



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
DOUTORADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**VIRLANE KELLY LIMA DA SILVA**

**ESTABILIDADE DA POLPA DE CAJU CONGELADA OBTIDA COM O USO DE  
CONSERVANTES, PASTEURIZADA E CONCENTRADA**

**FORTALEZA**

**2013**

**VIRLANE KELLY LIMA DA SILVA**

**ESTABILIDADE DA POLPA DE CAJU CONGELADA OBTIDA COM O USO DE  
CONSERVANTES, PASTEURIZADA E CONCENTRADA**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

**Orientador:** Prof. Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo

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

**FORTALEZA**

**2013**

**VIRLANE KELLY LIMA DA SILVA**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Aprovada em \_\_\_\_/\_\_\_\_/ \_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>o</sup>. Raimundo Wilane de Figueiredo (Orientador)

Universidade Federal do Ceará – UFC

---

Prof<sup>o</sup>. Paulo Henrique Machado de Sousa (Co- Orientador)

Universidade Federal do Ceará – UFC

---

Prof<sup>a</sup>. Maria Mozarina Beserra Almeida

Universidade Federal do Ceará – UFC

---

Prof<sup>o</sup>. Geraldo Arraes Maia

Universidade Federal do Ceará – UFC

---

Prof<sup>a</sup>. Isabella Montenegro Brasil

Universidade Federal do Ceará – UFC

---

Prof<sup>a</sup>. Maria do Socorro Moura Rufino

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira– UNILAB

---

Prof<sup>o</sup>. Afonso Mota Ramos

Universidade Federal de Viçosa – UFV

À Deus, Família, Amigos e Ao Leonardo  
Hunaldo, pelo amor e incentivo

## AGRADECIMENTOS

A Deus, presença constante em minha vida, por permitir que eu superasse todas as dificuldades encorajando-me, guiando-me e iluminando minha caminhada pela vida com confiança e determinação.

A Universidade Federal do Ceará, pela oportunidade de crescimento pessoal e profissional durante a graduação, mestrado e doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Capes, pelo apoio financeiro e concessão de bolsa no início do curso.

À Jandaia Agroindústria Ltda., por doar a matéria prima para realização desta pesquisa. Em especial ao Sr Xavier, por sua disponibilidade e acompanhamento durante a coleta das amostras.

Ao Leonardo Hunaldo, meu grande amor e amigo, por ter feito meus dias mais alegres, e tornado as coisas mais simples, pelo companheirismo e amizade, por sua ajuda incansável sempre em todos os momentos importantes da minha vida... Eu te amo!

Ao meu orientador Professor Raimundo Wilane de Figueiredo, meus sinceros agradecimentos pela paciência, dedicação, aprendizado, amizade e confiança, neste período desde a graduação, mestrado e agora no doutorado, por orientar-me também com sugestões úteis para minha formação pessoal e profissional.

Ao meu co-orientador e amigo Professor Paulo Henrique Machado de Sousa, por sua paciência, disponibilidade, dedicação, pela grande ajuda na realização do experimento e no tratamento estatístico dos resultados deste trabalho.

Ao Professor Geraldo Arraes Maia pelo exemplo docente e de pesquisador vivenciado durante todo o curso e pela sua participação na qualificação, pré-defesa e defesa de tese.

A Professora Maria Mozarina Beserra Almeida por toda disponibilidade, presteza e sugestões durante o decorrer do trabalho.

A professora Lucicléia Barros pela contribuição e disponibilidade na composição da banca de pré-defesa sempre disposta a ajudar.

A Professora Maria do Socorro Moura Rufino pela participação na banca examinadora, por toda disponibilidade e ajuda.

Ao Professor Afonso Mota Ramos que gentilmente aceitou o convite para participação na banca de defesa de tese.

A Professora Isabella Montenegro Brasil pela participação na banca examinadora, por sua grande contribuição na correção e melhoria do trabalho.

Aos amigos da turma de doutorado Aline Gurgel, Érika Milô e Jonas Almada, pela convivência e aprendizado.

Aos professores do Departamento de Tecnologia de Alimentos pelos ensinamentos e amizade.

A professora Evânia Altina Teixeira de Figueiredo pela paciência e ajuda na execução das análises microbiológicas.

A todos da minha família e em especial, minha avó Iraci Abel, minha tia Maria Lindinalva e meu primo irmão Leonardo Bentes, por ser meu porto seguro durante os momentos bons e ruins, pela paciência durante todo esse período.

A todas as minhas amigas, e em especial: Germana Pessoa, Lílian Cruz, Ana Cláudia, Crislene Araújo, Magda Luana e Kamila Saraiva pela amizade e incentivo.

As minhas queridas amigas da época de graduação, Alaís, Iana, Lílian Fabíola, Norma, Sandra, Silvinês.

À Dayse Karine, meus sinceros agradecimentos, pela amizade, pela inestimável ajuda, colaboração, dedicação e paciência durante a realização de todo o experimento.

Aos estudantes do Laboratório de Frutos e Hortaliças sempre dispostos a colaborar: Alex Sandra, Aline Braga, Aline Gurgel, Ana Cristina, Ana Valquíria, Bruno, Denise, Fátima, Giovana, Jéssica, Jorgiane, Juliana, Karine, Larissa, Luana, Mayla, Nadya, Nara, Natália Sucupira, Solange, Tarliane, pela alegria, amizade e pelos bons momentos de descontração que passamos no laboratório. Em especial Karine, Aline Gurgel, Bruno, Jorgiane, Ana Cristina, Giovana e Mayla pelo grande apoio na realização da análise sensorial.

A Gisany pela colaboração na realização das análises microbiológicas.

As minhas amigas da Universidade Federal do Maranhão: Ana Lúcia, Ângela Borges, Sandra Helena, Tatiana Lemos e Virgínia Kelly por todo apoio e incentivo.

Aos meus alunos da UFMA, pela paciência e companheirismo, durante boa parte do doutorado.

Aos funcionários do Laboratório de Frutos e Hortaliças, D. Hilda, Sr. Omar e Luci pelo empenho em ajudar, pelo apoio e pela paciência.

Ao Paulo Mendes funcionário da Coordenação do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela sua amizade e disponibilidade.

A todos os meus amigos e amigas que infelizmente não pude nomeá-los aqui, pois são muitos, graças a Deus, o meu MUITO OBRIGADA, pelo companheirismo e grande amizade.

## RESUMO

O caju destaca-se dentre as espécies frutíferas nativas do Nordeste, por possuir elevada potencialidade para o consumo *in natura* e processamento industrial. A polpa e o suco são importantes componentes da dieta humana por serem considerados uma fonte natural de carboidratos, carotenoides, vitaminas e compostos fenólicos, substâncias com alto potencial antioxidante, e têm despertado o interesse de diferentes grupos de pesquisa. Este trabalho teve como objetivo estudar a estabilidade da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada congelada durante 12 meses de armazenamento, através de determinações químicas, físico-químicas e microbiológicas e a elaboração de néctar e suco tropical adoçado, estudando a estabilidade sensorial dos mesmos durante 360 dias de armazenamento da polpa. As polpas não apresentaram interação significativa para pH, sólidos solúveis, acidez titulável e coordenada de cor *a*. O pH e os sólidos solúveis variaram com o tempo mas mantiveram-se dentro dos padrões da legislação. A acidez não variou com o armazenamento. A coordenada de cor *a\** ajustaram ao modelo cúbico. O ácido ascórbico variou de 190,65 a 308,45mg/100g na polpa com conservantes, 170,95 a 299,70 mg/100g na polpa pasteurizada e de 514,68 a 865,42mg/100g na polpa concentrada, valores estes bastante expressivos. Pigmentos escuros solúveis, luminosidade, hue, croma, carotenoides, teor de polpa, açúcares totais apresentaram interação significativa e foram avaliados por regressão variando com o tempo de armazenamento, exceto a coordenada de cor *b\**. Os teores de açúcares totais mantiveram-se em torno de 10,01 a 13,25% nas polpas com conservantes e pasteurizadas a 24 a 27% na polpa concentrada, sendo estes em sua maioria representados por açúcares redutores. As análises microbiológicas confirmaram a eficácia das etapas de processamento, tratamento térmico e concentração na manutenção da qualidade microbiológica, uma vez que não foi observado crescimento de microrganismos durante o período de armazenamento. Os néctares e os sucos tropicais adoçados de caju apresentam-se na faixa de aceitação sensorial em todos os atributos avaliados. O congelamento das polpas de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada é viável uma vez que não ocorrem perdas significativas na qualidade dos produtos. A polpa de caju concentrada apresentou as melhores notas nos atributos sensoriais avaliados.

**Palavras-chaves:** Avaliação sensorial. Estabilidade físico-química. Néctar de caju. Polpa congelada. Suco tropical adoçado de caju. Tratamento térmico.

## ABSTRACT

The cashew (*Anacardium occidentale*, L.) has a great economic importance to the Northeast region, notably for the great acceptance by consumers, both for their sensory properties (color, aroma, flavor, texture) as for its nutritional and functional values. It stands out among the fruit species native to the Northeast because it has high potential for fresh consumption and industrial processing. The cashew and cashew apple juice are important components of the human diet because they are considered a natural source of carbohydrates, carotenoids, vitamins and phenolic compounds, substances with high antioxidant potential, and have attracted the interest of various research groups. This work aimed to study the stability of cashew apple pulp with preservatives, pasteurized and concentrated frozen storage for 12 months, through to chemical, physical-chemical and microbiological analysis. And production of cashew apple nectar and cashew apple sweetened tropical juice and sensorial stability during 360 days of storage of the pulp. The pulps showed no significant interaction for pH, soluble solids, acidity and color coordinated. The pH and soluble solids varied with time but remained within standards legislation. The acidity no change during the storage. The color coordinate set to the cubic model. The parameters vitamin C ranged from 190.65 to 308.45 in the pulp with preservatives, 170.95 to 299.70 in the pulp pasteurized and from 514.68 to 865.42 mg/100g in concentrated pulp, these values very expressive. Dark pigments soluble, brightness, hue\*, chroma\*, carotenoids, pulp content, total sugar showed significant interaction were assessed by regression with time varying storage except color coordinate b. The concentration of total sugars remained around 10.01 to 13.25% for pulps with preservatives and pasteurized, and to 24 to 27% in the concentrated pulp, which are mostly represented by sugars. The microbiological analyses confirmed the effectiveness of the processing, thermal treatment and concentration in the maintenance of the microbiological quality, once growth of microorganisms was not observed in the product during the storage period. The cashew apple nectars and juices sweetened have good acceptability in all sensory attributes. The frozen pulps cashew with preservatives, pasteurized and concentrated is viable since no significant losses occur in the quality of products.

**Keywords:** Sensory evaluation. Physico-chemical stability. Cashew nectar. Frozen pulp. Cashew apple sweetened tropical juice. Thermal treatment.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Características químicas e físico-químicas do pedúnculo de caju.....	23
Tabela 2-	Composição nutricional do pedúnculo de caju por 100 gramas.....	27
Tabela 3-	Conteúdo de minerais e fibras dietéticas totais presentes no pedúnculo de caju.....	27
Tabela 4-	Padrões de Identidade de Qualidade da polpa de caju.....	32
Tabela 5-	Padrões de Identidade de Qualidade para o néctar de caju.....	33
Tabela 6-	Padrões de Identidade de Qualidade para o suco tropical de caju.....	33
Tabela 7-	Conservantes utilizados em polpa e sucos de frutas.....	42
Tabela 8-	Comparação das médias de pH, sólidos solúveis, acidez titulável e coordenada de cor <i>a</i> das polpas de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada.....	60
Tabela 9-	Valores das médias para o parâmetro pH da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento.....	61
Tabela 10-	Valores das médias para o parâmetro sólidos solúveis (°Brix) da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento.....	63
Tabela 11-	Valores das médias para a acidez titulável (% ácido cítrico) da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento.....	65
Tabela 12-	Valores das médias para o ácido ascórbico (mg/100g) da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento.....	67
Tabela 13-	Valores das médias para o parâmetro pigmentos escuros solúveis da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento.....	69
Tabela 14-	Valores das médias para o parâmetro Luminosidade (L*) da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento.....	71
Tabela 15-	Valores das médias para o parâmetro cor <i>a</i> da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento.....	72
Tabela 16-	Valores das médias para o parâmetro <i>b</i> ( <i>b</i> *) da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento.....	74
Tabela 17-	Valores das médias para o parâmetro Hue da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento.....	75

Tabela 18-	Valores das médias para o parâmetro croma da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento.....	76
Tabela 19-	Valores das médias para o parâmetro carotenóides (g/L) da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento.....	77
Tabela 20-	Valores das médias para o parâmetro teor de polpa (%) da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento.....	80
Tabela 21-	Valores médios para açúcares totais (%) da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento.....	81
Tabela 22-	Valores médios para açúcares redutores (%) da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento.....	83
Tabela 23-	Valores médios para fenólicos totais (mg AG/100g) da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento.....	84
Tabela 24-	Características dos provadores em % envolvidos nos testes sensoriais durante os 360 dias de análise.....	86
Tabela 25-	Valores médios da cor, sabor, e corpo obtidos das amostras de néctar de caju formulados com polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada..	87
Tabela 26-	Valores das médias para o atributo sensorial cor do néctar e do suco tropical adoçado de caju formulado a partir da polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento.....	89
Tabela 27-	Valores das médias para o atributo sensorial sabor do néctar e do suco tropical adoçado de caju formulado a partir da polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento.....	90
Tabela 28-	Valores das médias para o atributo sensorial corpo do néctar e do suco tropical adoçado de caju formulado a partir da polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento.....	92
Tabela 29-	Valores das médias para o atributo sensorial aparência do néctar e do suco tropical adoçado de caju formulado a partir da polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento.....	94
Tabela 30-	Valores das médias para o atributo sensorial aroma do néctar e do suco tropical adoçado de caju formulado a partir da polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento.....	96

Tabela 31-	Valores das médias para o atributo sensorial impressão global do néctar e do suco tropical adoçado de caju formulado a partir da polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento.....	98
Tabela 32-	Valores das médias para o atributo sensorial intenção de compra do néctar e do suco tropical adoçado de caju formulado a partir da polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento.....	100
Tabela 33-	Resultados das análises microbiológicas de Coliformes a 35°C e 45°C, e <i>Salmonella</i> durante a estabilidade das polpas de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada.....	102
Tabela 34-	Resultados das contagens de bactérias mesófilas, psicrófilas e bolores e leveduras (UFC/g) durante a estabilidade das polpas de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada.....	103

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Fluxograma de elaboração da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada.....	52
Figura 2-	Valores da coordenada de cor $a$ das polpas de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada armazenada sob congelamento durante 360 dias .....	73
Figura 3-	Média do atributo sensorial aparência do suco tropical adoçado formulado com polpa de caju concentrada armazenada durante 360 dias sob congelamento.....	93

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1	Produção de frutas e sucos de frutas.....	18
2.2	Caju .....	20
2.3	Composição química e físico-química do pedúnculo de caju .....	22
2.4	Polpas, sucos, suco tropical e néctar.....	28
2.5	Processo produtivo de polpas e sucos .....	34
2.6	Conservação pelo uso do calor (tratamento térmico) .....	35
2.6.1	<i>Enchimento a quente (hot fill)</i> .....	37
2.6.2	<i>Enchimento asséptico</i> .....	38
2.7	Conservação pelo uso do frio .....	39
2.8	Conservação pelo uso de aditivos químicos .....	40
2.9	Acidulantes utilizados em sucos de frutas .....	45
2.10	Conservação por métodos combinados.....	46
2.11	Etapas de concentração .....	47
3	MATERIAL E MÉTODOS .....	50
3.1	Matéria-prima .....	50
3.2	Obtenção das polpas de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada.....	50
3.2.1	<i>Obtenção da polpa de caju com conservantes</i> .....	50
3.2.2	<i>Obtenção da polpa de caju pasteurizada</i> .....	51
3.2.3	<i>Obtenção da polpa de caju concentrada</i> .....	51
3.3	Avaliação dos produtos .....	53
3.3.1	<i>Determinações químicas e físico-químicas</i> .....	53
3.3.1.1	<i>pH</i> .....	53
3.3.1.2	<i>Sólidos solúveis</i> .....	53
3.3.1.3	<i>Acidez titulável</i> .....	53
3.3.1.4	<i>Açúcares redutores</i> .....	54
3.3.1.5	<i>Açúcares totais</i> .....	54
3.3.1.6	<i>Teor de polpa centrifugável</i> .....	55
3.3.1.7	<i>Pigmentos escuros solúveis</i> .....	55
3.3.1.8	<i>Cor</i> .....	55
3.3.1.9	<i>Ácido ascórbico</i> .....	56
3.3.1.10	<i>Carotenóides totais</i> .....	56
3.3.1.11	<i>Compostos fenólicos totais</i> .....	56
3.4	<i>Avaliações microbiológicas</i> .....	57
3.4.1	<i>Fungos filamentosos e leveduras</i> .....	57
3.4.2	<i>Coliformes</i> .....	57
3.4.3	<i>Salmonella sp</i> .....	57
3.4.4	<i>Contagem de bactérias aeróbias mesófilas</i> .....	57
3.4.5	<i>Contagem de bactérias psicrófilas</i> .....	57
3.5	<i>Avaliação sensorial</i> .....	58
3.6	<i>Delineamento experimental e avaliação estatística</i> .....	59
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	60
4.1	<i>Determinações químicas e físico-químicas</i> .....	60
4.1.1	<i>pH</i> .....	61
4.1.2	<i>Sólidos solúveis</i> .....	63

4.1.3	<i>Acidez titulável</i> .....	64
4.1.4	<i>Ácido ascórbico</i> .....	66
4.1.5	<i>Cor</i> .....	68
4.1.5.1	<i>Pigmentos escuros solúveis</i> .....	68
4.1.5.2	<i>Luminosidade ( L*)</i> .....	70
4.1.5.3	<i>Coordenada a* e b*</i> .....	72
4.1.5.4	<i>Hue</i> .....	75
4.1.5.5	<i>Chroma</i> .....	76
4.1.6	<i>Carotenóides</i> .....	77
4.1.7	<i>Teor de polpa centrifugável</i> .....	79
4.1.8	<i>Açúcares totais</i> .....	81
4.1.9	<i>Açúcares redutores</i> .....	82
4.1.10	<i>Fenólicos totais</i> .....	83
4.2	<b>Estabilidade sensorial do néctar e suco tropical de caju</b> .....	85
4.2.1	<i>Caracterização dos provadores</i> .....	85
4.2.2	<i>Teste de aceitação e intenção de compra para o néctar e suco tropical adoçado de caju elaborado com polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada</i> .....	87
4.2.2.1	<i>Cor</i> .....	87
4.2.2.2	<i>Sabor</i> .....	89
4.2.2.3	<i>Corpo</i> .....	91
4.2.2.4	<i>Aparência</i> .....	92
4.2.2.5	<i>Aroma</i> .....	95
4.2.2.6	<i>Impressão global</i> .....	96
4.2.2.7	<i>Intenção de compra</i> .....	99
4.3	<b>Avaliação microbiológica</b> .....	101
5	<b>CONCLUSÕES</b> .....	105
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	106
	<b>APÊNDICES</b> .....	129

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, atrás apenas de China e Índia. 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 (ANUÁRIO, 2011; TODA FRUTA, 2008).

Apesar da grande produção nacional de frutas tropicais, 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 consumo de frutas tropicais está aumentando no mundo, devido ao reconhecimento de seu valor para saúde humana (CONTRERAS, 2011). Além disso, observa-se uma mudança nos hábitos alimentares da população, onde o consumidor está aberto a incluir na sua dieta novos produtos e sabores, preocupando-se com a saúde e com aspectos nutritivos dos alimentos, aliam-se a isto as campanhas publicitárias sobre os benefícios do consumo de frutas e hortaliças; o envelhecimento da população, que amplia o conjunto dos consumidores de maior idade, e a tendência a desprendimento dos horários e costumes, o que aumenta a substituição das refeições por lanches rápidos; procura por ganho de tempo e por alimentos individualizados de fácil preparo.

Muitas espécies de frutas apresentam características sensoriais e elevadas concentrações de nutrientes (SOUZA, 2012). As frutas frescas são consumidas como fonte de água, carboidratos, vitaminas e minerais. Estão também presentes nas frutas as fibras dietéticas, que auxiliam o trânsito do trato gastrointestinal; e os compostos antioxidantes, que agem diminuindo ou inibindo os radicais livres do corpo, que contribuem com o aparecimento de doenças degenerativas e cardiovasculares (CLERICE; CARVALHO SILVA, 2011). 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. Além

desses componentes, as frutas e sucos de frutas possuem uma ampla variedade de sabores, texturas e cores que combinados fazem deles um acréscimo revigorador para qualquer dieta.

Uma das frutas de expressiva produção no Brasil é o caju (*A. occidentale, L.*), que 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). O caju e o suco de caju, importantes componentes da dieta humana por serem considerados uma fonte natural de carboidratos, carotenóides, vitaminas e compostos fenólicos, substâncias com alto potencial antioxidante, têm despertado o interesse de pesquisadores (MARX *et al.*, 2003).

Os sucos mais comuns no mercado são o integral, o suco tropical e o néctar. O suco concentrado, como o nome indica, difere do integral por sofrer uma concentração parcial. Segundo dados da ABIR (2012) ocorreu um crescimento no consumo de sucos prontos em latas e embalagens cartonadas para consumo imediato.

A prevenção do desenvolvimento de microrganismos deteriorantes e a inibição da ação das enzimas naturais são procedimentos determinantes na conservação de polpas e sucos de frutas. Esta conservação pode ser realizada através de tratamento térmico (pasteurização) ou concentração do produto ou pela comercialização sob refrigeração/congelamento (RUTLEDGE, 2001) e/ou pelo uso de conservantes químicos (OETTERER *et al.*, 2006), bem como combinações desses métodos.

Vale ressaltar que a qualidade de um produto alimentício é um fator que merece atenção, pois devido a sua ampla natureza, são susceptíveis às perdas de nutrientes, além de mudanças sensoriais. Neste sentido, estudos a cerca das alterações que poderão ocorrer principalmente nos componentes nutricionais e funcionais presentes na polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada mantidas sob congelamento durante o armazenamento tornam-se importantes para o consumidor.

O objetivo deste trabalho foi estudar a estabilidade da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada congelada durante 360 dias de armazenamento, realizando determinações químicas, físico-químicas e microbiológicas. Adicionalmente foram elaborados néctar e suco tropical adoçado de caju a partir das polpas armazenadas durante 360 dias.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Produção de frutas e sucos de frutas

O Brasil é conhecido internacionalmente como grande produtor de frutas por apresentar condições de clima e solo favoráveis. No entanto, o consumo de bebidas à base de frutas ainda é baixo no país, apesar de estar crescendo significativamente nesta década (ABIR, 2012).

O Brasil é um grande promissor para expansão da fruticultura devido principalmente as dimensões continentais e a diversidade de frutas disponíveis para consumo, seja para o mercado local e regional, seja para exportação, o país amplia suas áreas produtivas a cada ano. O estado de São Paulo apresenta-se como o principal com destaque para a colheita de laranja, banana, figo e uvas de mesa seguido pela Bahia e Rio Grande do Sul (IBGE, 2009). No Ceará e Rio Grande do Norte as empresas têm investido em todas as regiões dos Estados (ANUÁRIO, 2011).

Os números do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apontam safra de 43,164 milhões de toneladas de frutas em 2010, o que representa 5,17% a mais que em 2009, quando chegou a 41,041 milhões. A área plantada foi de 2,179 milhões de hectares. O resultado mantém o Brasil como um dos maiores produtores mundial de frutas (ANUÁRIO, 2011).

Conforme dados da Secretaria de Comércio Exterior – (SECEX), o Brasil exportou 800.547 toneladas de frutas frescas em 2010, o que significou uma redução de 3,2% em relação aos embarques de 2009. Quanto ao valor dessas exportações, ocorreu um incremento de 6,4%, pois os embarques em 2010 contabilizaram US\$ 839,5 milhões, e os de 2009, US\$ 789,2 milhões (IBGE, 2010).

As frutas desempenham papéis importantes para economia, uma vez que são comercializadas, bem como pelo seu valor nutricional (CARDOSO *et al.*, 2011), e por isso são muito consumidas nos mercados internos e internacionais (RUFINO *et al.*, 2010a). Os consumidores buscam cada vez mais praticidade e diante dessa nova realidade, cresce a

procura por frutas minimamente processadas (cortadas e embaladas), processadas e por sucos e néctares (ANUÁRIO, 2011).

A demanda do consumidor por produtos frescos, seguros e funcionais tem aumentado continuamente, o que contribui para o aumento do consumo de suco de frutas e de bebidas a base de suco de frutas. Estes produtos também são apreciados devido às suas propriedades sensoriais e grande variedade de sabores (CAMPOS *et al*, 2002; KABASAKALIS; SIOPIDOU; MOSHATOU, 2000).

O mercado brasileiro de sucos e néctares prontos para beber está em franca expansão, frente ao apelo dado aos mesmos por serem bebidas saudáveis, convenientes e saborosas. Hoje o consumidor busca uma alimentação saudável estimulado pelo maior acesso a informação e conveniência, e os sucos de frutas por sua diversidade de sabores, aromas, além do apelo nutricional e funcional estão sendo cada vez mais consumidos. Diante disto às empresas precisam acompanhar essas mudanças nos hábitos da população e o que se vê hoje nas grandes redes de supermercados é uma grande quantidade e diversidade de bebidas a base de frutas.

Apesar do franco crescimento das vendas de bebidas à base de frutas, o consumo *per capita* do brasileiro ainda é baixo quando comparado ao de cidadãos de outros países ou ao consumo de refrigerantes no Brasil (ABIR, 2012). Segundo dados da ABIR (2012), o consumo brasileiro *per capita* em 2010 da categoria bebidas prontas para beber onde estão inseridas sucos e néctares, refrescos, bebidas a base de soja, chás, gelados, isotônicos e energéticos foi de 43,7 litros. Dados da ABIR apontam também o consumo de 2,79 litros *per capita* anual de sucos e néctares industrializados, em 2010 no Brasil, e de 85,99 litros *per capita* de refrigerante, em 2010, mostrando o baixo consumo de sucos e néctares se compararmos ao de refrigerantes, todavia se observarmos a evolução no consumo de sucos e néctares de 2005 até 2010 percebe-se que ocorreu um aumento no consumo *per capita* dos mesmos de 1,62 em 2005 para 2,46 em 2009.

Os consumidores de nações industriais buscam cada vez mais por uma grande variedade frutas em sua dieta. Este interesse não se estende somente para frutas tropicais frescas, mas também para sucos processados, e isto tem promovido nos países em

desenvolvimento a capacidade de produção e processamento, assegurando a oferta desses produtos no mercado mundial (SOUSA, 2006).

O Brasil apresenta uma vasta oferta dos mais variados tipos de sucos. Costa *et al.* (2000) já ressaltava que o segmento de sucos é considerado da maior importância na industrialização do pedúnculo de caju, com grande potencial no mercado nacional e internacional.

## 2.2 Caju

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).

A agroindústria do caju na região nordeste tem relevante importância socioeconômica para o país em função da exploração de aproximadamente 700.000ha de cajueiros. A região Nordeste produziu 101.478 toneladas de castanha de caju em 2010, o que corresponde a 99% da produção brasileira, numa área aproximada de 755 mil hectares (IBGE, 2012). A Região Nordeste, com uma área plantada superior a 650 mil hectares, responde por mais de 95% da produção nacional, sendo os Estados do Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte e Bahia os principais produtores, sendo cultivada principalmente no Estado do Ceará (EMBRAPA, 2007; MAIA *et al.*, 2007; QUEIROZ *et al.*, 2011).

Segundo dados da Food and Agriculture Organization (FAO, 2012), o Brasil é o maior produtor de caju com 1.715,700 milhões de toneladas e o sétimo maior produtor mundial de castanha de caju com casca.

O cajueiro é encontrado nas regiões Norte e Nordeste do Brasil (MAIA; MONTEIRO; GUIMARÃES, 2001). É cultivado em 28 países, embora em termos de importância, sua exploração restrinja-se à Índia, Nigéria, Brasil, Tanzânia, Indonésia, Guiné-Bissau, Costa do Marfim, Vietnã e Moçambique. Em conjunto, esses países foram responsáveis por 89% da produção mundial média, no período de 1999 a 2001, com a produção brasileira correspondendo a 11% da produção mundial (VENTURINI FILHO, 2010).

Em todos os países onde é encontrado, normalmente cultiva-se o cajueiro comum ou gigante (*A. occidentale* L.). No Brasil, foi iniciado em meados dos anos 80, o plantio de clones de cajueiro anão-precoce (*A. occidentale* L. *var. nanum*), que permite a melhoria da produtividade, que passou de 2,2t/há, dos plantios tradicionais, para 13,0t/há (VENTURINI FILHO, 2010), devido às suas características, tais como porte baixo, precocidade e alto potencial produtivo (JÚNIOR; BEZERRA, 2002).

O verdadeiro fruto do cajueiro, a castanha de caju, apresenta grande valor comercial tanto no Brasil como no exterior, enquanto o pseudofruto ou pedúnculo é subutilizado. O pedúnculo de caju tem perdas anuais em torno de um milhão de toneladas no Estado do Ceará, que detém 54,4% dos quase um milhão de hectares cultivados no país com esse tipo de lavoura (SANCHO *et al.*, 2007). Apesar da potencialidade do pseudofruto como matéria-prima para diversos produtos, cerca de 90% da sua produção é descartada todos os anos, em função da sua alta perecibilidade e pelo fato do principal negócio do caju ser a comercialização da amêndoa, do total produzido anualmente na região Nordeste, 15% é aproveitado para a fabricação de suco e o restante destinado à produção da castanha de caju (PAIVA; GARRUTI; SILVA NETO, 2000; BROINIZI *et al.*, 2007).

Apesar do pedúnculo de caju ser rico em vitamina C, carotenoides e compostos fenólicos, seu aproveitamento ainda é muito pequeno. Esse fato é decorrente, muitas vezes, do desconhecimento de técnicas de armazenamento que possibilitariam sua utilização na safra e entressafra, o que nos leva a ressaltar a importância da agroindústria do suco para agregar valor (KUBO *et al.*, 2006).

O pedúnculo, também chamado de caju, corresponde à parte suculenta e carnuda do caju a partir do qual a polpa é extraída (BASTOS *et al.*, 2012), apresenta estrutura semelhante a uma fruta fibrosa, suculenta, rica em vitamina C (PAIVA; GARRUTI; SILVA NETO, 2000; FIGUEIREDO *et al.*, 2002).

O pedúnculo é considerado 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; MERCADANTE, 2000; PETINARI; TARSITANO, 2002).

O pedúnculo de caju talvez seja uma das frutas que apresenta maior variedade quanto à forma, coloração e tamanho (SOARES, 1986). Em peso, o caju é composto por 10% de castanha e 90% de pedúnculo. Destas duas partes, o pedúnculo apresenta a menor percentagem de industrialização (PAIVA; GARRUTTI; SILVA NETO, 2000).

É importante ressaltar que, embora o caju apresente elevados percentuais de vitaminas e outros nutrientes importantes para a saúde, estes poderão sofrer significativa redução dos seus componentes funcionais durante o processamento dos pedúnculos e armazenamento dos produtos. Portanto, é importante avaliar a estabilidade da polpa de caju conservada sob congelamento, com relação aos aspectos das alterações químicas, físico-químicas e nutricionais que as mesmas poderão sofrer durante o armazenamento. Notadamente, apesar do elevado consumo de sucos processados, observam-se poucos dados quantitativos na literatura que mostrem os efeitos das condições de estocagem sobre os constituintes do caju, tornando-se importante o conhecimento de tais informações a fim de que seja conservada sua qualidade final até o momento do consumo.

Sancho e colaboradores (2007) avaliaram as alterações químicas e físico-químicas do suco de caju com alto teor de polpa, durante as fases de formulação, homogeneização e pasteurização realizadas durante o processamento, e relataram alterações na maioria das características avaliadas.

### **2.3 Composição físico-química e nutricional do pedúnculo de caju**

Segundo Maia, Sousa e Lima (2007), a composição química e físico-química do pedúnculo de caju pode variar dependendo de vários fatores como: variedade, solo, safra, grau de maturidade e condições climáticas.

