorial

4.2.1. Caracterização dos provadores

A Tabela 10 faz referência aos provadores que participaram dos testes sensoriais do suco tropical adoçado de caju acondicionado em embalagens de vidro e de PET, descrevendo suas características, como sexo, idade, a frequência do consumo de suco de frutas, o quanto gosta ou desgosta de suco de caju e a frequência do consumo de suco de caju.

Dessa forma, observa-se que os participantes da avaliação sensorial encontram-se na faixa etária de 18 a 50 anos, estando mais de 75% destes na categoria de 18 a 25 anos. Isso pode ser explicado devido a análise ter sido realizada na Universidade Federal do Ceará, onde a maior parte dos avaliadores são estudantes da instituição, seguidos de funcionários e visitantes. Os testes foram realizados com um total de no mínimo 56 provadores a cada tempo de análise (0, 30, 60, 90 e 120 dias).

Em relação ao sexo, a variação para o feminino foi de 78,6 a 92,8 %, observando-se assim que a maior parte dos participantes era desse sexo; já para o masculino, a variação foi de 7,1 a 21,4% (Tabela 10).

Para a frequência do consumo de suco de frutas, pode-se observar que mais de 60% dos provadores afirmaram consumir suco de frutas de 2 a 3 vezes por semana; e 8,6 a 14,3% indicaram consumir suco de frutas somente uma vez por semana. Tendo em vista a busca da população cada vez mais por uma dieta mais saudável e conseqüentemente um estilo de vida mais saudável, onde o consumo de sucos e seus produtos estão inseridos, pode-se dizer que o consumo de sucos ainda está aquém do esperado.

Isso pode ser justificado pelo fato de o consumo per capita de suco industrializado no Brasil ainda ser muito baixo, 1,1L/habitante/ano, quase dez vezes menor ao consumo nos Estados Unidos (GRASSO, 2004), e também devido a maior parte dos provadores se situarem na faixa etária de 18 a 25 anos, a qual apesar de saber dos benefícios trazidos pelo consumo regular de frutas e seus derivados, como os sucos, não o coloca em prática.

O homem busca incluir na sua alimentação frutas e sucos de frutas devido à presença de diversos componentes, tanto nutricionais quanto funcionais, o que possibilita ao mesmo obter vitaminas, principalmente vitamina C, e outros nutrientes importantes, além da

variedade de sabores, texturas e cores que combinados faz deles um acréscimo revigorador para qualquer dieta (MAIA, SOUSA e LIMA, 2007).

Para o quesito o quanto gosta ou desgosta de suco de caju, mais de 85% dos provadores afirmaram gostar de suco de caju, situando-se na faixa de aceitação da escala utilizada, variando entre “gosto ligeiramente” a “gosto muito”.

Por fim, em relação ao consumo de suco de caju, apesar de a grande maioria dos provadores afirmar gostar de suco de caju, a frequência de consumo ainda é muito baixa, onde apenas 1,79 a 5,36% consomem diariamente; 8,62 a 16,07% consomem de duas a três vezes na semana; 17,86 a 35,71% consomem uma vez por semana; mais de 35% consomem quinzenalmente e/ou mensalmente; e de 7,14 a 21,43% consomem semestralmente, indicando que esses números poderiam ter maior frequência do consumo do suco de caju, tendo em vista que a pesquisa foi realizada no Nordeste, onde a cultura do caju é uma das principais atividades de grande importância econômica, sendo cultivado principalmente nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí (SANTOS *et al.*, 2007).

Tabela 10 - Características dos provadores envolvidos nos testes sensoriais durante os 120 dias de análise.

		0	30	60	90	120
Faixa etária	18 a 25 anos	80,36	78,57	82,14	84,48	78,57
	25 a 35 anos	16,07	17,86	17,86	12,07	21,43
	35 a 50 anos	3,57	3,57	-	3,45	-
	>50 anos	-	-	-	-	-
Sexo	Homens	7,14	17,86	12,50	17,24	21,43
	Mulheres	92,86	82,14	87,50	82,76	78,57
Frequência de consumo de suco de frutas	Diariamente	50,00	53,57	39,29	48,28	32,14
	2 a 3 vezes/semana	35,71	35,71	28,57	43,10	50,00
	1 vez/semana	10,71	10,71	14,29	8,62	8,93
	Quinzenalmente	1,79	-	10,71	-	7,14
	Mensalmente	1,79	-	3,57	-	1,79
	Semestralmente	-	-	3,57	-	-
	Nunca	-	-	-	-	-
Quanto gosta ou desgosta de suco de caju	Gosto muito	50,00	41,27	44,64	51,72	53,57
	Gosto moderadamente	32,14	39,29	32,14	27,59	19,64
	Gosto ligeiramente	12,50	10,71	14,29	13,79	12,50
	Nem gosto nem desgosto	-	5,36	3,57	3,45	7,14
	Desgosto ligeiramente	1,79	1,79	3,57	-	1,79
	Desgosto moderadamente	1,79	1,79	1,79	3,45	3,57
Frequência de consumo de suco de caju	Diariamente	1,79	5,36	1,79	-	1,79
	2 a 3 vezes/semana	16,07	10,71	8,93	8,62	10,71
	1 vez/semana	32,14	26,79	17,86	34,48	35,71
	Quinzenalmente	19,64	23,21	21,43	18,97	19,64
	Mensalmente	21,43	19,64	28,57	22,41	17,86
	Semestralmente	7,14	12,50	21,43	10,34	12,50
Nunca	1,79	1,79	-	5,17	1,79	

4.2.2. Teste de Aceitação

Em relação à avaliação sensorial não foi observada interação significativa entre as embalagens e o tempo de armazenamento nos sucos ($P > 0,05$) em relação aos atributos sensoriais cor, aparência, aroma e corpo (Apêndice C). Portanto, para estes atributos, foram avaliados os efeitos das embalagens através do teste de Tukey para comparação das médias de ambos tratamentos e análise de regressão em função do tempo de armazenamento (Tabela 11).

No entanto, para os demais atributos - sabor, impressão global e intenção de compra -, houve interação significativa entre as embalagens e o tempo de armazenamento dos sucos ($P \leq 0,05$). Dessa forma, as embalagens de vidro e de PET foram avaliadas separadamente em relação a esses atributos por análise de regressão para avaliação do tempo de armazenamento (Apêndice C).

Para os resultados sensoriais dos atributos representados na Tabela 11, pode-se observar que não houve diferença significativa estatisticamente ($P > 0,05$) para os atributos cor, aparência e corpo em relação às embalagens de vidro e PET, situando-se na escala hedônica entre “gostei moderadamente” a “gostei muito”. O atributo aroma diferiu estatisticamente ($P \leq 0,05$) entre as embalagens de vidro e de PET, onde o suco envasado em garrafa de vidro obteve maior média, cujo valor situou na escala hedônica entre "gostei moderadamente" e “gostei muito”.

Tabela 11 - Comparação das médias da cor, aparência, aroma, e corpo obtidos das amostras envasadas em embalagens de vidro e de PET.

Formulações	N	Cor	Aparência	Aroma	Corpo
Vidro	282	7,6 ^a ±1,03	7,5 ^a ±1,11	7,4 ^a ±1,39	7,1 ^a ±1,49
PET	282	7,6 ^a ±1,08	7,5 ^a ±1,06	7,0 ^b ±1,67	7,0 ^a ±1,80

As médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

N – Número de provadores

4.2.2.1. Cor

De acordo com a avaliação estatística, os resultados encontrados para o atributo cor não apresentaram diferença significativa durante o período de armazenamento ($P > 0,05$). Os resultados das médias estão representados na Figura 14. Como se pode observar para o atributo cor as médias mantiveram-se em 7,6 durante o armazenamento, situando-se de acordo com a escala hedônica entre “gostei moderadamente” e “gostei muito”, indicando que o produto teve um resultado satisfatório para atributo em relação ao armazenamento.

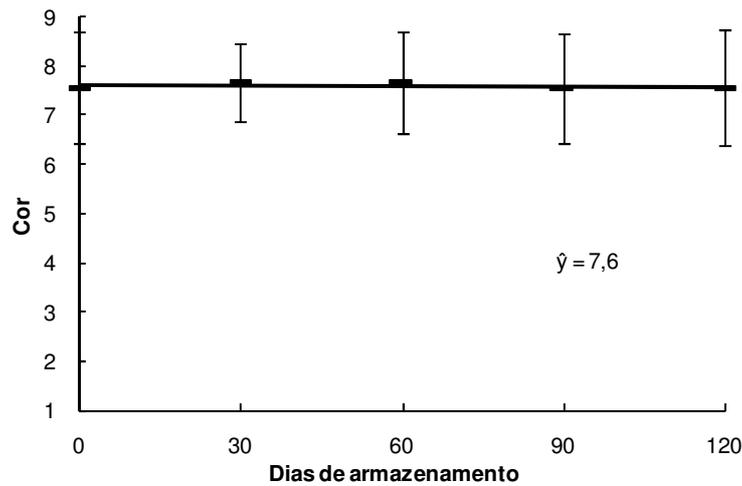


Figura 13 - Média do atributo cor para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento.

