

Universidade do Estado do Pará  
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia  
Curso de Tecnologia de Alimento  
Trabalho de Conclusão de Curso



SÉRGIO HENRIQUE BRABO DE SOUSA

**ESTUDO DA ESTABILIDADE DA POLPA DO FRUTO JACAIACÁ  
(*POUPARTIA AMAZONICA (DUCKE) B. L. BURTT & A. W. Hill*).**

Belém  
2014

Sérgio Henrique Brabo de Sousa

**Estudo da estabilidade da polpa do fruto jacaicá (*Poupartia amazonica*  
(Ducke) B. L. Burt & A. W. Hill)**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial  
para obtenção de grau de Tecnólogo  
de Alimentos, da Universidade do  
Estado do Pará.

Orientadora: Orquídea Vasconcelos  
dos Santos

Co-orientadora: Rafaella de Andrade  
Mattietto.

Data de aprovação: \_\_\_/\_\_\_/2014

Banca examinadora:

\_\_\_\_\_:Orientadora

\_\_\_\_\_:Primeiro examinador

\_\_\_\_\_:Segundo Examinador

Belém  
2014



O homem que consagra seus dias  
Com infatigável empenho a honrosos  
Objetivos, traça luminosamente seu destino

**Eduardo Kong**

Aos meus pais e a minha irmã  
Fonte da minha força e das minhas conquistas.

A minha vó, base da minha família

A minha orientadora, Dr<sup>a</sup>. Rafaella

Por terem acreditado no meu potencial.

Dedico

**Sérgio Henrique Brabo de Sousa**

## **Agradecimentos**

Quero agradecer primeiramente a Deus, por ter me dado forças para prosseguir com os meus sonhos. A nossa majestosa Nossa Senhora de Nazaré com seu coração imaculado que a todo momento me sentir protegido em seus braços para realização dos meus sonhos.

Agradeço aos meus pais Raimundo palheta e Ivanete felicidade e a minha irmã Érika Brabo por serem e sempre estarem na minha vida e terem dado todo apoio as minhas conquistas. A minha tia e madrinha Ely por ter ajudado a construir este sonho de uma graduação, ao apoio incondicional da minha tia Maria Jandira.

A minha vó por ter dado todo o carinho do mundo, te amo. As minhas primas e irmãos Gizele e Geovanna, a minha prima do coração Vanessa Brabo, a todos os meus tios e tias e primos (irmãos) que sempre torceram pelo sucesso desse trabalho e o meu.

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que se dispuseram a ajudar a realizar mais esse trabalho como as estagiarias do laboratório de agroindústria da Embrapa Amazônia Oriental: Elaine souza, Blenda Divino, Vanessa pinto e Bianca negrão, as técnicas Lorena Maciel, Conceição e dona Ana. Aos técnicos do laboratório de botânica, por terem ajudado na coleta do material para a identificação, pelos bons momentos compartilhados e grande ajuda na realização do trabalho.

Agradeço a minha orientadora Dr<sup>a</sup> Rafaella Mattietto por ter dado toda a estrutura para a realização do trabalho, pois posso dizer minha madrinha em minha vida acadêmica e profissional, abrindo as portas do mundo científico e guiando meus passos, fazendo com que cada objetivo traçado fosse cumprido, a qual só tenho a agradecer.

A todos os meus amigos, em especial a galera “piração”: Shirliane Aguiar, Salomão Salim, Larissa Lima, Ana Cláudia, Jefynny, Wagner Barreto, Higo Campos, Daniel Trindade, Fagner freire, Ludmilla Salles, Aline Sena, Felipe Pires, Stefany, Lucas, Jessica Gomes, Victória , Paty 11.Hilana, Tatá e as estagiarias do laboratório de alimentos da UEPA.

A EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL pela oportunidade de estágio num ambiente tão amigável e acolhedor que é o laboratório de Agroindústria, com todos os profissionais que forma o quadro de funcionários.

Muito obrigado!