As características químicas e físico-químicas e a composição nutricional do pedúnculo de caju estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1- Características químicas e físico-químicas do pedúnculo de caju

Características	FILGUEIRAS <i>et al.</i> (1999)	PAIVA, GARRUTTI e SILVA NETO (2000)	MAIA <i>et al.</i> (2001)	MAIA <i>et al.</i> (2004)
Umidade (g/100g)	84,5 - 90,4	86	87,33	85,98
Sólidos solúveis totais (°Brix)	9,8 - 14,0	11	11,00 - 13,00	10,76
Acidez (g/100g)	0,22 - 0,52	0,36	0,29 - 0,46	0,49
pH	3,5 - 4,5	4,2	3,00 - 4,20	4,25
Açúcares totais (g/100g)	7,7 - 13,2	8,4	6,50 - 9,00	-
Açúcares redutores (g/100g)	-	7,9	-	8,30
Taninos (g/100g)	0,27 - 0,72	0,35	-	0,27
Vitamina C (mg/100g)	139,0 - 187,0	18,5	230,8	158,26

- não determinado.

Os sólidos solúveis, expressos em °Brix têm tendência de aumento com a maturação do fruto e 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; CHITARRA; CHITARRA, 2005). No caju os valores de sólidos solúveis variam de 9,74, 10,04 e 10,76°Brix para os clones CCP 06, CCP1001 e CCP 76 (MAIA *et al.*, 2004) observados na TABELA 1.

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; SILVA, 2007). O pedúnculo de caju tem um pH ácido de 4,25 e apresenta certo grau de adstringência devido ao teor médio de 0,27% de taninos (MAIA *et al.*, 2004).

O pedúnculo do caju apresenta alto valor nutritivo, possuindo cerca de 120 a 300mg/100 g de vitamina C (BASTOS, *et al.*, 2012), sendo rico em minerais como cálcio, ferro e fósforo (AGUIAR *et al.*, 2000). Segundo Figueiredo (2000), o teor de vitamina C no pedúnculo de caju maduro chega a variar entre 156 mg/mL a 455 mg/100mL de suco, valores considerados altos quando comparados à dose recomendada para ingestão diária (IDR), que é de 45 mg (BRASIL,2005a), tornando o pedúnculo de caju 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). Além de ser uma ótima fonte de vitamina C, o caju também é considerado uma boa fonte de tiamina e

riboflavina, vitaminas do complexo B, conhecidas como vitaminas B1 e B2 (ARAÚJO *et al.*, 2004). Segundo Paiva, Garrutti e Silva Neto (2000), o pedúnculo contém de três a cinco vezes mais vitamina C que a laranja, além de cálcio, fósforo e outros nutrientes.

O ácido ascórbico ou vitamina C é abundante em muitas frutas (CONTRERAS, 2011). A vitamina C ocorre naturalmente nas frutas tendo papel na redução do risco de arteriosclerose, doenças cardiovasculares e algumas formas de câncer devido à sua atividade antioxidante (KIM *et al.*, 2002; GULÇIN *et al.*, 2010) e isto reduz a volta dos radicais tocoferol à sua forma ativa nas membranas celulares (KLIMCZAK *et al.*, 2007).

Os antioxidantes são substâncias na dieta capazes de reduzir significativamente os efeitos adversos produzidos por espécies reativas, como o oxigênio e nitrogênio, e que possuem função normal no organismo (AMAYA-FARFAN *et al.*, 2001). As frutas são uma boa fonte de compostos biologicamente ativos com atividade antioxidante. A capacidade antioxidante dos frutos varia em função do seu conteúdo em vitamina C, E, carotenoides, minerais, flavonóides e outros polifenóis que contribuem com o efeito preventivo (SAURA-CALIXTO; GOÑI, 2006; ALMEIDA *et al.*, 2011).

Entre os compostos presentes em alimentos que têm propriedades funcionais, substâncias com atividade antioxidantes têm recebido atenção significativa porque protegem o corpo humano contra o estresse oxidativo, impedindo um número elevado de doenças crônicas degenerativas (CANUTO *et al.*, 2010; YAHIA, 2010). Antioxidantes presentes naturalmente em alimentos têm atraído grande interesse devido à sua segurança e potenciais efeitos nutricionais e terapêuticos (RUFINO *et al.*, 2010b).

O caju é reconhecido como fruta com alto potencial antioxidante, Contreras (2011) avaliou a capacidade antioxidante pelo método do ABTS e relatou para o pedúnculo do caju fresco em torno de 115 $\mu$ mol Trolox equivalente/ g de fruta fresca, e Rufino *et al.*, (2010b), relatou 7,8 $\mu$ mol Trolox/ g de fruta fresca, confirmando este potencial antioxidante.

O pedúnculo apresenta também em sua composição carotenóides e antocianinas, pigmentos naturais responsáveis por sua coloração característica (BOBBIO; BOBBIO, 2001). Os carotenóides, responsáveis pelas cores amarelas, alaranjadas ou vermelhas de frutas e hortaliças, são eficientes antioxidantes, como sequestradores de oxigênio singlete e de radicais peroxilas (BORGUINI, 2006). São os precursores da vitamina A e atuam na

prevenção de vários problemas de saúde associados a processos de oxidação, como obstrução das artérias, câncer, problema no sistema nervoso e envelhecimento precoce (CARVALHO *et al.*, 2006; UENOJO *et al.*, 2007). Atuam também na manutenção da integridade dos tecidos epiteliais, no processo visual, no crescimento, na reprodução, etc. (MOURA *et al.*, 2007). Melo-Cavalcante *et al.*, (2003), encontraram 0,32 mg/100g em suco de caju, Aguiar (2001), avaliando o conteúdo de carotenóides em pedúnculos de caju, observou que o conteúdo de  $\beta$ -caroteno é maior em pedúnculos classificados como vermelhos quando comparados com os pedúnculos amarelos, Rufino (2010b) relatou 0,4% de carotenóides em pedúnculos de caju.

Do ponto de vista biológico, os taninos apresentam propriedades relevantes como é o caso do seu poder tanante e de sua adstringência. Outro aspecto dos taninos que os caracterizam como importantes substâncias de defesa química vegetal está relacionado ao forte poder antioxidante dessas moléculas. Os taninos, por apresentarem ação antioxidante, são moléculas que podem atuar no processo de estabilização das unidades ativas de oxigênio na forma de radicais superóxido ( $O_2 \bullet$ ) bem como peróxidos de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) (PAIVA *et al.*, 2002). Melo-Cavalcante *et al.*, (2003), estudando a mutagenicidade, potencial antioxidante e atividade antimutagênica do suco de caju encontraram 61,1 mg/100g taninos condensados no suco. Rufino *et al.*, 2010b encontrou 11 mg de ácido gálico equivalente/100g no pedúnculo do caju. Broinize *et al.*, (2007) relataram valores de compostos fenólicos variando entre 280 e 230 mg de ácido gálico equivalente/100g de fruta fresca em extrato aquoso e alcoólico em polpa de caju. Abreu (2007) observou 0,441mg/100g de carotenoides totais no clone CCP 76 de pedúnculo de caju.

Dentre os componentes dos alimentos funcionais, destacam-se também os minerais, que são essenciais para uma vida saudável. A deficiência em minerais essenciais tem sido considerada como sendo um dos maiores problemas nutricionais atualmente no mundo. Os minerais são necessários ao organismo, sendo essenciais para o desempenho de diversas funções e são adquiridos através de dieta. A deficiência de um ou mais componentes minerais pode resultar em graves distúrbios orgânicos, tais como a osteoporose, bócio e anemia (SANTOS *et al.*, 2003).

Estes elementos estão envolvidos em importantes processos fisiológicos e bioquímicos que afetam o equilíbrio água e eletrólito, catálise metabólica, ligação de oxigênio

e funções dos hormônios (GUTZEIT *et al.*, 2008). Além disso, os minerais desempenham um papel importante na manutenção do pH, pressão osmótica, condutividade nervosa, contração muscular e produção de energia (BIZIUK e KUCZYNSKA, 2007; BARROSO *et al.*, 2009) e são fatores importantes para a formação de ossos e estrutura da membrana (GUTZEIT *et al.*, 2008). Portanto, uma ingestão adequada de minerais a partir de fontes alimentares é muito importante para evitar os efeitos prejudiciais sobre a saúde (BARROSO *et al.*, 2009).

As frutas são consideradas as principais fontes de minerais necessários na dieta humana (GONDIM *et al.*, 2005). O consumo de macro (Ca, K, Na, Mg) e micro (Fe, Cu e Zn) minerais em quantidades específicas é considerado necessário para o desenvolvimento humano normal (SILVERA; ROHAN, 2007; BARROSO *et al.*, 2009). Os frutos apresentam teores de minerais muito diferentes, variando de acordo com a cultivar, maturidade, solo, condições climáticas e práticas agrícolas (KONCZAK; ROULLE, 2011).

Os minerais incluem um limite amplo de elementos, dois dos quais (ferro e cálcio) são essenciais para a nutrição. Considera-se que Ca e Mg tem um relevante potencial para saúde. Notadamente o Ca, pois desempenha um papel importante na resistência óssea (MORALES-DE LA PEÑA, 2011). O cálcio é conhecido pela prevenção ou amenização dos efeitos devastadores da osteoporose, podendo também reduzir os níveis elevados da pressão arterial e evitar câncer de cólon.

Muitos brasileiros não ingerem ferro suficiente e poucos compreendem que a falta desse mineral pode torná-los fracos, incapazes de se concentrar e suscetíveis à infecções (ARAÚJO *et al.*, 2004). As funções do ferro resultam de suas propriedades físicas e químicas, principalmente da habilidade em participar das reações de oxidação e redução. O ferro é um mineral muito bem conservado pelo organismo: cerca de 90% é recuperado e reutilizado frequentemente. Está presente no corpo humano em quantidades pequenas, porém suas funções são essenciais à vida. Sua função mais conhecida é na constituição das células vermelhas do sangue, todavia faz parte de diversas enzimas (NOGUEIRA *et al.*, 2009). A deficiência crônica deste mineral causa a anemia, com redução do número de células vermelhas e, conseqüentemente, diminuição da oxigenação das células do corpo (LEHNINGER *et al.*, 2011). Na Tabela 2 está apresentada a composição nutricional do pedúnculo de caju.

Tabela 2-Composição nutricional do pedúnculo de caju por 100 gramas

<b>Nutrientes</b>	<b>MAIA <i>et al.</i>, (2001)</b>	<b>MOREIRA (2002)</b>
Umidade (g)	87,33	-
Energia (kcal)	50	36,5
Proteínas (g)	0,71	0,8
Lipídeos (g)	0,23	-
Carboidratos (g)	11,40	-
Cinzas (g)	0,33	-
Cálcio (mg)	14	50
Ferro (mg)	0,58	1
Fósforo (mg)	18	18
Potássio (mg)	143	143,5
Sódio (mg)	12	12,2
Tiamina (mg)	0,200	15*
Riboflavina (mg)	0,200	46*
Niacina (mg)	0,500	0,539
Vitamina A (IU)	10,5	124*
Vitamina C (mg)	230,8	219,7

- não determinado; \* valor expresso em mcg.

Morgano *et al.* (1999), avaliaram o teor de minerais em suco de caju e relataram valores relevantes de cálcio(0,77) Mg(8,44) P(9,52), Fe(0,127), Na(34,3) K(101,7) Zn(0,107) e Cu(0,036)mg/100g. Soares *et al.*(2004) avaliando suco de caju concentrado de caju relataram valores médios de K(115), Na (36,4), Ca (0,7), Mg (9,1), Fe (0,29), Zn (0,10), Cu (0,05), Mn (0,07)mg/100g, o que pode ser observados por outros pesquisadores na TABELA 2 MAIA *et al.*, (2001)e MOREIRA (2002). Na Tabela 3 estão apresentados os teores de minerais e fibras no pedúnculo do caju e IDR (Ingestão Diária Recomendada).

Tabela 3 - Conteúdo de minerais e fibras dietéticas totais presentes no pedúnculo de caju

<b>Parâmetros</b>	<b>Concentrações</b>	<b>IDR (%)</b>
Cálcio (mg/100g)	14,50	1,45
Ferro (mg/100g)	1,00	7,14
Fósforo (mg/100g)	18,00	2,57
Potássio (mg/100g)	143,50	-
Sódio (mg/100g)	12,20	0,51
Zinco (mg/100g)	1,02	14,57
Selênio (mcg/100g)	0,82	2,41
Fibras dietéticas totais (g/100g)	1,50	6

Fonte: FRANCO (1999); IBGE (1999).

É importante mencionar que a presença de selênio no caju, mesmo em pequena quantidade (0,82mcg/100g) observados na TABELA 3, possui importante função para o corpo. O selênio é essencial para muitos processos corporais. Atua como antioxidante, e além disso, associado com a vitamina C e E, pode ajudar a proteger o corpo contra uma série de doenças, desde câncer, problemas cardíacos, catarata, degeneração muscular, acidente vascular cerebral (derrame) e até mesmo envelhecimento (ARAÚJO *et al.*, 2004).

Em relação às fibras, estas são compostos de origem vegetal não-disponíveis como fonte de energia porque não são passíveis de hidrólise pelas enzimas do intestino humano. Estudos mostram que a ausência de fibras na dieta seja uma das possíveis causas de câncer de cólon. Um mecanismo proposto para sua ação anticarcinogênica é a redução da exposição à carcinógenos que passam pelo cólon diluindo a sua concentração e diminuindo o seu tempo de trânsito (MAHAN e ESCOTT-STUMP, 1998). Como pode ser observado na Tabela 3, que o caju contribui com 1,5 g/100g de fibras na dieta, correspondendo a 6% da ingestão Diária Recomendada (IDR).

Além do cálcio e ferro, o caju também contém outros minerais como fósforo, potássio, sódio, zinco, selênio e magnésio, como mostram a Tabela 3. O caju também é uma boa fonte de zinco, correspondendo a uma ingestão de 14,57% da IDR que é de 15mg. O zinco abastece as enzimas que fazem de tudo no nosso corpo, desde produção de DNA à cicatrização de ferimentos. É fundamental para o fortalecimento do sistema imunológico, além de combater resfriados (ARAÚJO *et al.*, 2004).

Conforme MOREIRA (2002), a composição química do caju inclui substâncias que o tornam eficaz no combate de diversas enfermidades tais como: diabete, asma, anemia, escorbuto, moléstias cutâneas, anormalidades do sangue e demais fluidos orgânicos, diarréias crônicas e enterites.

#### **2.4 Polpas, sucos, suco tropical e néctar**

A grande produção nacional de frutas tropicais e a alta perecibilidade juntamente com a falta de facilidade na armazenagem durante os meses de pico do processamento industrial/safra, contribuem para uma elevada perda de frutas, situação que leva à necessidade

de desenvolvimento de processos para conservação local (junto ao produtor) de frutas tropicais (SUCUPIRA, 2012).

De acordo com Sucupira (2012) muitos problemas são ocasionados pelo grande desperdício de frutas tropicais e pela falta de tecnologias para o processamento de grande produção da Região Nordeste, o que gera prejuízos. Diante disto a produção e o processamento de frutas, na forma de sucos e polpas, aparecem como uma alternativa para o escoamento da produção de frutas tropicais com agregação de valor, por produtores e indústrias fixados na região, reduzindo perdas e proporcionando um incremento na renda do agricultor, notadamente pela grande aceitação de sucos tropicais pelos consumidores. A outra vantagem foi uma grande contribuição à indústria de sucos e polpas, pelo estudo da estabilidade de produtos com menor adição de conservantes (AGRIANUAL, 2004; DIAS; SCHAWAN; LIMA, 2003).

A produção de frutas para a obtenção de derivados, como sucos, polpas, doces, geléias, consiste em uma alternativa de reconhecida importância alimentar e econômica, por proporcionar a conservação e a manutenção da qualidade, mantendo a disponibilidade de produtos no mercado nos períodos de entressafra, com características nutricionais e sensoriais de alto nível. Quando utilizadas técnicas e procedimentos adequados para processamento destes produtos, podem ser mantidos sob armazenamento por semanas ou até mesmo meses (GADELHA *et al.*, 2009).

O crescimento da indústria frutícola brasileira baseia-se, em grande parte, na produção de polpas de frutas congeladas em fábricas de pequeno porte, criadas inicialmente com a finalidade de melhorar a renda familiar de pequenos produtores rurais, ou até mesmo para aproveitar parte da matéria-prima não utilizada e, às vezes, totalmente desperdiçada. No que se refere às grandes indústrias, há muito interesse no conhecimento das propriedades físico-químicas as de polpas de frutas, pois, na fabricação de sucos, néctares, sorvetes, sobremesas, iogurtes e outros, a fruta é geralmente utilizada na forma de polpa.

Segundo Maia *et al.* (2009), a qualidade de um produto alimentício é um fator que merece atenção, já que, devido a sua ampla natureza, são susceptíveis às perdas de nutrientes, além de mudanças de cor, sabor e aroma, dentre outras. Costa (1999) relata que durante o processamento industrial e estocagem dos produtos ocorrem modificações nos componentes dos frutos que afetam sensivelmente suas propriedades sensoriais e também o valor nutritivo.

O processamento de polpas é uma atividade agroindustrial importante à medida que agrega valor econômico à fruta, evitando desperdícios e minimizando perdas que podem ocorrer durante a comercialização do produto *in natura*, além de possibilitar ao produtor uma alternativa na utilização das frutas. O transporte, manuseio e armazenamento dos frutos *in natura*, além de serem onerosos, tornam-se às vezes inviáveis, dependendo das condições climáticas, da distância e das características de cada fruta. Daí a importância da comercialização dessas frutas já processadas na forma de polpa (GADELHA *et al.*, 2009).

No Nordeste, vale à pena considerar o imenso potencial da cultura do caju, pois os sucos obtidos desta fruta, considerando o seu alto valor nutritivo, representam matérias-primas de excelentes perspectivas para a elaboração de novas bebidas com sabores exóticos, para diferentes paladares.

O caju tem uma grande importância econômica para a Região Nordeste, notadamente pela grande aceitação pelos consumidores, tanto por suas propriedades sensoriais (cor, aroma, sabor, textura) quanto pelos seus valores nutricionais e funcionais.

O setor de bebidas, especialmente as não alcoólicas, tem apresentado constante crescimento em função tanto do aumento do volume de produção, quanto no aumento do consumo *per capita*. Apresenta destaque especial as bebidas não carbonatadas, como sucos de fruta, que tem chamado a atenção de consumidores de refrigerantes nos últimos anos. Tal fato pode estar relacionado com a tendência de consumo de alimentos considerados mais saudáveis, como bebidas à base de frutas e bebidas à base de extratos vegetais – soja, chás, águas e isotônicos. Esse comportamento tem despertado o interesse da indústria de bebida em buscar novos tipos de produtos, sabores, nichos de mercado, além de melhorar a sua qualidade e popularizar seu uso (DE MARCHI, 2006). O principal responsável pela expansão do mercado brasileiro de suco de fruta industrializado é o suco pronto para beber (FERRAREZI, 2008).

Apesar do crescimento do mercado de bebidas não-alcoólicas durante os últimos 5 anos subindo de 51,6% para 53,2%, esse aumento ocorreu primeiramente por um forte crescimento das águas, refrigerantes, néctares e bebidas à base de soja (ABIR 2012). O consumo de néctares, em especial, vem crescendo a taxas significativamente maiores que as de suco. Isso se deve ao fato de que muitos consumidores não sabem diferenciar néctar do suco no momento da escolha, ou seja, não sabem que estão adquirindo um produto com

menos fruta e maiores quantidades de água e açúcar que o suco propriamente. Além disso, o preço dos sucos é superior ao do néctar (PIRILO; SABIO,2009).

De acordo com a Instrução Normativa Nº 01, de 07 de janeiro de 2000, polpa de caju é o produto não fermentado e não diluído, obtido da parte comestível do pedúnculo do caju, através de processo tecnológico adequado, com teor mínimo de sólidos totais de 10,50°Brix, e com padrões de identidade e qualidade da polpa (BRASIL, 2000).

A Instrução Normativa Nº 01, de 07 de janeiro de 2000, define os padrões de identidade e qualidade para a polpa de caju.

O Decreto nº. 2.314, de 1997, em seu artigo 40, define o Suco ou Sumo como a bebida não fermentada, não concentrada e não diluída, destinada ao consumo, obtida da fruta madura e sã, ou parte do vegetal de origem, por processamento tecnológico adequado, submetida a tratamento que assegure a sua apresentação e conservação até o momento do consumo. O mesmo decreto salienta que:

- O suco não poderá conter substâncias estranhas à fruta ou parte do vegetal de sua origem, excetuadas as previstas na legislação específica;
- O suco que for parcialmente desidratado deverá ser denominado de "suco concentrado";
- Ao suco poderá ser adicionado açúcar na quantidade máxima fixada para cada tipo de suco, através de ato administrativo, observado o percentual máximo de dez por cento, calculado em gramas de açúcar por cem gramas de suco (BRASIL, 2000);
- É proibida a adição, em sucos, de aromas e corantes artificiais;
- Os sucos concentrado e desidratado adoçados, quando reconstituídos, deverão conservar os teores de sólidos solúveis originais do suco integral, ou o teor de sólidos solúveis mínimos estabelecidos nos respectivos padrões de identidade e qualidade para cada tipo de suco, excetuado o percentual de açúcares adicionados (BRASIL, 1997).

Na Tabela 4 estão apresentados os padrões de identidade e qualidade para a polpa de caju (BRASIL, 2000).

Tabela 4 - Padrões de Identidade de Qualidade da polpa de caju

<b>Parâmetros</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>
Sólidos solúveis em °Brix, a 20°C	10,00	-
pH	-	4,6
Acidez total expressa em ácido cítrico (g/100g)	0,30	-
Açúcares totais (g/100g)	-	15
Ácido ascórbico (mg/100g)	80,00	-
Sólidos totais (g/100g)	10,50	-

FONTE: BRASIL (2000)

Os “Néctares de Frutas” são as bebidas não fermentadas, obtidas da diluição em água potável da parte comestível do vegetal e açúcares ou de extrato vegetais e açúcares, podendo ser adicionada de ácidos, e destinada ao consumo direto (BRASIL, 2003). Enquadram-se, portanto, como um efetivo alimento líquido, pronto para consumo, advindo de polpa de frutas, que, dentre outros, contribui para suprir as necessidades nutricionais diárias dos indivíduos no que diz respeito à ingestão de energia, carboidratos e sais minerais. Esses alimentos líquidos, por ser uma fonte de energia e de alguns nutrientes essenciais, podem ser considerados uma opção interessante para a população em geral, principalmente para as ocasiões de consumo em que o produto geralmente se insere: lanches, acompanhando refeições, merenda escolar, em substituição a outras bebidas que não possuem polpa de fruta em quantidade significativa em sua composição.

A instrução Normativa N°12 define os padrões de identidade e qualidade para o néctar de Caju e define como a bebida não fermentada, obtida da dissolução, em água potável, da parte comestível do Caju e açúcares, destinado ao consumo direto, podendo ser adicionado de ácidos, na Tabela 5 encontram-se os com padrões de identidade e qualidade estabelecidos para o néctar de caju (BRASIL, 2003).

A instrução Normativa N°12 define Suco Tropical como o produto obtido pela dissolução, em água potável, da polpa da fruta polposa de origem tropical, por meio de processo tecnológico adequado, não fermentado, de cor, aroma e sabor característicos da fruta, submetido a tratamento que assegure sua conservação e apresentação até o momento do

consumo. Na Tabela 5 estão apresentados os padrões de identidade e qualidade para o néctar de caju (BRASIL, 2003).

Tabela 5 - Padrões de Identidade e Qualidade para o néctar de caju

<b>Parâmetros</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>
Suco ou polpa de Caju (g/100g)	15,00	-
Sólidos solúveis em °Brix, a 20°C	10,00	-
Acidez total expressa em ácido cítrico (g/100g)	0,12	-
Açúcares totais (g/100g)	7,00	-
Ácido ascórbico (mg/100g)	15,00	-

FONTE: BRASIL (2003)

A Instrução Normativa N° 12 define os padrões de identidade e qualidade para o suco tropical de caju, onde o mesmo é definido como a bebida não fermentada, obtida pela dissolução, em água potável, da polpa do caju, por meio de processo tecnológico adequado. Na Tabela 6 estão apresentados os padrões de identidade e qualidade para o suco tropical de caju (BRASIL, 2003).

Tabela 6 - Padrões de Identidade e Qualidade para o suco tropical de caju

<b>Parâmetros</b>	<b>Não adoçado</b>		<b>Adoçado</b>	
	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>
Polpa de Caju (g/100g)	60,00	-	25,00	-
Sólidos solúveis em °Brix, a 20°C	5,00	-	11,00	-
Acidez total expressa em ácido cítrico (g/100g)	0,15	-	0,12	-
Açúcares totais (g/100g)	-	15,00	8,00	-
Ácido ascórbico (mg/100g)	40,00	-	20,00	-

FONTE: BRASIL (2003)

O suco concentrado de caju não possui PIQ fixado pelo MAPA. Dessa forma recorreu-se às normas gerais do Codex Alimentarius para sucos de frutas e néctares. Nesta referência, suco concentrado é obtido mediante a eliminação física de água em quantidade suficiente para elevar o °Brix em, no mínimo, 50% do °Brix estabelecido para o suco da mesma fruta (CODEX ALIMENTARIUS, 2005).

## 2.5 Processo produtivo de polpas e sucos

A polpa de fruta substitui perfeitamente a fruta *in natura* no preparo de sucos, néctares, doces, geléias, sorvetes, *baby foods* e apresenta a grande vantagem de estar disponível no mercado em período de entressafra da fruta (EVANGELISTA; VIEITES, 2006).

A produção de polpas de frutas congeladas se tornou um meio favorável para o aproveitamento integral das frutas da época evitando assim, os problemas ligados à sazonalidade. No entanto, o crescimento da produção vem alertando várias instituições a respeito da qualidade da fabricação e do produto final. Têm sido encontradas polpas com alterações de suas características sensoriais, evidenciando modificações de característica química e bioquímica do produto, em virtude, provavelmente de problemas associados à deficiência nas técnicas de processamento e/ou armazenamento do produto (GADELHA *et al.*, 2009).

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.

A partir da etapa de formulação o produto pode sofrer um tratamento térmico, com a finalidade de eliminar microrganismos patogênicos e enzimas deterioradoras; ou simplesmente ser congelado rapidamente. As etapas seguintes são o envase, resfriamento ou congelamento (dependendo da indústria), embalagem, paletização e estocagem.

Na realidade a maioria dos alimentos é conservada pela utilização de métodos mistos. Geralmente, dois ou mais processos são aplicados. Em sucos e polpas de frutas, em geral, são associados o tratamento térmico, o uso de conservantes e o congelamento (MAIA *et al.*, 2009).

As diferenças entre os vários métodos de produção de sucos e polpas dependem principalmente dos processos de enchimento e conservação. Em face das variações que apresentam os processos de conservação são, às vezes, difíceis de serem convenientemente classificados.

Os métodos de conservação mais utilizados nas indústrias são o “hot fill” (enchimento a quente) e o envase asséptico. O processamento “hot Pack” (tratamento térmico na embalagem), para conservação de sucos, está em desuso. Outros métodos podem ser utilizados para conservação de sucos como congelamento, concentração, filtração estéril, irradiação, altas pressões e luz ultravioleta (MAIA; SOUSA; LIMA, 2007).

Um ponto muito importante na produção de polpas e sucos de frutas é a avaliação da sua estabilidade durante a vida de prateleira, uma vez que é obrigação a garantia da segurança destes produtos, e a necessidade do mínimo de alterações na qualidade sensorial, bem como das alterações microbiológicas e químicas (KILCAST; SUBBRAMANIAM, 2000).

## **2.6 Conservação pelo uso do calor (tratamento térmico)**

Tratamento térmico significa a aplicação de calor ao produto durante um período de tempo e a uma determinada temperatura para obter 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 aplicação de tratamento térmico em frutos é uma combinação de vários fatores relacionados à qualidade do alimento, estando dentre esses fatores a diminuição da carga microbiana, a inativação de enzimas, a eliminação de água e manutenção da qualidade sensorial do produto obtido (OETTERER; REGINATO-d'ARCE; SPOTO, 2006).

Pelo fato de sucos de frutas serem alimentos líquidos, estes produtos são facilmente conservados por tratamentos térmicos, e a escolha do tratamento térmico ideal para cada tipo de suco e polpa de fruta dependerá de fatores como (MAIA *et al.*, 2009):

- Quantidade de sólidos solúveis presentes;
- Viscosidade do produto;
- Sensibilidade dos componentes nutricionais de importância dos alimentos;
- pH do produto.

Os sucos de frutas geralmente são produtos ácidos, com pH menor que 4,2, porém, algumas frutas tropicais possuem pH mais elevados, devendo ser feita a correção deste pH através de acidulantes antes do tratamento térmico. Para a inativação do crescimento microbiano nestes produtos, os sucos requerem um tratamento térmico de 80°C a 93°C por somente poucos segundos (RUTLEGDE, 2001). O processamento permite ao suco um longo período de vida útil, todavia a etapa de pasteurização é considerada uma operação que causa alterações significativas no suco (FERNANDES *et al.*, 2011).

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; SILVA NETO, 2000). Esse binômio tempo/temperatura em suco de frutas foi também realizado por Silva *et al.* (2008); Silva (2007) e Freitas *et al.* (2006). Assim, essa etapa tem como principais objetivos a destruição de células vegetativas de microrganismos patogênicos, deteriorantes e a inativação enzimática da polpa (LOPES, 2005; MARTINS, 2008).

Embora o processamento térmico excessivo inative microrganismos de forma eficiente e prolongue a vida de prateleira de suco, ele resulta na degradação de cor, sabor, textura, e qualidade nutricional do mesmo (ZHU *et al.*, 2012).

Em relação aos métodos de conservação de sucos e polpas de frutas tropicais que fazem uso de calor, os processos de enchimento à quente e asséptico são os mais utilizados pelas indústrias processadoras de frutas. Entre os métodos de conservação de polpas podem ser citados: asséptico, Hot Fill, pelo frio, pelo uso de aditivos químicos e por processos mistos (ROZANE *et al.*, 2004).

Considerando os efeitos do calor, tem-se verificado que tratamentos térmicos também modificam o conteúdo mineral nos alimentos a uma extensão que depende da severidade do tratamento (MORALES-DE LA PEÑA *et al.*, 2011).

Bamishaiye, Olayemi, e Bamishaiye (2011) avaliaram os efeitos de diferentes tratamentos térmicos sobre o conteúdo mineral de uma bebida não-alcoólica. Os autores observaram que a concentração de Ca, Na, K e Fe aumentavam após o tratamento térmico, indicando que minerais podem ser liberados a temperaturas elevadas e que o calor não os destruiu. Assim, o aumento do teor de Mn e Fe em bebida tratada termicamente em

comparação com o apenas preparada foi provavelmente devido para as reações de hidrólise causada pela alta temperatura liberando estes elementos de interações do mineral e macromoleculas, tais como complexos proteínas e metais e aumentando a sua concentração.

### **2.6.1 Enchimento a quente (*hot fill*)**

Neste método, o suco ou polpa é submetido a um tratamento térmico de pasteurização, por meio de trocadores de calor, a temperatura de 90°C, durante 60 segundos, seguindo-se do enchimento a quente (85°C) em garrafas e fechamento imediato em cápsulas plásticas. Após o fechamento, as garrafas são resfriadas e acondicionadas em caixas de papelão (COSTA *et al.* 2003).

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; SOUSA; LIMA, 2007).

O enchimento da embalagem deve ser feito a quente imediatamente após a saída do produto do trocador de calor. A temperatura de enchimento não deve ser inferior a 80°C. Porém, temperaturas inferiores poderão ser utilizadas quando o produto for adicionado de conservadores. O fechamento deve ser feito logo após o enchimento. Existem máquinas acopladas com injetores de vapor que soltam um jato de vapor sobre o espaço livre dos recipientes eliminando o ar e aumentando o vácuo produzido após o resfriamento. Também pode ser injetado nitrogênio líquido. É necessário proceder a inversão dos recipientes, logo após o fechamento durante uns 3 minutos, para a esterilização das tampas. Em seguida, o produto deve ser resfriado de forma rápida até que o produto atinja uma temperatura máxima de 37°C. A água de resfriamento deve ser clorada, evitando recontaminação durante o resfriamento. O produto assim obtido não requer condições especiais de armazenamento, podendo ser armazenado à temperatura ambiente (MAIA *et al.*, 2009).