Na Tabela 12 estão apresentados os valores obtidos das médias de cor para os produtos envasados nas embalagens de vidro e de PET separadamente durante os 120 dias de armazenamento.

Tabela 12 - Valores das médias para o atributo cor durante os 120 dias de armazenamento.

Tempo de armazenamento (dias)	Cor	
	Vidro	PET
Zero	7,68 ± 0,94	7,45 ± 1,31
30	7,73 ± 0,82	7,66 ± 0,77
60	7,66 ± 1,13	7,66 ± 0,94
90	7,47 ± 1,14	7,64 ± 1,09
120	8,00 ± 1,11	7,59 ± 1,23

Valores médios de duas repetições ± desvio padrão.

De acordo com Silva *et al.* (2008), avaliando a estabilidade de néctar de caju adoçado com mel de abelha durante 180 dias de armazenamento à temperatura ambiente, observou para o atributo cor que, embora tenha havido diferença significativa ($P \leq 0,05$), as

médias durante todo o estudo permaneceram entre “gostei moderadamente” e “gostei muito”, mantendo-se dentro da faixa de variação de aceitação.

Silva (2007), estudando a estabilidade do suco tropical de goiaba envasado em embalagens de vidro e em embalagens cartonadas, armazenado a temperatura ambiente durante 250 dias, obteve para o atributo cor diferença significativa durante o armazenamento ($P \leq 0,05$), onde as médias mantiveram-se entre 5,91 que corresponde aos termos hedônicos entre “não gostei nem desgostei” e “gostei ligeiramente” e a 4,55 que fica entre os termos “desgostei ligeiramente” e “não gostei nem desgostei”.

Em uma pesquisa objetivando avaliar a estabilidade do molho de tomate acondicionado em embalagens comerciais, Jaime (1998) observou as características sensoriais dos produtos estocados a 23°C e 35°C mantidos ao abrigo da luz por período de 240 dias. Comparando as embalagens, o autor verificou que a cartonada apresentou taxa de deterioração em torno de 1,9 vezes superior à embalagem de vidro em ambas as temperaturas de estocagem.

4.2.2.2. Aparência

Os resultados encontrados para o atributo aparência não apresentaram diferença significativa durante o período de armazenamento ($P > 0,05$), cujas médias permaneceram no valor de 7,5 da escala hedônica, situando-se entre “gostei moderadamente” e “gostei muito” (Figura 15).

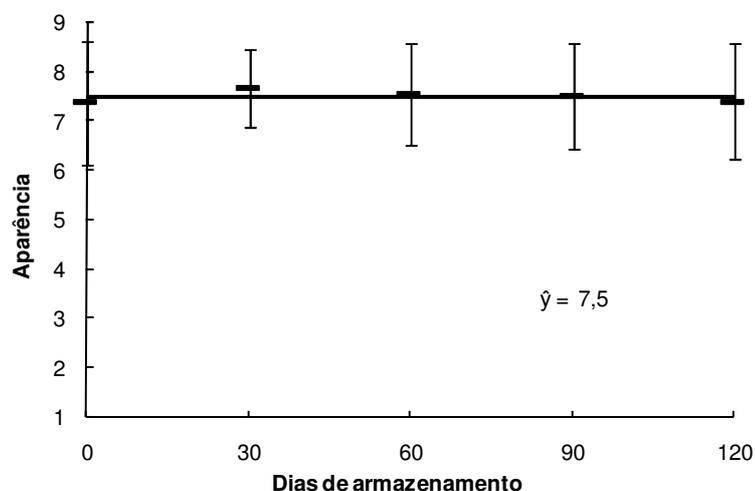


Figura 14 - Média do atributo aparência para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento.

Na Tabela 13 estão apresentados os valores obtidos das médias de aparência para os produtos embalados em garrafas de vidro e de PET durante os 120 dias de armazenamento.

As médias em todos os tempos permaneceram entre “gostei moderadamente” e “gostei muito”, ficando na zona positiva da escala hedônica, o que mostra um resultado que o suco se manteve agradável aos provadores durante todo o armazenamento em relação à aparência.

Tabela 13 - Valores das médias para o atributo aparência durante os 120 dias de armazenamento.

Tempo de armazenamento (dias)	Aparência	
	Vidro	PET
Zero	7,57 ± 1,17	7,20 ± 1,30
30	7,71 ± 0,80	7,64 ± 0,80
60	7,54 ± 1,24	7,55 ± 0,81
90	7,38 ± 1,15	7,62 ± 0,97
120	7,00 ± 1,13	7,34 ± 1,25

Valores médios de duas repetições ± desvio padrão.

Magalhães (2005), estudando a estabilidade do suco tropical de manga adoçado e envasado pelos processos de enchimento a quente e asséptico durante 350 dias de armazenamento, observou que nos dois processos avaliados, o atributo aparência apresentou uma boa aceitação durante os 350 dias de armazenamento, com notas superiores a 7, relativas entre “gostei moderadamente” e “gostei muito”.

4.2.2.3. Aroma

Na avaliação do aroma verificou-se diferença significativa ($P \leq 0,05$) em função do tempo de armazenamento, sendo o modelo ajustado por regressão linear conforme equação descrita na Figura 16.

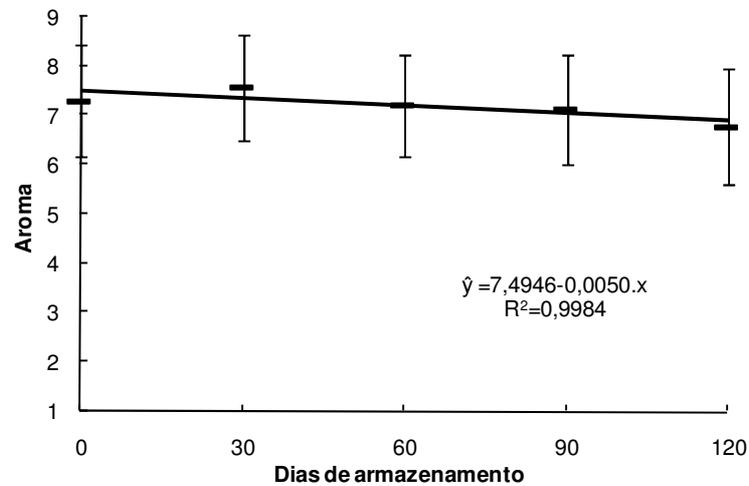


Figura 15 - Média do atributo aroma para o suco tropical de caju durante o período de 120 dias de armazenamento.

As médias mantiveram-se entre 6,8 e 7,6; correspondente na escala hedônica entre “gostei ligeiramente” a “gostei muito” durante o armazenamento. Apesar da diferença significativa, os sucos se encontram na faixa positiva da escala, conferindo boa aceitação do produto em relação ao aroma em relação ao tempo de armazenamento.

Na Tabela 14 estão apresentados os valores obtidos das médias do aroma para os produtos acondicionados em embalagens de vidro e de PET durante os 120 dias de armazenamento.

Tabela 14 - Valores das médias para o atributo aroma durante os 120 dias de armazenamento.

Tempo de Armazenamento (dias)	Aroma	
	Vidro	PET
Zero	7,34 ± 1,48	7,3 ± 1,50
30	7,61 ± 1,12	7,54 ± 1,03
60	7,36 ± 1,43	7,07 ± 1,61
90	7,33 ± 1,34	6,90 ± 1,73
120	7,00 ± 1,57	6,25 ± 2,13

Valores médios de duas repetições ± desvio padrão.

Freitas (2007), avaliando a estabilidade de suco de maracujá envasado em garrafas de vidro e de PET durante 120 dias de armazenamento, observou uma leve diminuição da intensidade do aroma característico de maracujá no suco em ambas as embalagens.

Estudando as transformações e perdas ocorridas nos compostos voláteis responsáveis pelo sabor e aroma característicos de acerola durante as etapas de processamento de suco de acerola integral, Pinto (2006) observou que o aroma e o sabor de cozido artificial foram se intensificando ao mesmo tempo em que havia um decréscimo das características de sabor e aroma de acerola fresca, devido à ação do calor e à presença de conservantes que modificaram o perfil sensorial inicial do suco.

Os compostos voláteis do aroma são, em sua maioria, substâncias termolábeis, sujeitos a rearranjos e oxidações quando submetidos a qualquer aumento de temperatura (THOMAZZINI e FRANCO, 2000).