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	- Árvore de jacaiacá ( <i>Poupartia amazonica ducke</i> ) popularmente conhecida como cedro	<b>18</b>
<b>Figura 2</b>	-Tronco da árvore de jacaiacá ( <i>Poupartia amazonica ducke</i> ).	<b>19</b>
<b>Figura 3</b>	-Ramo da árvore de jacaiacá ( <i>Poupartia amazonica ducke</i> ) apresentando frutos (verdes).	<b>20</b>
<b>Figura 4</b>	-Frutos maduros de jacaiacá ( <i>poupartia amazonica</i> )	<b>21</b>
<b>Figura 5</b>	-Estrutura química da vitamina C	<b>26</b>
<b>Figura 6</b>	-Acondicionamento dos frutos no transporte; Recepção dos frutos de jacaiacá no laboratório de alimentos.	<b>28</b>
<b>Figura 7</b>	-Fluxograma de obtenção da polpa do fruto jácaiacá	<b>29</b>
<b>Figura 8</b>	-Sistema de coordenada CIELAB	<b>43</b>
<b>Figura 9</b>	-Acompanhamento das variações de pH	<b>45</b>
<b>Figura 10</b>	- Variação de ácidos titulável (% de ácido cítrico) da polpa de jacaiacá em função do tempo de armazenamento.	<b>46</b>
<b>Figura 11</b>	- Variações dos sólidos solúveis para a polpa de jacaiacá armazenada durante 150 dias a -18°C	<b>47</b>
<b>Figura 12</b>	- Média da relação de sólidos solúveis e acidez titulável da polpa de jacaiacá a -18°C por 150 dias	<b>48</b>
<b>Figura 13</b>	- Acompanhamento dos teores de vitamina C quantificados ao longo da estocagem	<b>50</b>
<b>Figura 14</b>	- Caracterização dos teores de carotenóides na polpa de jacaiacá	<b>51</b>
<b>Figura 15</b>	- Acompanhamento dos teores de compostos fenólicos totais em polpas de jacaiacá congelada	<b>52</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	-Composição físico-química da polpa de jacaíacá (polpa+casca)	<b>34</b>
<b>Tabela 2</b>	-Resultados das análises microbiológicas nas polpas de jacaíacá conservadas a -18°C durante 150 dias	<b>40</b>
<b>Tabela 3</b>	-Avaliação colorimétrica da polpa de jacaíacá	<b>42</b>
<b>Tabela 4</b>	-Acompanhamento das características físico-químicas aos 150 dias de armazenamento da polpa	<b>45</b>
<b>Tabela 5</b>	-Caracterização dos teores de ácido ascórbico, carotenóides e compostos fenólicos na polpa de jacaíacá ao longo do armazenamento a -18°C	<b>49</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>FAO</b>	- Food and Agriculture Organization
<b>UEPA</b>	- Universidade do Estado do Pará
<b>CCNT</b>	-Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
<b>PEBD</b>	- Polietileno de Baixa Densidade
<b>PEAD</b>	- Polietileno de Alta Densidade
<b>RDC</b>	- Resolução da Diretoria Colegiada
<b>AOAC</b>	- Association of Official Analytical Chemists
<b>IAL</b>	- Instituto Adolfo Lutz
<b>NMP</b>	- Número Mais Provável
<b>VET</b>	- Valor Energético Total

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	14
1.1. OBJETIVOS	16
1.1.1. <b>Objetivo geral</b>	16
1.1.2. <b>Objetivos específicos</b>	16
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	17
2.1. FRUTICULTURA NATIVA DA AMAZÔNIA	17
2.2. CARACTERÍSTICAS DO JACAIACÁ ( <i>POUPARTIA AMAZONICA DUCKE</i> )	18
2.3. FRUTOS DE JACAIACÁ	21
2.4. POSSIBILIDADES DE APROVEITAMENTO INDUSTRIAL	23
2.5. QUANTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS	24
2.5.1. COMPOSTOS FENÓLICOS	25
2.5.2. VITAMINA C (ÁCIDO ASCÓRBICO)	26
2.5.3. CAROTENÓIDES	28
<b>3. METODOLOGIA</b>	29
3.1. MATÉRIA-PRIMA	29
3.2. MÉTODOS	29
3.2.1. <b>Obtenção da polpa de jacaiaçá</b>	29
3.2.2. <b>Caracterização físico-química e determinação de compostos bioativos na polpa in natura</b>	31
3.2.3. <b>Análises microbiológicas da polpa do fruto e seu acompanhamento ao longo do armazenamento</b>	33
3.2.4. <b>Caracterização colorimétrica e seu acompanhamento ao longo do armazenamento.</b>	33
3.2.5. <b>Estabilidade da polpa congelada</b>	34
3.2.6. <b>Análise estatística dos resultados</b>	34
<b>4.0. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	35
4.1. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS NA POLPA IN NATURA	35
4.2. ANÁLISE MICROBIOLÓGICAS DA POLPA E SEU ACOMPANHAMENTO AO LONGO DO ARMAZENAMENTO	41
4.3. CARACTERIZAÇÃO COLORIMÉTRICA DA POLPA DE JACAIACÁ E SEU ACOMPANHAMENTO AO LONGO DO ARMAZENAMENTO	43