Embora a pasteurização estabilize o produto, sua qualidade final pode ser afetada, uma vez que o processamento térmico geralmente prejudica a cor do suco. O escurecimento não enzimático não só reduz a qualidade visual, mas também resulta em alterações

indesejáveis no sabor e aroma característicos da fruta *in natura*, bem como na perda de nutrientes (LOZANO, 2006; CHAIKHAM, 2012).

### **2.6.2 Enchimento asséptico**

Ao longo das últimas décadas, o processamento asséptico tem sido amplamente utilizado na indústria alimentar para a pasteurização de suco de fruta ou esterilização de leite (PATARO *et al.*, 2011)

O processamento asséptico é a utilização de temperatura elevada durante um curto período de tempo, e pode ser utilizado para proporcionar uma maior qualidade ao produto, com nível de segurança microbiológica igual, ou melhor, quando comparado com o sistema convencional (KUMAR *et al.*, 2008). Este exige que todo o processamento e os sistemas de embalagens estejam livres de contaminação microbiológica, ou seja, as embalagens devem ser previamente esterilizadas, sem contato com o ar atmosférico ou qualquer fonte de contaminação. Por isso a etapa de esterilização, deve ser realizada para assegurar que não haja contaminação no sistema. Difere dos outros métodos porque o produto é rapidamente esterilizado e resfriado, antes de ser embalado. O produto esterilizado e resfriado flui continuamente do sistema de calor para as unidades assépticas (CORONEL *et al.*, 2008).

O processamento asséptico de sucos de frutas alcançou rápido desenvolvimento, desde que a Food and Drug Administration (FDA) aprovou, em 1981, a utilização de peróxido de hidrogênio como agente esterilizante para embalagens contendo polietileno em sua parte interna. Quando comparado ao enchimento a quente os produtos obtidos pelo processamento asséptico apresentam melhor sabor, textura e cor, e menores perdas no valor nutritivo e mudanças nos componentes sensíveis ao calor (LIMA *et al.*, 2000).

O sistema asséptico objetiva principalmente melhorar a qualidade do produto, isso porque o mesmo garante um produto comercialmente estéril livre de microrganismos, o que permite a comercialização à temperatura ambiente e por um tempo relativamente longo (BETTA *et al.*, 2011).

Dentre as principais vantagens deste método de conservação de polpa de frutas, tem-se: melhoria das características sensoriais (cor, sabor e aroma), redução da perda de

nutrientes, eliminação do “ponto crítico” referente ao resfriamento posterior do produto já embalado, utilização de recipientes grandes ou pequenos, adequação aos produtos sensíveis ao calor, e pode ser utilizado com polpas de pH alto, sem necessidade de acidificar (FELLOWS, 2006).

Podem ser utilizados trocadores de calor de placas ou tubulares, de superfície raspada, ou o trocador de calor do tipo Dimpletub, que possui saliências que promovem uma agitação do produto impedindo o acúmulo de resíduo no equipamento. O benefício dessa tecnologia é a possibilidade de se processar as frutas em pedaços, pois a troca de calor é regular em todos os pontos. Além disto, outro benefício é que a polpa pasteurizada não precisa ser estocada em câmaras frias, reduzindo custos para comercialização dos produtos (MAIA *et al.*, 2009).

## **2.7 Conservação pelo uso do frio**

As temperaturas baixas são utilizadas para retardar as reações químicas e a atividade enzimática, bem como para retardar ou inibir o crescimento e a atividade dos microrganismos. Quanto mais baixa for a temperatura tanto mais reduzida será a ação química, enzimática e o crescimento microbiano (MAIA *et al.*, 2009).

O congelamento é um dos métodos mais eficazes para a conservação a longo prazo dos atributos de qualidade naturais de alimentos perecíveis (RENO *et al.*, 2011). A velocidade em que o alimento foi congelado e a estabilidade da temperatura durante o armazenamento são fatores que auxiliam na estabilidade deste (AGOSTINI-COSTA *et al.* 2003; YAMASHITA *et al.* 2003). É um dos processos mais indicados para a conservação das propriedades químicas, nutricionais e sensoriais de polpas de frutas, no entanto, apresenta custos de produção, transporte e armazenamento relativamente elevados. Além disto, requer para a distribuição do produto uma cadeia de frio, constituída basicamente de túnel de congelamento e de câmara frigorífica a -20°C, além de transportes também frigorificados. Os microrganismos não são considerados um grande problema em alimentos congelados, pois estes não crescem em temperaturas usuais de congelamento (-18 C). No entanto, a ação das

enzimas é preocupante, pois pode provocar significativas alterações de cor e sabor em polpas de frutas congeladas (LABUZA, 1997).

O congelamento é a operação unitária na qual a temperatura de um alimento é reduzida abaixo do seu ponto de congelamento e uma porção da água sofre uma mudança no seu estado formando cristais de gelo (FELLOWS, 2006). As temperaturas utilizadas são baixas o suficiente para reduzir ou paralisar a deterioração causada pelos microrganismos, enzimas ou agentes químicos, como o oxigênio (CORREIA *et al.*, 2008). Contudo é quase impossível evitar certas mudanças na qualidade dos alimentos durante a aplicação do congelamento, pois nem toda a água está congelada e as enzimas não foram totalmente inativadas, proporcionando que algumas reações ocorram mesmo que de forma muito lenta (EVANGELISTA, 2000; ORDONEZ PEREDA, 2005; FELLOWS, 2006).

Para melhor estabilidade do produto é importante que este seja submetido a um tratamento térmico adequado, para inativação das enzimas e redução da carga de microrganismos deteriorantes, e que seja resfriado a temperaturas abaixo de 10°C antes da embalagem, proporcionando um congelamento mais rápido (MAIA *et al.*, 2009).

## **2.8 Conservação pelo uso de aditivos químicos**

As substâncias químicas com propriedades antimicrobianas adicionadas aos alimentos, processados ou não, são denominadas conservantes, cuja função no alimento é inibir o crescimento e/ou o desenvolvimento de microrganismos, prolongando a vida útil do produto e garantindo seu consumo com segurança (ARAÚJO, 2004).

O processo de conservação por meio de aditivos químicos é bastante difundido no Brasil e é utilizado, basicamente, em produtos destinados ao mercado interno, ou então à exportação a países onde não há restrições quanto aos produtos quimicamente conservados (MAIA; SOUSA; LIMA, 2007).

Os conservantes têm a finalidade de retardar a ação de microrganismos nas bebidas e nos alimentos, impedindo que eles estraguem. Sua eficiência depende do pH, da composição do produto, da população de microrganismos presentes e da atividade de água. Os conservantes utilizados no Brasil são principalmente, o ácido benzóico e o ácido sórbico, além

de seus respectivos sais de sódio, cálcio e potássio (VENTURINI FILHO, 2010). O processamento térmico ou a desidratação do produto para diminuir a atividade de água aumenta a eficiência do conservante, diminuindo, portanto, a concentração requerida (ARAÚJO, 2004).

Para se fazer uma escolha adequada de um agente conservador, deve-se ter conhecimento de alguns fatores que vão influir na sua eficácia, como por exemplo, o pH, a composição do produto, o nível de contaminação microbiológica, o tipo de microrganismo a ser inibido, o impacto no sabor e o custo (MAIA *et al.*, 2009).

Devido as 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 e polpas de frutas, permitem apenas o desenvolvimento de microrganismos deteriorantes, como fungos filamentosos 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; ANDERSON, 2001; HOCKING; JENSEN, 2001). Na Tabela 7 estão apresentados os principais conservantes utilizados em polpa e suco de frutas.

Os conservadores mais utilizados em alimentos são classificados como bacteriostáticos e fungistáticos e atuam inibindo o crescimento do microrganismo nos alimentos, mantendo a característica inicial por um tempo maior (KAWASE *et al.*, 2009). Os mais utilizados e permitidos pela legislação brasileira para bebidas não alcoólicas como os sucos de frutas são: ácido benzóico e seus sais de sódio, cálcio e potássio, com concentração máxima permitida de  $0,05 \text{ g} \cdot 100\text{mL}^{-1}$ ; ácido sórbico e seus sais de sódio, potássio e cálcio, com concentração máxima permitida de  $0,08 \text{ g} \cdot 100\text{mL}^{-1}$  para bebidas sem gás e  $0,03 \text{ g} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$  para bebidas com gás; e dióxido de enxofre, com concentração máxima permitida de  $0,004 \text{ g} \cdot 100\text{mL}^{-1}$  (BRASIL, 2007).

Na União Européia, a concentração de benzoato e sorbato de sódio em bebidas é de no máximo  $1500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  ( $0,15 \text{ g} \cdot 100\text{mL}^{-1}$ ) (WALKER; PHILLIPS, 2007).

O ácido benzóico foi um dos primeiros conservadores utilizados em alimentos (KAWASE *et al.*, 2009). Não se acumula no organismo, pois se combina com a glicina e transforma-se em ácido hipúrico, que é facilmente excretado por via renal; sendo este um dos motivos da ausência de efeitos tóxicos (FRIAS *et al.*, 1996).

TABELA 7: Conservantes utilizados em polpa e sucos de frutas

	<b>Ácido Benzóico</b>	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>Ácido Sórbico</b>	<b>Benzoato de sódio</b>
Concentração máxima permitida	0,05 g.100 mL <sup>-1</sup>	0,004 g.100 mL <sup>-1</sup> suco de caju 0,03 g/100 ml	0,08 g.100 mL <sup>-1</sup> para bebidas sem gás e 0,03 g.100 mL <sup>-1</sup> para bebidas com gás;	Bebidas não alcoólicas gaseificadas e não gaseificadas, na concentração máxima de 0,05g/100m 0,1% em sucos de frutas
Efeitos sobre os microrganismos	Ativos contra bolores, leveduras e bactérias	Bactérias lácticas e acéticas e muitos fungos	Ativos contra fungos filamentosos e leveduras	Ativos contra leveduras e bactérias
pH de maior eficiência	pH 2,5 a 4,0	pH menor que 3	pH abaixo de 6,0	Melhor efeito em pH ácido
Vantagens	Baixo custo	Antioxidante Reduz a destruição do caroteno e da vitamina C	Não tem toxicidade Baixo potencial alergizante Gosto ou sabor bastante suave.	Custo reduzido. Amplo efeito antibacteriano, alta solubilidade e não-volatilidade em água.
Desvantagens	Toxicidade crônica, Possíveis efeitos clastogênicos e teratogênicos.	Teores acima de 100 ppm conferem ao produto sabor e aroma desagradáveis. Destroi vitamina B1 tiamina. Pode afetar a cor de concentrados de frutas	Seletividade da ação antimicrobiana	Sabores desagradáveis

Fonte: (BRASIL, 2007; BRASIL, 1998; ANTUNES e CANHOS, 1983; JAY, 2005; ARAÚJO, 2004; WALKER; PHILLIPS, 2008).

Ácido benzóico e benzoatos são os conservantes com a mais longa história de utilização em alimentos. São ativos contra fungos filamentosos, leveduras e bactérias, mas normalmente não são recomendados para o controle de bactérias, devido à baixa atividade acima de pH 4,5, onde o principal tipo de deterioração é a bacteriana (ARAÚJO, 2004; JAY, 2005). Ácido benzoico é menos utilizado que seu sal por apresentar menor solubilidade em meio aquoso (KAWASE *et al.*, 2009). Em bebidas ácidas, o benzoato de sódio atua na forma

de ácido benzóico, que é um ácido orgânico fraco que não apresenta implicações tóxicas na concentração recomendada, sendo considerado substância GRAS (Geralmente Reconhecida como Segura) (CHIPLEY, 1993). Ocorre naturalmente em “loganberries”(fruto híbrido, obtido do cruzamento entre algumas variedades de amoras silvestres),ameixas e em algumas variedades de amoras pretas (KINBLE, 1997). Quimicamente, é produzido através de tolueno (NARAYANA *et al.*, 1997).

O uso de aditivos alimentares é limitado em diferentes países através de regulamentos específicos. O Brasil, como muitos países, segue a recomendação do Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) no uso seguro de aditivos alimentares. De acordo com JECFA, a segurança pode ser expressa em termos de sua Ingestão Diária Aceitável (IDA) que representa a quantidade das substâncias que podem ser consumidas diariamente, durante toda a vida, sem riscos à saúde. A IDA é expressa em mg de aditivo/Kg de peso corpóreo. Uma IDA de 0-5 e 0-25 mg/kg de peso corpóreo foram estabelecidos pelo JECFA para o grupo do ácido benzóico (sais benzóicos, benzil acetato, álcool benzílico e benzoacetaldéido), e para ácido sórbico, respectivamente (TFOUNI; TOLEDO, 2002).

Em um estudo realizado visando quantificar níveis de ácido benzóico e ácido sórbico encontrados em sucos de frutas (abacaxi, manga, maracujá, uva, caju, goiaba, cajá e acerola) de 18 amostras comercializados no Brasil, Tfouni e Toledo (2002) encontraram valores dentro das faixas estabelecidas pela legislação em vigor, com ácido benzóico variando de não detectado a 804 mg/L e ácido sórbico de não detectado a 450 mg/L.

O benzoato de sódio foi o primeiro conservador permitido na utilização em alimentos (KAWASE *et al.*, 2008) e, assim, como o ácido benzóico, é permitido pela legislação brasileira, ANVISA, RDC nº05, de 15/01/2007 para bebidas não alcoólicas gaseificadas e não gaseificadas, na concentração máxima de 0,05g/100g. O benzoato de sódio, com o seu amplo efeito antibacteriano, alta solubilidade e não-volatilidade em água, é amplamente utilizado como conservante de bebidas de fruta, possui maior atividade contra leveduras e bactérias, sendo menos ativo no controle de fungos filamentosos. Sua eficiência depende do pH do meio. Em pH próximo da neutralização é praticamente ineficiente. Os maiores efeitos inibidores são alcançados em pH ácido (WALKER; PHILLIPS, 2008).

Apresenta a vantagem de custo reduzido, quando comparado com outros conservantes. No entanto, quando incorporado em alguns alimentos, como no caso de sucos e polpas de frutas, pode originar sabores desagradáveis. Este problema pode ser minimizado pela redução da concentração ou pela combinação com outros conservantes. O teor máximo permitido é de 0,1% em sucos de frutas

O ácido sórbico e os sorbatos de sódio e de potássio apresentam atividade contra fungos filamentosos e leveduras, sendo menos eficientes contra bactérias. Possuem uma ampla faixa de ação em relação ao pH do meio, podendo se estender até pH 6,5. Tem maior eficiência em pH abaixo de 6,0 podem ser utilizados em níveis de pH superior a 3,0 e não atuam acima de 7,0 (ARAÚJO, 2004; WALKER; PHILLIPS, 2008).

O dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) é um aditivo universalmente utilizado no setor alimentar com finalidade de evitar o processo oxidativo e o desenvolvimento bacteriano (SALTON *et al.*, 2000). Seu limite de eficiência contra bactérias depende das quantidades usadas, principalmente em vinhos tintos (MILLET, 1995, MIULLET 1999), pois leveduras e bactérias não tem a mesma sensibilidade e variam entre cepas diferentes, dentro do mesmo gênero e espécie (RIBÉREAU-GAYON, *et al.*, 1998). O emprego de dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) e seus sais são conhecidos como sulfitação. Além de sua atividade antimicrobiana, atuam também como antioxidante, prevenindo o escurecimento enzimático e não enzimático em sucos e polpas de frutas. A forma mais prática de sulfitação é através da utilização dos sais que são bastante solúveis em água e liberam o  $\text{SO}_2$  em meio ácido. Os sais mais utilizados são os metabissulfitos de sódio e de potássio e os bissulfitos de sódio e de potássio. Os metabissulfitos são mais estáveis que os bissulfitos. Durante a estocagem o teor de  $\text{SO}_2$  disponível nos sais tende a decrescer em função da oxidação (MAIA; SOUSA; LIMA, 2007).

Segundo Araújo (2004), o  $\text{SO}_2$  é um efetivo aditivo na prevenção do escurecimento enzimático de frutas e hortaliças, nas quais as enzimas não foram satisfatoriamente inativadas pela aplicação suficiente de calor. Além desta propriedade, reduz a destruição do caroteno e da vitamina C. O teor de  $\text{SO}_2$  disponível no produto a ser consumido não deve ser superior a 100 ppm, uma vez que teores acima conferem ao produto sabor e aroma desagradáveis. O teor de conservantes poderá ser bastante reduzido quando o

produto é submetido a um tratamento térmico, resultando em um produto de melhor característica e de maior estabilidade. De acordo com a Portaria N° 543 do Ministério da Agricultura o limite máximo de dióxido de enxofre no suco de caju, e no suco e caju com alto teor de polpa em 0,03 g/100 mL (BRASIL, 1998).

## 2.9 Acidulantes utilizados em sucos de frutas

O emprego de forma adequada e eficiente dos conservantes químicos em sucos e polpas de frutas pressupõe que o pH do meio esteja ajustado para uma maior eficiência dos mesmos. Assim, quando necessário, faz-se o ajuste de pH com a adição de ácidos permitidos pela legislação (MAIA *et al.*, 2009).

Acidulante é uma substância que aumenta a acidez ou confere um sabor ácido ao alimento. Os acidulantes agem através da redução do pH, inibindo o crescimento de microrganismos, diminuindo a resistência dos microrganismos ao calor, reduzindo a atividade enzimática e aumentando a eficácia dos conservantes. Alguns ácidos ainda atuam como agentes sequestrantes, complexando metais que catalisam reações de oxidação e degradação de pigmentos e aromas. Na parte nutricional, os ácidos melhoram a digestibilidade através do ajuste do pH, provocando a hidrólise de proteínas e carboidratos e adequação de atividades enzimáticas (GAVA, 2008).

O pH ácido do alimento facilita a destruição de microrganismos pelo calor, permitindo que se utilize um tempo menor do tratamento térmico, minimizando, portanto, os efeitos negativos na qualidade do produto (ARAÚJO, 2004). Os ácidos utilizados diminuem o pH, e os ânions não-dissociados têm efeito nocivo ao crescimento microbiano (ARGANDOÑA *et al.*, 2002).

O ácido cítrico é o principal ácido orgânico encontrado naturalmente em plantas, atua como um agente quelante e atua sinergicamente com o ácido ascórbico e eritórbico e os seus sais neutros. Ele apresenta efeito inibidor duplo de polifenoloxidase não só por diminuir o pH, mas também por se complexar com o cobre no centro ativo da enzima (PINELI, 2004). Alguns dos acidulantes utilizados em alimentos têm a característica de atuar como um

poderoso agente sequestrante de vários íons metálicos tais como ferro, níquel, manganês, cobalto, cromo e cobre (Dhillon *et al.*, 2011a, 2011b). Traços desses metais podem catalisar reações oxidativas. O ácido cítrico e os seus sais, o citrato de sódio, estão entre os sequestrantes mais amplamente utilizados na indústria de alimentos (SAMMEL; CLAUS, 2006). Dentre os acidulantes usados em alimentos, o ácido cítrico é o mais empregado, além de ser sensorialmente aceito pela maioria dos consumidores (MODA *et al.*, 2005). O ácido cítrico apresenta alta solubilidade, possui característica tamponante, favorecendo a estabilidade dos produtos finais, tem sabor ácido intenso, age como sequestrante de íons metálicos, prevenindo reações indesejáveis de oxidação de cor e aroma dos produtos finais, segurança de manipulação, inocuidade do ponto de vista de saúde e baixa corrosividade das instalações industriais (BERBARI *et al.*, 2003).

O ácido cítrico é um ácido orgânico fraco naturalmente presente em diversas frutas, incluindo morango, laranja, maçã, pêra e tomate, e é comumente usado na indústria alimentar como aromatizantes, acidulante, conservante, agente antioxidante, sequestrante, flavorizante, tamponante etc, e na indústria farmacêutica, sendo o acidulante mais usado em alimentos devido ao seu sabor agradável, à alta solubilidade e ao efeito tamponante, favorecendo a estabilidade dos produtos finais; é encontrado em praticamente todas as frutas (ARAÚJO, 2004; XIE *et al.*, 2010; MOSQUEDA-MELGAR *et al.*, 2012).

## **2.10 Conservação por métodos combinados**

A aplicação de métodos combinados baseia-se numa combinação inteligente de vários parâmetros chamados obstáculos, tais como uma ligeira redução de atividade de água, do pH, a adição de conservantes e outros aditivos em baixa concentração, refrigeração ou embalagem em atmosfera modificada. O efeito combinado dos obstáculos deve assegurar a estabilidade microbiológica, bem como as características sensoriais e nutricionais originais características do alimento tornando-o mais conveniente e saudável (SOLIVA *et al.*, 2001).

No Brasil, diversas indústrias de sucos de frutas tropicais utilizam um método de conservação combinado, associando a aplicação do processo térmico de pasteurização com a

adição de aditivos químicos, que atuam como conservadores inibindo o crescimento microbiano, a atividade enzimática e as reações químicas que ocasionam alterações indesejáveis nas características microbiológicas, nutricionais e sensoriais do suco (MAIA; LIMA; FREITAS, 2006).

Nesse sentido a associação de fatores como a temperatura reduzida, tratamento térmico brando, ação antioxidante e armazenamento em atmosfera controlada operam em conjunto para limitar o crescimento microbiano. Esta maneira de combinar os fatores que, individualmente, são incapazes de impedir o crescimento microbiano, mas, em conjunto, proporcionam uma série de obstáculos, permite que os fabricantes utilizem técnicas de processamento mais leves que retêm mais as propriedades sensoriais e nutricionais de um produto (KILCAST; SUBRAMANIAM, 2000).

### **2.11 Etapa de concentração**

A concentração de sucos por evaporação é o método mais utilizado, para conservação de polpa e sucos de frutas. A água é o ingrediente predominante na maioria dos produtos alimentícios, constituindo mais de 85% no leite, nas frutas e hortaliças. O objetivo desta tecnologia é conseguir um produto concentrado, inalterado tanto na qualidade como em valor nutritivo e que possa ser reconstituído simplesmente pela adição de água. Entretanto métodos convencionais de concentração utilizam altas temperaturas, caracterizando um elevado consumo de energia, além de apresentar como principal desvantagem, a alteração no sabor e aroma do suco, conferindo, em muitos casos um sabor de cozido, resultando em muitas perdas na produção, pois a remoção é acompanhada de modificações que não são totalmente reversíveis como a remoção dos compostos voláteis (SIPOLI *et al.*, 2009, MAIA; SOUSA; LIMA, 2007).

Durante o processamento, os sucos são submetidos a diversas etapas, como o armazenamento a frio ou congelamento e concentração. A concentração é realizada a fim de reduzir os custos de transporte e aumentar vida de prateleira (AULEDA *et al.*, 2011).

Os sucos concentrados apresentam uma enorme demanda no mercado global. Os consumidores têm uma necessidade crescente sobre a qualidade destes produtos, e a indústria melhora a sua eficiência de produção a cada dia (TUMPANUVATR, JITTANIT 2012).

A concentração é uma prática comum em indústrias de suco, uma vez que reduz o volume de suco, com a conseqüente redução dos custos de armazenagem, transporte e embalagem. Além disso, os sucos concentrados são mais estáveis e mais resistentes à deterioração microbiana e química do que o suco original, como uma conseqüência da redução da atividade da água (AGUIAR *et al.*, 2012). A concentração de polpas de frutas tem como principal vantagem a redução de volume em relação à quantidade de princípios ativos, sejam estes de ordem nutricional ou sensorial. O grau de concentração das polpas do ponto de vista industrial tem como prioridades o custo energético, o tempo gasto no processo e a qualidade final obtida, que variam com o tipo de matéria-prima (GRANGEIRO *et al.*, 2007).

De acordo com Maia *et al.* (2009), a concentração pode ser obtida pelos seguintes processos:

- Evaporação: a água é removida na forma de vapor;
- Congelamento: a água é removida na forma de gelo;
- Membranas: a água é removida na forma líquida;
- Compressão, centrifugação e filtração.

A produção de sucos concentrados baseia-se principalmente em três tecnologias: a evaporação pelo calor, a concentração por membrana e crioconcentração, sendo evaporação o método mais tradicional (NINDO; POWERS; TANG, 2007).

Os métodos tradicionais de concentração, tais como evaporação, geralmente empregam altas temperaturas para remover a água. Têm-se como alternativa o processo de concentração por membrana (AGUIAR *et al.*, 2012). Nos processos de concentração por membranas consegue-se concentrar sucos à temperatura ambiente, causando pouco ou nenhum dano ao produto (GIRARD; FUKUMOTO, 2000).

Alternativa para melhorar a eficiência da produção de sucos concentrados de acordo com Tumpanuvat e Jittani (2012), é o aquecimento ôhmico, onde o calor é instantaneamente gerado dentro do alimento quando se passa uma corrente elétrica através do

mesmo (ICIER *et al.*, 2006), enquanto que o método convencional baseia-se nos mecanismos de transferência de calor, especialmente condução e convecção.

Os alimentos concentrados apresentam uma atividade de água que permite a atividade microbiana, por isso torna-se quase sempre necessário utilizar um ou mais métodos adicionais de conservação (GAVA, 2008).

A evaporação tem alguns efeitos nos alimentos dentre eles tem-se a perda de voláteis durante a evaporação, isso porque os componentes do aroma são mais voláteis que a água e são perdidos, reduzindo a característica sensorial da maioria dos concentrados, em suco de frutas isso resulta na perda de sabor. A evaporação também escurece a cor dos alimentos, em parte por que há um aumento na concentração de sólidos, e também pela reação de Maillard. Por isso tempos de residência mais curtos e temperaturas de ebulição mais baixas produzem concentrados com uma boa retenção da qualidade nutricional e sensorial (FELLOWS, 2006).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Matéria-Prima**

Para a realização dos experimentos utilizou-se como matéria prima polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada fornecidas pela indústria Sucos do Brasil S/A localizada a 52 km de Fortaleza-CE no município de Pacajus-Ceará. As matérias primas foram coletadas na indústria em janeiro de 2011 e transportadas congeladas em caixas térmicas via terrestre até o Laboratório de Frutas e Hortaliças da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza-CE, onde foram mantidas sob congelamento durante todo o experimento. Para todas as amostras foram coletadas três repetições em dias diferentes de processamento.

#### **3.2 Obtenção das polpas de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada**

##### ***3.2.1 Obtenção da polpa de caju com conservantes***

O processamento geral da polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada seguiu as etapas, de acordo com o fluxograma da Figura 1, sendo esse adaptado para os três diferentes processamentos. Os frutos foram colhidos manualmente e acondicionados em contentores plásticos, tendo-se o cuidado de evitar danos em sua estrutura. As caixas plásticas contendo os frutos foram colocadas em caminhões e transportadas para a unidade de processamento.

Ao chegarem à indústria os pedúnculos foram descarregados na esteira de corte e submetidos a uma primeira lavagem por imersão e passagem sob água corrente, para remoção de sujeiras grosseiras. Em seguida, passaram para uma segunda esteira onde foi realizada a seleção de forma manual. Foram removidos os frutos em estágio de maturação inadequado (muito verdes) e deteriorados. Para redução da sujeira fina e da quantidade de microrganismos, os pedúnculos receberam uma segunda lavagem com água clorada (50 mg de cloro.L<sup>-1</sup>) seguida de enxágue com água potável. Em seguida, os frutos passaram por um

tritador (Marca: Centenário; Modelo: moinho, série: 68/9), onde foram dilacerados sem o corte transversal de suas fibras.

Após a trituração passaram para a primeira despulpadeira (separando a polpa do bagaço) e em seguida por uma segunda despulpadeira (repasso, onde é passado por uma tela mais fina para retirada de toda fibra maior). Após a despolpa, seguiram para os tanques de formulação, onde ajustou-se a acidez até 0,70-0,80 pela adição de ácido cítrico e adicionou-se os conservantes (0,5g de sorbato de potássio /L, e 0,7g de metabissulfito de sódio /L). As amostras de polpa com conservantes foram retiradas desse tanque de formulação e congeladas a temperatura de -20°C em freezer horizontal da marca Consul, modelo 530.

### ***3.2.2 Obtenção da polpa de caju pasteurizada***

A polpa com conservantes (0,5g de sorbato de potássio /L, e 0,7g de metabissulfito de sódio /L, e correção de acidez com ácido cítrico para 0,70% a 0,80%), passou do tanque de formulação para uma linha individual seguindo a partir do tanque de formulação para etapa de desaeração realizada em sistema de vácuo para remoção do oxigênio dissolvido, e posterior pasteurização em trocador de calor tubular com a temperatura de 90-95°C por 1 minuto, seguidas de resfriamento até atingir a temperatura padrão 11° C resfriamento até 12-15°C.

As amostras de polpa pasteurizada foram retiradas logo após a saída do pasteurizador e submetidas ao congelamento (-20°C) em freezer horizontal da marca Consul, modelo 530.

### ***3.2.3 Obtenção da polpa de caju concentrada***

A polpa de caju com conservantes passou do tanque de formulação após correção do pH, e adição dos conservantes para uma linha separada para concentração (concentradores da marca Bertozzi), sendo mantida a temperatura de 60°C a fim de remover parte da água existente no polpa, retirando-se em torno de 60% da água, resultando, então, a polpa concentrada com teor de sólidos solúveis em torno de 29-31°Brix. As amostras de polpa concentrada foram retiradas logo após a saída do concentrador e imediatamente congeladas (-20°C) em freezer horizontal da marca Consul, modelo 530.

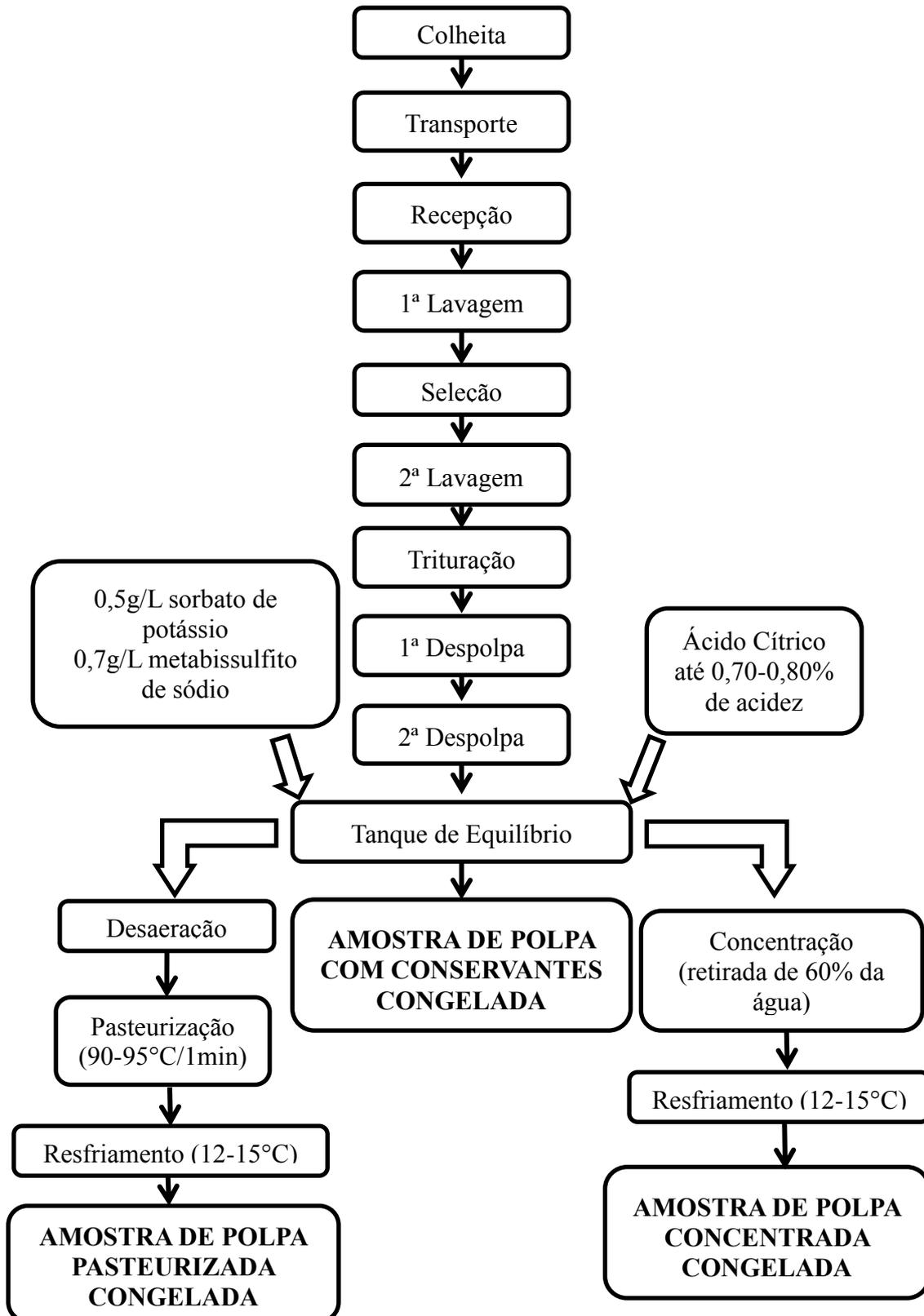


Figura 1- Fluxograma de elaboração da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada

### **3.3 Avaliação dos produtos**

As polpas de caju com conservantes, pasteurizadas e concentradas, foram acondicionadas em sacos de polietileno com capacidade de 500 g para as análises microbiológicas e físico-químicas, e 2 Kg para a formulação dos sucos e néctares para análise sensorial. Para cada tempo de armazenamento foram coletadas três repetições de cada amostra.