4.2.2.4. Corpo

Os resultados encontrados para o atributo corpo apresentaram diferença significativa durante o armazenamento ($P \leq 0,05$), no entanto não foi possível ajustar os dados, sendo estes representados pelas médias em cada tempo de armazenamento (Figura 17).

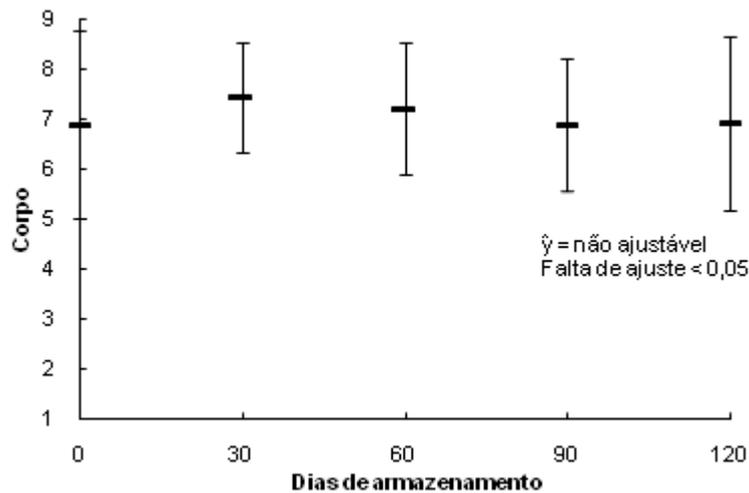


Figura 16 - Média do atributo corpo para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento.

Os valores das médias variaram de 6,9 a 7,4 durante o armazenamento, correspondendo na escala hedônica entre “gostei ligeiramente” a “gostei muito”. Apesar da diferença significativa, os sucos apresentaram boa aceitação do produto em relação ao corpo durante o tempo de armazenamento.

Esse comportamento não linear das médias para o corpo mostrado na Figura 17 pode ser justificado pelo fato de os participantes da análise não ter sido treinado e também pelos mesmos não serem uma equipe fixa, onde, a cada sessão de análise, novos e distintos provadores eram recrutados.

Em suco de frutas a inativação de enzimas pécnicas, como a pectinametilesterase (PME), se faz importante, uma vez que as mesmas quando presentes degradam a pectina contida no suco em ácidos pécnicos e pectínicos, substâncias menos solúveis, promovendo a separação de fases do suco com consequente perda de viscosidade, influenciando assim a aparência e o corpo desses produtos. Este é um aspecto indesejável em sucos acondicionados em embalagens transparentes. O processo de pasteurização geralmente inativa essas enzimas (MAIA, SOUSA e LIMA, 2007).

Tratamento térmico sob condições severas (90°C por 1 min e 95°C por 30 segundos) se faz necessário para inativar a PME em suco de laranja (CAMERON, NIEDZ e GROHMANN, 1994; AMARAL, ASSIS e FARIA, 2005).

Na Tabela 15 estão apresentados os valores obtidos das médias do corpo para os produtos acondicionados em embalagens de vidro e de PET durante os 120 dias de armazenamento.

Tabela 15 - Valores das médias para o atributo corpo durante os 120 dias de armazenamento.

Tempo de armazenamento (dias)	Corpo	
	Vidro	PET
Zero	7,09 ± 1,82	6,70 ± 1,90
30	7,34 ± 1,20	7,52 ± 0,99
60	7,20 ± 1,37	7,21 ± 1,30
90	6,86 ± 1,32	6,91 ± 1,33
120	7,00 ± 1,50	6,55 ± 1,87

Valores médios de duas repetições ± desvio padrão.

Segundo Silva (2006), estudando a estabilidade de néctar de caju adoçado com mel de abelha durante 180 dias de armazenamento à temperatura ambiente, observou que para o atributo corpo não houve diferença significativa ($P > 0,05$) em função do tempo, com médias constante, entre “gostei moderadamente” e “gostei muito”.

4.2.2.5. Sabor

Em relação ao sabor, houve interação significativa entre as embalagens e o tempo de armazenamento nos sucos ($P \leq 0,05$) (Apêndice C). Assim, as embalagens de vidro e de PET foram avaliadas separadamente em relação a este atributo na análise de regressão com o tempo de armazenamento (Apêndice C).

Não se verificou variação significativa do atributo sabor com o tempo de armazenamento para os modelos linear, quadrático e cúbico ($P > 0,05$) para a embalagem de vidro (Apêndice C); enquanto as amostras armazenadas em embalagens PET apresentaram

variação significativa com o tempo de armazenamento, porém, o ajuste a um modelo estatístico não foi possível, pela falta de ajuste significativa ($P \leq 0,05$) (Apêndice C) ou por apresentar coeficientes da equação não significativos ($P > 0,05$).

De acordo com a análise de avaliação estatística, os resultados encontrados para o atributo sabor estão descritos separadamente para as amostras acondicionadas em garrafas de vidro e de PET, como apresentados nas Figuras 18 e 19, respectivamente.

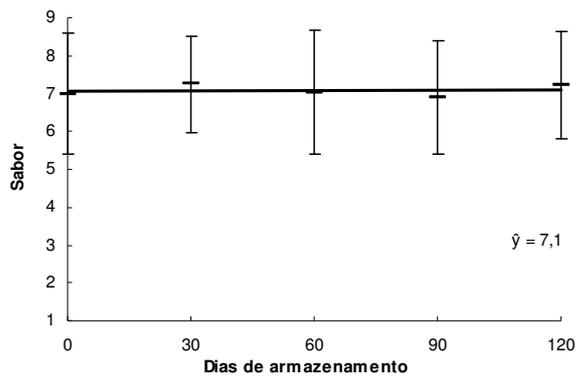


Figura 18 - Média do atributo sabor para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento em embalagem de vidro.

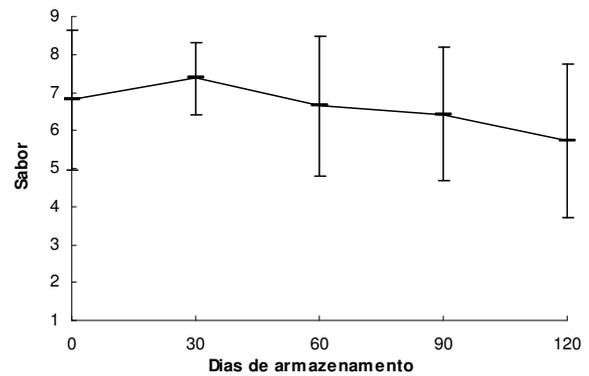


Figura 17 - Média do atributo sabor para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento em embalagem PET.

As médias do atributo sabor permaneceram com valor constante de 7,1 durante o armazenamento para a embalagem de vidro, situando-se na parte positiva da escala hedônica entre “gostei moderadamente” e “gostei muito”. No entanto, de modo geral, para as amostras acondicionadas em garrafas de PET, houve um decréscimo das médias ao longo do armazenamento, variando entre 5,7 e 7,4; que corresponde na escala hedônica entre “nem gostei nem desgostei” a “gostei muito”.

Para as amostras envasadas em garrafas de PET até os 90 dias de armazenamento, a média ainda estava acima de 6, correspondendo entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”. Porém, aos 120 dias de armazenamento essa média correspondente ao sabor decresceu para valor inferior a 6. Provavelmente se o estudo fosse estendido por mais 30 dias de armazenamento, o produto seria incluído na zona de rejeição da escala hedônica, sendo considerado insatisfatório quanto ao atributo sabor.

O sabor e o aroma podem ser alterados em função da perda de compostos voláteis através da permeação da embalagem, pela oxidação dos compostos do aroma pelo oxigênio do

ar que permeia a embalagem e/ou pela absorção de aromas indesejáveis através da permeação pelo material da embalagem (SARANTÓPOULOS *et al.*, 2002).

Freitas *et al.* (2006a), avaliando a estabilidade do suco tropical adoçado de acerola elaborado pelos processos *hot fill* (garrafas de vidro) e asséptico (embalagens cartonadas) armazenados por 350 dias, constataram que os sucos obtidos pelo processo *hot fill* mantiveram o sabor estável durante o armazenamento com valores de 4,2 e 5,4; para os tempos zero e 350 dias, respectivamente. Enquanto que para os sucos obtidos por processo asséptico houve uma redução nos valores das notas atribuídas, começando com 5,8 no tempo zero e terminando com valor de 3,7 no tempo 350 dias, sendo este menos aceito ao longo do armazenamento.

Em estudo avaliando a estabilidade de néctar de caju adoçado com mel de abelha durante 180 dias de armazenamento, Silva *et al.* (2008), observaram para o atributo sabor que as médias durante todo o período de estocagem permaneceram dentro da faixa de aceitação, com respostas entre as categorias “gostei muito”, no início do armazenamento e “gostei ligeiramente”, próximo do final do armazenamento, porém ainda permanecendo dentro da faixa de aceitação.