4.4. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA FRENTE AO ARMAZENAMENTO	46
4.5. ESTABILIDADE DA POLPA CONGELADA COM BASE EM COMPOSTOS BIOATIVOS	50
5.0. CONCLUSÃO	55
<b>6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>56</b>
<b>6. REFERENCIAS</b>	<b>57</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Em todo mundo observa-se um aumento expressivo no consumo de frutas tropicais por suas propriedades nutricionais e funcionalidade, nesse sentido evidencia-se no Brasil um crescimento considerável na importância da fruticultura na pauta de exportação nacional paralela a sua relevância no contexto econômico-social do país.

A fruticultura Brasileira vem assumindo um papel importante neste contexto. O clima e as condições de plantio adequadas, as áreas disponíveis, a industrialização moderna e a forte demanda têm contribuído para o avanço desse setor (LIMA, 2010).

O crescimento da indústria de frutas tem se caracterizado, em grande parte, pela produção de polpas de frutas congeladas, que surge como uma alternativa viável e de baixo custo para viabilizar a oferta de frutos nos períodos de safra e entressafra (AMARO; BONILHO; BOTELHO, 2002).

Inúmeras espécies de frutas amazônicas vêm sendo exploradas, seguindo esta vertente, o araçá-boi (*Eugenia stipitata*) e o tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) que aparecem sendo exploradas com forte demanda para a produção de polpas (MUNIZ et al., 2006), além do camu-camu (*Myrciaria dúbia*), fruta exótica que apresenta boas características tecnológicas e nutricionais, mostra-se com grande potencial econômico capaz de colocá-lo no mesmo nível de importância de outras frutas tradicionais da Amazônia, como o açaí e o cupuaçu aplicando-o para elaboração de sucos, geleias e sorvetes (INPA, 2013).

Diante deste quadro, o jacaíacá mostra-se como uma nova possibilidade de exploração comercial, a partir da agregação de valor na produção de polpas, incrementado a diversidade de frutos amazônicos. No obstante, o fruto jacaíacá é apresentado como um fruto suculento e redondo, apresentando expressiva quantidade de polpa em relação a casca. Segundo Almeida (2002), o jacaíacá, fruto com peso médio de 32g, sabor e aroma que lembram o cajá (*Spondia mombin L.*) possui 17,9% de casca, 58,5% de polpa e 23,6% de semente (endocarpo). Segundo a FAO (1986) o fruto apresenta potencial para a indústria de sorvetes e polpas.

A disponibilidade de matérias-primas sazonais, a exemplo do fruto jacaíacá, para a utilização industrial, mostra que a conservação das frutas em forma de polpa é uma alternativa a ser utilizada, permitindo a disponibilidade o ano todo. Segundo Mendes (2008), a maioria das espécies de frutas, cultivadas ou silvestres, se presta

para a elaboração de polpas, refrescos, néctares e sucos tropicais. O sucesso para a elaboração de um bom produto começa pela qualidade da matéria-prima que lhe dará origem.

Perante estes fatores de grande relevância, a presente pesquisa tem como intuito avaliar a viabilidade de armazenamento da polpa do fruto jacaicá, submetida ao congelamento (-18°C) durante 150 dias, estudando suas características físico-químicas, qualidade microbiológica, modificações colorimétricas e quantificação de compostos bioativos ao longo de sua estocagem.

Promover a agregação de valor aos frutos poucos explorados da flora Amazônica, com vista a um maior aproveitamento e conhecer suas características tecnológicas e funcionais frente a processos de conservação, foco dessa proposta, visa promover o desenvolvimento e expansão de agregação do fruto jacaicá.

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1. Objetivo geral

Determinar as propriedades nutricionais e funcionais do fruto de jacaíacá, avaliando possíveis modificações nestes parâmetros durante a estocagem congelada.