As polpas de caju foram avaliadas quanto aos aspectos químicos, físico-químicos, nutricionais e microbiológicos, e os sucos e néctares formulados a partir destas polpas foram avaliados sensorialmente. Todas as amostras foram avaliadas logo após o processamento e a cada 45 dias de armazenamento sob congelamento.

#### ***3.3.1 Determinações Químicas e Físico-químicas***

##### ***3.3.1.1 pH***

O pH foi determinado pela leitura direta, em potenciômetro da marca Quimis, modelo 400 A, calibrado a cada utilização com soluções tampão de pH 4,0 e pH 7,0 conforme o IAL (2008).

##### ***3.3.1.2 Sólidos Solúveis***

O teor de sólidos solúveis foi obtido por leitura direta em refratômetro digital da marca ATAGO PR-101 com escala de variação de 0 a 45 °Brix, de acordo com metodologia recomendada por Brasil (2005b), sendo o resultado expresso em °Brix.

##### ***3.3.1.3 Acidez Titulável***

A acidez titulável foi determinada por diluição de 0,5 g de polpa de caju em 50 mL de água destilada titulando com solução de NaOH (0,1 M), usando indicador fenolftaleína

para verificação do ponto de viragem de incolor para róseo claro permanente, conforme IAL (2008). Os resultados foram expressos em grama (g) de ácido cítrico / 100 g de amostra.

#### *3.3.1.4 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). O extrato foi obtido a partir da diluição de 2 g para polpa com conservantes e pasteurizada e 1 g para polpa concentrada em 40 mL de água destilada. Após esse procedimento, a mistura foi submetida a tratamento térmico em banho-maria a temperatura de 60 a 70°C/5 minutos. As amostras foram transferidas individualmente para balão volumétrico de 100 mL, o qual foi aferido com água destilada, sendo realizada homogeneização e filtração em papel de filtro. Em tubos de ensaio, tomou-se uma alíquota de 0,5 mL do extrato e adicionou-se 1 mL do reagente DNS e 1 mL de água destilada, seguido de agitação, aquecimento em banho-maria a 100°C/5 minutos e imediato resfriamento em banho de gelo. Foi adicionado a cada tubo 7,5 mL de água destilada e a leitura foi realizada em espectrofotômetro de marca SHIMADZU, modelo UV-1800, no comprimento de onda de 540 nm. A partir das concentrações obtidas foram determinados os teores percentuais de açúcares redutores, calculados através da equação: % Açúcares redutores = concentração / (volume alíquota x peso da amostra x 100). Os resultados foram expressos em grama (g) de glicose / 100 g de amostra.

#### *3.3.1.5 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). Foram adicionados, para cada amostra, 2 mL de ácido clorídrico em 25 mL do extrato de açúcar redutor, que foi submetido a banho-maria entre 70 a 80°C/30 minutos, seguido de imediato resfriamento em banho de gelo. Em seguida, a solução foi neutralizada utilizando NaOH 20%, com auxílio de papel de pH, tendo como padrão H<sub>2</sub>O. A amostra foi transferida para balão volumétrico de 50 mL, o qual foi aferido com água destilada, obtendo-se o extrato de açúcar total. Em tubos de ensaio, foram adicionados 0,5 mL do extrato, 1mL do reagente

DNS e 1 mL de água destilada, seguido de agitação e aquecimento em banho-maria a 100°C/5 minutos e imediato resfriamento em banho de gelo. Foi adicionado a cada tubo 7,5 mL de água destilada e a leitura foi realizada em espectrofotômetro de marca SHIMADZU, modelo UV-1800, no comprimento de onda de 540 nm, sendo obtida a absorbância para cada amostra, que foi inserida em uma curva padrão de glicose, obtendo-se a concentração de açúcar. As concentrações obtidas foram utilizadas para determinação dos teores percentuais de açúcares totais, através da equação: % Açúcares solúveis totais = Concentração / (volume da alíquota x peso da amostra x 50) Os resultados obtidos foram expressos em grama (g) de glicose / 100 g de amostra.

#### *3.3.1.6 Teor de polpa centrifugável*

O teor de polpa centrifugável foi determinado de acordo com a metodologia n° 60, da International Federation of Fruit Juice Producers (1991), utilizando-se uma centrífuga Excelsa II, modelo 206 BL. Centrifugou-se a 370g por 10 minutos, 50 mL de polpa de caju em um tubo graduado, e a leitura de polpa centrifugável foi feita direta no tubo, sendo o resultado expresso em % de polpa centrifugável.

#### *3.3.1.7 Pigmentos Escuros Solúveis*

Os pigmentos escuros solúveis foi determinado conforme a metodologia descrita por Rattanathanalerk, Chiewchan e Srichumpoung (2005), na qual 10mL da amostra foi centrifugada em centrífuga Excelsa II, modelo 206 BL, a 1.509,30g (3000 rpm) por 10 minutos, obtendo-se 5mL de sobrenadante. Em seguida, foram centrifugados 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, utilizou-se álcool etílico. A leitura foi realizada em espectrofotômetro *Shimadzu*, modelo UV-1800 a 420nm. A expressão do resultado foi dada como sendo o próprio valor da absorbância.

#### *3.3.1.8 Cor*

A determinação de cor foi realizada utilizando-se um colorímetro da marca Minolta (modelo Choma-Meter CR400) calibrado com padrão branco. Os resultados foram expressos de acordo com as coordenadas do sistema CIELAB que inclui as variáveis em  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , valores numéricos de  $a^*$  e  $b^*$  foram convertidos em ângulo Hue e Chroma pelas fórmulas:  $\text{ângulo Hue} = \tan^{-1} b^*/a^*$  e  $\text{Chroma} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ .

#### 3.3.1.9 Ácido ascórbico

Determinou-se o teor de ácido ascórbico por titulometria com solução de DFI (2,6 dicloro-fenol-indofenol 0,2 %) até coloração róseo claro permanente, utilizando 0,5 grama de polpa diluída em 50mL de ácido oxálico 1 % (IAL, 2008). Foi utilizado ácido L-ascórbico para preparar uma solução padrão (0,5mg/mL ) e a concentração foi calculada por comparação com o padrão e os resultados expressos em mg de ácido ascórbico / 100 g de amostra.

#### 3.3.1.10 Carotenóides totais

Os carotenóides foram quantificados através da metodologia adaptada de Talcott e Howard (1999). A metodologia consistiu em pesar 2 g de polpa de fruta. Adicionaram-se 25 mL de uma solução acetona-etanol (P.A.) (1:1 v/v) e 200 mg/L de BHT (2,6-ditert- butil-4-metil fenol) diluído na mistura dos solventes. Homogeneizou-se e filtrou-se o extrato em papel filtro (Whatman Quantitative  $\phi$  150 mm). Completou-se o volume do extrato com a solução acetona-etanol, até 100mL. A absorbância foi medida em espectrofotômetro a 470 nm.

#### 3.3.1.11. Compostos fenólicos totais

A análise de fenólicos totais foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Reynertson *et al.* (2008) com pequenas modificações, utilizando o reagente Folin-Ciocalteu. Pesou-se 2g da amostra previamente homogeneizada e dilui-se em 20mL 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 fenólicos totais, utilizou-se 100 µL do extrato, ao qual se adicionou 1mL de folin-ciocalteu  $0,2 \text{ mol.L}^{-1}$ , 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 1h, a temperatura ambiente, a absorbância 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.  $\text{mL}^{-1}$ ). Os resultados foram expressos em mg ácido gálico.  $\text{mL}^{-1}$  da polpa.

### **3.4 Avaliações Microbiológicas**

#### **3.4.1 Fungos filamentosos e leveduras**

Foram seguidos os métodos da APHA (*American Public Health Association*) (2001), sendo os resultados expressos UFC/g.

#### **3.4.2 Coliformes**

Para a determinação de coliformes a 35°C e 45°C utilizou-se a metodologia descrita pela APHA (2001), sendo os resultados expressos NMP/g.

#### **3.4.3 Salmonella sp**

A detecção de *Salmonella* sp foi feita pelo processo tradicional, mediante a metodologia descrita pela APHA (2001), sendo os resultados expressos em *Salmonella* sp/25g.

#### **3.4.4 Contagem de bactérias aeróbias mesófilas**

Para esta determinação foram seguidos os métodos da APHA (2001), sendo os resultados expressos UFC/g.

#### **3.4.5 Contagem de bactérias psicrófilas**

Para esta determinação foram seguidos os métodos da APHA (2001), sendo os resultados expressos UFC/g.

### 3.5 Análise Sensorial

Foram elaborados néctares e sucos tropicais adoçados de caju, de acordo com a porcentagem de polpa preconizada pela legislação vigente, cujos teores de polpa do néctar e do suco tropical adoçado foram de 15 e 25%, respectivamente. O teor de sólidos solúveis foi padronizado em 11°Brix segundo a Instrução Normativa Nº 12, de 4 de setembro de 2003 (BRASIL,2003), através de um balanço de massa com uso de sacarose comercial. A polpa foi diluída em água potável e sacarose, homogeneizada em liquidificador doméstico por um minuto e mantidos sob refrigeração até o momento de servir.

Os sucos e os néctares foram avaliados por 56 provadores voluntários não treinados, recrutados entre alunos do curso de graduação em Engenharia de Alimentos e servidores do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará. Todos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido conforme a Resolução 196/96 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2003).

O projeto de pesquisa com humanos foi apreciado e aprovado junto ao Comitê de Ética e Pesquisa da Instituição, segundo ofício nº 06/12 protocolo COMEPE nº 315/11(APÊNDICE A).

As avaliações sensoriais foram conduzidas após o processamento e a cada 45 dias durante doze meses de armazenamento. Os néctares de polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada e sucos tropicais adoçados de polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada em estudo foram submetidas ao teste de aceitação sensorial, realizados no laboratório de análise sensorial da Universidade Federal do Ceará.

Para a realização da análise sensorial, seguiram-se as seguintes formulações:

N1(Néctar de polpa com conservantes)

N2(Néctar de polpa pasteurizada)

N3(Néctar de polpa concentrada)

S1(Suco tropical adoçado de polpa com conservantes)

S2 (Suco tropical adoçado de polpa pasteurizada)

S3 (Suco tropical adoçado de polpa concentrada)

Os testes foram realizados em duas sessões 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. 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 ( $10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ). As amostras foram acompanhadas de água para enxágüe da boca entre as avaliações de cada amostra. Os provadores foram posicionados em cabines individuais, onde foram orientados a observarem as características globais do produto e o preenchimento das fichas de respostas.

A ordem da apresentação das amostras foi completamente balanceada (MACFIE *et al.*, 1989). A aceitação global foi avaliada por meio de um teste em escala hedônica estruturada de nove categorias (1 – “desgostei muitíssimo” a 9 – “gostei muitíssimo”) (PERYAM; PILGRIM, 1957) indicando quanto gostaram ou desgostaram das amostras em relação a cor, aparência, aroma, sabor, corpo (diluição) e impressão global.

Na mesma ficha foi incluída uma escala de intenção de compra, estruturada de cinco pontos (5 - "certamente compraria" a 1 "certamente não compraria") (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991).

### **3.6 Delineamento experimental e avaliação estatística**

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), onde os tratamentos foram dispostos num esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas os tratamentos (polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada) e o tempo as subparcelas (0, 45, 90, 135, 180, 225, 270, 315 e 360 dias). Os ensaios foram conduzidos com três repetições cada.

Os dados obtidos nas análises físico-químicas, químicas e sensoriais foram submetidos à análise de interação entre tratamentos e tempo de armazenamento, sendo então submetidos, quando conveniente, à análise de regressão e o teste de Tukey para comparação

de médias, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SAS (*Statistical Analysis System*) versão 8.1 (2006).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referem-se aos aspectos: estabilidade físico-química e microbiológica das polpas de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada e estudo da estabilidade sensorial dos néctares e dos sucos tropicais adoçados formulados com as polpas de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada.

### 4.1 Determinações Químicas e Físico-químicas

Não foi observada interação significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos (polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada) e os tempos de armazenamento (0, 45, 90, 135, 180, 225, 270, 315, 360 dias) para os parâmetros pH, sólidos solúveis, acidez e coordenada de cor  $a^*$ , sendo então analisadas as variáveis tratamento e tempo isoladamente, estudando-se as diferenças entre as polpas pelo teste de médias (Tukey) e o comportamento ao longo do tempo de armazenamento por análise de regressão.

Para os parâmetros pigmentos escuros solúveis, açúcares redutores, açúcares totais, carotenóides totais, ácido ascórbico, cor L, b, C, H, teor de polpa centrifugável e compostos fenólicos totais verificou-se interação significativa entre os tratamentos e o tempo de armazenamento das polpas ( $P \leq 0,05$ ). Dessa forma, as polpas com conservantes, pasteurizada e concentrada foram avaliadas separadamente em relação a esses atributos por análise de regressão para avaliação do tempo de armazenamento.

Na Tabela 8 estão apresentados o teste de comparação de médias para o pH, sólidos solúveis, acidez titulável e coordenada de cor a.

Tabela 8- Comparação das médias de pH, sólidos solúveis, acidez titulável das polpas de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada. Número de amostras 27.

Polpa de caju	pH	Sólidos Solúveis	Acidez titulável (% Ac. Cítrico)
Com conservantes	3,55 <sup>b</sup> ±0,11	12,69 <sup>b</sup> ±0,79	0,81 <sup>b</sup> ±0,13
Pasteurizada	3,62 <sup>b</sup> ±0,13	12,15 <sup>b</sup> ±0,90	0,83 <sup>b</sup> ±0,40
Concentrada	3,82 <sup>a</sup> ±0,14	31,50 <sup>a</sup> ±1,01	1,95 <sup>a</sup> ±0,28

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

#### 4.1.1 pH

A análise de regressão mostrou que não ocorreu diferença significativa de pH com o tempo de armazenamento.

Pelo teste de médias verificou-se diferença significativa entre as amostras para o pH. As polpas com conservantes e pasteurizada não diferiram entre si, porém, diferiram da polpa concentrada. Os valores de pH apresentaram valores médios de 3,55 para a polpa com conservantes, 3,62 para a polpa pasteurizada e 3,82 para a polpa concentrada (TABELA 8). Esses resultados podem ser considerados satisfatórios, uma vez que apesar de ter ocorrido um ligeiro aumento com a concentração, as polpas permaneceram com o pH abaixo de 4,5; ou seja, dentro da faixa ácida, contribuindo para a segurança alimentar dos produtos elaborados, bem como dentro dos limites estabelecidos pela legislação (BRASIL, 2003), que é de no máximo 4,6. Vale ressaltar que de acordo com Miranda (2002), o pH é muito utilizado como índice físico-químico de qualidade de frutos.

Na Tabela 9 estão apresentados os valores médios de pH obtidos durante o armazenamento sob congelamento da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada.

Tabela 9 - Valores das médias para o parâmetro pH da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento

Tempo de Armazenamento (dias)	pH		
	Polpa Com Conservantes	Polpa Pasteurizada	Polpa Concentrada
<b>0</b>	3,60±0,01	3,53±0,01	3,64±0,18
<b>45</b>	3,68±0,05	3,69±0,04	3,92±0,01
<b>90</b>	3,66±0,06	3,45±0,05	3,65±0,06
<b>135</b>	3,68±0,05	3,69±0,04	3,92±0,01
<b>180</b>	3,89±0,08	3,85±0,10	4,04±0,02
<b>225</b>	3,74±0,11	3,72±0,13	3,95±0,08
<b>270</b>	3,62±0,04	3,58±0,06	3,78±0,05
<b>315</b>	3,59±0,02	3,60±0,07	3,75±0,02
<b>360</b>	3,48±0,01	3,43±0,05	3,68±0,04

Valores médios de três repetições ± desvio padrão.

Mercadante (2003b) também encontrou valores de pH abaixo de 4,6 para produtos comerciais de caju incluindo marcas de suco concentrado, polpa congelada, suco pronto para beber, néctar e suco concentrado. Pinheiro (2006) avaliou o suco de caju integral que se assemelha à polpa de caju com conservantes e encontrou valores médios de pH de 3,85. Vários outros autores estudaram suco de caju integral e encontraram valores de pH coerentes com o desta pesquisa, dentre eles: Maia *et al.* (2001) que encontraram pH variando de 3,85 a 4,12, e Lavinias *et al.* (2006) encontraram valores de pH de 4,27 em suco de caju com conservantes valores superiores aos encontrados nesse estudo.

Sancho (2007) analisou o suco de caju em várias etapas do processamento e encontrou valores de pH após a etapa de pasteurização de 3,73, não diferindo dos valores antes da pasteurização, nesse estudo os valores de pH também não variaram com a pasteurização. Enquanto Maia *et al.*, (2007), ao avaliarem o suco de acerola após a etapa de pasteurização observaram uma diminuição da acidez e pequeno aumento do pH o que pode ser devido à degradação dos ácidos (ácido cítrico, ácido málico, ácido ascórbico) presentes durante o tratamento térmico.

Costa *et al.* (2003) ao avaliarem a estabilidade do suco de caju com alto teor polpa conservado pelo enchimento a quente durante 350 dias de armazenamento, encontraram valores de pH de 3,62 e 3,59 no tempo zero e 350 dias de armazenamento, respectivamente, valores próximo aos encontrados na polpa pasteurizada no presente estudo.

Lima (2004) analisou o suco de caju concentrado à vácuo e encontrou um pH igual a 4,13, mostrando resultados acima dos encontrados neste estudo. Cianci (2005) estudou suco concentrado de caju por membrana e encontrou valores médios de pH de 4,06, mostrando que a concentração não altera substancialmente os valores de pH, o que é muito interessante para a manutenção da qualidade dos produtos.

O pH é um índice físico-químico de qualidade, sendo interessante que não ocorram grandes mudanças nesse parâmetro com o decorrer do armazenamento, o que foi observado neste estudo e de outros pesquisadores, Costa (1999), acompanhou a estabilidade de suco de caju com alto teor de polpa e relatou valores médios de 3,55 para o pH. Mercadante e Assunção (2003a) encontraram variações de pH de 3,8 a 4,5, nos sucos de caju.

#### 4.1.2 Sólidos Solúveis

Os sólidos solúveis apresentaram variação significativa com o tempo de armazenamento, porém não foi possível ajustar os modelos aos dados pois a falta de ajuste foi significativa ( $P \leq 0,05$ ).

Pelo teste de médias foram observadas diferenças significativas a 5% de probabilidade entre os teores de sólidos solúveis das polpas com conservantes, pasteurizada e concentrada, onde a polpa com conservantes e pasteurizada não diferiram entre si, porém essas diferiram da polpa concentrada (TABELA 8). Essa diferença pode ser atribuída ao próprio processo de concentração, que eleva o teor de sólidos solúveis. Cianci (2005) também observou o aumento no teor de solúveis durante a etapa de concentração. Sancho (2007) encontrou diferença significativa no suco de caju com alto teor de polpa entre a etapa de formulação (10,67 °Brix) e após a etapa de pasteurização (11,10 °Brix), o que não foi observado no presente estudo.

Na Tabela 10 estão apresentados os valores médios dos sólidos solúveis das polpas de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada armazenadas sob congelamento durante 360 dias de armazenamento.

Tabela 10 - Valores das médias para o parâmetro sólidos solúveis (°Brix) da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento

Tempo de Armazenamento (dias)	Sólidos Solúveis (° Brix)		
	Polpa Com Conservantes	Polpa Pasteurizada	Polpa Concentrada
0	11,01±0,19	11,75±0,20	29,13±0,16
45	12,03±1,08	13,23±0,64	32,40±0,22
90	12,35±1,45	11,97±0,77	31,90±0,37
135	12,93±1,08	13,23±0,65	32,40±0,22
180	13,26±1,85	12,58±1,08	31,20±1,08
225	12,20±0,23	12,80±1,23	30,97±1,37
270	12,51±1,89	12,07±1,43	32,10±1,21
315	13,58±1,35	10,70±0,73	31,83±0,54
360	13,43±1,27	11,00±0,93	31,60±1,81

Valores médios de três repetições ± desvio padrão.

Os teores de sólidos solúveis estão de acordo com a legislação (BRASIL, 2000), que define nos padrões de identidade e qualidade da polpa de caju o mínimo de 10° Brix, (TABELA 10) e para polpa concentrada o Codex Alimentarius especifica a eliminação física de água em quantidade suficiente para elevar os sólidos solúveis em no mínimo, 50% do estabelecido para o suco da mesma fruta (CODEX ALIMENTARIUS, 2005). Neste estudo foi observada elevação de mais que 50% no teor de sólidos solúveis, pois o teor de sólidos solúveis passou de aproximadamente 12,42°Brix na polpa com conservantes e pasteurizada para 31,50°Brix (TABELA 10) após o processo de concentração, o que representa um aumento de aproximadamente 2,5 vezes, o que corresponde a 153%.

Cianci (2005) avaliou os sólidos solúveis do suco de caju em diferentes etapas do processo e encontrou 12,5° Brix no suco integral e 28,6° Brix no suco concentrado em membrana, mostrando que ocorreu um aumento dos sólidos solúveis de 2,4 vezes.

Maia *et al.* (2004), ao estudarem clones de pedúnculo de caju encontraram valores de 10,76, 10,04 e 9,74°Brix para os clones CP-76, CP-1001 e CP-06, respectivamente, valores inferiores aos encontrados neste estudo. Prado (2010), na caracterização na polpa de caju como matéria para formulação de suco de caju, encontrou valores de sólidos solúveis de 12° Brix. Moura (2005) determinou para o clone CCP-76 12,22 ° Brix.

Não foram observadas variações no teor dos sólidos solúveis do suco de caju com alto teor de polpa (10,50 a 12,00° Brix) durante 360 dias de armazenamento (MAIA *et al.*, 2001).

#### ***4.1.3 Acidez Titulável***

O tempo não influenciou significativamente na acidez das polpas, já pelo teste de médias observou-se diferença significativa entre as amostras, onde é possível observar na TABELA 11, cujos valores encontrados foram iguais a 0,81% de ácido cítrico para polpa com conservantes, 0,83% para polpa pasteurizada e 1,95% para polpa concentrada de forma que a polpa concentrada diferiu significativamente ao nível de 5% de probabilidade da polpa com conservantes e pasteurizada. As polpas atenderam aos padrões de identidade e qualidade para polpa de caju (mínimo 0,30 g/100g) de acidez total expressa em ácido cítrico (BRASIL,

2000). Esse aumento da acidez titulável era esperado, pois a concentração foi realizada por evaporação da água, o que resulta no aumento dos constituintes da polpa como sólidos solúveis e percentual de ácidos orgânicos.

Tabela 11 - Valores das médias para acidez titulável (% ácido cítrico) da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento

Tempo de Armazenamento (dias)	Acidez Titulável (% ácido cítrico)		
	Polpa Com Conservantes	Polpa Pasteurizada	Polpa Concentrada
<b>0</b>	0,99±0,06	1,10±0,08	2,11±0,08
<b>45</b>	1,02±0,02	1,06±0,08	2,17±0,11
<b>90</b>	0,92±0,08	0,91±0,07	1,93±0,11
<b>135</b>	0,69±0,12	0,74±0,04	1,60±0,09
<b>180</b>	0,70±0,07	0,74±0,07	1,47±0,11
<b>225</b>	0,70±0,11	0,76±0,07	1,44±0,05
<b>270</b>	0,72±0,06	0,76±0,08	1,51±0,01
<b>315</b>	0,73±0,03	0,71±0,07	1,59±0,12
<b>360</b>	0,79±0,03	0,69±0,08	1,66±0,18

Valores médios de três repetições ± desvio padrão.

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).

Foram observados por Sancho *et al.*, (2007), valores iguais a 0,80% de acidez em ácido cítrico na etapa de formulação do suco de caju com alto teor de polpa e 0,66% após a etapa de pasteurização, mostrando que ocorreu diferença significativa na acidez após esta etapa o que não foi observado no presente estudo.

Nesse estudo não ocorreu diferença significativa com o decorrer do tempo de armazenamento, isto foi observado por diversos autores em estudo de estabilidade. Fonseca (2010) estudou a acidez titulável do suco tropical adoçado de caju durante 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente e observou que não ocorreu diferença significativa em função do tempo de armazenamento assim como 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.

Valor semelhante ao desse estudo para polpa com conservantes e pasteurizada foi relatado por Sousa (2006) para acidez da polpa de caju que foi de 0,80% de ácido cítrico. Enquanto Lima *et al.*, (2004) observaram valores de acidez de 1,21% de ácido cítrico no suco de caju clarificado e concentrado.

#### **4.1.4 Ácido Ascórbico**

Não foi possível ajuste dos modelos aos dados para as três polpas estudadas, pois a falta de ajuste foi significativa ( $P \leq 0,05$ ), sendo os dados então representados pelas médias em cada tempo de armazenamento.

Os teores de ácido ascórbico na polpa de caju com conservantes variaram de 190,65 a 308,45mg/100g de AA, na polpa pasteurizada a variação foi de 170,95 a 299,70mg/100g de AA e na polpa concentrada foi de 514,68 a 865,42mg/100g de AA ao longo de 360 dias de armazenamento sob congelamento (TABELA 12), valores estes bastante expressivos quando comparados com dados da literatura quanto ao teor de ácido ascórbico.

Dados da literatura confirmam que o caju é uma importante fonte de vitamina C. Sucupira (2012) encontrou 149,94mg/100g de AA em pedúnculos de caju e Queiroz *et al.*, (2011a), encontraram 143,3mg/100 de AA em cajus frescos cortados armazenados a 2°C por 24 horas. Lavinhas (2006) encontrou um teor médio de AA no suco de caju recém extraído de 147,29 g/100 mL. Prado (2010) relatou 169,64mg/100g de AA na polpa de caju. Cianci (2005) encontrou 189mg/100g de AA no suco de caju integral, Assunção (2003) avaliou alguns produtos do caju e encontrou 102,36mg/100g de AA na polpa de caju.

Tabela 12 - Valores das médias para o ácido ascórbico (mg/100g) da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento

Tempo de Armazenamento (dias)	Ácido Ascórbico (mg/100g)		
	Polpa Com Conservantes	Polpa Pasteurizada	Polpa Concentrada
<b>0</b>	276,49±10,80	299,70±20,72	865,42±31,72
<b>45</b>	308,45±15,28	291,60±11,58	789,38±20,75
<b>90</b>	198,57 ± 4,43	198,62 ± 2,32	550,12±59,18
<b>135</b>	190,65±25,85	194,91 ± 9,14	541,74±59,79
<b>180</b>	208,51±13,27	203,19 ±11,30	530,77±39,25
<b>225</b>	194,87±13,27	200,84 ±16,26	526,85±42,12
<b>270</b>	201,07±22,82	196,54±16,36	550,13±59,68
<b>315</b>	210,81±14,19	180,23 ± 4,35	514,68±41,32
<b>360</b>	221,12±12,14	170,95±20,92	544,57±51,17

Valores médios de três repetições ± desvio padrão.

Verificaram-se perdas nos teores de ácido ascórbico (TABELA 12), onde o maior percentual de perda foi observado na polpa pasteurizada (42,95%), seguido da polpa concentrada (37,07%) e polpa com conservantes (20,02%). Possivelmente essas maiores perdas na polpa pasteurizada e concentrada sejam devidas ao calor, visto que estas passam por processos térmicos que podem alterar os valores da vitamina C. As perdas nos teores de vitamina podem ser atribuídas à oxidação química do ácido ascórbico e/ou degradação térmica como consequência do branqueamento, cozimento, pasteurização, esterilização, desidratação e congelamento (SOUZA FILHO *et al.*, 1999; BENDICHO *et al.*, 2002; ELES-MARTÍNEZ, MARTÍN-BELLOSO, 2007).

Bastos *et al.*, (2012) avaliaram marcas comerciais de suco de caju pasteurizado e encontraram teores de ácido ascórbico que variavam de 119,49 a 168,46 mg de ácido ascórbico/100g. Lima *et al.*, (2004) encontraram valores de 966,13mg/100g de ácido ascórbico em suco de caju concentrado à vácuo valores estes superiores aos encontrados no presente estudo. Porém Cianci *et al.*,(2005) encontraram valores de 372mg/100g de ácido ascórbico no suco de caju concentrado por osmose inversa, e Assunção e Mercadante (2003) 121,65mg/100g no suco de caju concentrado comercial, valores esses inferiores aos deste estudo com polpa de caju concentrada.

Vários autores corroboram com a grande variação no teor de ácido ascórbico nos produtos do caju. Esta variação pode ser atribuída a diversos fatores, tais como tipo de solo, época da colheita, forma de cultivo, clima, tipo de caju e procedimento de armazenagem. Alguns estudos mostram diferenças na composição de nutrientes entre frutas cultivadas em diferentes regiões (ASSUNÇÃO e MERCADANTE, 2003b), o que foi confirmado no trabalho de Pereira (2008), que afirmou haver uma grande variabilidade no teor de ácido ascórbico entre as amostras de suco de caju comercial, 37,3 a 46,3 mg/100mL nos sucos prontos para o consumo, e 75,7 a 152 mg/100mL nos sucos concentrados.

A polpa de caju é reconhecida como excelente fonte de vitamina C, e baseado na Ingestão Diária Recomendada (IDR) de vitamina C que é de 45 mg (BRASIL, 2005) para adultos, pode-se perceber que as polpas avaliadas tanto com conservantes quanto pasteurizada e concentrada após os 360 dias de armazenamento apresentaram altos teores de vitamina C.

#### **4.1.5 Cor**

##### *4.1.5.1 Pigmentos escuros solúveis*

Não foi possível um ajuste dos modelos testados aos dados, pois a falta de ajuste (LOF) foi significativa ( $P \leq 0,05$ ).

Para a polpa com conservantes e pasteurizada houve uma diminuição nos pigmentos escuros solúveis com o armazenamento (TABELA 13) mostrando uma tendência a perda da cor, enquanto para a polpa concentrada ocorreu um leve aumento nesses pigmentos mostrando uma tendência ao escurecimento da polpa, com o decorrer dos 360 dias de armazenamento. Os resultados da análise apresentaram valores superiores para os pigmentos escuros da polpa concentrada, mostrando que houve formação de pigmentos escuros durante o processo de concentração da polpa, decorrentes de reações enzimáticas e/ou não enzimáticas.

O aumento dos pigmentos escuros solúveis pode ser atribuído a processos enzimáticos e não enzimáticos. Os processos enzimáticos são decorrentes da enzima polifenoloxidase que atua sobre os substratos fenólicos presentes naturalmente na polpa 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, diminuindo a vida útil e do valor de mercado (ARAÚJO, 2004).

Na Tabela 13 estão apresentados os valores médios dos pigmentos escuros solúveis obtidos durante o armazenamento sob congelamento da polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada.