4.2.2.6. Impressão Global

Os resultados para o atributo impressão global estão apresentados nas Figuras 20 e 21, para as amostras acondicionadas em garrafas de vidro e de PET, respectivamente.

Em relação à impressão global, houve interação significativa entre as embalagens e o tempo de armazenamento nos sucos ($P \leq 0,05$) (Apêndice C). Assim, as embalagens de vidro e de PET foram avaliadas separadamente em relação a este atributo na análise de regressão com o tempo de armazenamento (Apêndice C).

Para a embalagem de vidro não se verificou variação significativa do atributo impressão global com o tempo de armazenamento para os modelos linear, quadrático e cúbico ($P > 0,05$) (Apêndice C). No entanto, para as amostras armazenadas em embalagens PET houve variação significativa com o tempo de armazenamento, porém, o ajuste a um modelo estatístico não foi possível, pela falta de ajuste significativa ($P \leq 0,05$) (Apêndice C) ou por apresentar coeficientes da equação não significativos ($P > 0,05$).

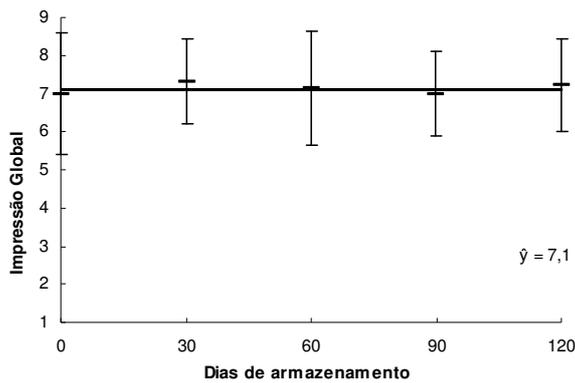


Figura 19 - Média do atributo Impressão global para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento em embalagem de vidro.

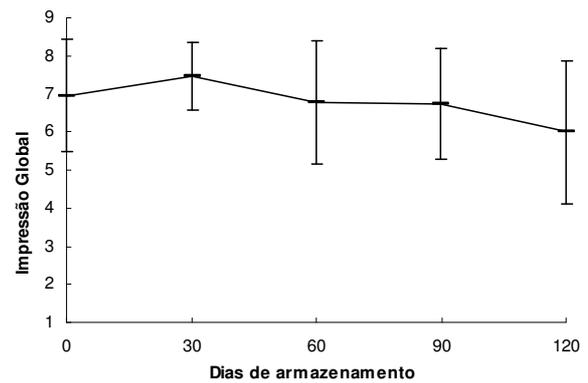


Figura 20 - Média do atributo Impressão global para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento em embalagem de PET.

Observando a Figura 20, percebe-se que as amostras acondicionadas em garrafas de vidro obtiveram média constante de 7,1 durante o armazenamento, situando-se na zona de aceitação da escala hedônica entre “gostei moderadamente” e “gostei muito”, indicando que as amostras envasadas com este tipo de embalagem obtiveram boa aceitação para este atributo durante a estocagem.

Para as amostras acondicionadas em garrafas de PET, observa-se que houve um decréscimo das médias ao longo do armazenamento, variando entre 6 e 7,5; que corresponde na escala hedônica entre “gostei ligeiramente” a “gostei muito”.

Analisando a Figura 21, verifica-se que no tempo 120 dias a média das amostras envasadas em garrafas de PET está exatamente no valor 6, correspondendo a “gostei ligeiramente”. Assim, possivelmente se o estudo se prolongasse por mais um tempo de análise, o produto passaria a ter média inferior a 6, podendo ser considerado insatisfatório quanto ao atributo impressão global.

Freitas *et al.* (2006a), em estudo da estabilidade do suco tropical adoçado de acerola elaborado pelos processos *hot fill* e asséptico armazenados por 350 dias, verificaram que os sucos obtidos pelo processo *hot fill* apresentaram um pequeno aumento na impressão global, enquanto os do processo asséptico mantiveram, ao final do armazenamento, a mesma aceitação inicial.

Em estudo avaliando a estabilidade de suco de caju durante 360 dias de armazenamento à temperatura ambiente envasado pelo processo *hot fill* e asséptico, Costa *et al.* (2003), verificaram que a aceitação do suco foi mantida alta durante o período de armazenagem em ambos os sistemas de enchimento.

De acordo com Silva *et al.* (2008), avaliando a estabilidade de néctar de caju adoçado com mel de abelha durante 180 dias de armazenamento, observaram que a aceitação global do produto se manteve dentro da faixa de aceitação durante todo o estudo, com respostas situadas entre “gostei moderadamente” e “gostei ligeiramente” na escala hedônica estruturada de nove pontos, na qual 9 representa “gostei muitíssimo” e 1 “desgostei muitíssimo”.

4.2.2.7. Intenção de compra

Os resultados encontrados para a intenção de compra do produto estão descritos nas Figuras 22 e 23, para as amostras acondicionadas em garrafas de vidro e de PET, respectivamente.

Em relação à intenção de compra, houve interação significativa entre as embalagens e o tempo de armazenamento nos sucos ($P \leq 0,05$) (Apêndice C). Assim, as embalagens de vidro e de PET foram avaliadas separadamente em relação a este atributo na análise de regressão com o tempo de armazenamento (Apêndice C).

Não se verificou variação significativa do atributo intenção de compra com o tempo de armazenamento para os modelos linear, quadrático e cúbico ($P > 0,05$) para a embalagem de vidro (Apêndice C); enquanto as amostras armazenadas em embalagens PET apresentaram variação significativa com o tempo de armazenamento, porém, o ajuste a um modelo estatístico não foi possível, pela falta de ajuste significativa ($P \leq 0,05$) (Apêndice C) ou por apresentar coeficientes da equação não significativos ($P > 0,05$).

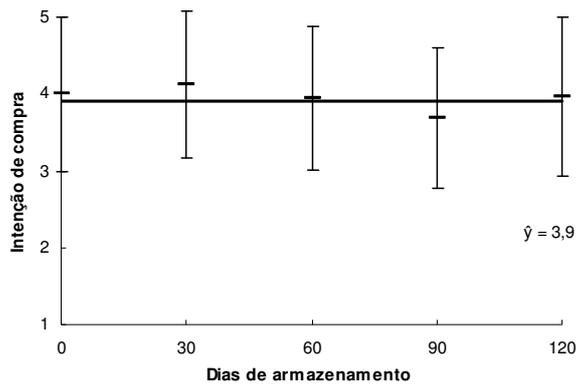


Figura 22 - Média do atributo Intenção de compra para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento em embalagem de vidro.

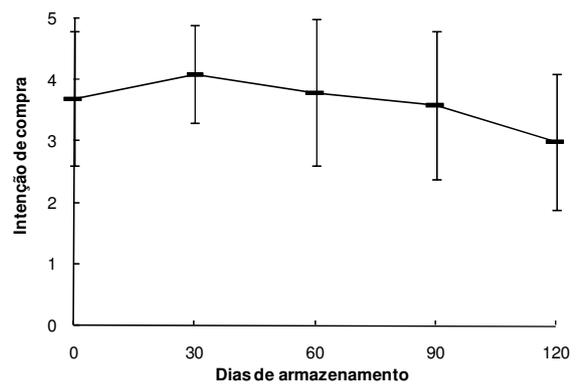


Figura 21 - Média do atributo Intenção de compra para o suco tropical adoçado de caju durante o período de 120 dias de armazenamento em embalagem de PET.

Observa-se em relação às amostras acondicionadas em garrafas de vidro que as médias permaneceram no valor de 3,9 durante o armazenamento, situando-se na escala hedônica entre “talvez comprasse, talvez não comprasse” e “possivelmente compraria”. No entanto, de maneira geral, para as amostras acondicionadas em garrafas de PET, houve um decréscimo das médias ao longo do armazenamento, onde até o tempo 90 dias, apesar de estarem diminuindo, as médias se mantinham bem próximas às da amostra embalada em garrafa de vidro; porém, no tempo 120 dias, houve um maior decréscimo da média em relação à amostra envasada em embalagem de vidro que se manteve constante durante todo armazenamento. Provavelmente se o estudo fosse estendido por mais 30 dias de armazenamento, o produto seria incluído na zona de rejeição da escala hedônica.

Silva *et al.* (2008), avaliando a estabilidade de néctar de caju adoçado com mel de abelha durante 180 dias de armazenamento, observaram para a avaliação de intenção de compra que não houve diferença significativa em função do tempo ($P > 0,05$). A resposta média foi 3,9; estando bem próximo da categoria “provavelmente compraria”, que é 4,0 na escala hedônica, indicando que o produto, se estivesse disponível no mercado, teria aceitação pelos consumidores em potencial.