### 1.1.2. Objetivos específicos

- Obtenção da polpa do jacaíacá;
- Determinar a composição nutricional (proteína bruta; resíduo Mineral Fixo; lipídios; Fibras insolúveis; açúcares; carboidratos e valor energético (Kcal/ 100g) da polpa do fruto jacaíacá;
- Analisar e acompanhar as características físico-químicas (pH; acidez total titulável; sólidos solúveis totais) na polpa de jacaíacá durante 150 dias de armazenamento congelada;
- Avaliar e acompanhar possíveis modificações de cor na polpa de jacaíacá durante 5 meses de armazenamento, congelada;
- Avaliar a estabilidade microbiológica da polpa durante o armazenamento, congelada por 5 meses.
- Avaliar e acompanhar os teores de compostos bioativos (vitamina C; carotenóides e compostos fenólicos totais) na polpa de jacaíacá e as modificações ao longo da sua estocagem congelada, por 5 meses.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. FRUTICULTURA NATIVA DA AMAZÔNIA

Na Amazônia, a fruticultura vem se expandindo, principalmente na última década, por meio de diversos produtos regionais que se destacam pelo sabor exótico e diferenciado. É a quarta principal atividade econômica da Região e do ponto de vista socioeconômico é a atividade que apresenta o maior potencial de distribuição de renda em fluxo regular ao longo de cada cadeia produtiva (BASA, 2008).

O potencial agroindustrial das fruteiras exóticas da Amazônia é alto, principalmente em razão de características como sabor, aroma e cor (NEVES, 2014). Souza & Silva (2008) apontam utilizar-se dessas espécies, tanto em condições de ocorrência natural como cultivada já que é tão importante para o beneficiamento das comunidades locais e regionais. Ademais, o desenvolvimento da fruticultura na Amazônia brasileira também se beneficia da possibilidade de implantação de um modelo sustentável de produção, para contribuir com a manutenção e a sustentabilidade da biodiversidade (GAMA-RODRIGUES et al., 2006).

Segundo Rufino (2008), diversas espécies não-tradicionais vem sendo utilizadas pelas populações locais brasileiras, em decorrência do grande potencial de exploração no mercado para consumo *in natura* e ou industrializado. O incremento da exploração econômica de produtos e subprodutos de algumas frutíferas atribuídas a crescente preocupação do consumidor com uma dieta saudável (YAHIA, 2010).

O consumo de frutos nativos e exóticos e seus derivados aumentou significativamente nos últimos anos. Isto se deve ao avanço na tecnologia de alimentos, que torna possível o processamento de frutas e seu armazenamento (SATIM; SANTOS, 2009). Entretanto, com o maior número de investigações científicas acerca da fruticultura nativa da Amazônia, e com a divulgação dos produtos à base dessas frutas exóticas, tanto o consumo como a comercialização podem ser alavancados.

Neste contexto a família botânica Anacardiácea possui diversos representantes que contribuem com relevante importância econômica por fornecer uma grande diversidade de frutos e por possuir uma madeira de boa qualidade, além

de resinas e óleos extraídos de suas sementes e madeira (LACCHIA, 2006; WATSON, DALLWITZ, 2012).

Dentre as espécies de fruteiras nativas da Amazônia com potencial reconhecimento promissor, destacam-se a manga (*Mangifera indica*), o caju (*Anacardium occidentale*) e o taperebá (*Spondias mombin*), inclusive algumas espécies em extinção como o aroeira (*Astronium urundeuva*) e abaraúna (*Schinopsis brasiliensis*), naturais da região da Caatinga (BARROSO et al, 2002; BRASIL, 2008).

A biodiversidade amazônica é composta principalmente por fruteiras nativas, as quais apresentam grande aceitação para consumo *in natura* e de seus subprodutos, principalmente pelos povos da região. As espécies frutíferas utilizadas tanto em ocorrência natural ou cultivadas, em bases sustentáveis também propicia a geração de empregos, renda, serviços e de outras facilidades de cunho social, econômico e ambiental (SOUZA; SILVA, 2008).

Em meio a esse cenário, o fruto jacaíacá da família Anacardiácea, mostra-se como uma possível fonte para novos produtos, podendo ser promissor o potencial mercadológico, principalmente pelo seu sabor exótico, despertando o interesse para frutos exóticos da Amazônia e para o desenvolvimento de processos que agregue valor e permita sua aplicação na indústria alimentícia.

## 2.2. CARACTERÍSTICAS DO JACAIACÁ (*POUPARTIA AMAZONICA DUCKE*)

Jacaíacá (*Poupartia amazonica*), da família Anacardiácea, também conhecida por seu sinônimo *Antrocaryon amazonicum*, é uma árvore rara de desenvolvimento em florestas úmidas e altas de terra firme. Prefere solos argilosos, mas é capaz de se adaptar a solos arenosos facilmente, se houver pouca concorrência (FAO, 1986).