Tabela 13 - Valores das médias para o parâmetro pigmentos escuros solúveis da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento

Tempo de Armazenamento (dias)	Pigmentos Escuros Solúveis		
	Polpa Com Conservantes	Polpa Pasteurizada	Polpa Concentrada
0	0,31±0,03	0,23±0,09	0,14±0,01
45	0,28±0,07	0,15±0,03	0,23±0,04
90	0,04±0,00	0,05±0,01	0,24±0,07
135	0,28±0,07	0,15±0,03	0,23±0,04
180	0,12±0,02	0,10±0,03	0,20±0,03
225	0,02±0,00	0,04±0,13	0,16±0,03
270	0,03±0,00	0,05±0,00	0,16±0,02
315	0,06±0,02	0,05±0,01	0,25±0,05
360	0,04±0,00	0,05±0,01	0,20±0,01

Valores médios de três repetições ± desvio padrão.

Ao compararmos os valores de vitamina C com pigmentos escuros solúveis observa-se que a polpa concentrada que apresentou maiores teores de vitamina C também apresentou maiores teores de pigmentos escuros solúveis, isso pode ser devido à oxidação do ácido ascórbico, que além de perdas nutricionais, também produz compostos com radical carbonila que reagem com grupos amino e por polimerização produzem pigmentos escuros, os quais são responsáveis pelo escurecimento da polpa (CORREIA NETO; FARIA, 1999).

Fonseca (2010) avaliou os pigmentos escuros do suco tropical de caju e encontrou valores 0,257 e 0,270, no início e ao final de 120 dias de armazenamento. Prado (2010), estudando suco de caju adoçado com mel relatou um aumento nos valores de pigmentos escuros solúveis durante os 120 dias de armazenamento, com uma variação de 0,193 (no início do armazenamento) a 0,386 (após 120 dias de armazenamento), indicando um escurecimento das bebidas. Ambos os trabalhos relatam valores superiores ao do presente

estudo, o que pode ser um ponto positivo para as polpas avaliadas, uma vez que não é desejável um alto teor de pigmentos escuros solúveis na polpa do caju, pois como já foram discutidos esses pigmentos escuros são decorrentes do escurecimento enzimático e não enzimático e podem alterar a cor das polpas.

Na polpa pasteurizada pode-se observar o escurecimento enzimático pela ação das enzimas naturalmente presentes, ou que não foram inativadas ou reativadas após o tratamento térmico, e o escurecimento não enzimático, promovido pelo aquecimento do produto durante o tratamento térmico, influenciando, assim, na mudança de coloração do mesmo (CARVALHO, 2005). O escurecimento não enzimático pode ser resultante de diversas reações, incluindo a reação de Maillard, caramelização, escurecimento pelo ácido ascórbico e degradação de pigmentos (PRADO, 2010). O escurecimento de sucos pasteurizados ocorre principalmente pela reação de Maillard, que ocorre entre um grupo-amino e açúcares redutores. O escurecimento não enzimático pode levar à perda de qualidade, dando ao produto final uma aparência desfavorável, ou mesmo resultar redução da segurança alimentar pela formação de novos compostos como o 5-hidroximetilfurfural (HMF) (MAIA; SOUSA; LIMA, 2007; ZHU *et al.*, 2009).

#### 4.1.5.2 Luminosidade ( $L^*$ )

O tempo influenciou na luminosidade das polpas de caju com conservantes e concentrada, todavia não foi possível ajustar os modelos testados aos dados devido a falta de ajuste significativa ( $P \leq 0,05$ ) ou coeficiente de determinação  $R^2 < 0,70$ . Para a polpa de caju pasteurizada não ocorreu diferença significativa com o tempo de armazenamento.

Os valores de luminosidade variaram de 44,24 a 53,87 para polpa de caju com conservantes, de 43,77 a 50,99 para polpa pasteurizada e de 43,94 a 56,01 para polpa concentrada (TABELA 14), onde as polpas pasteurizadas e concentradas apresentaram menores valores de luminosidade, ou seja, coloração mais escura, pois quanto menor a luminosidade mais próxima do preto está a amostra. Isto pode ter ocorrido devido à etapa de concentração em evaporador (temperatura de 60°C), pois, certos compostos, como os açúcares, podem passar por alterações durante o processamento, formando compostos escuros

que podem ter influenciado na cor final da polpa, assim como o calor durante a etapa de pasteurização.

A cor é um atributo de qualidade para frutos destinados ao processamento, podendo ocorrer variações de acordo com a época de colheita, estágio de maturação e exposição solar. A determinação instrumental da cor método L\*, a\* e b\*, analisa a cor do fruto ou da polpa, sendo interessante correlacionar essa variação na cor com os pigmentos presentes nos frutos. Em frutos predominam, os pigmentos clorofila, carotenóides, antocianinas entre outros. (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O máximo valor de L\* (luminosidade) é 100, e representa uma perfeita reflexão difusa, enquanto que o valor mínimo é zero, quanto mais escuro o produto, mais baixo será o valor encontrado para L\*, ou seja, o valor L\* varia de 0 (preto) a 100 (branco), e é um indicador de escurecimento. A luminosidade representa o brilho mostrando o quão clara é a polpa.

Tabela 14- Valores das médias para o parâmetro Luminosidade (L\*) da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento

Tempo de Armazenamento (dias)	Luminosidade (L*)		
	Polpa Com Conservantes	Polpa Pasteurizada	Polpa Concentrada
<b>0</b>	48,06±1,35	43,77±0,94	47,02±3,23
<b>45</b>	44,72±1,17	47,56±2,02	46,12±0,67
<b>90</b>	49,77±1,00	47,07±1,16	49,56±1,58
<b>135</b>	51,20±2,90	49,55±0,34	45,56±1,77
<b>180</b>	46,82±1,69	47,23±1,89	45,75±1,30
<b>225</b>	45,04±0,70	45,00±1,89	46,36±2,55
<b>270</b>	44,24±1,10	45,15±1,26	43,94±1,78
<b>315</b>	48,67±0,57	50,99±1,43	51,02±1,33
<b>360</b>	53,87±2,71	49,92±1,02	56,01±3,41

Valores médios de três repetições ± desvio padrão.

A variação nos valores de luminosidade pode ser devido à espécie de pedúnculo de caju utilizado na obtenção da polpa bem como o processo de pasteurização (90°C) e concentração (60°C) que podem levar à degradação dos pigmentos, tornando a polpa mais escura.

Pereira *et al.*, (2006) estudaram marcas comerciais de polpa de caju congelada e encontraram valores de luminosidade de 26,05 para a marca A e de 75,79 para a marca B, esses resultados mostram que podem ocorrer variações significativas na luminosidade de polpa de caju.

Lima *et al.*, (2012) estudaram a cor de polpa de acerola pasteurizada e não pasteurizada e observaram que a polpa pasteurizada apresentou coloração mais amarelada, causado pelo tratamento térmico, que contribuiu para a degradação dos pigmentos principalmente antocianinas.

Com o decorrer do armazenamento, o aparecimento de outros compostos, resultantes principalmente do escurecimento não enzimático produzido pela reação de Maillard (REMACHA; IBARZ; GINER, 1992), ou pela própria precipitação de pigmentos (SISTRUNK; CASH, 1974), pode ser responsável pelo escurecimento do produto.

#### 4.1.5.3 Coordenadas $a^*$ e $b^*$

Pelo teste de médias observou-se diferença significativa na coordenada de cor  $a$  das polpas de caju (TABELA 15), onde a polpa pasteurizada não diferiu das polpas com conservantes e concentrada, enquanto a polpas com conservantes diferiu na polpa concentrada.

Na Tabela 15 estão os valores do teste média da coordenada de cor  $a$  das polpas de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada armazenada sob congelamento durante 12 meses de armazenamento.

Tabela 15- Valores das médias para o parâmetro cor  $a$  da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento

<b>Polpa de caju</b>	<b>Cor <math>a</math></b>
Com conservantes	-2,56 <sup>b</sup>
Pasteurizada	-2,22 <sup>ab</sup>
Concentrada	-1,84 <sup>a</sup>

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

Segundo Konica Minolta (1998), a coordenada  $a^*$  mede os valores dos componentes cromáticos e indicam a variação de cor do verde (-a) do fruto ao vermelho (+a), a intensidade de cor vermelha é mensurada pelos valores positivos, assim quanto mais alta essa coordenada mais vermelha a polpa. Os valores negativos da coordenada  $a^*$  para todas as polpas (com conservantes, pasteurizada e concentrada) indicam que as mesmas apresentaram cor tendendo mais ao verde do que ao vermelho.

Após análise de regressão observou-se diferença significativa com o tempo de armazenamento e foi possível ajustar ao modelo cúbico (FIGURA 2).

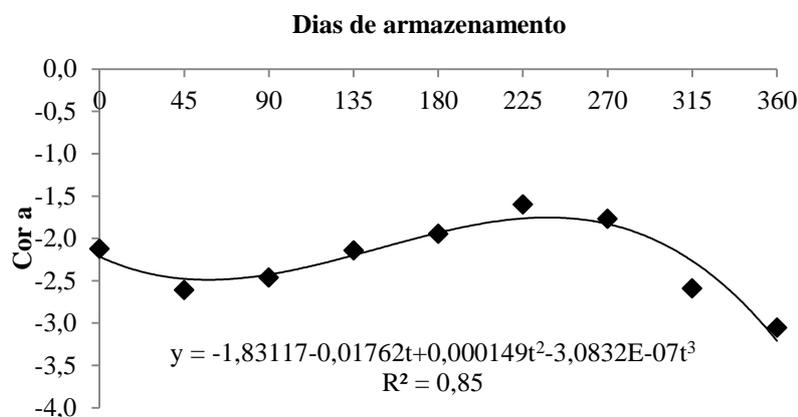


Figura 2- Valores da coordenada de cor  $a^*$  das polpas de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada armazenada sob congelamento durante 360 dias

Na Figura 2 podemos observar que os valores obtidos neste trabalho áa coordenada de cor  $a^*$  variaram de -1,16 a -3,05, portanto observou-se um aumento com o tempo de armazenamento, seguido de uma diminuição do decorrer do armazenamento.

A coordenada  $b^*$  mede os valores dos componentes cromáticos  $b^*$  (+ $b^*$ : grau de cor amarela, e - $b^*$ : grau de cor azul) (KONICA MINOLTA, 1998).

Na Tabela 16 estão os valores médios em cada tempo de armazenamento para coordenada de cor  $b^*$  das polpas de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada armazenada sob congelamento durante 360 dias.

Pelos resultados obtidos para coordenada  $b^*$  verificou-se que os mesmos não apresentaram diferença significativa com o tempo de armazenamento, para as polpas com conservantes, pasteurizada e concentrada.

Tabela 16-Valores das médias para o parâmetro  $b$  ( $b^*$ ) da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento

Tempo de Armazenamento (dias)	Coordenada $b^*$		
	Polpa Com Conservantes	Polpa Pasteurizada	Polpa Concentrada
<b>0</b>	15,14±0,45	12,97±0,44	20,33±0,78
<b>45</b>	13,16±1,05	16,22±1,63	17,75±0,61
<b>90</b>	14,97±1,06	15,08±0,41	20,90±2,07
<b>135</b>	16,35±1,79	14,38±3,15	16,82±1,67
<b>180</b>	13,68±0,86	14,18±0,46	16,69±1,35
<b>225</b>	12,42±0,48	14,10±3,18	17,17±1,50
<b>270</b>	13,16±1,30	13,50±1,05	14,29±0,32
<b>315</b>	14,42±0,97	16,58±2,81	19,84±0,55
<b>360</b>	17,62±2,15	15,62±0,89	25,02±1,34

Valores médios de três repetições ± desvio padrão.

Os valores de cromaticidade  $b^*$  variaram de 12,42 a 17,62 para polpa de caju com conservantes, de 12,97 a 16,58 para polpa pasteurizada e de 14,29 a 25,02 para polpa concentrada (TABELA 16). Esses resultados indicam que a polpa concentrada apresentou cor amarelada mais acentuada, pois a coordenada  $b^*$  indica a variação do azul ao amarelo, logo quanto maior o valor de  $b$  mais amarela a polpa.

Pereira *et al.*, (2006) encontraram em marcas de suco de caju comercial 0,75 para cor  $a^*$  da marca A e 1,74 para cor  $a^*$  da marca B, e 0,03 para cor  $b^*$  da marca A e 32,29 para cor  $b^*$  da marca B, mostrando valores bem diferentes do encontrado nesta pesquisa, e confirmando que a polpa de caju pode apresentar diferença na coloração dependendo especialmente do caju utilizado para obtenção desta polpa.

#### 4.1.5.5 Hue\*

Ao analisar o fator tempo verificou-se que ocorreu diferença significativa ( $P \leq 0,05$ ) para as polpas pasteurizada e concentrada, porém os modelos não se ajustaram aos dados pela falta de ajuste significativa ( $P \leq 0,05$ ) e  $R^2 < 0,70$ , e para a polpa com conservantes não foi observada diferença significativa com o tempo de armazenamento. Hue é a grandeza que caracteriza a tonalidade da cor, permitindo diferenciar as cores. Quanto maiores os valores de coloração H, mais intensa é cor, ou seja, as polpas de caju avaliadas apresentaram cor amarela intensa.

Tabela 17- Valores das médias para o parâmetro Hue da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento

Tempo de Armazenamento (dias)	Hue		
	Polpa Com Conservantes	Polpa Pasteurizada	Polpa Concentrada
<b>0</b>	99,81±0,26	97,40±1,47	95,83±0,90
<b>45</b>	99,52±0,42	97,16±1,00	96,16±0,72
<b>90</b>	100,47±1,88	98,53±0,59	96,21±0,70
<b>135</b>	99,82±1,05	98,52±0,76	94,97±0,47
<b>180</b>	99,06±0,42	98,14±0,82	95,54±0,57
<b>225</b>	97,91±1,56	94,46±0,92	95,33±0,70
<b>270</b>	99,98±0,93	97,17±0,38	95,20±0,70
<b>315</b>	99,63±0,59	98,54±1,32	96,82±0,68
<b>360</b>	101,07±2,39	101,34±1,46	96,69±0,49

Valores médios de duas repetições ± desvio padrão.

Pode-se observar que houve pouca variação nos valores de tonalidade de cor e as polpas com conservantes e pasteurizadas apresentaram valores ligeiramente superiores aos da polpa concentrada (TABELA 17). O ângulo Hue\* é o ângulo que define a cor por meio de uma escala de 0 a 360°, sendo 0° correspondendo a cor vermelha, 90° cor amarela, 180 cor verde e 270° ao azul, nas polpas de caju avaliadas o ângulo hue está na faixa de 94 a 100°, correspondendo a uma coloração amarela (VOSS, 1992).

Prado (2010), estudando suco de caju adoçado com mel, encontrou valores de hue inferiores ao desse estudo variando de 79,13 a 86,87.

Segundo Sampaio (1990), o escurecimento do suco de caju pode ser devido à ação enzimática das polifenoloxidasas sobre os taninos naturalmente presentes neste suco. Também podem ocorrer alterações de origem não enzimática. Carvalho (2005) relata que as alterações não enzimáticas promovidas pelo aquecimento do produto durante o tratamento térmico podem influenciar na mudança de coloração do mesmo.

#### 4.1.5.6 Chroma\*

Não foi possível ajustar os modelos testados aos dados ( $R^2 < 0,70$ ).

O croma representa o grau de concentração ou pureza de uma cor. Uma cor é tanto mais saturada quanto menos a quantidade de branco ou preto tiver. Uma cor está completamente saturada, quando não possuir nem branco nem preto, sendo definido pela distância do ângulo Hue\* no centro do diagrama tridimensional. Assim, sendo, quanto maior o valor de Chroma\*, maior é a quantidade de pigmentos (KONICA MINOLTA, 1998).

A polpa concentrada apresentou valores superiores de croma (16,76 a 25,07) em relação à polpa com conservantes (12,50 a 17,96) e pasteurizada (13,33 a 17,67) que pode ser reforçado pelo seu maior valor de luminosidade L. A diminuição do croma indica diminuição da cor característica (TABELA 18).

Tabela 18 - Valores das médias para o parâmetro croma da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento

Tempo de Armazenamento (dias)	Chroma*		
	Polpa Com Conservantes	Polpa Pasteurizada	Polpa Concentrada
0	15,16±0,46	13,33±0,38	20,42±0,90
45	15,18±0,40	13,43±0,38	20,74±1,71
90	15,22±1,01	15,26±0,41	21,03±2,05
135	16,59±1,78	14,55±3,19	17,55±2,07
180	13,81±0,94	14,32±0,44	16,76±1,34
225	12,50±0,42	14,18±3,15	17,37±1,53
270	13,35±1,28	13,61±1,04	14,37±0,36
315	15,65±0,93	17,67±2,29	20,98±2,26
360	17,96±2,07	15,93±0,83	25,07±1,35

Valores médios de três repetições ± desvio padrão.

Sousa (2006) não verificou variação do valor chroma\* em néctar misto de frutas tropicais (caju, manga e acerola) durante 120 dias de armazenamento a temperatura ambiente.

As médias em cada tempo de armazenamento para o croma das polpas de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada durante 360 dias estão apresentadas na Tabela 18.

#### 4.1.6 Carotenoides

Não foi possível ajustar os modelos estatísticos testados aos dados, pois a falta de ajuste foi significativa ( $P < 0,05$ ) sendo representados seus valores pelas médias em cada tempo.

Verificou-se uma manutenção dos teores de carotenoides para todas as polpas com um aumento no final do armazenamento (TABELA 19). Esse aumento no teor de carotenoides pode ser devido ao rompimento das células, facilitando a extração no momento da determinação. Silva (2012) relatou um aumento no teor de carotenoides em abóbora e justificou por uma maior facilidade de extração da amostra processada. O tratamento térmico além de inativar enzimas oxidativas desnatura complexos carotenoides-proteínas existentes nas células vegetais (CAMPOS *et al.*, 2008).

Tabela 19- Valores das médias para o parâmetro carotenóides (g/L) da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento

Tempo de Armazenamento (dias)	Carotenóides (g/L)		
	Polpa Com Conservantes	Polpa Pasteurizada	Polpa Concentrada
0	0,04±0,01	0,02±0,00	0,05±0,00
45	0,02±0,00	0,02±0,00	0,06±0,00
90	0,02±0,00	0,02±0,01	0,06±0,01
135	0,04±0,01	0,02±0,01	0,05±0,01
180	0,03±0,01	0,06±0,01	0,09±0,00
225	0,04±0,00	0,05±0,01	0,09±0,00
270	0,13±0,01	0,14±0,01	0,15±0,00
315	0,16±0,01	0,18±0,02	0,22±0,02
360	0,18±0,02	0,16±0,01	0,26±0,01

Valores médios de três repetições ± desvio padrão.

Plaza *et al.*, (2011) relataram que no suco de laranja não ocorreu degradação de carotenoides devido à temperatura de pasteurização mais baixa (70°C). Alguns autores relatam diminuição nos teores de carotenóides com o decorrer do armazenamento e esta perda dos carotenóides pode estar associada à constante exposição à luz, devido à natureza da embalagem. Os carotenoides são sensíveis ao calor, oxigênio, e luz e a sua estabilidade pode ser influenciada pelo tratamento térmico de pasteurização. Além disso, a exposição ao calor ou oxigênio pode induzir isomerização dos carotenóides, com configuração *cis*-isômero que têm maior capacidade antioxidante do que seus compostos originais. Uma das maiores causas da perda de cor durante a estocagem é a oxidação de carotenóides, que é acelerada pela luz, temperatura e presença de catalisadores metálicos (SARANTÓPOULOS; OLIVEIRA; CANAVESI, 2001; RAWSON *et al.*, 2011).

Observou-se pouca variação no teor de carotenóides entre a polpa com conservantes e a polpa pasteurizada e concentrada, isso não era esperado, pois os pigmentos geralmente são muito susceptíveis à perdas pela exposição ao oxigênio e altas temperaturas por exemplo. No presente estudo não ocorreram grandes perdas nos teores de carotenoides, isto pode ser devido ao tratamento térmico brando utilizado na pasteurização (90°C) e concentração (60°C). Alguns autores relatam a diminuição no teor de carotenóides devido principalmente aos processos oxidativos (ROY *et al.*, 2007, ZHANG; HAMAUZU, 2004), enquanto outros estudos relatam aumento (BUNEA *et al.*, 2008; MIGLIO *et al.*, 2008). Neste estudo foi observado um ligeiro aumento no final armazenamento sob congelamento.

Zepka e Mercadante (2009) estudaram a influência do ácido orgânico e tratamento térmico sobre a degradação dos carotenóides em suco de caju. Em geral, os níveis dos carotenoides *trans* diminuíram com um concomitante aumento nos valores de isômeros *cis* e produtos de oxidação, com o aumento do tempo e temperatura de aquecimento.

A cor dos frutos e sucos de caju é principalmente representada pelos pigmentos carotenóides, sendo a  $\beta$ -criptoxantina o pigmento mais importante em cajus vermelhos e amarelos do Nordeste brasileiro, e o  $\beta$ -caroteno nos cajus da região Sudeste (ASSUNÇÃO; MERCADANTE, 2003a, b).

Pelos resultados obtidos a polpa concentrada apresentou valores superiores aos da polpa com conservantes e pasteurizada, isto era esperado devido ao próprio processo de concentração.

Os resultados obtidos nesta pesquisa estão próximos aos de outros pesquisadores, a saber, Cardoso, (2010) que avaliou polpa de caju com conservantes e encontrou 3,46( $\mu\text{g/g}$ ) de carotenóides e Abreu (2007), que analisou pedúnculos de clone de cajueiro anão precoce e relatou valores médios de carotenóides totais variando entre 2,2 a 9,3  $\mu\text{g/g}$ .

De acordo com Assunção e Mercadante (2003b), podem ocorrer diferentes tipos de carotenóides em caju utilizados na indústria de suco brasileiro, devido às diferenças nas variedades, solo e clima os principais carotenóides encontrados nos caju de diferentes regiões do Brasil são  $\beta$  caroteno e  $\beta$  criptoxantina.

Pinheiro *et al.*,(2006) observaram valores de carotenóides de 1,01% na caracterização físico-química do suco integral de caju. Abreu (2007), no seu estudo com onze clones de cajueiro anão precoce encontrou valores entre 0,22 e 0,93 mg/100g.

Fonseca (2010) estudou a estabilidade do suco tropical de caju e observou que o teor de  $\beta$ -caroteno diminuiu ao longo do armazenamento, onde no tempo zero o valor dos carotenóides totais foi de 6,83  $\mu\text{g}$  de  $\beta$  -caroteno. $100\text{mL}^{-1}$ , e, ao final dos 120 dias de armazenamento, esse valor reduziu para 4,69  $\mu\text{g}$  de  $\beta$  -caroteno. $100\text{mL}^{-1}$ .

Sancho *et al.*, (2007) avaliaram o suco de caju após a etapa de formulação e pasteurização e encontraram valores de carotenóides de 0,254mg/100g e 0,243mg/100g, respectivamente, valores próximos aos encontrados nesse estudo.

#### ***4.1.7 Teor de polpa centrifugável***

Para a polpa com conservantes não foi possível ajuste aos modelos testados, devido a falta de ajuste ter sido significativa ( $P \leq 0,05$ ). Para as polpas pasteurizadas e concentradas não ocorreram diferenças significativas com o tempo de armazenamento.

Na Tabela 20 encontram-se as médias em cada tempo de armazenamento do teor de polpa centrifugável das polpas de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada armazenada sob congelamento por 360 dias.

Tabela 20-Valores das médias para o parâmetro teor de polpa (%) da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento

Tempo de Armazenamento (dias)	Teor de polpa (%)		
	Polpa Com Conservantes	Polpa Pasteurizada	Polpa Concentrada
<b>0</b>	27,00±1,00	28,33±0,58	57,33±3,06
<b>45</b>	21,33±3,06	24,67±3,06	52,47±1,50
<b>90</b>	19,33±4,62	22,00±0,00	54,67±2,52
<b>135</b>	21,33±3,06	24,67±3,06	52,47±1,50
<b>180</b>	25,33±1,15	24,67±1,15	59,33±2,52
<b>225</b>	15,33±2,08	24,67±3,06	45,33±2,31
<b>270</b>	21,33±3,03	30,67±2,31	55,33±2,08
<b>315</b>	18,00±1,73	22,00±1,00	54,00±2,65
<b>360</b>	19,33±3,06	20,67±1,15	53,33±1,15

Valores médios de três repetições ± desvio padrão.

O teor de polpa centrifugável encontrado nesse estudo pode ser considerado elevado, pois variou de 15,33 a 27,00% para polpa com conservantes, de 20,67 a 30,67% para polpa pasteurizada e de 45,33 a 59,33% para polpa concentrada (TABELA 20). Pode-se verificar no estudo de Cardoso *et al.*, (2010) teor de polpa de 24,5% na polpa com conservantes processada no laboratório e 20,69% na polpa comercial congelada, Cianci *et al.*, (2005) encontraram um teor de polpa de 19,6% no suco de caju integral, valores próximos aos encontrados nesse estudo.

O teor de polpa é um atributo importante para a indústria de sucos, pois a legislação especifica a quantidade de polpa para os diferentes tipos de produtos (suco tropical, néctar, refresco dentre outros), então quanto maior o teor de polpa, maior o rendimento para a indústria de sucos. Porém um alto teor de polpa pode tornar o suco com aspecto mais turvo e uma maior tendência à sedimentação da polpa, levando a separação o que é um grande entrave para a indústria de suco de caju.

#### 4.1.8 Açúcares Totais

Não foi possível ajuste de modelo aos dados, pois o coeficiente de determinação foi muito baixo ( $R^2 < 0,70$ ) para as três polpas avaliadas. Os valores foram representados pelas médias em cada tempo de armazenamento.

Tabela 21-Valores médios para açúcares totais (%) da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento

Tempo de Armazenamento (dias)	Açúcares totais (%)		
	Polpa com Conservantes	Polpa Pasteurizada	Polpa Concentrada
<b>0</b>	10,01±0,32	10,64±0,74	25,52±0,52
<b>45</b>	10,19±0,29	10,87±0,31	25,73±0,68
<b>90</b>	10,98±0,94	11,09±0,48	26,74±1,75
<b>135</b>	11,34±1,02	11,09±1,02	25,84±0,14
<b>180</b>	11,49±0,43	10,44±0,63	25,04±1,56
<b>225</b>	10,40±0,64	11,08±0,20	26,04±1,44
<b>270</b>	12,31±1,28	13,10±0,10	28,65±0,72
<b>315</b>	12,89±1,11	12,37±0,17	28,61±0,85
<b>360</b>	13,25±0,16	11,23±0,49	28,03±0,64

Valores médios de três repetições ± desvio padrão.

Os valores de açúcares totais variam de 10,01 a 13,25% para polpa com conservantes, de 10,44 a 13,10% para polpa pasteurizada e de 25,04 a 28,65% para polpa concentrada (TABELA 21). Esses valores encontram-se dentro dos padrões especificados na legislação vigente (Brasil, 2005b) que estabelece o valor máximo de 15,0 g/100g de açúcares totais naturais do caju. Nos teores de açúcares totais da polpa com conservantes, pasteurizada, e concentrada ocorreu o ligeiro aumento com o tempo de armazenamento.

Os teores de açúcares totais da polpa concentrada foram bem superiores aos da polpa com conservantes e pasteurizada, o que era esperado devido ao processo de concentração, onde com a retirada parcial da água ocorre a concentração dos componentes da polpa dentre eles açúcares totais. Lima *et al.*, (2004) avaliaram suco de caju concentrado a vácuo e encontraram 68,44% açúcares totais, valores bem superiores de aos deste estudo.

Cardoso (2010) realizou a caracterização da polpa de caju utilizada como matéria-prima, e relatou 9,42% de açúcares totais na polpa com conservantes (processada no laboratório) e 10,71 na polpa comercial, valores estes semelhantes aos encontrados neste estudo.

Os valores de açúcares totais encontrados neste estudo foram superiores aos encontrados por outros pesquisadores como, por exemplo, Abreu (2007) que estudou diversos clones de pedúnculos de caju e encontrou para açúcares totais o valor mínimo de 6,36% e o máximo de 10,51%, Maia *et al.*(2004), ao avaliarem diferentes clones de caju, encontraram valores de 8,55 a 9,67mg/100g de açúcares solúveis totais. Castro (2007) verificou o teor de açúcares totais de 7,97%, 8,28% e 4,72% para as marcas comerciais de suco de caju integral, isto porque esses valores podem variar de acordo com a espécie, dentre outros fatores como clima, solo, época de colheita (CHITARRA E CHITARRA, 2005).

Prado (2010) avaliou a polpa de caju utilizada como matéria-prima para produção de suco de caju adoçado com mel de abelha e encontrou 9,38% de açúcares totais. Sancho *et al.*,(2007) verificaram que os valores médios encontrados nas diferentes etapas do processamento do suco de caju foram, respectivamente, 9,06 (pasteurização), 8,99(etapa de formulação) e 8,76 (etapa de homogeneização), não apresentando diferença significativa, mostrando que a pasteurização não influenciou no teor de açúcares totais.

#### **4.1.9 Açúcares Redutores**

Não foi possível ajuste de modelos testados aos dados, pois a falta de ajuste foi significativa ( $P \leq 0,05$ ) já para as polpas pasteurizadas e concentradas não ocorreu diferença com o tempo de armazenamento, sendo estes representados pelas médias em cada tempo de armazenamento.

Os teores de açúcares redutores variaram de 9,62 a 13,11% na polpa de caju com conservantes, de 10,07 a 11,59% na polpa de caju pasteurizada e de 24,22 a 27,94% na polpa de caju concentrada (TABELA 22), esses valores inferem a que os açúcares presentes nas polpas de caju predominantemente eram açúcares redutores. Isto pode ser confirmado por outros pesquisadores, Pinheiro *et al.*,(2006) caracterizaram o suco integral de caju e relataram valores de açúcares totais de 3,85%, e 3,48 de açúcares redutores, Sancho *et al.*,(2007)

encontraram 8,60% e 9,06 % de açúcares totais e redutores em suco de caju após a pasteurização.

Na Tabela 22, estão representadas as médias dos açúcares redutores em cada tempo de armazenamento.

Foi observado um aumento do teor de açúcares redutores nas amostras de sucos tropicais adoçados de caju até o tempo 90 dias, se estabilizando em seguida. FONSECA (2010). Sandi *et al.* (2003), avaliando a estabilidade de suco de maracujá amarelo, verificaram que a diminuição dos teores de sacarose, provocada pela sua inversão, durante o armazenamento aumentou os valores de açúcares redutores, provocando uma série de reações não-enzimáticas, levando ao escurecimento do suco e a formação de uma série de compostos indesejáveis sensorialmente, provocando sabor estranho e gosto amargo.

Tabela 22- Valores médios para açúcares redutores (%) da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento

Tempo de Armazenamento (dias)	Açúcares redutores (%)		
	Polpa Com Conservantes	Polpa Pasteurizada	Polpa Concentrada
<b>0</b>	9,64±0,37	10,71±0,46	25,71±0,87
<b>45</b>	9,62±0,33	11,59±0,64	25,96±0,28
<b>90</b>	11,20±0,92	11,24±0,51	27,36±1,17
<b>135</b>	11,37±0,79	10,91±0,11	26,11±0,78
<b>180</b>	10,83±0,48	10,07±0,62	24,22±1,72
<b>225</b>	9,74±0,28	10,97±0,82	25,58±0,96
<b>270</b>	9,78±0,78	10,98±1,01	27,94±1,22
<b>315</b>	12,20±1,59	10,80±0,07	26,72±0,53
<b>360</b>	13,11±0,32	10,33±0,24	26,99±0,20

Valores médios de três repetições ± desvio padrão.

#### 4.1.10 Fenólicos Totais

Os valores de fenólicos totais apresentaram diferença significativa com o tempo de armazenamento para as polpas de caju com conservantes e pasteurizada, porém não foi possível ajuste de modelos testados aos dados, devido a falta de ajuste ter sido significativa ( $P \leq 0,05$ ). Para a polpa concentrada não foi verificada diferença significativa com o decorrer do

tempo de armazenamento, sendo representados seus valores pelas médias de cada tratamento em cada tempo.

Os compostos fenólicos podem interferir no sabor devido à adstringência apresentada por alguns deles, podem também potencializar o escurecimento durante ou após o processamento, daí a importância da quantificação dos compostos fenólicos em polpas e sucos de frutas (FILGUEIRAS *et al.*, 2000).