4.3. Teste de Esterilidade Comercial

Os sucos obtidos pelos processos de enchimento a quente (*hot fill*) encontraram-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação federal vigente (BRASIL, 2001), estando estes produtos comercialmente estéreis, indicando que o tratamento térmico realizado (90°C por 60 segundos) foi eficiente para a conservação do produto durante o período estudado.

A análise microbiológica indicou que as amostras estavam isentas de microrganismos capazes de se desenvolverem no produto em condições de armazenamento. Os sucos acondicionados em embalagens de vidro e de PET estocadas por 10 dias em estufa BOD permaneceram inalteradas.

A alta acidez e conseqüentemente o baixo pH de produtos como suco de frutas geralmente inibe a proliferação de microrganismos patogênicos, permitindo apenas microrganismos deteriorantes, como bolores e leveduras e bactérias ácido-tolerantes como bactérias lácticas e, menos frequentemente bactérias acéticas e espécies de *Zymomonas* (JAY e ANDERSON, 2001; HOCKING e JENSEN, 2001).

Em pesquisa objetivando avaliar a estabilidade do suco tropical adoçado de acerola elaborado pelos processos *hot fill* e asséptico com tratamento térmico de 90 °C por 60 segundos, Freitas *et al.* (2006a) constataram que as amostras de suco de ambos os processos mantiveram uma adequada estabilidade microbiológica, onde os sucos logo após o processamento (tempo zero) e durante 350 dias de armazenamento apresentaram contagens de bactérias aeróbias mesófilas, bolores e leveduras inferiores a 10 UFC/mL, valores de coliformes totais e coliformes fecais inferiores a 3 NMP/mL e ausência de *Salmonella* sp nas amostras avaliadas. Assim, as análises microbiológicas confirmaram a eficácia do tratamento térmico e a manutenção da qualidade microbiológica dos sucos durante o período de armazenamento.

Silva (2007), avaliando a estabilidade do suco tropical de goiaba também obtido pelos processos *hot fill* e asséptico tratados a 90°C por 60 segundos, porém nesse caso foram adicionados aditivos para garantir a estabilidade microbiológica, verificou-se através do teste de esterilidade comercial que a aplicação do calor combinado à adição de aditivos foi eficiente para torná-los isentos de microrganismos capazes de se desenvolverem no produto em condições de armazenamento.

De acordo com Silva *et al.* (2008), avaliando a estabilidade de néctar de caju adoçado com mel de abelha durante 180 dias de armazenamento, observaram que logo após o

processamento e em todos os tempos de armazenamento estudados, o produto se apresentou de acordo com a legislação federal vigente (BRASIL, 2001), que estabelece padrões sanitários para sucos, refrescos, refrigerantes e outras bebidas não alcoólicas, estando comercialmente estéreis.

5. CONCLUSÕES

Os sólidos solúveis, pH, acidez titulável e pigmentos escuros solúveis não apresentaram variação significativa com o tempo de armazenamento a temperatura ambiente, enquanto açúcares redutores, açúcares totais e carotenóides totais apresentaram diferença significativa em função do tempo de armazenamento para os sucos.

Os teores de ácido ascórbico e de compostos fenólicos totais apresentaram diferença significativa em função do tempo de armazenamento para os sucos em ambas as embalagens.

Os carotenóides totais, ácido ascórbico e compostos fenólicos totais foram os parâmetros mais afetados ao longo do armazenamento.

Houve redução nos teores de ácido ascórbico nas amostras acondicionadas nas duas embalagens ao longo do armazenamento, porém, a perda de ácido ascórbico no suco em embalagem PET foi duas vezes maior que no suco embalado em vidro.

Os sucos acondicionados em embalagens de vidro mantiveram aceitação estável para sabor, impressão global e intenção de compra, observando-se para este uma maior aceitação quando comparado ao suco acondicionado em embalagem PET, que teve sua aceitação diminuída com o tempo de armazenamento.

O processo apresentou-se adequado para a estabilidade dos sucos, determinando que o tratamento térmico aplicado foi eficiente para a estabilidade microbiológica dos sucos.

O suco armazenado em embalagem de vidro foi a mais indicada para o envase de suco tropical adoçado de caju estudado, que manteve as características sensoriais do produto estáveis, além de causar menores perdas de ácido ascórbico e de compostos fenólicos totais, caracterizando, assim, menor interferência ao produto durante o armazenamento.

REFERÊNCIAS

- ABREU, C. R. A. **Qualidade e atividade antioxidante total de pedúnculos de clones comerciais de cajueiro anão precoce**. 2007. 114f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.
- ABRE. **Associação brasileira de embalagem**. A embalagem. Disponível em: <http://www.abre.org.br/apres_setor_embalagem.php>. Acesso em: 31 dez. 2009.
- 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.
- AGUIAR, L. P. **β -caroteno, vitamina C e outras características de qualidade de acerola, caju e melão em utilização no melhoramento genético**. 2001. 86f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.
- AGUIAR, L. P.; ALVES, R.E.; LIMA, D. P.; BASTOS, M. S. R.; BARROS, F. F. C. Carotenóides totais em pedúnculos de clones de caju anão precoce (*Anacardium occidentale* L. var. Nanum). In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Anais...** Fortaleza, SBCTA, v. 2, p 55-59, 2000.
- AKINWALE, T. O. Cashew apple juice: Its use in fortifying the nutritional quality of some tropical fruits. **European Food Research and Technology**, n. 211, p. 205–207, 2000.
- ALAKA, O. O.; AINA, J. O.; FALADE, K. O. Effect of storage conditions on the chemical attributes og ogbomoso mango juice. **Europe food research technology**, v. 218, n. 1, p. 79-82, 2003.
- ALCÂNTARA, S. R.; ALMEIDA, F. A. C.; SILVA, F. L. H. Emprego do bagaço seco do pedúnculo do caju para posterior utilização em um processo de fermentação semi-sólida. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande, v.9, n.2, p.137-142, 2007.
- ALVES, R. M. V.; GARCIA, E. E. C. Embalagem para Sucos de Frutas. In: **Colet. ITAL**, Campinas, SP, v. 23, n. 2, p. 105-122, 1993.

AMARAL, S. H.; ASSIS, S.A.; FARIA, O. M. M. Partial purification and characterization of pectin methylesterase from orange (*Citrus sinensis*) cv. Pera-Rio. **Journal Food Biochemistry**, v. 29, p. 367–380, 2005.

ANDRIGUETO, J. R.; NASSER, L. C. B.; SIMON, G.; TEIXEIRA, J. M. A. Produção integrada de frutas e sistema agropecuário de produção integrada. In: Simpósio do Papaya Brasileiro. **Anais...** 2007. p. 177-189.

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Washington, D C, 2001, 676 p.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos: teoria e prática**. 3. ed. rev. ampl. – Viçosa: UFV, 2004, 478 p.

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.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. Official methods of analysis of the Association of official Analytical Chemistry: Vitamins and other nutrients. Washington: **AOAC**. Capítulo 45, 1992.

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.). **Journal Food Composition**. Anal. v.16, p. 647–657, 2003.

AZEREDO, H. M. C.; FARIA, J. A. F.; BRITO, E. S. Embalagens e estabilidade de alimentos. In: AZEREDO, H. M. C. Fundamentos de Estabilidade de Alimentos. Fortaleza: **Embrapa Agroindústria Tropical**, p. 151, 2004.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química de alimentos**. São Paulo, 3. ed. 2003, 238 p.

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 Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005b. 1018 p.

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.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) - Ministério da Saúde. **Resolução RDC, nº de 12, de 02 de janeiro de 2001**. Dispõe sobre os princípios gerais para o estabelecimento de critérios e padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: <www.anvisa.gov.br> Acesso em: 12 dez. 2009.

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.

CAMERON, R.G.; NIEDZ, R. P.; GROHMANN, K. Variable heat stability for multiple forms of pectin methylesterase from citrus tissue culture cells. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 42, p. 903 – 908, 1994.

CARVALHO, J. M. **Bebidas à base de água de coco e suco de caju: processamento e estabilidade**. Fortaleza, 2005. 107 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará, 2005.

CARVALHO, J. M. MAIA, G. A.; FIGUEIREDO, R. W.; BRITO, E. S.; RODRIGUES, S. Development of a blended nonalcoholic beverage Composed of coconutwater and cashew apple juice containing caffeine. **Journal of Food Quality**, v. 30, p. 664–681, 2007.