Tabela 23-Valores médios para fenólicos totais (mg de ácido gálico/100g) da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento

Tempo de Armazenamento (dias)	Fenólicos Totais		
	Polpa Com Conservantes	Polpa Pasteurizada	Polpa Concentrada
<b>0</b>	2,32±0,14	2,04±0,30	6,49±0,58
<b>45</b>	2,59±0,02	2,18±0,16	6,97±0,60
<b>90</b>	2,65±0,25	2,15±0,20	7,16±1,19
<b>135</b>	2,13±0,33	1,93±0,30	5,83±0,26
<b>180</b>	2,67±0,31	2,38±0,11	6,14±0,58
<b>225</b>	2,89±0,36	2,87±0,18	7,20±0,72
<b>270</b>	2,97±0,23	2,91±0,08	7,54±0,43
<b>315</b>	2,70±0,07	2,11±0,07	6,83±0,53
<b>360</b>	3,14±0,12	2,32±0,08	6,81±0,12

Valores médios de três repetições ± desvio padrão.

Os compostos fenólicos da polpa de caju com conservantes variaram de 2,13 a 3,14(mg AG/100g), de 1,93 a 2,91(mg AG/100g) na polpa pasteurizada e de 5,84 a 7,54(mg AG/100g) na polpa concentrada, onde a polpa com conservante apresentou valores bem superiores as demais polpas avaliadas.

A quantificação dos compostos fenólicos em sucos de frutos tem a finalidade de avaliar o potencial de escurecimento, durante ou após o processamento, e também a possibilidade de interferência desses compostos no sabor, devido à característica de adstringência de alguns deles (FILGUEIRAS *et al.*, 2000).

Os compostos fenólicos tem alto poder antioxidante, e conseqüentemente um elevado apelo funcional. 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).

Vieira *et al.*, (2011) afirmaram que a peculiaridade metodológica relacionada ao solvente extrator e aos fenólicos usados como padrão para a quantificação dos compostos fenólicos também podem contribuir para as diferenças observadas, isto pode ter interferido nos resultados dos compostos fenólicos do presente estudo. Alguns autores pesquisaram o teor de compostos fenólicos em produtos do caju, por exemplo, Queiroz *et al.* (2011a), estudando cajus minimamente processados determinaram 17mgAG.100g<sup>-1</sup>, Melo-Cavalcante *et al.* (2003) identificaram 11,9mgAG.100g<sup>-1</sup> de fenólicos totais em suco de caju. Abreu (2007), avaliando pedúnculos de diferentes clones comerciais de cajueiro anão precoce, obteve para polifenóis totais uma variação de 99,53mg/100g para o clone BRS 265 e de 236,97 mg/100g para o Embrapa 50.

## **4.2 Estabilidade sensorial do néctar e suco tropical de caju**

### **4.2.1 Caracterização dos provadores**

Na Tabela 24 estão representadas as características dos provadores envolvidos nos testes de avaliação sensorial das formulações dos néctares e sucos tropicais adoçados obtidos de polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada.

O sexo variou entre 13,56 e 52,63%, para o masculino, e entre 47,37 e 86,44%, para o sexo feminino, com idades entre 18 e superior a 50 anos. Este resultado talvez se justifique 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.

A frequência do consumo de suco de frutas foi bastante alta, onde se observou que mais de 70% dos provadores indicam consumir diariamente ou de 2 a 3 vezes por semana, isso se deve provavelmente a busca por uma alimentação mais saudável.

Tabela 24 - Características dos provadores em % envolvidos nos testes sensoriais durante os 360 dias de análise

Características dos provadores		Tempo de armazenamento (Dias)							
		45	90	135	180	225	270	315	360
Sexo (%)	Homem	13,56	21,43	25,93	52,63	21,82	14,04	14,55	21,05
	Mulher	86,44	78,57	74,07	47,37	78,18	85,96	85,45	78,95
Faixa Etária (%)	18 a 25 anos	73,68	66,04	78,43	73,68	70,21	70,37	71,15	49,12
	25 a 35	17,54	26,42	21,57	19,30	21,28	22,22	19,23	43,86
	35 a 50	8,77	5,66	-	5,26	6,38	7,41	9,62	5,26
	>50 anos	-	1,89	-	1,75	2,13	-	-	1,75
Consumo de suco de fruta (%)	Diariamente	62,71	50,91	41,51	42,11	53,85	47,17	48,15	46,30
	2 a 3 vezes/ semana	30,51	40,00	32,08	40,35	38,46	26,42	40,74	33,33
	1 vez/semana	3,39	7,27	16,98	10,53	3,85	9,43	3,70	11,11
Quanto gosta ou desgosta de suco de caju (%)	Quinzenalmente	3,39	1,82	5,66	-	3,85	5,66	1,85	5,56
	Mensalmente	-	-	1,89	7,02	-	1,89	3,70	3,70
	Semestralmente	-	-	1,89	-	-	9,43	1,85	-
	Nunca	-	-	-	-	-	-	-	-
Quanto gosta ou desgosta de suco de caju (%)	Gosto muito	47,46	43,64	64,15	39,29	42,31	41,18	44,64	52,83
	Gosto moderadamente	35,59	38,18	20,75	39,29	38,46	33,33	44,64	33,96
	Gosto ligeiramente	8,47	10,91	9,43	17,86	11,54	15,69	3,57	7,55
	Nem gosto nem desgosto	1,69	1,82	-	1,79	-	5,88	-	3,77
	Desgosto ligeiramente	1,69	1,82	3,77	-	3,85	3,92	5,36	1,89
	Desgosto moderadamente	3,39	3,64	1,89	1,79	3,85	-	1,79	-
	Desgosto muito	1,69	-	-	-	-	-	-	-

Características dos provadores em % envolvidos nos testes sensoriais durante os 360 dias de análise.

Para o questionamento do quanto gosta ou desgosta de caju, por volta de 40% dos provadores marcaram o termo “gosto muito” na escala fornecida e mais de 90% das respostas situaram-se na zona de aceitação da escala. Este resultado era esperado, já que a pesquisa foi realizada no Nordeste, onde a cultura do caju é uma das principais atividades de grande importância econômica (SANTOS *et al.*, 2007).

#### **4.2.2 Teste de aceitação e intenção de compra para o néctar e suco tropical adoçado de caju elaborado com polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada**

Para os néctares de caju não houve interação significativa entre os tratamentos (néctar com polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada) e os tempos de armazenamento ( $P > 0,05$ ) em relação aos atributos sensoriais de cor, sabor e corpo. Portanto,

para estes atributos foram avaliados os tratamentos através do teste de médias (Tukey) e análise de regressão para avaliação do tempo de armazenamento.

Para os demais atributos sensoriais dos néctares de caju, aparência, aroma, impressão global e intenção de compra houve interação significativa entre os tratamentos e o tempo de armazenamento ( $P \leq 0,05$ ). Dessa forma, os néctares de polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada foram avaliados separadamente em relação a esses atributos por análise de regressão para avaliação do tempo de armazenamento.

Os sucos tropicais de polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada foram avaliados separadamente em relação a todos os atributos sensoriais por análise de regressão para avaliação do tempo de armazenamento.

Na Tabela 25 estão representadas as médias das notas dos atributos sensoriais cor, sabor e corpo para os néctares de caju. Pode-se observar que houve diferença significativa estatisticamente ( $P > 0,05$ ) para esses atributos em relação aos néctares de polpa caju com conservantes, pasteurizada e concentrada, situando-se na escala hedônica entre “gostei ligeiramente” a “gostei muito”.

Tabela 25- Valores médios da cor, sabor, e corpo obtidos das amostras de néctar de caju formulados com polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada

Néctar de Polpa de caju	N	Cor	Sabor	Corpo
<b>Com conservantes</b>	452	7,03 <sup>ab</sup> ±0,27	6,54 <sup>a</sup> ±0,62	6,35 <sup>a</sup> ±0,36
<b>Concentrada</b>	452	7,12 <sup>b</sup> ±0,28	6,39 <sup>a</sup> ±0,27	6,55 <sup>a</sup> ±0,30
<b>Pasteurizada</b>	452	6,86 <sup>a</sup> ±0,38	5,77 <sup>b</sup> ±0,59	5,99 <sup>b</sup> ±0,35

As médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P \geq 0,05$ ). N: número de provadores.

#### 4.2.2.1 Cor

Os valores encontrados para o atributo cor dos néctares de caju não apresentaram diferença significativa durante o período de armazenamento ( $P > 0,05$ ). Os resultados das médias estão representados na Tabela 26. O teste de comparação de médias (TABELA 25) entre os néctares mostrou diferença significativa entre o néctar de polpa pasteurizada e concentrada, enquanto o néctar de polpa com conservantes não diferiu significativamente destes.

Após análise de regressão não foi observada diferença significativa com o tempo de armazenamento para os sucos formulados com polpa com conservantes e pasteurizada, para os sucos formulados com polpa concentrada houve diferença significativa com o tempo de armazenamento, ajustando-se ao modelo cúbico, porém o  $R^2$  foi muito baixo (0,55).

Na Tabela 26 estão apresentados os valores obtidos das médias de cor para os néctares e sucos tropicais adoçados de caju formulados a partir da polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento.

As notas atribuídas aos néctares e sucos mantiveram-se em geral na zona de aceitação durante todo o período de armazenamento, situando-se de acordo com a escala hedônica entre “nem gostei/nem desgostei” e “gostei muito”, indicando que o produto teve um resultado satisfatório para o atributo cor em relação ao armazenamento.

Os resultados do atributo cor mostraram-se bastante satisfatórios do ponto de vista da manutenção da qualidade dos néctares e dos sucos, uma vez que não são desejáveis grandes alterações de cor, além disso, os néctares e os sucos formulados com polpa concentrada que apresentaram uma cor amarelada mais acentuada devido ao próprio processo de concentração apresentaram maiores médias.

Alguns autores relatam diferença significativa na cor de sucos de frutas, Prado (2010) ao avaliar a cor do suco de caju adoçado com mel abelha observou diferença significativa na cor do produto, o mesmo foi observado por Silva *et al.*, (2008) que avaliaram a cor do néctar de caju adoçado com mel de abelha, os autores atribuíram a diferença na cor ao escurecimento do suco de caju, neste estudo para o atributo cor, embora tenha havido diferença significativa ( $p < 0,05$ ), as médias durante todo o estudo permaneceram entre "nem gostei/nem desgostei" e "gostei muito", mantendo-se dentro da faixa de variação de aceitação. Sandi *et al.* (2003), avaliando a aceitação sensorial de maracujá amarelo durante o armazenamento, também verificaram um incremento da cor laranja que foi associado ao escurecimento do suco, conforme observado na ficha de respostas dos provadores, concluindo que quanto menor a intensidade da cor laranja, melhor a qualidade do suco.

Na Tabela 26 estão representadas as médias das notas dos atributos sensoriais cor, para os néctares de caju.

Tabela 26- Valores das médias para o atributo sensorial cor do néctar e do suco tropical adoçado de caju formulado a partir da polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento<sup>(1)</sup>

Tempo de Armazenamento (dias)	Cor					
	NI	NP	NC	SI	SP	SC
45	6,70±1,76	7,37±1,54	7,42±1,47	7,33±1,39	7,43±1,04	7,22±1,61
90	7,09±1,24	6,80±1,34	7,16±1,05	6,93±1,71	6,36±1,83	6,27±1,98
135	7,00±1,44	6,47±1,58	7,14±1,39	7,36±1,58	5,89±2,05	7,45±1,30
180	7,03±1,49	7,37±1,54	7,42±1,47	7,16±1,32	6,87±1,53	7,78±1,15
225	7,07±1,23	6,78±1,38	7,18±1,07	6,84±1,88	6,95±1,94	7,35±1,43
270	6,61±1,69	6,61±1,48	6,91±1,28	6,95±1,54	5,98±2,05	7,46±1,30
315	7,46±1,14	6,45±1,80	6,57±1,50	7,05±2,16	7,02±1,99	6,95±1,72
360	7,26±1,33	7,02±1,37	7,19±1,17	7,77±1,45	7,33±1,58	7,51±1,35
<b>Média</b>	7,03 <sup>ab</sup>	6,86 <sup>a</sup>	7,12 <sup>b</sup>			

Valores médios de três repetições ± desvio padrão. <sup>(1)</sup>NI, NP e NC, SI, SP e SC respectivamente, néctar de caju formulado com polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada e suco tropical adoçado de caju formulado com polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada.

#### 4.2.2.2 Sabor

Para os néctares de caju não ocorreu ajuste dos modelos testados aos dados, devido a falta de ajuste significativa ( $P < 0,05$ ).

O sabor dos sucos tropicais adoçados formulados com polpa de caju pasteurizada e concentrada não diferiram estatisticamente com o tempo de armazenamento, já os sucos formulados com polpa com conservantes diferiram significativamente, não sendo possível o ajuste aos modelos testados devido à falta de ajuste ter sido significativa ( $P < 0,05$ ).

De um modo geral as médias do sabor dos sucos tropicais adoçados foram inferiores às dos néctares, mostrando uma preferência ao sabor dos produtos com menor teor de polpa, o que é bastante relevante para a indústria de sucos. O consumo de néctares de frutas é bem superior ao de sucos prontos para beber.

As médias das notas atribuídas ao sabor dos néctares durante o tempo de armazenamento encontram-se entre 4,77 a 7,82, situando-se na escala hedônica entre os atributos “desgostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”, situando-se a maioria das médias na zona de aceitação.

Para o suco tropical adoçado observa-se variação de 4,37 a 6,71 (“desgostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”) para os sucos de polpa com conservantes, 4,09 a 6,36 (“desgostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”), para os sucos de polpa pasteurizada e de 5,57 e 6,58 (“nem gostei nem desgostei” e “gostei moderadamente”), para os sucos de polpa concentrada (TABELA 27).

Tabela 27- Valores das médias para o atributo sensorial sabor do néctar e do suco tropical adoçado de caju formulado a partir da polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento <sup>(1)</sup>

Tempo de Armazenamento (dias)	Sabor					
	NI	NP	NC	SI	SP	SC
45	6,35±1,92	5,91±2,10	6,75±1,79	6,71±1,60	6,36±1,83	6,27±1,98
90	6,33±1,76	6,30±1,83	6,37±1,51	5,55±2,11	4,09±1,83	6,12±2,05
135	6,12±2,04	6,16±1,70	6,30±2,11	5,41±2,04	5,25±2,05	5,96±2,40
180	6,95±1,73	5,91±2,09	6,75±1,79	6,02±2,29	5,05±1,53	6,16±1,15
225	6,36±1,76	6,25±1,83	6,32±1,56	4,37±1,88	4,18±1,94	6,12±1,43
270	5,79±2,12	4,77±2,17	5,89±1,96	5,38±1,54	4,12±2,44	5,57±1,30
315	6,57±1,81	4,94±2,10	6,41±1,83	5,09±2,06	4,29±1,99	6,25±1,72
360	7,82±1,44	5,98±1,63	6,31±1,86	5,68±2,38	6,28±1,87	6,58±1,35
<b>Média</b>	6,54 a	5,77b	6,39a			

Valores médios de três repetições ± desvio padrão. <sup>(1)</sup>NI, NP e NC, SI, SP e SC respectivamente, néctar de caju formulado com polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada e suco tropical adoçado de caju formulado com polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada.

As concentrações de compostos fenólicos, acidez titulável, açúcares totais e redutores, vitamina C provavelmente não influenciaram nas notas relativas ao sabor, uma vez que ao final de 360 dias de armazenamento das polpas, os néctares e sucos receberam notas na faixa de aceitação.

Em estudo avaliando a estabilidade de néctar de caju adoçado com mel de abelha durante 180 dias de armazenamento, Silva *et al.* (2008), observaram diferença significativa com o tempo de armazenamento para o atributo sabor, cujas médias durante todo o período de armazenamento 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.

A avaliação do sabor do suco de caju adoçado mostrou média 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” (FONSECA, 2010).

Silva *et al.* (2008) avaliaram a estabilidade sensorial do néctar de caju adoçado com mel durante 180 dias de armazenamento e observaram diferença significativa nos atributos cor, sabor e impressão global, porém todas as notas estavam na zona de aceitação da escala. Esta diferença não influenciou na intenção de compra dos consumidores (nota média 3,9); situando-se entre as categorias “talvez comprasse/talvez não comprasse” e “provavelmente compraria”, indicando que o produto, se estivesse disponível no mercado, teria aceitação pelos consumidores em potencial.

#### 4.2.2.3 *Corpo*

A análise de regressão mostrou que não ocorreu diferença significativa com o tempo de armazenamento no atributo corpo dos néctares de caju. Os valores médios durante o período de 360 dias de armazenamento ficaram na faixa positiva da escala hedônica situando-se entre os termos hedônicos “nem gostei/nem desgostei” e “gostei moderadamente”.

Para o néctar a comparação das médias (TABELA 25) foi feita entre as amostras e revelou diferença significativa entre as mesmas, cujos néctares de polpa pasteurizada diferiram dos néctares de polpa com conservantes e concentrada, enquanto os néctares de polpa com conservantes e concentrada não diferiram entre si e apresentaram notas superiores aos néctares de polpa pasteurizada.

Para o suco tropical adoçado observou-se diferença significativa com o tempo de armazenamento para os sucos formulados com polpa pasteurizada, porém não foi possível o ajuste dos modelos testados falta de ajuste foi significativa ( $P \leq 0,05$ ), para os sucos formulados com polpa com conservantes e concentrada não se observou diferença significativa com o tempo de armazenamento.

Os néctares receberam notas superiores ao suco tropical adoçado no atributo corpo na maioria dos tempos. Observou-se também que as notas dos néctares e sucos tropicais

adoçados de polpa concentrada apresentaram notas superiores em comparação ao de polpa com conservante e pasteurizada.

Prado (2010) encontrou diferença significativa no atributo corpo do suco de caju adoçado com mel de abelha e justificou a diminuição deste atributo à degradação da pectina pela ação sinérgica da PME e da poligalacturonase (PG), resultando uma grande diminuição da viscosidade.

Tabela 28 - Valores das médias para o atributo sensorial corpo do néctar e do suco tropical adoçado de caju formulado a partir da polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento<sup>(1)</sup>

Tempo de Armazenamento (dias)	Corpo					
	NI	NP	NC	SI	SP	SC
<b>45</b>	6,12±1,91	6,20±1,89	6,96±1,60	6,29±1,89	6,26±1,57	6,50±1,87
<b>90</b>	6,20±1,72	6,13±1,69	6,32±1,44	5,23±2,07	3,36±1,83	6,67±1,66
<b>135</b>	6,12±1,72	6,28±1,50	6,73±1,66	5,77±2,14	5,91±1,83	6,80±1,79
<b>180</b>	6,56±1,85	6,19±1,89	6,96±1,60	5,93±2,22	5,36±1,53	6,21±1,99
<b>225</b>	6,25±1,78	5,98±1,68	6,34±1,50	4,73±2,07	3,32±1,94	6,68±1,66
<b>270</b>	5,88±2,02	5,59±1,78	6,35±1,70	5,12±2,30	4,75±2,23	6,40±1,62
<b>315</b>	6,97±1,69	5,33±1,84	6,21±1,87	5,82±2,06	5,39±1,99	6,56±1,81
<b>360</b>	6,67±1,43	6,22±1,74	6,54±1,64	6,09±2,36	6,61±1,70	6,82±1,74
<b>Média</b>	6,35 a	5,99b	6,55a			

Valores médios de três repetições ± desvio padrão. <sup>(1)</sup>NI, NP e NC, SI, SP e SC respectivamente, néctar de caju formulado com polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada e suco tropical adoçado de caju formulado com polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada.

#### 4.2.2.4 Aparência

Na avaliação da aparência dos néctares verificou-se diferença significativa ( $P \leq 0,05$ ) com o tempo de armazenamento para néctar com polpa de caju concentrada, ocorreu ajuste de modelo linear aos dados, no entanto, o coeficiente de determinação ( $R^2=0,31$ ) foi muito baixo. Para os néctares com polpa de caju com conservantes e pasteurizada não ocorreu diferença significativa com o tempo de armazenamento, os resultados foram representados pelas médias em cada tempo de armazenamento (TABELA 29). Observou-se, ainda, que todas as notas estavam na zona de aceitação.

Para o atributo aparência foi verificada interação significativa entre os sucos tropicais de polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada. Realizou-se então a análise de regressão para cada tratamento e observou-se que o tempo influenciou significativamente na aparência dos sucos tropicais adoçados formulados com polpa com conservantes e pasteurizada, não sendo possível o ajuste dos dados aos modelos testados, pois a falta de ajuste foi significativa ( $P \leq 0,05$ ) enquanto que para os sucos formulados com polpa concentrada houve diferença significativa com o tempo, ajustando os dados ao modelo cúbico (FIGURA 3).

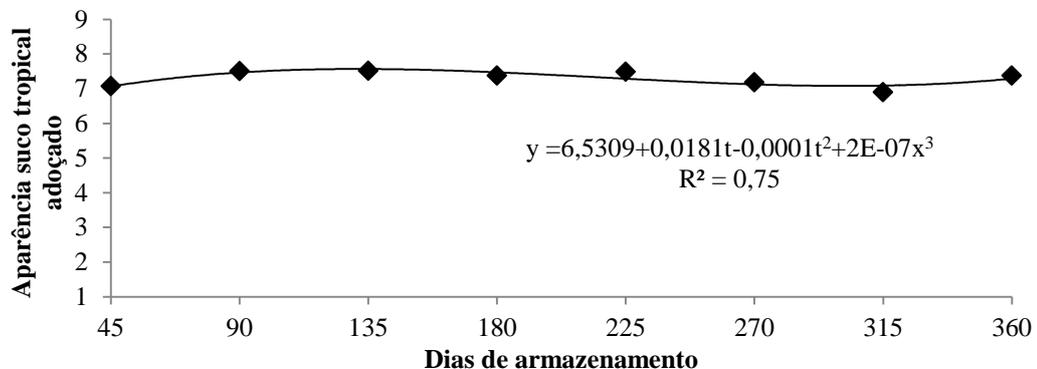


Figura 3-Média do atributo sensorial aparência do suco tropical adoçado formulado com polpa de caju concentrada armazenada durante 360 dias sob congelamento

Neste estudo apesar de ter sido observada diferença significativa na aparência com o tempo de armazenamento para os néctares e sucos tropicais adoçados formulados a partir da polpa concentrada, as notas em sua maioria permaneceram na zona de aceitação, o que mostra que os produtos se mantiveram agradáveis aos provadores durante todo o armazenamento em relação à aparência. O mesmo foi relatado por Prado (2010) ao avaliar a aparência do suco de caju em que encontrou diferença significativa com o tempo de armazenamento e as médias também ficaram na zona de aceitação do produto (entre 6,9 a 7,3).

Na Tabela 29 são apresentadas as médias para o atributo aparência dos néctares e sucos tropicais adoçados, formulados com polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada.

Tabela 29- Valores das médias para o atributo sensorial aparência do néctar e do suco tropical adoçado de caju formulado a partir da polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento<sup>(1)</sup>

Tempo de Armazenamento (dias)	Aparência					
	NI	NP	NC	SI	SP	SC
<b>45</b>	6,61±1,76	7,23±1,50	7,17±1,59	7,69±1,32	7,15±1,22	7,07±1,52
<b>90</b>	6,65±1,29	6,37±1,62	7,09±1,16	6,59±1,59	4,76±1,83	7,50±1,04
<b>135</b>	6,87±1,54	6,46±1,58	7,18±1,21	7,16±1,50	6,64±1,46	7,51±1,20
<b>180</b>	6,79±1,62	7,23±1,50	7,17±1,59	7,01±1,39	6,99±1,77	7,37±1,42
<b>225</b>	6,65±1,28	6,28±1,67	7,04±1,23	6,29±1,90	4,74±2,23	7,48±1,04
<b>270</b>	5,39±1,97	5,54±1,53	6,65±1,52	6,54±1,97	6,72±1,75	7,18±1,18
<b>315</b>	7,28±1,12	6,47±1,79	6,48±1,65	6,91±2,06	6,90±1,97	6,89±1,80
<b>360</b>	7,02±1,27	7,02±1,38	7,12±1,10	7,49±2,36	7,21±1,48	7,37±1,32

Valores médios de três repetições ± desvio padrão. <sup>(1)</sup>NI, NP e NC, SI, SP e SC respectivamente, néctar de caju formulado com polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada e suco tropical adoçado de caju formulado com polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada.

Fonseca (2010) avaliou a aparência do suco de caju em embalagem de vidro e PET e não observou diferença significativa durante os 120 dias de armazenamento, cujas médias encontraram situadas em torno de 7,5 (entre “gostei moderadamente” e “gostei muito”), ficando na zona positiva da escala hedônica.

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 7,0.

Tanto nos néctares como nos sucos tropicais de caju observou-se uma separação rápida de fases, isto pode ter ocorrido devido à não inativação da pectinametilesterase (PME). Esta enzima é frequentemente encontrada em frutas, e sua inativação é muito importante, uma vez que ao degradar as pectinas em ácidos pécticos e pectínicos, que são menos solúveis, ocorre a separação de fases e perda da viscosidade dos sucos, o que é indesejável em sucos acondicionados em embalagens transparentes. (MAIA; SOUSA; LIMA, 2007).

#### 4.2.2.5 Aroma

Na avaliação do atributo aroma não foi observada diferença significativa ( $P \leq 0,05$ ) para o néctar de polpa com conservantes e concentrada. Para o néctar de polpa pasteurizada não foi possível o ajuste dos modelos testados aos dados, pois a falta de ajuste foi significativa ( $P \leq 0,05$ ).

As médias das notas atribuídas pelos provadores para os néctares de caju situaram-se na zona de aceitação da escala hedônica. Os valores variaram 6,74 a 7,21 para néctar de polpa com conservantes, 5,80 a 6,84 para o néctar de polpa pasteurizada e 6,03 a 6,72 para néctar de polpa concentrada (TABELA 30), confirmando que não ocorreram grandes perdas no aroma dos néctares com o tempo de armazenamento.

Os resultados das médias estão representados na Tabela 30, as quais para os néctares de caju se mantiveram em todos os tempos avaliados com média acima de 5,0 ou seja na faixa de aceitação. Para os sucos tropicais adoçados foram observadas no geral notas também na zona de aceitação.

Os resultados obtidos para o atributo aroma dos sucos tropicais de caju formulados com polpa com conservantes e concentrada em função do tempo de armazenamento, estatisticamente, não apresentaram diferença significativa ( $P > 0,05$ ). Enquanto que o suco formulado com polpa pasteurizada diferiu significativamente com o tempo de armazenamento, porém não foi possível ajustar os dados aos modelos testados, pois a falta de ajuste foi significativa ( $P \leq 0,05$ ). As notas no geral ficaram na zona de aceitação exceto o tempo 135 dias do suco formulado com polpa concentrada, cuja média foi de 4,94.

As notas do aroma dos néctares de caju de um modo geral foram ligeiramente superiores as dos sucos tropicais adoçados.

Na Tabela 30 estão representados os resultados das médias do atributo sensorial aroma do néctar e do suco tropical adoçado, formulados com polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada.

Tabela 30- Valores das médias para o atributo sensorial aroma do néctar e do suco tropical adoçado de caju formulado a partir da polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento<sup>(1)</sup>

Tempo de Armazenamento (dias)	Aroma					
	NI	NP	NC	SI	SP	SC
<b>45</b>	7,15±1,74	6,82±2,02	6,60±1,96	6,88±1,56	6,38±1,83	6,26±1,87
<b>90</b>	6,93±1,58	6,84±1,84	6,57±1,91	6,45±1,57	5,67±1,99	6,09±1,99
<b>135</b>	6,77±1,88	6,05±1,58	6,16±1,21	6,55±1,82	5,74±1,83	4,94±1,99
<b>180</b>	7,00±1,45	6,82±1,50	6,60±1,96	7,00±1,56	6,96±1,64	5,89±1,89
<b>225</b>	6,93±1,57	6,73±1,59	6,54±1,94	6,22±1,81	5,65±2,00	6,07±1,66
<b>270</b>	6,74±1,89	5,80±1,53	6,03±1,52	6,61±1,69	5,52±2,23	5,41±1,62
<b>315</b>	7,21±1,52	5,85±1,79	6,21±1,82	6,49±2,11	5,93±1,99	5,95±1,81
<b>360</b>	6,95±1,54	6,68±1,78	6,72±1,60	6,79±1,87	7,16±1,32	6,86±1,74

Valores médios de três repetições ± desvio padrão. <sup>(1)</sup>NI, NP e NC, SI, SP e SC respectivamente, néctar de caju formulado com polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada e suco tropical adoçado de caju formulado com polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada.

Fonseca (2010) avaliou o aroma do suco tropical adoçado de caju durante 120 dias de armazenamento e observou diferença significativa com o decorrer do armazenamento, no entanto as médias encontram-se na faixa positiva da escala entre 6,8 e 7,6 correspondente na escala hedônica entre “gostei ligeiramente” a “gostei muito”.

Prado (2010) avaliou o aroma do suco de caju adoçado com mel de abelha e não encontrou diferença significativa com o decorrer de 120 dias de armazenamento. As notas mantiveram em todos os tempos avaliados com média 6,9, correspondendo aproximadamente ao termo hedônico “gostei moderadamente”.

#### 4.2.2.6 Impressão Global

Na avaliação sensorial da impressão global não foi observada diferença significativa ( $P > 0,05$ ) com o tempo de armazenamento para o néctar obtido de polpa com conservantes e concentrada. O néctar obtido de polpa pasteurizada apresentou variação significativa com tempo de armazenamento, porém não foi possível o ajuste de modelo aos dados, pois a falta de ajuste foi significativa ( $P \leq 0,05$ ).

No geral as médias dos néctares mantiveram-se na faixa positiva da escala hedônica. Para o néctar de polpa com conservantes, as médias variaram de 5,88 a 6,93; para o

néctar de polpa pasteurizada a variação foi de 5,21 a 6,34 e para néctar de polpa concentrada foi de 6,12 a 6,88 (TABELA 31). O néctar de polpa concentrada apresentou melhor aceitação pelos provadores, e o néctar de polpa pasteurizada a menor aceitação.

Na avaliação de impressão global dos sucos tropicais adoçados formulados com polpa com conservantes e pasteurizada verificou-se diferença significativa ( $P \leq 0,05$ ) nos valores atribuídos em função do tempo de armazenamento, no entanto, não foi possível ajuste de modelo a nenhum modelo testado, devido à falta de ajuste do modelo ter sido significativa ( $P < 0,05$ ), sendo estes representados pelas médias em cada tempo de armazenamento (TABELA 31). Para os sucos formulados com polpa de caju concentrada não foi detectada diferença significativa com o decorrer dos 360 dias de armazenamento da polpa.

Assim como ocorreu para os outros atributos, as notas da impressão global dos néctares foram superiores às dos sucos tropicais adoçados, e tanto néctar quanto sucos tropicais adoçados formulados a partir da polpa de caju concentrada apresentaram notas superiores, indicando que a polpa de caju pode ser armazenada concentrada e congelada durante 360 dias sem prejuízos na aceitação global dos sucos e néctares produzidos.

O suco tropical adoçado formulado com polpa pasteurizada apresentou-se na zona de rejeição em alguns tempos de armazenamento, com médias inferiores a 5. Os sucos formulados com polpa com conservantes e concentrada mantiveram-se no geral na faixa de aceitação. Alguns autores corroboram os resultados desta pesquisa, e relatam resultados na zona de aceitação da escala hedônica para a aceitação global de sucos de caju. Prado (2010) avaliou a aceitação global de néctar de caju adoçado com mel de abelha e observou que o produto se manteve dentro da faixa de aceitação durante 120 dias de armazenamento, com médias situadas entre “gostei moderadamente” e “gostei ligeiramente” na escala hedônica, resultado semelhante ao encontrado por Silva *et al.* (2008), quando avaliaram um néctar de caju adoçado com mel de abelha.

Na Tabela 31 são apresentadas as médias para o atributo sensorial impressão dos néctares e sucos tropicais adoçados, formulados com polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada.

Tabela 31- Valores das médias para o atributo sensorial impressão global do néctar e do suco tropical adoçado de caju formulado a partir da polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento<sup>(1)</sup>

Tempo de Armazenamento (dias)	Impressão Global					
	NI	NP	NC	SI	SP	SC
45	6,32±1,69	6,28±1,99	6,88±1,63	6,81±1,54	6,57±1,52	6,45±1,85
90	6,42±1,72	6,34±1,59	6,46±1,52	5,36±1,85	4,00±1,99	6,41±1,99
135	6,43±1,76	6,18±1,55	6,44±2,02	5,78±1,82	5,69±1,96	6,31±2,01
180	6,61±1,71	6,28±1,99	6,88±1,62	6,10±1,56	5,35±1,64	6,28±1,89
225	6,43±1,70	6,32±1,58	6,47±1,55	4,83±1,13	3,84±1,96	6,39±1,98
270	5,88±2,00	5,33±1,96	6,12±1,75	5,49±1,69	4,54±2,15	6,07±1,66
315	6,86±1,46	5,21±1,88	6,41±1,64	5,69±2,11	4,92±1,99	6,42±1,81
360	6,93±1,32	6,24±1,66	6,70±1,56	5,98±1,87	6,51±1,63	6,54±1,95

Valores médios de três repetições ± desvio padrão. <sup>(1)</sup>NI, NP e NC, SI, SP e SC respectivamente, néctar de caju formulado com polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada e suco tropical adoçado de caju formulado com polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada.

Não foi observada diferença significativa na aceitação global do suco tropical de caju durante 12 meses de armazenamento a temperatura ambiente e no suco de caju integral com alto teor de polpa preservado pelo processo de enchimento à quente durante 350 dias de armazenamento. Os valores situaram-se na zona de aceitação indicando que o tempo de armazenamento não afetou a qualidade sensorial do suco de caju (COSTA, 1999; COSTA *et al.*, 2003).

Embora tenha havido diferença significativa em alguns atributos sensoriais avaliados, as variações não representaram diminuição da aceitação em relação ao produto por parte dos provadores durante o período estudado, exceto para o suco tropical formulado com polpa pasteurizada. Isso indica que o armazenamento do produto sob congelamento durante 360 dias não promoveu alterações significativas nas polpas de caju capazes de descaracterizar os néctares e sucos tropicais adoçados avaliados.

Talasila *et al.*, (2011) avaliaram a aceitação sensorial do suco de caju fresco e do suco de caju clarificado armazenado durante 90 dias sob refrigeração e relatou notas de aceitação global com média 8 que corresponde na escala a gostei extremamente não sendo observada diferença durante o tempo de armazenamento.

#### 4.2.2.7 *Intenção de Compra*

Na avaliação sensorial da intenção de compra não foi observada diferença significativa ( $P > 0,05$ ) com o tempo de armazenamento para o néctar obtido de polpa com conservantes e concentrada. O néctar obtido de polpa pasteurizada apresentou variação significativa com o tempo de armazenamento, porém não foi possível o ajuste dos modelos testados aos dados, pois a falta de ajuste foi significativa ( $P \leq 0,05$ ).

No geral as médias mantiveram-se na faixa de aceitação da escala hedônica, para o néctar obtido de polpa com conservantes. As médias variaram de 3,23 a 3,74, o que corresponde na escala hedônica de 5 pontos aos termos “talvez comprasse, talvez não comprasse” e “possivelmente compraria”. Valores semelhantes foram encontrados para o néctar obtido de polpa concentrada cujas médias situaram-se entre 3,30 a 3,78, que corresponde aos termos “talvez comprasse, talvez não comprasse” e “possivelmente compraria”. Já o néctar obtido de polpa pasteurizada a variação foi de 2,67 a 3,45, o que corresponde aos termos “possivelmente não compraria” e “talvez comprasse, talvez não comprasse”, ou seja o néctar obtido de polpa pasteurizada apresentou as menores notas e no decorrer do armazenamento atingiu a zona de rejeição.

Não se verificou variação significativa do atributo intenção de compra dos sucos tropicais adoçados formulados com polpa de caju concentrada com o tempo de armazenamento para os modelos linear, quadrático e cúbico ( $P > 0,05$ ), enquanto as amostras de sucos formulados com polpa de caju com conservantes e pasteurizada apresentaram variação significativa com o tempo de armazenamento, porém, o ajuste a um modelo estatístico não foi possível, pela falta de ajuste significativa ( $P \leq 0,05$ ) ou por apresentar coeficientes da equação não significativos ( $P > 0,05$ ).

Na Tabela 32 são apresentadas as médias para o atributo sensorial intenção de compra dos néctares e sucos tropicais adoçados, formulados com polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada.

Tabela 32- Valores das médias para o atributo sensorial intenção de compra do néctar e do suco tropical adoçado de caju formulado a partir da polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada durante os 360 dias de armazenamento sob congelamento<sup>(1)</sup>

Tempo de Armazenamento (dias)	Intenção de Compra					
	NI	NP	NC	SI	SP	SC
<b>45</b>	3,32±1,25	3,14±1,37	3,77±1,19	3,53±1,09	3,41±1,15	3,51±1,24
<b>90</b>	3,51±1,08	3,45±1,09	3,55±1,15	3,02±1,22	2,39±1,29	3,61±1,22
<b>135</b>	3,27±1,26	3,30±1,09	3,56±1,24	3,00±1,23	2,87±1,18	3,43±1,29
<b>180</b>	3,68±1,05	3,14±1,37	3,77±1,19	3,30±1,19	2,84±1,16	3,44±1,22
<b>225</b>	3,52±1,07	3,40±1,03	3,48±1,18	2,51±1,13	2,12±1,23	3,60±1,21
<b>270</b>	3,23±1,19	2,67±1,13	3,30±1,18	2,96±1,29	2,53±1,43	3,22±1,21
<b>315</b>	3,73±1,14	2,73±1,19	3,36±1,27	3,20±1,43	2,44±1,31	3,65±1,30
<b>360</b>	3,74±1,08	3,21±1,13	3,78±1,29	3,10±1,50	3,63±1,01	3,58±1,17

Valores médios de três repetições ± desvio padrão. <sup>(1)</sup>NI, NP e NC, SI, SP e SC respectivamente, néctar de caju formulado com polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada e suco tropical adoçado de caju formulado com polpa com conservantes, pasteurizada e concentrada.

Os provadores manifestaram maior interesse de compra para os néctares de caju, onde os néctares obtidos de polpa com conservantes e concentrada mantiveram-se durante todo o armazenamento na zona positiva para intenção de compra

Estes resultados nos levam a crer e inferir para os néctares de caju que os mesmos estão em conformidade com atributos anteriormente avaliados e indicando que os produtos, se estivessem disponíveis no mercado, teria aceitação pelos consumidores em potencial, uma vez que para todos os atributos avaliados as notas no geral permanecerem na faixa de aceitação. No entanto para os sucos tropicais adoçados foram observadas médias na zona de rejeição para alguns atributos sensoriais avaliados, e isto refletiu na intenção de compra também zona de indiferença e rejeição para estes produtos.

Analisando a intenção de compra dos sucos tropicais adoçados observou-se que apenas os sucos formulados com polpa de caju concentrada mantiveram-se na faixa de aceitação durante todo o período de armazenamento.

Silva *et al.* (2008) avaliaram a estabilidade de néctar de caju adoçado com mel de abelha durante 180 dias de armazenamento, e relataram para a avaliação de intenção de compra que não houve diferença significativa em função do tempo ( $P > 0,05$ ). A média foi 3,9 o que corresponde na escala a “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 Avaliação microbiológica

Os resultados das análises microbiológicas das polpas de caju com conservantes, pasteurizadas e concentradas de coliformes a 35°C e 45°C e *Salmonella* estão apresentados na Tabela 33 e das contagens de bactérias aeróbias mesófilas, psicrófilas e bolores e leveduras estão apresentados na Tabela 34.

Não foram evidenciadas presenças de coliformes a 35°C e 45°C e *Salmonella* indicando que todas as amostras estavam de acordo com a legislação federal vigente (BRASIL, 2001), onde estão estabelecidos para polpa de frutas concentradas ou não, com ou sem tratamento térmico, refrigeradas ou congeladas, um valor máximo de  $10^2$  coliformes a 45°C e ausência de *Salmonella* sp. em 25 g do produto para amostras indicativas.

Observa-se que no início do armazenamento as polpas de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada não apresentavam contagens de coliformes e ausência de *Salmonella*, e isto foi mantido durante todo o armazenamento.

A instrução Normativa nº1, de janeiro de 2000 (BRASIL, 2000), estabelece até  $1 \times 10^2$  para coliformes a 45°C, ausência de *Salmonella* sp e até  $5 \times 10^3$  a soma de bolores e leveduras para polpa com conservantes e até  $2 \times 10^3$  UFC/g a soma de bolores e leveduras para polpa que sofreu tratamento térmico. Foram encontradas contaminações por bolores e leveduras nas amostras de polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada durante o estudo de estabilidade, porém, as contagens encontraram-se inferiores aos padrões exigidos pela legislação (BRASIL, 2000). Baixas contagens de bolores e leveduras são consideradas normais em alimentos frescos e congelados.

A Portaria 451 do Ministério da Saúde de 19 de setembro de 1997 regulamenta os padrões microbiológicos para sucos concentrados congelados, sucos e refrescos com conservantes, preparado para refresco e refrigerantes, sucos concentrados adicionados ou não de conservantes, polpas e produtos de frutas. Nesta portaria, os valores máximos permitidos para bolores e leveduras estão entre  $10^2$  e  $10^4$  UFC/mL, sendo que para polpas de frutas o valor máximo permitido é de  $10^3$  UFC/mL.

Tabela 33-Resultados das análises microbiológicas de Coliformes a 35°C e 45°C, e *Salmonella* durante a estabilidade das polpas de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada<sup>(1)</sup>

Tempo	Contagens microbiológicas								
	Coliformes a 35°C(NMPg <sup>-1</sup> )			Coliformes a 45°C(NMPg <sup>-1</sup> )			<i>Salmonella</i> sp. (em 25 g)		
	CC	P	C	CC	P	C	CC	P	C
<b>0</b>	<10	<10	<10	<10	<10	<10	Ausência	Ausência	Ausência
<b>45</b>	<10	<10	<10	<10	<10	<10	Ausência	Ausência	Ausência
<b>90</b>	<10	<10	<10	<10	<10	<10	Ausência	Ausência	Ausência
<b>135</b>	<10	<10	<10	<10	<10	<10	Ausência	Ausência	Ausência
<b>180</b>	<10	<10	<10	<10	<10	<10	Ausência	Ausência	Ausência
<b>225</b>	<10	<10	<10	<10	<10	<10	Ausência	Ausência	Ausência
<b>270</b>	<10	<10	<10	<10	<10	<10	Ausência	Ausência	Ausência
<b>315</b>	<10	<10	<10	<10	<10	<10	Ausência	Ausência	Ausência
<b>360</b>	<10	<10	<10	<10	<10	<10	Ausência	Ausência	Ausência

NMP- Número mais provável. <sup>(1)</sup>CC, P e C são respectivamente, com conservantes, pasteurizada e concentrada.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 34, para as polpas de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada mantidas congeladas por 12 meses constatou-se a eficácia do processo uma vez que as contagens realizadas estão e essas contagens dentro dos padrões indicando que as polpas foram processadas em condições higiênico-sanitárias satisfatórias. As contagens de bolores e leveduras estão geralmente associadas ao processamento inadequado e/ou recontaminação pós-processamento, bem como pela qualidade insatisfatória da matéria-prima, manipulação inadequada e equipamentos sujos ou mal higienizados.

A legislação vigente (RDC Nº 12, Instrução Normativa Nº 1 e a Portaria 451) não estabelece padrões microbiológicos para contagens de bactérias aeróbias mesófilas e psicrófilas aeróbias, porém, considerou-se importante e necessária a realização destas análises, notadamente porque as mesmas indicam principalmente a qualidade da matéria prima que foi utilizada para o processamento das polpas, bem como as condições de processamento, manuseio e estocagem. A análise de microrganismos psicrófilos aeróbios, foi incluída principalmente por se tratar de polpa armazenada sob congelamento, consequentemente serem estes os microrganismos que mais influenciam na qualidade dos produtos.

Devido suas propriedades físico-químicas, como baixo pH, altos conteúdos de açúcares e a presença de preservativos químicos adicionados, os sucos de frutas permitem

apenas o desenvolvimento de microrganismos deteriorantes, como fungos filamentosos, leveduras e bactérias ácido-tolerantes como bactérias lácticas e, menos frequentemente, bactérias acéticas, e espécies de *Zymomonas* (JAY; ANDERSON, 2001; HOCKING; JENSEN, 2001).

Tabela 34 - Resultados das contagens de bactérias mesófilas, psicrófilas e bolores e leveduras (UFC/g) durante a estabilidade das polpas de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada<sup>(1)</sup>

Tempo	Contagens microbiológicas								
	Mesófilas			Bolores e Leveduras			Psicrófilas		
	CC	P	C	CC	P	C	CC	P	C
<b>0</b>	3,6x10 <sup>3</sup>	3,0x10	4,7x10	4,6x10 <sup>3</sup>	1,1x10 <sup>2</sup>	3,4x10 <sup>2</sup>	8,3x10 <sup>3</sup>	1,1x10 <sup>2</sup>	1,5x10 <sup>2</sup>
<b>45</b>	1,8x10 <sup>2</sup>	4,7x10	3,7x10	1,0x10 <sup>3</sup>	1,7x10	6,2x10 <sup>2</sup>	1,7x10 <sup>2</sup>	<10	1,7x10
<b>90</b>	6,6x10 <sup>2</sup>	1,6x10 <sup>2</sup>	1,4x10 <sup>2</sup>	2,1x10 <sup>3</sup>	7,0x10	1,2x10 <sup>3</sup>	<10	<10	<10
<b>135</b>	2,0x10 <sup>3</sup>	4,3x10 <sup>2</sup>	1,2x10 <sup>3</sup>	2,3x10 <sup>2</sup>	1,0x10 <sup>2</sup>	1,9x10 <sup>2</sup>	<10	<10	<10
<b>180</b>	2,0x10 <sup>2</sup>	2,1x10 <sup>2</sup>	1,0x10 <sup>2</sup>	2,1x10 <sup>2</sup>	<10	3,7x10 <sup>2</sup>	<10	<10	<10
<b>225</b>	1,1x10 <sup>3</sup>	2,2x10 <sup>2</sup>	2,3x10 <sup>3</sup>	1,1x10 <sup>2</sup>	8,0x10	1,2x10 <sup>2</sup>	<10	<10	<10
<b>270</b>	1,3x10 <sup>3</sup>	2,0x10 <sup>2</sup>	1,4x10 <sup>3</sup>	1,0x10 <sup>2</sup>	2,0x10 <sup>2</sup>	8,8x10 <sup>2</sup>	7,8x10 <sup>2</sup>	2,1x10 <sup>2</sup>	2,5x10 <sup>2</sup>
<b>315</b>	1,2x10 <sup>3</sup>	1,9x10 <sup>2</sup>	4,3x10 <sup>3</sup>	3,8x10 <sup>2</sup>	4,3x10	5,0x10 <sup>2</sup>	5,0x10 <sup>2</sup>	1,8x10 <sup>2</sup>	5,7x10
<b>360</b>	9,0x10 <sup>2</sup>	9,5x10 <sup>2</sup>	5,1x10 <sup>2</sup>	7,7x10	8,0x10	5,3x10	5,3x10	2,4x10 <sup>2</sup>	3,9x10 <sup>2</sup>

<sup>(1)</sup>CC, P e C são respectivamente, com conservantes, pasteurizada e concentrada.

O tratamento térmico de pasteurização, bem como as condições higiênicas e sanitárias durante o manuseio podem ter contribuído para os resultados encontrados. O calor tem efeitos deletérios sobre os microrganismos, por isso o emprego de altas temperaturas é utilizado na conservação de alimentos (FRANCO; LANDGRAF, 2005).

Monteiro *et al.*, (2005) avaliaram a polpa de maracujá pasteurizada armazenada sob refrigeração e verificaram um aumento nas contagens de microrganismos aeróbios mesófilos a partir de 90 dias de estocagem porém uma multiplicação mais expressiva foi verificada partir de 165 de armazenamento, para os microrganismos psicrófilos foi observado um aumento expressivos após 150 dias de armazenamento. Para bolores e leveduras praticamente não houve contagens desses microrganismos até 90 dias de estocagem. Após esse período todas as polpas apresentaram aumento populacional de 1 ciclo logarítmico na contagem de bolores e leveduras comparativamente ao início da estocagem.

A estabilidade da polpa de bacuri congelada por 360 dias foi observada por Silva *et al.*, (2010), onde constataram que não foram evidenciadas contagem de bolores e leveduras, microrganismos aeróbios mesófilos, coliformes totais e coliformes a 45° C (NMP/g<3) e presença de *Salmonella* sp.

Souza *et al.* (2011), estudaram a qualidade microbiológica de polpas de frutas congeladas, e encontraram contaminação por coliformes a 35° C para a polpa de caju, sendo confirmada a presença de coliformes a 45° e ausência de *E.coli*, todavia estes estavam dentro dos padrões estabelecidos pelo regulamento técnico RDC nº 12/2001 que preconiza valor máximo de  $10^2$  NMP g<sup>-1</sup>, foram relatados também contaminação por bolores e leveduras para polpa de caju fora dos padrões estabelecidos na Instrução Normativa Nº 1, e ausência de *Salmonella* para todas as polpas avaliadas.

Lavinas *et al.* (2006) avaliaram a estabilidade do suco de caju *in natura*, em diferentes condições de estocagem e encontrou para o suco sob congelamento uma redução na contagem de bolores e leveduras de aproximadamente um ciclo logarítmico até o trigésimo dia, mantendo-se estável até 120 dias. Relataram também uma redução na contagem de bactérias mesófilas totais até sete dias. A partir de então, o número de células aumentou até o trigésimo dia, permanecendo estável até o final do período de análise. Os autores atribuem a redução microbiana observada inicialmente no suco congelado à baixa temperatura, que torna as reações químicas e enzimáticas e o crescimento bacteriano mais lento e o aumento de mesófilos totais após sete dias de congelamento provavelmente se deve à presença de microrganismos selecionados e adaptados à baixa temperatura.

A qualidade microbiológica do produto indica que as condições higiênico-sanitárias de processamento foram satisfatórias e que o tratamento térmico realizado e a presença de aditivos como benzoato de sódio e metabissulfito de sódio foram eficientes para a conservação do produto durante o período estudado (SILVA *et al.*, 2008).

## 5 CONCLUSÕES

As polpas de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada encontraram-se de acordo com os padrões estabelecidos na legislação brasileira do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

O congelamento mostrou-se um método de conservação viável para armazenamento de polpa de caju com conservantes, pasteurizada e concentrada.

Ocorreram diferenças nas características físico-químicas das polpas durante o armazenamento, porém não tornou inviável o consumo das mesmas.

As polpas apresentaram-se dentro dos padrões de qualidade microbiológica durante os 360 dias de armazenamento avaliados, indicando que foram processadas em adequadas condições higiênicas e sanitárias, e que o tratamento térmico de pasteurização foi eficiente.

A avaliação sensorial mostrou que os néctares e os sucos tropicais adoçados formulados a partir das polpas de caju congeladas foram bem aceitos durante todo o período de armazenamento. Sendo os néctares e sucos tropicais adoçados formulados com polpa de caju concentrada os que obtiveram as melhores notas para todos os atributos sensoriais avaliados exceto aroma, sendo então a melhor opção entre os três tratamentos.

O armazenamento sob congelamento não alterou significativamente as características das polpas de caju, pois não ocorreu diminuição da aceitação sensorial em relação aos produtos por parte dos provadores.

O uso de conservantes não alterou sensivelmente os atributos sensoriais, uma vez que estes mantiveram-se na zona de aceitação durante todo o estudo de estabilidade.

## REFERÊNCIAS

- ABIR **Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e Bebidas não alcoólicas**. Disponível em: <http://abir.org.br/2010/12/29/consumo-de-sucos-de-2002-a-2009/> acessado em 09/03/2012.
- ABIR **Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e Bebidas não alcoólicas**. BNA Brasil Relatório 2011 – ABIR. Consumo de todas as bebidas comerciais 2005-2010 Disponível em: <http://abir.org.br/tags/consumo-de-bebidas/>.
- ABREU, C. R. A.; **Qualidade e capacidade antioxidante total de pedúnculos de clones comerciais de cajueiro anão precoce ( Anacardium occidentale L.)** 2007.96f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.
- AGOSTINI-COSTA, T. S. ABREU, L. N.; ROSSETTI, A.G.Efeito do congelamento e do tempo de estocagem da polpa de acerola sobre o teor de carotenóides. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 56-59, 2003.
- AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2004, 545p.
- AGUIAR, L.P. **β- caroteno, vitamina C e outras características de qualidade de acerola, caju e melão em utilização no melhoramento genético**. 2001,87f. Dissertação (Mestrado em 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. Fortaleza, 2000. **Resumos**. Fortaleza, SBCTA, 2000. v. 2, p (5)55.
- AGUIAR, L.B.; MIRANDA,N.G.M.;GOMES, F. S.; SANTOS, M.C.S.;FREITAS, D.G.C.; TONON, R.V.; CABRAL,L.M.C.; Physicochemical and sensory properties of apple juice concentrated by reverse osmosis and osmotic evaporation.**Innovative Food Science and Emerging Technologies**, doi:10.1016/j.ifset.2012.05.003.2012.
- 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.
- ALMEIDA, M. M. B.; SOUZA, P. H. M.; ARRIAGA, A. M. C.; PRADO, G. M.; MAGALHÃES, C. E.C.; MAIS, G. A. M. Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, v.44, p-2155–2159, 2011.

AMAYA-FARFAN, J.; DOMENE, S. M. A.; PADOVANI, R. M. DRI: Síntese comentada das novas propostas sobre recomendações nutricionais para antioxidantes. **Rev. Nutrição**, Campinas, v.14, n.1, p.71-78, jan./abr., 2001.

**ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2006**/Romar Rudolfo Beling... [et al.]. - Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2011.

**ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2006**/Romar Rudolfo Beling... [et al.]. - Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2010.

**ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2006**/ Romar Rudolfo Beling... [et al.]. - Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2008.

AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY) – **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**.16 ed. Washington, D. C.1995. 1141p.

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

ARAÚJO, C.; MUFARREJ, L.; BORGES, M.A.; AZEVEDO, M.F. O poder de cura de vitaminas, minerais e outros suplementos. **Reader's Digest**. 1ed., p. 23-28, 2004.

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

ARGANDOÑA, E. J. S.; NISHIYAMA,;C. HUBINGER, M. D. Qualidade final de melão osmoticamente desidratado em soluções de sacarose com adição de ácidos. **Pesq. agropec. bras.** Brasilia, v.37, n.12, p. 1803-1810, dez. 2002.

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, 2003a.

ASSUNÇÃO, R. B.; MERCADANTE, A. Z. Carotenoids and ascorbic acid from cashew apple (*Anacardium occidentale* L.): Variety and geographic effects, **Food Chem.**, London, v. 81, n. 49, p. 5–502, 2003b.

ASSUNÇÃO, R.B.; MERCADANTE, A.Z. Carotenóides e vitamina C em suco concentrado de caju. In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. Fortaleza, 2000.**Resumos**.Fortaleza, SBCTA, v. 2, n. 5, p. 102, 2000.

- AULEDA, J. M., RAVENTÓS, M. SÁNCHEZ, J. HERNÁNDEZ, E. Estimation of the freezing point of concentrated fruit juices for application in freeze concentration. **Journal of Food Engineering**. v.105, p- 289–294,2011
- BAMISHAIYE, E. I., OLAYEMI, F. F., BAMISHAIYE, O. M. Effects of boiling time on mineral and vitamin C content of three varieties of *Hibiscus sabdriffa* drink in nigeria. **World Journal of Agricultural Sciences**, v.7,n.1, p-62-67. 2011.
- BARROSO, M. F., SILVA, A., RAMOS, S., OLIVA-TELES, M. T., DELERUE-MATOS, C., SALES, M. G. F. Flavoured versus natural waters: macromineral (Ca, Mg, K, Na) and micromineral (Fe, Cu, Zn) contents. **Food Chemistry**, v.116, n.2, p.580-589.2009.
- BASTOS, D.S. GONÇALVES ,M. P. ANDRADE, C. T. ARAÚJO, K. G. L. LEÃO, M.H.M. R. Microencapsulation of cashew apple (*Anacardium occidentale*, L.) juice using a new chitosan–commercial bovine whey protein isolate system in spray drying. **Food and Bioproducts Processing**. v.90, n.4, p.683–692, October 2012.
- BENDICHO, S.; ESPACHS,A.; ARÁNTEGUI, J.; MARTÍN,O. Effect of high intensity pulsed electric fields and heat treatments on vitamins of milk. **J. Dairy Res.**, v.69, p.113-123, 2002.
- BERBARI, S. A. G.; SILVEIRA, N.F. A.; OLIVEIRA, L. A. T. Avaliação do comportamento de pasta de alho durante o armazenamento (*Allium sativum* L.). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 23, n. 3, p.468-472,Dec. 2003.
- BETTA, G., BARBANTI, D., MASSINI, R. Food Hygiene in aseptic processing and packaging system: A survey in the Italian food industry. **Trends in Food Science e Technology**. v.22, p.327-334. 2011.
- BIZIUK, M., KUCZYNSKA, J. Mineral components in foods. Cap. 1. Taylor Francis. p.1-31.2007.
- BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Química do processamento de alimentos**. Varela, São Paulo, 2001. 143 p.
- BORGUINI, R. G. **Avaliação do potencial antioxidante e algumas características do tomate (*Lycopersicon esculentum*) orgânico em comparação ao convencional**. 2006. 178 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública)-Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 451, de 19 de setembro de 1997. Princípios gerais para o estabelecimento de critérios e padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial [da] República do Brasil**, Brasília, DF, 22 set. 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto n°. 2.314, de 04 de setembro de 1997. Regulamenta a Lei n°. 8.918, de 14 de julho de 1994, que **dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas.**

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n° 543 de 16 de novembro de 1998. **Fixa o limite máximo de dióxido de enxofre no suco de caju, e no suco de caju com alto teor de polpa em 0,03 g/100 mL.** Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília-DF, de 11 de novembro de 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto n°. 3.510, de 16 de junho de 2000. Altera dispositivos do Regulamento aprovado pelo Decreto n°. 2.314, de 4 de setembro de 1997, que **dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas.**

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa n° 1, de 7 jan. 2000. **Diário Oficial da União**, Brasília, n. 6, 10 jan. 2000. Seção I, p. 54-58.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa N° 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. n° 174 de 09 de setembro de 2003.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) - Ministério da Saúde. Resolução RDC n° 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. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) - Ministério da Saúde. **Resolução da Diretoria Colegiada – RDC n° 5, de 15 de janeiro de 2007.** Aprovar o Regulamento Técnico sobre “Atribuição de Aditivos e seus Limites Máximos para a Categoria de Alimentos. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DOU de 21 de agosto de 2006.

BRITO, E. S., ARAUJO, M. C. P., LIN, L.-Z., & HARNLY, J. Determination of the flavonoid components of cashew apple (*Anacardium occidentale*, L.) by LC-DADESI/ MS. **Food Chemistry**, v.105, p.1112–1118. 2007.

BROINIZI, P.R.B.; ANDRADE-WARTHA, E.R.S.; SILVA, A.M.O.; NOVOA, A.J.V.; TORRES, R.P.; AZEREDO, H, M.C.; ALVES, R.E.; MANCINI FILHO, J. Avaliação da atividade antioxidante dos compostos fenólicos naturalmente presentes em subprodutos do pseudofruto de caju (*Anacardium occidentale*L.) **Cienc.Tecnol.Aliment.**, v.27, n.4, p. 902-908, 2007.

BUNEA, A.; ANDJELKOVIC, M.; SOCACIU, C.; BOBIS, O.; NEACSU, M.; VERHE, R.; CAMP, J. V. Total and individual carotenoids and phenolic acids content in fresh, refrigerated and processed spinach (*Spinaciaoleracea* L.) **Food Chemistry**, London, v. 108, n.2, p.649-656, 2008.

CAMPOS, D. C. P.; SANTOS, A.S.; WOLKOFF, D.B.; MATTA, V.M.; CABRAL, L.M.C.; COURI, S. Cashew apple juice stabilization by microfiltration. **Desalination**, v. 148, n. 1-3, p. 61-65, 2002.

CAMPOS, F. M., MARTINO, H. S.D., SABARENSE, C. M., PINHEIRO-SANT'ANA. H. M., Estabilidade de compostos antioxidantes em hortaliças processadas: uma revisão. **Alimentos e Nutrição**. Araraquara v.19, n.4, p. 481-490, out./dez. 2008.

CANUTO, G. A., XAVIER, A. A. O., NEVES, L. C., BENASSI, M. T. Caracterização físico química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol. 32,p-1196–1205.2010.

CARDOSO, A.V. **Concentração dos compostos bioativos da polpa de caju através da tecnologia de separação por membranas**. Campinas, SP. 2010.198f. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos.

CARDOSO, L. M., MARTINO, H. S. D., MOREITA, A. V. B., RIBEIRO, S. M. R., SANT'ANA, H. M. P. Cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) of the Cerrado of Minas Gerais, Brazil: Physical and chemical characterization, carotenoids and vitamins. **Food Research International**, v. 44, p-2151–2154. 2011.

CARVALHO, P. G. B. de; MACHADO, C. M. M.; MORETTI, C. L.; FONSECA, M. E. de N. Hortaliças como alimentos funcionais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 24, n. 4, p. 397-404, out./dez. 2006.

CARVALHO, J. M.; MAIA, G. A.; FIGUEIREDO, R. W.; BRITO, E. S.; RODRIGUES, S. Storage stability of a stimulant coconut water-cashew apple juice beverage, **J. Food Process. Preserv**, Westport, Conn, v. 31, n. 1, p. 178–179,2007.

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

CASTRO, M. M.; OLIVEIRA J. P.; MAGALHÃES JUNIOR M. J.; ASSUNÇÃO E. A. O.; BRASIL A. P.; RABELO. F.L.A; VALE, C. H. B. Análise química, físico-química e

microbiológica de suco de frutas industrializados. **Diálogos e Ciência – Revista da Rede de Ensino FTC**. Ano V, n. 12. Dez. 2007.

CHAIKHAM, P., APICHARTSRANGKOON, A., Comparison of dynamic viscoelastic and physicochemical properties of pressurised and pasteurised longan juices with xanthan addition. **Food Chemistry**. v.134, p.2194–2200. 2012.

CHIPLEY, J. R. Sodium benzoate and benzoic acid. In: DAVIDSON, P. M.; BRANEN, A. L. (Eds.). *Antimicrobials in foods*. New York: Marcel Dekker, 1993. p. 11-48, 1993.

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

CIANCI, F. C.; SILVA, L.F.M.; CABRAL, L.M.C.; MATTA.V.M. Clarificação e concentração de suco de caju por processos com membranas. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 25, n.3,p.579-583.Sept.2005.

CLERICI, M. T. P. S.; CARVALHO-SILVA. L. B. Nutritional bioactive compounds and technological aspects of minor fruits grown in Brazil. **Food Research International**. v.44 p-1658–1670, 2011.

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.

CODEX ALIMENTARIUS: norma general delcodex para zumos (jugos) y néctares de frutas. 2005. Codex Stan 247. 21 p. Disponível em: [http://www.codexalimentarius.net/download/standards/10154/CXS\\_247s.pdf](http://www.codexalimentarius.net/download/standards/10154/CXS_247s.pdf). Acesso em: 22 abril. 2012.

CONTRERAS-CALDERON J.; CALDERON-JAIMES L.; GUERRA-HERNANDEZ E.; GARCIA-VILLANOVA B. Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. *Food Research International*., v. 44, n. 7, p. 2047–2053, 2011.

CORONEL,P., SIMUNOVIC, J., SANDEEP, K.P.,CARTWRIGHT, G.G.,KUMAR, P. Sterilization solutions for aseptic processing using a continuous flow microwave system. **Journal of Food Engineering**. v. 85 p. 528–536,2008.

CORREA NETO, R. S.; FARIA, J. A. F. Fatores que influem na qualidade do suco de laranja. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 19, n. 1, Jan. 1999.