CAVALCANTE, A. A. M.; RUBENSAM, G.; PICADA, J. N.; SILVA, E. G.; FONSECA, J. C. M.; HENRIQUES, J. A. P. Mutagenicity, Antioxidant Potencial, and Antimutagenicity Activity Against Ahydrogen Peroxide of Cashew (*Anacardium occidentale*) Apple Juice and Cajuina. **Enviromental and Molecular Mutagenesis**, v. 41, p. 360-369, 2003.

CIANCI, F. C.; SILVA, L. F. M.; CABRAL, L. M. C.; MATTA, V. M. MATTA. Clarificação e concentração de suco de caju por processos com membranas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 3, p.579-583, jul./sep. 2005.

COCOZZA, F. M. **Maturação e conservação de manga 'Tommy Atkins' à aplicação pós-colheita de 1-metilciclopropeno**. 2003. 198f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Pós-Colheita) Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

COSTA, M. C. O.; MAIA, G.A.; FIGUEIREDO, R.W.; SOUZA FILHO, M. S. M.; BRASIL, I. M. Storage stability of cashew apple juice preserved by *hot fill* and aseptic processes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, p. 106-109, dez., 2003.

COSTA, M. C. O.; MAIA, G. A.; LIMA, J. R.; SOUZA FILHO, M. S. M.; FIGUEIREDO, R. W. Estabilidade do suco de caju (*Anacardium occidentale* L.) preservado pelos processos *hot fill* e asséptico. In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, Fortaleza. 2000. **Anais....** Fortaleza: SBCTA, v. 2, n. 6, p. 53, 2000.

COSTA, M. C. O. **Estudo da estabilidade do suco de caju (*Anacardium occidentale* L.) preservado pelos processos *hot fill* e asséptico**. 1999, 80 f. Tese (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação do Departamento de Tecnologia de Alimentos, UFC, Fortaleza-CE. 1999.

CRUZ, N. J. T.; SILVA, M. V.; MORAES FILHO, R. A. Consumo dos principais produtos derivados do caju e potencialidade dos produtos alternativos do caju na cidade de Maceió-Alagoas. In: XLV CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL. **Anais...** Londrina, SOBER, 2007.

CURTE, C. **Pet: a vedete do mercado**. Pack. Ano 6, n. 61, setembro, p. 12-14, 2002.

DAMASCENO, L. F.; FERNANDES, F. A. N.; MAGALHÃES, M. M. A.; BRITO, E. S. Non-enzymatic browning in clarified cashew apple juice during thermal treatment: Kinetics and process control. **Food Chemistry**, V. 106, P. 172–179, 2008.

DINCER, B.; COLAK, A.; AYDIN, N.; KADIOGLU, A. GUNER, S. Characterization of polyphenoloxidase from medlar fruits (*Mespilus germanica* L., Rosaceae. **Food Chemistry**, v. 76, p. 213-218, 2002.

ENGARRAFADOR MODERNO. Fatos relacionados aos consumidores e o comportamento ambiental, como hábitos regionais de alimentação, preservação de fontes primárias, padrões elevados de saúde e higiene, segurança alimentar, redução de peso e custo influenciarão sobremaneira o futuro do setor. São Paulo: Aden, ano: XVII, n.132, p.12-20, mai./2005.

ENGARRAFADOR MODERNO. Sistemas Assépticos em Embalagens Plásticas. São Paulo: Aden, Parte II, Ano XVII, n. 145, p. 42-48, mai. 2006.

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

FIGUEIREDO, R. W. **Desenvolvimento, maturação e armazenamento de pedúnculo de cajueiro anão precoce CCP-76 sob influência do cálcio.** 2000. Tese (doutorado). Faculdade de ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 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.

FREITAS, C. A. S. MAIA, G. A.; COSTA, J. M. C.; FIGUEIREDO, R. W.; RODRIGUES, M. C. P.; SOUSA, P. H. Estabilidade do suco tropical de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) adoçado envasado pelos processos hot-fill e asséptico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 544-549, 2006a.

FREITAS, C. A. S.; MAIA, G. A.; COSTA, J. M. C.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUSA, P. H. M.; FERNANDES, A. G. Estabilidade dos carotenoides, antocianinas e vitamina C presentes no suco tropical de acerola (*Malpighia emarginata* DC.) adoçado envasado pelos processos *hot-fill* e asséptico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 942-949, 2006b.

FREITAS, V. M. **Estudo das alterações do suco de maracujá integral em embalagem do tipo PET e vidro.** 2007. 76 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

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.

GARRUTI, D. S. **Composição de voláteis e qualidade de aroma do vinho de caju**. Campinas, 2001. 218 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

GERMANO, R. M. A. **Disponibilidade de ferro na presença do β -caroteno e o efeito dos interferentes em combinações de alimentos**. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Piracicaba, 2002.

GIMENEZ, R.; CABRERA, C.; OLALLA, M.; RUIZ, M. D.; LÓPEZ, M. C. 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. 509-518, 2002.

GRASSO, T. Juice consumption in Brazil. **Juice Latin America** 2004. São Paulo, p. 15-17, June, 2004.

HOCKING, A. D.; JENSEN, N. Soft drinks, cordials, juices, bottled water and related products. In: MOIR, C. J.; ANDREWS-KABILAFKAS. *et al.* **Spoilage of processed foods: causes and diagnosis**. AIFST In: (NSW Branch), Food Microbiology Group, p. 93-100, 2001.

HOWARD, L. A.; WONG, A. D.; PERRY, A. K., KLEIN, B. P. 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. **Mercado Internacional: Busca de equilíbrio em ano difícil**. 4. ed. Brasília: IBRAF - Instituto Brasileiro de Frutas, Ano 1, dez. 2006.

IBRAF. **Floração do caju aponta para safra de 140 mil/**. Disponível em: http://www.ibraf.org.br/news/news_item.asp?NewsID=2866. Acesso em: 18/12/2008.

JAIME, S. B. M.; ALVES, R. M. V.; SEGANTINI, E.; ANJOS, V. D. A.; MORI, E. E. E. 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.

JAY, S.; ANDERSON, J. Fruit and related products. In: MOIR, C. J.; ANDREWS-KABILAFKAS; ARNOLD, G.; COX, B. M.; et al. (Eds). **Spoilage of processed foods: causes and diagnosis**. AIFST Inc. (NSW Branch), Food Microbiology Group, p. 187-198, 2001.

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

LIMA, V. L. A.; MÉLO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, D. E. S. 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.

LIRA, M. L.; ALDRIGUE, M. L. Determinação de vitamina C total (AA e DHAA) em caju (*Anacardium occidentale* L.) em diferentes estádios de maturação. In: XVII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Fortaleza. 2000. **Anais...** Fortaleza: SBCTA, n. 5, v. 2, p.1. 2000.

MACFIE, H. J.; BRATCHELL, N.; GREENHFF, K.; VALLIS, L. V. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in all tests. **Journal of Sensory Studies**, v.4, p.129-148, 1989.

MAGALHÃES, E. F. **Estabilidade do Suco tropical de manga (*Mangifera indica* L.) adoçado e envasado pelos processos *hot fill* e asséptico**. 2005. 171f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2005.

MAIA, G.A.; ALBUQUERQUE, C. A. N.. Produção de sucos de frutas tropicais. In: Semana Internacional da Fruticultura, Floricultura e Agroindústria, - **FRUTAL**, Fortaleza, Ceará, 2001. 206 p.

MAIA, G. A.; MONTEIRO, J. C. S.; GUIMARÃES, A. C. L. Estudo da estabilidade físico-química e química do suco de caju com alto teor de polpa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 1, p. 43-46, 2001.

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.

MAIA, G. A.; RITTER, U. G.; FIGUEIREDO, R. W.; OLIVEIRA, G. S. F.; GASPAR JÚNIOR, J. C.; MONTEIRO, J. C. S. 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.; SOUSA, P. H. M.; LIMA, A. S. **Processamento de sucos de frutas tropicais**. Fortaleza: Editora UFC, 2007. 320 p.

MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; SANTOS, G. M.; SILVA, D. S.; FERNANDES, A. G.; PRADO, G. M. Efeito do processamento sobre componentes do suco de acerola. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n. 27, v. 1, p. 130-134, jan.-mar. 2007.

MAIA, G. A.; SOUSA FILHO, M. S. M.; FIGUEIREDO, R. W.; BRASIL, I. M. Caracterização química de pedúnculos de diferentes clones de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale*, L.). **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, Número Especial, out., p. 272 – 278, 2004.

MATTA, V. M.; CABRAL, L. M. C.; SILVA, L. F. M. Suco de acerola microfiltrado: avaliação da vida-de-prateleira. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 293-297, abr.-jun. 2004.

MATTA, V. M.; CABRAL, L. M. C. 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.

MATTIETTO, R. A.; HAMAGUCHI, C. S.; MENESES, H. C. Extração da polpa de cajá (*Spondias lutea* L.) e avaliação de suas características físico-químicas e microbiológicas. In: 5º simpósio Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 2003. **Anais...**, Campinas, SP, CD-ROM, 2003.