CORREIA,L.F.M.;FARAONI.A.S.,Helena .;SANT’ANA.H.M. Efeitos do processamento industrial de alimentos sobre a estabilidade de vitaminas. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v.19, n.1, p. 83-95, jan./mar. 2008

COSTA, M. C.; MAIA, G. A.; SOUZA, M. S. M. F.; FIGUEIREDO, R.W.; NASSU, R. T.; MONTEIRO, J. C. S. Conservação de polpa de cupuaçu [*Theobroma grandiflorum* (Willd. ExSpreng.) Schum] por métodos combinados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 213-215, 2003.

COSTA, M. C. O.; MAIA, G. A.; LIMA, J. R.; SOUZA FILHO, M. de S. M. de; 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. **Resumos**. Fortaleza, SBCTA, 2000. v. 2, p (6)53.

COSTA, M. C. O.; MAIA, G. A.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUZA FILHO, M. de S. M ; BRASIL, I. M. Storage stability of cashew apple juice preserved by hot fill and aseptic processes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. vol.23, suppl.0, p.106-109,Campinas Dec. 2003.

COSTA, M.C.O. **Estudo da estabilidade do suco de caju (*Anacardium occidentale* L.) preservado pelos processos *hot fill* e asséptico**. Fortaleza: UFC, 1999. 79f. (Dissertação de Mestrado em Tecnologia de Alimentos).

DE MARCHI, R. **Bebida de maracujá natural “light” pronta para beber: formulação, produção e estudo de vida-de-prateleira**. Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas. 2006. 206f. (Tese, Doutorado em Alimentos e Nutrição).

DHILLON, G.S.; BRAR, S.K.; VERMA, M.; TYAGI, R.D. Recent advances in citric acid bio-production and recovery. **Food and Bioprocess Technology** . v.4, n.4, p.505–529.2011a.

DHILLON, G.S.; BRAR, S.K.; VERMA, M. Citric acid: an emerging substrate for the formation of biopolymers. In: Polymer Initiators. **Nova Science Publishers**, Inc., NY, USA, v.4, p.133–162, 2011b.

DIAS, D. R.; SCHAWAN, R. F; LIMA, L. C. O. Metodologia para elaboração para fermentado de cajá (*Spondias lutea* L). **Cienc. Tecn. Alimen.**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 342-350, 2003.

ELES-MARTÍNEZ, P.; MARTÍN-BELLOSO, O. Effects of high intensity pulsed electric field processing conditions on vitamin C and antioxidant capacity of orange juice and gazpacho, a cold vegetable soup. **Food Chem.**, v.102, n.1, p.201-209, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, **Sistemas de Produção**, 1, 2007. ISSN 1678-8702.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos**, 2ª ed., São Paulo: Editora Atheneu, 2000. 652p.

EVANGELISTA, R. M.; VIEITES, R. L. Avaliação da qualidade de polpa de goiaba congelada, comercializada na cidade de São Paulo. **Revista Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 76-81. 2006.

FELLOWS, P.. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 2. ed. Porto Alegre, RS: ArtMed, 2006. 602 p.

FERNANDES, A. G.; SANTOS, G. M.; SILVA, D. S.; SOUSA, P. H. S.; MAIA, G. A.; FIGUEIREDO, R. W. Chemical and physicochemical characteristics changes during passion fruit juice processing. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** v.31, n.3, p. 747-751, 2011.

FERRAREZI, A.C. **Interpretação do consumidor, avaliação da intenção de compra e das características físico-químicas do néctar e do suco de laranja pronto para beber**. Araraquara: Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. 2008. 120f. (Dissertação, Mestrado em Ciência dos Alimentos).

FIGUEIREDO, R. W.; LAJOLO, F. M.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C. Physical - chemical changes in early dwarf cashew pseudofruits during developments and maturation. **Food Chemistry**, v. 77, n. 3, p. 343-347, 2002.

FIGUEIREDO, R. W. **Desenvolvimento, maturação e armazenamento de pedúnculos de cajueiro anão precoce CCP-76 sob influência do cálcio**. 2000. 149f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). 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.

FILGUEIRAS, H.A.C; ALVES, R.E.; MOSCA, J.L.; MENEZES, J.B. Cashew apple for fresh consumption: research on harvest and post-harvest technology in Brasil. **Acta Horticulturae**, n.485, p. 155-160, 1999.

FONSECA, A. V. V. **Estabilidade do suco de caju (*Anacardium occidentale* L.) acondicionado em embalagens de vidro e de PET**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010. 91f.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, **Faostat**: statistics division online databases: Disponível em: <. Acesso em: 03 de agosto. 2012.

FRANCO, G. **Tabela de composição química de alimentos**. Ed. Atheneu, 9º ed., São Paulo, 1999, 95 p.

FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2005. 182p.

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, 2006.

FRÍAS, I.; ALVAREZ, R.; SIERRA, A.; HARDISSON, A. Aspectos Bromatológicos y Toxicológicos de los Conservantes Benzoico y Sorbico. **Alimentaria**, Madrid, v. 273, p.109-114, 1996.

GADELHA, A. J. F.; ROCHA, C. O.; VIEIRA, F. F.; RIBEIRO, G. N. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de abacaxi, acerola, cajá e caju. **Revista Caatinga**, v.22, n.1, p.115-118, 2009.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS J. R. G. **Tecnologia de Alimentos: princípios e aplicações**. São Paulo, Nobel, 2008, 511p.

GIRARD, B.; FUKUMOTO, L. R. Membrane process of fruit juices and beverages: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. v. 40, n.2, p. 91 - 157, 2000.

GONDIM, J. A. M., MOURA, M.F., DANTAS, A.S., MEDEIROS, R. L.S., SANTOS, M. K., Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.25,n.4,p.825-827, 2005.

GRANGEIRO, A. A.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIREDO, R. M. F.; MATA, M. E. R. M. C. Viscosidades de polpas concentradas de figo-da-índia. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 2, p. 219-224, 2007.

GRAUMILICH, T. R., MARCY, J. E.; ADAMS, J. P. Aseptically packaged orange juice and concentrate: a review of the influence of processing and packaging conditions on quality, **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v. 34, n. 3, p.402-405, 1986.

GUTZEIT, D., WINTERHALTER, P., JERZ, G. Nutritional assessment of processing effects on major and trace element content in sea buckthorn juice (*Hippo-phaërhamnoides* L. ssp. rhamnoides). **Journal of Food Science**, v.6, n.73, p. 97-102, 2008.

GÜLÇİN, I.; HUYUT, Z.; ELMASTAS, M.; ABOUL-ENEIN, H. Y. Radical scavenging and antioxidant activity of tannic acid. **Arabian Journal of Chemistry**. v. 3, p. 43–53, 2010.

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.

IAL- Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 6. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.1020p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**, Rio de Janeiro, v. 37, p.1-91, 2010.

IBGE. (2009). **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**.  
<<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=ce&tema=lavourapermanente2007>>.  
Acessado:30.09.2012.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Estudo nacional da despesa familiar: tabelas de composição de alimentos**. 5° ed., Rio de Janeiro, 1999.

ICIER, F., YILDIZ, H., BAYSAL, T. Peroxidase inactivation and colour changes during ohmic blanching of pea puree. **Journal of Food Engineering**. v.74, p. 424–429.2006.

International Federation of Fruit Juice Producers. **IFFJP Analysis**. Determination of centrifugable pulp. n.60, 1991.

JAY, J. M. **Microbiologia de Alimentos**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed and Hall, 2005. 711p.

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.

JÚNIOR, J. A. D.; BEZERRA, F. C. Qualidade de pedúnculo de cajueiro anão precoce cultivado sob irrigação e submetido a diferentes sistemas de condução e espaçamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, n. 1, v. 24, p. 258-262, 2002.

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, 2000.

KAWASE, K.Y.F.; COELHO, G.L.V.; LUCHESE, R.H.L. Uso de conservadores ácido benzóico e benzoato de sódio no controle de *Alicyclobacillus acidoterrestris* em suco de laranja. **Revista de Ciências da Vida**, Seropédica, RJ: EDUR, v. 28, n. 2, p. 53-62, 2008.

KAWASE, K.Y.F.; COELHO, G.L.V.; LUCHESE, R.H.L. Uso de ácido benzóico micronizado na conservação de suco de laranja. **Braz. J. Food Technol.**, VII BMCFB, junho 2009.

KILCAST, D.; SUBRAMANIAM, P. **The stability and shelf-life of foods**. Cap. 1. Introduction. CRC Press: Boca Raton, 2000. 340p.

KIM, D. O., LEE, K. W., LEE, H. J., LEE, C. Y. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, n.13, p-3713–3717, 2002.

KIMBLE, C.H. Chemical food preservatives. In : BLOCK S.S. (Ed).Desinfection, Sterilization and Preservation. Philadelphia: Lea e Febiger. Cap.41, p.834-858. 1997.

KLIMCZAK, I., MALECKA, M., SZLACHTA, M., GLISZCZYNSKA-SWIGLO, A. Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.20,n.3–4, p-313–322,2007.

KONCZAK, I. ROULLE, P. Nutritional properties of commercially grown native Australian fruits: Lipophilic antioxidants and minerals. **Food Research International** v.44, p-2339–2344, 2011.

KONICA MINOLTA. Konica Minolta Sensing Inc. **Precise color communication Color control from perception to instrumentation**. Daisennishimachi, Sakai. Osaka, Japan. p.59, 1998 .

KUBO, I; MASUOKA, N.; HÁ, T. J.; TSUJIMOTO, K. Antioxidant activity of anacardic acids. **Food Chemistry**, London, v. 99, n. 3, p. 555-562, 2006.

KUMAR, P.; CORONEL, P.;TRUONG, V. D.;SIMUNOVIC, J.;SWARTZEL, K.R.; SANDEEP, K. R.;CARTWRIGHT, G. Overcoming issues associated with the scale-up of a continuous flow microwave system for aseptic processing of vegetable purees. **Food Research International**. v. 41, p.454–461.2008.

LABUZA , T . P . The properties of water in relationship to water biding in food: a review. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v.1, n.2, p. 167-190, 1997.

LAVINAS, F. C.; ALMEIDA, N. C.; MIGUEL, M. A. L.; LOPES, M. L. M.;VALENTE-MESQUITA, V.L. Study of the chemical and microbiological stability of cashew apple juice in different storage conditions. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.4, p.875–883.2006.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 3 ed. São Paulo: ARTMED, 2011.

LIMA, R. M.T., FIGUEIREDO, R. W., MAIA, G.M., SOUSA, P. H. M., FIGUEIREDO, E. A. T., RODRIGUES, C. S., Estabilidade química, físico-química e microbiológica de polpas de acerola pasteurizadas e não-pasteurizadas de cultivo orgânico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.2, p.367-37, 2012.

LIMA, M. A. C; ASSIS, J.D; NETO, L,G. Caracterização da qualidade de suco de laranja industrializado. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 18, n.1, p.95-104, 2000.

LIMA, A. C.; GARCÍA, N.H.P.; LIMA, J. R. Obtenção e caracterização dos principais produtos do caju. **Boletim CEPPA**, v.22, n.1, p.133-144, 2004.

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

LOZANO, J. E. Color, turbidity, and other sensorial and structural properties of fruits and fruit products. In *Fruit manufacturing: Scientific basis, engineering properties, and deteriorative reactions of technological importance* (pp. 99–132). **New York: Springer**. 2006.

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.

MAHAN, L.K.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia**. 9° ed., São Paulo: Roca, 1998. 356 p.

MAIA, G. A.; SOUZA, P. H. M.; LIMA, A. S.; CARVALHO, J. M.; FIGUEIREDO, R.W. **Processamento de Frutas Tropicais**. Fortaleza: Edições UFC, 2009. 277p.

MAIA, G. A.; SOUZA, P. H. M.; LIMA, A. S. **Processamento de Sucos de Frutas Tropicais**. Fortaleza: Edições UFC, 2007. 320p.

MAIA, G. A.; LIMA A. S.; FREITAS, C. A. S. Aplicações do dióxido de enxofre na manutenção da qualidade de sucos de frutas tropicais. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**. Campinas, v. 65, n. 1, p. 1-6, 2006.

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, p. 272 – 278, 2004.

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.

MARTINS, V. B. **Perfil sensorial de suco tropical de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum) com valor calórico reduzido**. Campinas, 2008. 141f. Tese (Doutorado em

Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

MARX, F.; LICHTENTHÄLER, R.; RODRIGUES, R. B.; PAPAGIANNPOULOS, M.; MAIA, J. G. S. Evaluation of the total oxidant scavenging capacities of acai (*Euterpe oleracea*) and cashew apple (*Anacardium occidentale*) juices and identification of the active compounds by LCMS. In: SLACA, 5, 2003, Campinas. **Anais**. Campinas: UNICAMP, 2003.

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

MELO-CAVALCANTE, A.A.C.; RÜBENSAM, G.; PICADA, J.N.; SILVA, E.G.; MOREIRA, J.C.F.; HENRIQUES, J.A.P. Mutagenic evaluation, antioxidant potential and antimutagenic activity against hydrogen peroxide of cashew (*Anacardium occidentale*) apple juice and cajuína. **Environmental and Molecular Mutagenesis** v.41, p.360-369, 2003.

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

MERCADANTE, A. Z., ASSUNÇÃO, R. B. Carotenoids and ascorbic acid from cashew apple (*Anacardium occidentale* L.): variety and geographic effects. **Food Chemistry** v.81 p.495–502, 2003a.

MERCADANTE, A. Z., ASSUNÇÃO, R. B. Carotenoids and ascorbic acid composition from commercial products of cashew apple (*Anacardium occidentale* L.). **Journal of Food Composition and Analysis** v.16 p-647–657, 2003b.

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.

MIGLIO, C.; CHIAVARO, E.; VISCONTI, A.; FOGLIANO, V.; PELLEGRINI, N. Effects of different cooking methods on nutritional and physico-chemical characteristics of selected vegetables. **J.Agric. Food Chem.**, v.56, n.1, p. 139–147, 2008.

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

MILLET, V.; VIVAS, N.; LONVAUD-FUNEL, A. Évolution de la micro-flore bactérienne des vins rouges pendant l'élevage en barriques. **Journal Science and Technology**. Tonnellerie, v.1, p.123-135, 1995.

MILLET, V.; LONVAUD FUNEL, A. The effect of sulphur dioxide on microorganisms during the ageing of red wines. **J. Sci. Tech.** Tonnellerie, v.5, p.37-45, 1999.

MIRANDA, M. R. A. **Alterações fisiológicas e histológicas durante o desenvolvimento, maturação e armazenamento refrigerado do sapoti (*Mamilkara zapota* L. Von Royen).** 2002. 149 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Departamento de Fitotecnia, Fortaleza, 2002.

MODA, E. M., SPOTO, M. H. F., HORII, J., ZOCCHI, S. S. Uso de peróxido de hidrogênio e ácido cítrico na conservação de cogumelos *pleurotus sajor-caju* in natura. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.2, n.25, p.291-296, 2005.

MONTEIRO, M.; AMARO, A. P.; BONILHA, P. R. M. Avaliação físico-química e microbiológica da polpa de maracujá processada e armazenada sob refrigeração. **Alimentos e Nutrição.** Araraquara, v. 16, n. 1, p. 71-76, 2005.

MORALES-DE LA PEÑA, M.; SALVIA-TRUJILLO, M.L.; ROJAS-GRAÜ, M.A.; MARTÍN-BELLOSO, O. Impact of high intensity pulsed electric fields or heat treatments on the fatty acid and mineral profiles of a fruit juice soymilk beverage during storage. **Food Control**, v. 22, p-1975-1983, 2011.

MORAIS, A. S.; MAIA, G. A.; FIGUEIREDO R. W.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MOURA, C. F. H.: Armazenamento refrigerado sob atmosfera modificada de pedúnculos de cajueiro-anão-precoce dos clones CCP-76, 157, 183 e 189. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal,- SP, v. 24, n. 3, p. 647-650, 2002.

MOREIRA, A.A. **O cajueiro: vida, usos e estórias.** Fortaleza: A.A.Moreira, 2002, 160 p.

MORGANO, M.A.; QUEIROZ, S.C.N.; FERREIRA, M.M.C. Determinação dos teores de minerais em sucos de frutas por espectrometria de emissão óptica em plasma indutivamente acoplado (ICP-OES). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n. 3, p.344-348, 1999.

MOSQUEDA-MELGAR, J. RAYBAUDI-MASSILIA, R. M. MARTÍN-BELLOSO, O. Microbiological shelf life and sensory evaluation of fruit juices treated by high-intensity pulsed electric fields and antimicrobials. **Food and Bioproducts Processing**. v. 90 p.205–214, 2012.

MOURA, C. F. H.; ALVES, R. E.; PAIVA, J. R.; FIGUEIREDO, R. W.; FILGUEIRAS, H. A. C.; QUEIROZ, D. L. Avaliações físicas e físico-químicas de frutos de clones de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 38, n. 1, p. 52-57, 2007.

MOURA, S. C. S. R.; FRANÇA, V. C. L.; LEAL, A. M.C. B. Propriedades termofísicas de soluções-modelo similares a sucos - parte III. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 3, p. 454-459, 2005.

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.

NINDO, C. I., POWERS, J. R., E TANG, J. Influence of refractance window evaporation on quality of juices from small fruits. **LWT. Food Science and Technology**, v.40, n.6, p.1000-1007, 2007.

NOGUEIRA, F. S.; FERREIRA, K.S.; CARNEIRO JUNIOR, J. B.; PASSONI, L. C. Minerais em melados e em caldos de cana. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** v.29, n.4, p. 727-731, 2009.

OLIVEIRA, V.H.; ANDRADE, A.P.S. **Produção integrada de caju**. Abrindo portas para a qualidade. Caderno de campo. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 2004.

OETTERER, M.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Barueri, São Paulo, Manole, 2006, 612p.

ORDONEZ PEREDA, J.A. Tecnologia de Alimentos, v.1, Componentes dos Alimentos e Processos. Porto Alegre: Artmed, 2005, 294p.

PAIVA, F.F. A.; GARRUTTI, D.S.; SILVA NETO, R.M.S. **Aproveitamento Industrial do Caju**. Série Documentos, 38. Fortaleza: Embrapa/Sebrae-CE, 2000. 88p.

PAIVA, S. R.; HERINGER, A. P.; FIGUEIREDO, M. R.; KAPLAN, M. A. C. Taninos condensados de espécies de plumbaginaceae. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 9, n.1, p.153 - 157, jan./dez. 2002.

PATARO, G.; DONSI, D.; FERRARI, G. Aseptic processing of apricots in syrup by means of a continuous pilot scale ohmic unit. **LWT - Food Science and Technology**. v.44 p.1546-1554. 2011.

PEREIRA, C. Q.; LAVINAS, F. C.; LOPES, M. L. M.; VALENTE-MESQUITA, V. L.; Industrialized cashew juices: variation of ascorbic acid and other physicochemical parameters. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.28, suppl., p 266-270. 2008.

PEREIRA, J. M. A. T. K.; OLIVEIRA, K. A. M.; SOARES, N. F. F.; GONÇALVES, M. P. J.;PINTO, C. C. L. O.;FONTES E. A. F.Avaliação da qualidade físico-química, microbiológica e microscópica de polpas de frutas congeladas comercializadas na cidade de Viçosa-MG. **Alimentos e Nutrição**. Araraquara, v.17, n.4. p.437-442. 2006.

PERYAM, D.R.; PILGRIM, P.J. Hedonic scale method for measuring food preferences.**Food Technology**, Chicago, v. 11, p. 9-14, 1957.

- PETINARI, R. A.; TARSITANO, M. A. A. Cashew (*Anacardium occidentale* .) commercialization in northwest of São Paulo state. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n.3, p. 697-699, 2002.
- PINELI, L. L. O. Processamento mínimo de batata. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3., 2004, Viçosa. Palestras... Viçosa: UFV. p. 71-81.2004.
- 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.
- PIRILLO, C. P.; SABIO, R. P. 100% suco: nem tudo é suco nas bebidas de frutas. **Hortifruti Brasil**, Piracicaba, v. 8, n. 81, p. 6–13, 2009.
- PLAZA, L., SÁNCHEZ-MORENO, C., ANCOS, B., ELEZ-MARTÍNEZ, P., MARTÍN-BELLOSO, O., M. PILAR CANO, M. Carotenoid and flavanone content during refrigerated storage of orange juice processed by high-pressure, pulsed electric fields and low pasteurization. **LWT - Food Science and Technology**. v. 44, p. 834-839.2011.
- PRADO, G.M., **Elaboração e estabilidade de bebidas formuladas a base de polpa de caju (*Anacardium occidentale*, L.) e mel de abelha (*apis mellifera*)**. 2010.91f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.
- QUEIROZ, C.; SILVA, A.J.R.; LOPES, M.L.M.; FIALHO, E.; VALENTE-MESQUITA, V.L. Polyphenol oxidase activity, phenolic acid composition and browning in cashew apple (*Anacardium occidentale*, L.) after processing. **Food Chem.**, v. 125, n.1, p. 128–132, 2011.
- QUEIROZ, C.; LOPES, M.L.M.; FIALHO, E.; VALENTE-MESQUITA, V.L. Changes in bioactive compounds and antioxidant capacity of fresh-cut cashew apple. **Food Research International**. v. 44, n.5. p.1459–1462, 2011a.
- 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.
- RAWSON, A.; PATRAS, A.; IWARIB, K.; NOCI, F.; KOUTCHMA, T.; BRUNTON, N. Effect of thermal and non thermal processing technologies on the bioactive content of exotic fruits and their products: Review of recent advances. **Food Research International**. v.44 p.1875–1887. 2011.
- REMACHA, J. E.; IBARZ, A.; GINER, J. Evolución del color, por efecto de la temperatura, en pulpas de fruta. **Alimentaria**, Madrid, n. 234, p. 59-68, 1992.

RENO, M.J.; PRADO, M.E.T.; RESENDE, J.V. Microstructural changes of frozen strawberries submitted to pre-treatments with additives and vacuum impregnation. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** Campinas, v. 31, n. 1, p. 247-256. 2011.

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, 2008.

RIBÉREAU-GAYON, P.; DUBOURDIEU, D.; DONECHE, B.; LONVAUD-FUNEL, A. *Traité D'Oenologie. Tome I. Microbiologie du Vin- Vinifications*, 2e Édition, Ed. Dunod, Paris, 640p., 1998.

RODRIGUES, M. G. V. **Produção e mercado de frutas desidratadas**. Portal TODA FRUTA.2004.Disponível em: [http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp?conteudo=6687](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=6687)>. Acesso em: 25/03/2012.

ROZANE, D.E.; DAREZZO, R.J.; AGUIAR, R.L.; AGUILERA, G.H.A.; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Manga: produção integrada, industrialização e comercialização**. Viçosa: UFV, 2004. p.199-231.

ROY, M.K.; TAKENAKA, M.; ISOBE, S.; TSUSHIDA, T. Antioxidant potential, anti proliferative activities, and phenolic content in water-soluble fractions of some commonly consumed vegetables: Effects of thermal treatment. **Food Chem.**, London, v.103, n.1, p.106-114, 2007.

RUFINO, M. S. M., FERNANDES, F. A. N., ALVES, R. E., BRITO, E. S. Free radical-scavenging behavior of some North-east Brazilian fruits in DPPH system. **Food Chemistry**, v.114, p- 693–695.2010a.

RUFINO, M. S. M., ALVES, R. E., BRITO, E. S., JIMÉNEZ, J. P., CALIXTO, F. S., FILHO, J. M. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, p- 996–1022, 2010b.

RUTLEDGE, P. Production of nor fermented Fruit Products. In: ARTHEY, D.; ASHURST, P.R. **Fruit Processing: nutrition, products and quality management**. 2º ed., Garthersburg-Maryland: ASPEN PUBLICATION, p. 85-109, 2001.

SALTON, M. A.; DAUDT, C. E.; RIZZON, L. A. Influência do dióxido de enxofre e cultivares de videira na formação de alguns compostos voláteis e na qualidade sensorial do destilado de vinho. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** v.20 n.3. 2000.

SAMPAIO, T.M.T. **Estudo dos sucos límpidos simples, concentrado e reconstituído de caju (*Anacardium occidentale* L.)**. 1990. 172f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1990.

SAMMEL, L. M. CLAUS, J. R. Citric acid and sodium citrate effects on pink color development of cooked ground turkey irradiated pre- and post-cooking. **Meat Science**. v.72, p. 567–573.2006;

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

SANCHO, S.O.; MAIA, G.A.; FIGUEIREDO, R.W.; RODRIGUES, S.; SOUSA, P.H.M. Alterações químicas e físico-químicas no processamento de suco de caju (*Anacardium occidentale*L.). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 27, n. 4, p. 878-882, 2007.

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. **Cienc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 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.

SANTOS, M. A. T.; ABREU, C. M. P.; CARVALHO, V.D. Efeito de diferentes tempos de cozimento nos teores de minerais em folhas de brócolis, couve-flor e couve (*Brassica oleracea* L.). **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 27, n. 3, p. 294-301, 2003 .

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

SAS Institute, Inc. **SAS User's Guide**: version 8.1, Cary, NC: SAS Institute, 2006.

SAURA-CALIXTO, F., GOÑI, I. Antioxidant capacity of the Spanish Mediterranean diet. **Food Chemistry**, v.94, p- 442–447, 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, R. A.; MAIA, G. A.; COSTA, J. M. C.; RODRIGUES, M. C. P. ; FONSECA, A. V. V.; SOUSA, P. H. M.; CARVALHO, 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, V. K. L.; FIGUEIREDO, R. W.; BRITO, E. S.; MAIA, G. A.; SOUSA, P.H.M.; FIGUEIREDO, E. A. T.; Estabilidade da polpa do bacuri (*Platonia insignis* Mart.) congelada por 12 meses. **Ciênc. agrotec.** v. 34, n.5,p. 1293-1300.2010.

SILVA, M. F. G.; **Atributos de qualidade de abóbora (*Cucurbita moshata* cv. Leite) obtida por diferentes métodos de cocção.** 2012. 81f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

SILVERA, S. A. N., E ROHAN, T. E. Trace elements and cancer risk: a review of the epidemiologic evidence. **Cancer Causes and Control**, v.18 (1), p.7-27. 2007.

SIPOLI, C. C.; ARAKI, C.; OLIVEIRA, A. N.; SCAMATTI, M. A.; BARROS, S. T.D. CONCENTRAÇÃO DO SUCO DE MARACUJÁ VISANDO À RETENÇÃO DOS AROMAS POR PROCESSO COM MEMBRANAS. **VIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica** 27 a 30 de julho de 2009. Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.2009.

SISTRUNK, W. A.; CASH, J. N. Processing factors affecting quality and storage stability of Concord grape juice. **J. Food Sci.**, Chicago, v. 39, p. 1120-1123, 1974.

SOARES, J.B. **O Caju** - Aspectos Tecnológicos. Fortaleza: BNB, 1986. 256p.

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

SOLIVA, R.C.; ELEZ, P.; SEBASTIAN, M.; MARTIN, O.; Evaluation of rowning effect on avocado puree preserved by combined methods. **Innovative Food Science e Emerging Technologies** v. 1 p.261-268, 2001.

SOUZA FILHO, M. S. M.; LIMA, J.R.; SOUZA, A. C. R.; SOUZA NETO, M.A.; COSTA, M.C. Effect of bleaching, osmotic process, heat treatment and storage on ascorbic acid stability of cashew apple processed by combined methods. **Ciênc. Tecnol. Alim.**, v.19, n. 2, p.211-213, 1999.

SOUSA, P. H. M.; **Desenvolvimento de néctares mistos de frutas tropicais adicionados de *Ginkgobiloba* e *Panax ginseng***, 2006. 134 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

SOUZA, G. C., CARNEIRO, J, G., GONSALVES, H, R.O., Qualidade microbiológica de polpas de frutas congeladas produzidas no município de Russas – CE. **ACSA - Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Patos – PB, v. 7, n. 3, p. 1–5, 2011.

SOUZA, V. R.; PEREIRA, P. A. P.; QUEIROZ, F.; BORGES, S. V.; CARNEIRO, J. S.; Determination of bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Cerrado Brazilian fruits. **Food Chemistry**, v. 134 p-381–386, 2012.

SUCUPIRA, N.R.; **Avaliação da “carne” básica de caju (*anacardium occidentale*, l.) submetida a diferentes métodos de cocção e aceitação sensorial de novos produtos.** 2012. 89f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

TALASILA, U.; VECHALAPUA, R.R.; SHAIK, K.B. Preservation and shelf life extension of cashew apple juice. **Internet Journal of Food Safety**, v.13, p.275-280, 2011.

TALCOTT, T. S.; HOWARD, R. L. Phenolic autoxidation is responsible for color degradation in processed carrot puree. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v. 47, p. 2109-2115, 1999.

TFOUNI, S.A.V.; TOLEDO, M.C.F. Determination of benzoic and sorbic acids in Brazilian food. **Food Control**, v. 13, p. 117-123, 2002.

TODA FRUTA. **Perspectivas Da Fruticultura Brasileira.** 2008. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br>> Acesso em: 26/01/2012.

TUMPANUVATR.; T., JITTANIT.;W. The temperature prediction of some botanical beverages, concentrated juices and purees of orange and pineapple during ohmic heating. **Journal of Food Engineering** vol.113. p.226–233.2012.

VENTURINI FILHO, W. G.; **Bebidas não alcoólicas: Ciência e Tecnologia.** São Paulo, Editora Blucher, volume 2, 2010. 385p.

VIEIRA, L. M.; SOUSA, M. S. B.; MANCINI-FILHO, J.; LIMA, A.; Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de polpas de frutos tropicais. **Rev. Bras. Frutic.,** Jaboticabal - SP, v. 33, n. 3, p. 888-897, 2011.

VOSS, D.H. Relating colorimeter measurement of plant color to the Royal Horticultural Society colour chart. **Hort Science.** v.27;p.1256–1260.1992.

WALKER, M.; PHILLIPS, C. A. The effect of preservatives on *Alicyclobacillus acidoterrestris* and *Propionibacterium cyclohexanicum* in fruit juice. **Food control**, Oxford, v. 19, n. 10, p. 974-981, 2008.

XIE XL, HU YH, WANG LL, CHEN CQ, HUANG QS, ZHOU HT, CHEN QX. Inhibitory kinetics of citric acid on beta-N-acetyl-d-glucosaminidase from prawn (*Litopenaeus vannamei*). **Fish Shellfish Immunol.** v.29, n.4, p.674-678, 2010

YAHIA, E. M. The Contribution of Fruit and Vegetable Consumption to Human

Health. In L. A. Rosa, E. Alvarez-Parrilla, G. A. Gonzalez-Aguilara (Eds.), *Fruit and vegetable phytochemicals chemistry nutritional value and stability*. Wiley-Blackwell: Hoboken, 2010.

YAMASHITA, F.; BENASSI, M.T.; TONZAR, A.C.; MORIY, 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.

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, n.4, p.503–509.2004.

ZHU, D.; JI, B.; EUM, H. L.; ZUDE, M. Evaluation of the non-enzymatic browning in thermally processed apple juice by front-face fluorescence spectroscopy. **Food Chem.**, London, v. 113, n. 1, p. 272–279, 2009.

ZHU,X., GUO, W., WU, X., Frequency- and temperature-dependent dielectric properties of fruit juices associated with pasteurization by dielectric heating Xinhua Zhu. **Journal of Food Engineering**.v.109, p.258–266, 2012.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A: Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa



Universidade Federal do Ceará  
Comitê de Ética em Pesquisa

Of. Nº 06/12

Fortaleza, 17 de Fevereiro de 2012.

**Protocolo COMEPE nº 315/11**

**Pesquisador responsável:** Virlane Kelly Lima da Silva

**Título do Projeto:** “Estudo da estabilidade da polpa de caju obtida por diferentes métodos de conservação”

Levamos ao conhecimento de V.S<sup>a</sup>. que o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Ceará – COMEPE, dentro das normas que regulamentam a pesquisa em seres humanos, do Conselho Nacional de Saúde – Ministério da Saúde, Resolução nº 196 de 10 de outubro de 1996 e complementares, aprovou o protocolo e o TCLE do projeto supracitado na reunião do dia 16 de Fevereiro de 2012.

Outrossim, informamos, que o pesquisador deverá se comprometer a enviar o relatório final do referido projeto.

Atenciosamente,

Dra. Maria Elisabete Amaral de Moraes  
Vice-Coordenadora do Comitê  
de Ética em Pesquisa  
COMEPE/UFC