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.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. 2 ed. Florida – USA : CRC Press, 1991. 354 p.

MERCADANTE, A. Z. Carotenoids in foods: Sources and stability during processing and storage. In C. Socaciu (Ed.), **Food colorants: Chemical and functional properties**. Boca Raton: CRC Press. p. 213–240, 2008.

MESQUITA, P. C.; MAIA, G. A.; SOUZA FILHO, M. S. M.; NASSU, R. T. Estabilidade microbiológica, físico-química e sensorial de pedúnculos de caju (*Anacardium occidentale* L.) processados por métodos combinados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 3, p. 366-369, 2003.

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

NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. **Journal of Japanese Society of Food Science and Technology** v. 39, p. 925-928, 1992.

NEGRÃO, C.; CAMARGO, E. **Design de Embalagem: do marketing à produção**. São Paulo: Novatec Editora, 2008. 336 p.

OLIVEIRA, A. B. **Caracterização físico-química, química e bioquímica do suco tropical de manga (*mangifera indica* L.) não adoçado obtido pelo processo *hot fill***. 2006. 110 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

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

PAIVA, F. F. A.; GARRUTI, D. S.; SILVA NETO, R. M. **Aproveitamento Industrial do caju**. Fortaleza: EMBRAPA – Agroindústria Tropical, 85 p. 2000.

PEREIRA, A. M.; CRUZ, L. H.; SATO, H. H. Caracterização bioquímica da peroxidase em taperebá (*Spondias lutea* L.). In: XVII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, SBCTA, v. 2, n. 5, p. 43, 2000.

PEREIRA, B. A. D.; PEREIRA, B. A. D.; PERSIGO, L. M.; FERREIRA, L. F. B.; Grohmann, M. Z.; CORRÊA, M. B.; Kleinert, R. L.; Franceschi, T. R. Embalagens: variáveis mais influentes na decisão de compra. XXVI ENEGEP, 2006, Fortaleza. **Anais XXVI ENEGEP**. Fortaleza: Abepro, 2006.

PERERA, C. O.; BALDWIN, E. A. Biochemistry of fruits and its implications on processing. In: ARTNEY, D.; ASHURT P. R. (Eds.) **Fruit Processing: Nutrition, Product, Quality Management**. 2. ed. Garthersburg: Aspen, p. 19-33, 2001.

PETINARI, R. A.; TARSITANO, M. A. A.. Cashew (*Anacardium occidentale* L.) commercialization in northwest of São Paulo state. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 697-699, 2002.

PIMENTEL, C. R. M.; FILGUEIRAS, H. A. C.; ALVES, R. E. Mercado: situação atual e perspectivas. In: ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C. (editores). **Caju: pós-colheita**. (Série Frutas do Brasil, 31). **Brasília:Embrapa Informação Tecnológica**, p. 9-13, 2002.

PINA, M. G. M.; MAIA, G. A.; SOUZA FILHO, M. S. M.; FIGUEIREDO, R. W.; MONTEIRO, J. C. S. Processamento e conservação de manga por métodos combinados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 25, n. 1, p. 63-66, 2003.

PINHEIRO, A.; FERNANDES, A. G.; FAI, A. E. C.; PRADO, G. M.; SOUSA, P. H. M.; MAIA, G. A. Avaliação química, físico-química e microbiológica de sucos de frutas integrais: abacaxi, caju e maracujá. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 98-103, 2006.

PINTO, L. G. C. **Efeito do Processamento sobre o perfil sensorial e os constituintes voláteis do suco de acerola (*Malpighia glabra* L.)** 2006. 102 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

PIRILLO, C. P.; SABIO, R. P. 100% Suco: Nem tudo é suco nas bebidas de frutas. **Revista Hortifruti Brasil**, p. 6-13, jul 2009.

PRADO FILHO, H. R. **Pet e embalagens cartonadas**. Pack. Ano 6, n. 61, setembro, p. 3, 2002.

RATTANATHANALERK, M.; CHIEWCHAN, N.; SRICHUMPOUNG, W. Effect of thermal processing on the quality loss of pineapple juice. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 66, n. 2, p. 259-265, 2005.

REYNERTSON, K. A.; YANG, H.; JIANG, B.; BASILE, M. J.; KENNELLYC, E. J. Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible Myrtaceae fruits. **Food Chemistry**, London, v. 109, n. 4, p. 883-890, ago, 2008.

RIGHETTO, A. M. **Caracterização físico-química e estabilidade de suco de acerola verde microencapsulado por atomização e liofilização**. 2003. 178 f. Tese (Doutorado em Ciência da Nutrição) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Departamento de Alimentos e Nutrição, Campinas, 2003.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; KIMURA, M. **Harvestplus Handbook for Carotenoid Analysis**. HarvestPlus Technical Monograph 2. Washington, DC and Cali: International Food

Policy Research Institute (IFPRI) and International Center for Tropical Agriculture (CIAT), 2004. 63p.

SANCHEZ-MORENO, C. Compuestos polifenolicos: efectos fisiologicos. Actividad antioxidante. **Revista Alimentaria**, Lisboa, enefeb, p.29-40, 2002.

SANDI, D.; CHAVES, J. B. P.; SOUZA, A. C. G.; SILVA, M. T. C.; PARREIRAS, J. F. M. Correlações entre características físico-químicas e sensoriais em suco de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) durante o armazenamento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v 23, n. 3, p. 355-361, 2003.

SANTOS, R. P.; SANTIAGO, A. A. X.; GADELHA, C. A. A.; CAJAZEIRAS, J. B.; CAVADA, B. S.; MARTINS, J. L.; OLIVEIRA, T. M.; BEZERRA, G. A.; SANTOS, R. P.; FREIRE, V. N. Production and characterization of the cashew (*Anacardium occidentale* L.) peduncle bagasse ashes. *Journal Food Engineering*, v. 79, p. 1432–1437, 2007.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; PADULA, M.; COLTRO, L.; ALVES, R. M. V.; GARCIA, E. E. C. **Embalagens plásticas flexíveis**: principais polímeros e avaliação de propriedades. 1. ed. Campinas: CETEA/ITAL, 2002. 267 p.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; OLIVEIRA, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. Campinas: CETEA/ITAL, 2001. 215 p.

SAS Institute, Inc. **SAS User's Guide**: version 9.1, Cary, NC: SAS Institute, 2006.

SILVA, D. S. **Estabilidade do suco tropical de goiaba (*Psidium guajava* L.) não adoçado obtido pelos processos de enchimento à quente e asséptico**. 2007. 98 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

SILVA, F. V. G.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; LIMA, A. S.; COSTA, J. M. C.; Figueiredo, E. A. T. Avaliação da estabilidade de bebida mista elaborada com água de coco e suco de maracujá. **Acta Scie Technology**. Maringa, v. 28, n. 2, p. 191-197, July/Dec., 2006.

SILVA, R. A. **Desenvolvimento e estabilidade de néctar de caju (*Anacardium occidentale* L.) adoçado com mel de abelha *Apis mellifera***. 73 f. 2006. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

SILVA, R. A.; MAIA, G. A.; COSTA, J. M. C.; RODRIGUES, M. C. P. ; FONSECA, A. V. V.; SOUSA, P. H. M.; CARVAKHO, J. M. Néctar de caju adoçado com mel de abelha: desenvolvimento e estabilidade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 2, p. 1-7, 2008

SILVA, T. V.; RESENDE, E. D.; VIANA, A. P.; ROSA, R. C. C.; PEREIRA, S. M. F.; CARLOS, L. A.; VITORAZI, L.. Influência dos estádios de maturação na qualidade do suco de maracujá-amarelo. **Revista de Fruticultura**. Jaboticabal, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 472-475. Dezembro, 2005.

SKLIUTAS, A. R.; SHIBUYA, D. S.; ALVES, G. L.; LAPA-GUIMARÃES, J.; LISBOA, M. A. de M.; PEREIRA, M. A. G.; RÚA, N. E. R.; SILVA, M. A. A. P. da. Desenvolvimento de terminologia descritiva e perfil sensorial de suco de caju. In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, Fortaleza. 2000. **Anais...** Fortaleza: SBCTA, v. 2, n. 3, p. 130, 2000.

SMITH, J.P.; ZAGORY, D.; RAMASWAMY, H.S. Packaging of fruits and vegetables. In: BARRET, D.M.; SOMOGYI, L.; RAMASWAMY, H. (Eds.). **Processing Fruits: Science and Technology**. USA, Florida, CRC Press, p. 355-395, 2005.

SOARES, L.M.V.; SHISHIDO, K.; MORAES, A. M. M. Composição mineral de sucos concentrados de frutas brasileiras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.24, n.2, p.202-206, abr-jun/2004.

SOUZA, E. Aposta na mudança de hábito. **Revista Globo Rural**. Ed 224, Editora Globo, 1/6/2004. Disponível em:<www.globorural.globo.com>. Acesso em: 01 jan. 2010.

SOUZA, P. A.; SIMOES, A. N. ; MENEZS, J. B. ; ANDRADE, J. C. ; FREITAS, D. F. ; MENDONÇA, F. V. Caracterização Química de Pedúnculos de Caju ‘CCP-76’ em Diferentes Estádios de Desenvolvimento In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, Belém. 2002. **Anais...** Belém: SBCTA, p. 158, 2002.

TEIXEIRA, L. J. Q. **Aplicação de campos elétricos pulsados de alta intensidade no processamento de suco de cenoura**. 168 f. 2008. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, 2008.

THOMAZZINI, M.; FRANCO, M. R. B. Metodologia para análise dos constituintes voláteis do sabor. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 34, n. 1, p. 52-59, 2000.

TODA FRUTA. **Perspectivas Da Fruticultura Brasileira**. 2008. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br>> Acesso em: 26/01/2010.

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.

VAN, W. R. **Effects of flavour absorption on foods and their packaging materials**. Wageningen University, the Netherlands. P. 140, 2002.

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

ZANATTA, C. F. **Determinação da composição de carotenóides e antocianinas de camu-camu (*Myrciaria dubia*)**. 2004. 162 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

ZAPAROLLI, D. Novas tecnologias geram oportunidades para as embalagens plásticas no setor de alimentos. **Revista Plástico Moderno**, n. 384, 2006. Disponível em:<<http://www.plastico.com.br/revista/pm384/embalagem1.html>> . Acesso em: 21 mai. 2008.

ZEPKA, L. Q.; MERCADANTE, A. Z. Degradation compounds of carotenoids formed during heating of a simulated cashew apple juice. **Food Chemistry**, v. 117, p. 28–34, 2009

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.

APÊNDICES

Apêndice A - Quadrado médio (QM) das características químicas e físico-químicas de pH, sólidos solúveis, acidez titulável, açúcares redutores e açúcares totais dos produtos acondicionados em embalagens de vidro e PET.

FV	GL	Quadrado médio				
		pH	SS	Acidez Titulável	Açúcares totais	Açúcares redutores
Trat (A)	1	0,0256 ^{NS}	79,3500 ^{NS}	0,0002 ^{NS}	0,0944 ^{NS}	1,5296 ^{NS}
Erro (a)	4	0,0101	75,9535	0,0006	0,2229	1,4562
Tempo (B)	4	0,0280 ^{NS}	106,9523 ^{NS}	0,0008 ^{NS}	27,5517*	142,0070*
A x B	4	0,0179 ^{NS}	78,8679 ^{NS}	0,0007 ^{NS}	0,0350 ^{NS}	0,6163 ^{NS}
Erro (b)	16	0,0124	78,2087	0,0005	0,3702	0,5517
TE	(4)	(0,028)	(106,9523)	(0,0008)	(27,5518)	(142,0071)
Modelo Linear	1				65,5493*	477,2440*
Falta de ajuste	3				14,8859*	30,2614*
Quadrático	2				68,1668*	558,5173*
Falta de ajuste	2				21,0207*	4,7555*
Cúbico	3				109,3275*	568,0207*
Falta de ajuste	1				0,8795 ^{NS}	0,0075 ^{NS}
TE (vidro)	(4)					
Linear	1					
Falta de ajuste	3					
Quadrático	2					
Falta de ajuste	2					
Cúbico	3					
Falta de ajuste	1					
TE (PET)	(4)					
Linear	1					
Falta de ajuste	3					
Quadrático	2					
Falta de ajuste	2					
Cúbico	3					
Falta de ajuste	1					

TE tempo; * Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ^{NS} Não significativo ao nível de 5% de probabilidade
GL - Grau de liberdade

Apêndice B - Quadrado médio (QM) das características químicas de vitamina C, carotenóides totais, pigmentos escuros solúveis e compostos fenólicos totais dos produtos acondicionados em embalagens de vidro e PET.

FV	GL	Quadrado médio			
		Vitamina C	Carotenóides Totais	Pigmentos Escuros Solúveis	Compostos Fenólicos Totais
Trat (A)	1	589,2190*	0,0009 ^{NS}	2,9883 ^{NS}	0,1236 ^{NS}
Erro (a)	4	3,1967	0,9352	2,5241	0,0283
Tempo (B)	4	419,2541*	15,9546*	2,8219 ^{NS}	0,2154*
A x B	4	62,2366*	0,5756 ^{NS}	2,6049 ^{NS}	0,0574*
Erro (b)	16	8,2817	0,9353	2,6473	0,0116
TE	(4)		(15,9546)	(2,8194)	
Modelo Linear	1		50,4403*		
Falta de ajuste	3		4,4594*		
Quadrático	2		51,3585 ^{NS}		
Falta de ajuste	2		6,2299*		
Cúbico	3		52,1670 ^{NS}		
Falta de ajuste	1		11,6514*		
TE (vidro)	(4)	(80,57)			(0,06)
Linear	1	309,31*			0,04*
Falta de ajuste	3	4,33 ^{NS}			0,06*
Quadrático	2	313,73 ^{NS}			0,06*
Falta de ajuste	2	4,28 ^{NS}			0,08*
Cúbico	3	318,71 ^{NS}			0,06 ^{NS}
Falta de ajuste	1	3,58 ^{NS}			0,15*
TE (PET)	(4)	(400,92)			(0,22)
Linear	1	1566,42*			0,76*
Falta de ajuste	3	12,42 ^{NS}			0,04 ^{NS}
Quadrático	2	1577,23 ^{NS}			0,78 ^{NS}
Falta de ajuste	2	13,22 ^{NS}			0,04 ^{NS}
Cúbico	3	1577,62 ^{NS}			0,79 ^{NS}
Falta de ajuste	1	26,05*			0,08 ^{NS}

TE tempo; * Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ^{NS} Não significativo ao nível de 5% de probabilidade
GL - Grau de liberdade

Apêndice C - Quadrado médio (QM) da cor, aparência, aroma, sabor, corpo, aceitação e intenção de compra dos produtos acondicionados em embalagens de vidro e PET.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio						
		Cor	Aparência	Aroma	Sabor	Corpo	Aceitação	Intenção de compra
Embalagem (E)	1	0,04 ^{NS}	0,57 ^{NS}	20,68*	32,79*	4,26 ^{NS}	17,73*	13,42*
Erro (a)	114	1,19	1,24	2,83	2,16	2,04	1,79	0,89
Tempo (T)	4	0,54 ^{NS}	1,55 ^{NS}	9,58*	11,31*	6,85*	8,70*	6,38*
E x T	4	20,63 ^{NS}	1,31 ^{NS}	4,35 ^{NS}	10,21*	3,77 ^{NS}	7,88*	3,68*
Erro (b)	440	1,11	1,15	2,17	2,71	2,26	2,04	1,11
TE	(4)			(9,56)		(6,74)		
Modelo Linear	1			25,64*		2,72 ^{NS}		
Falta de ajuste	3			4,20 ^{NS}		8,09*		
Quadrático	2					12,97 ^{NS}		
Falta de ajuste	2					7,00*		
Cúbico	3					26,89 ^{NS}		
Falta de ajuste	1					0,09 ^{NS}		
TE/vidro	(4)				(1,26)		(1,05)	(1,45)
Linear	1				0,026 ^{NS}		0,14 ^{NS}	1,48 ^{NS}
Falta de ajuste	3				1,67 ^{NS}		1,34 ^{NS}	1,43 ^{NS}
Quadrático	2				0,216 ^{NS}		0,20 ^{NS}	1,69 ^{NS}
Falta de ajuste	2				2,42 ^{NS}		2,00 ^{NS}	2,05 ^{NS}
Cúbico	3				5,03 ^{NS}		4,2 ^{NS}	5,66 ^{NS}
Falta de ajuste	1				0,02 ^{NS}		0,001 ^{NS}	0,12 ^{NS}
TE (PET)	(4)				(19,97)		(15,51)	(8,76)
Linear	1				53,37*		38,74*	20,48*
Falta de ajuste	3				8,83*		7,76*	4,86*
Quadrático	2				69,73*		52,23*	32,48*
Falta de ajuste	2				5,07 ^{NS}		4,90 ^{NS}	1,28 ^{NS}
Cúbico	3				73,42 ^{NS}		53,77 ^{NS}	33,13 ^{NS}
Falta de ajuste	1				6,46 ^{NS}		1,92 ^{NS}	0,12 ^{NS}

TE tempo; * Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ^{NS} Não significativo ao nível de 5% de probabilidade
GL - Grau de liberdade