Apesar de rara, é amplamente dispersa em fundos de cobertura arbórea. Em algumas áreas, tornou-se espécie semipionera de vegetação secundária, e em seguida, pequenas massas de 3 a 5 indivíduos que são, obviamente, o resultado de um crescimento espontâneo de sementes de abandono. (FAO, 1986).

A *Poupartia amazonica Ducke* é uma árvore decídua<sup>1</sup>, de porte médio, podendo atingir 30m de altura quando na mata alta; tronco dilatado no terço inferior

---

<sup>1</sup> Planta que perde suas folhas em época de seca, em resposta biológica para minimizar a transpiração.

onde, a casca é fortemente fissurada lembrando o tronco do “cedro” (*Cedrella odorata*) e daí o nome pelo qual é também conhecida a planta; ramos esguios orientados para cima, formando uma copa de cerca de 20-30 m de comprimento (Figura 1) nos indivíduos mais jovens e menores nos adultos; folíolos 2-3 pares e um ímpar, terminal, largo-elíptico, até 12cm de comprimento e 7cm de largura, ápice agudo e base arredondada. Floresce de janeiro a março durante os meses chuvosos e frutifica de maio a julho (FAO, 1986).



Copa da árvore

**Figura 1.** Árvore de jacaiacá (*Poupartia amazonica ducke*), popularmente conhecida como cedro.

Foto: Autor (2013)

Segundo Cavalcante (2010), a planta é dióica; indivíduos femininos com flores de 7-8 mm de diâmetro em panículos ou ráculos<sup>2</sup> até 12cm de comprimento; corola com 5 pétalas e 10 estaminódios fixados por baixo de um disco, ovário com 5 lóculos (Figura 3); indivíduos masculinos com flores menores em panículas maiores, 8-10 estames normais inseridos sob um disco levemente crenado; ovário ausente ou rudimentar.

O tronco e galhos são esbranquiçados, contrastando com o verde-escuro da vegetação (Figura2), por volta do mês de novembro à árvore despoja-se totalmente das folhas, vindo, a seguir, a floração, (LORENZI, 2009; CAVALCANTE, 2010).

---

<sup>2</sup> Tipo de inflorescência em que os pedicelos se inserem em diversos níveis no eixo comum, atingindo diferentes alturas, e cujas flores se abrem sucessivamente na extremidade, conforme este vai crescendo



Tronco com leve dilatação na base

**Figura 2.** Tronco da árvore de jacaiaçá (*Poupartia amazonica ducke*)

Foto: Autor (2013)

Segundo Viana et al. (2011), os frutos de jacaiaçá são drupáceos com 4-5 cm de diâmetro (Figura 3). Quanto ao cultivo e manejo da espécie, FAO (1986), destaca que se escarificadas<sup>3</sup>, as sementes germinam de 20-25 dias e a porcentagem de germinação é geralmente alta.

---

<sup>3</sup> Quebra de dormência da semente, germinação.

Nos dois primeiros anos o crescimento é rápido. Depois desse período o crescimento continua, mas não tão rápido quanto antes. O gênero *Antrocaryon*, assim como a *poupartia*, no qual originalmente foi classificada, é um gênero do velho mundo e o jacaiacá é o único representante deste gênero no novo mundo (FAO, 1986).



**Figura 3.** Ramo da árvore de jacaiacá (*Poupartia amazonica ducke*) apresentando frutos (verdes).

Foto: Autor (2013)

### 2.3. FRUTOS DE JACAIACÁ

O jacaiacá foi primeiramente encontrado no baixo Amazonas, Pará, por Walter Adolfo Ducke em 1922, o qual reconheceu a espécie ser a única representante americana de um gênero (*Poupartia*) do velho mundo. Recentemente a espécie foi encontrada, em estado espontâneo, na zona do salgado (nordeste paraense), onde é bastante conhecida apenas pelo nome de "cedro". Posteriormente outras descobertas confirmaram a ocorrência da espécie em toda a área do baixo Amazonas, até o estuário, e ainda em Mato Grosso (CAVALCANTE, 2010).

O fruto jacaiacá (Figura 4) é uma drupa subpentágona achatada (oblata), cerca de 4-5cm de diâmetro e 2-3cm de altura; casca (epicarpo) amarelado, mesocarpo carnoso, sucoso envolvendo um endocarpo (semente) duro e lenhoso, contendo 5 lóculos unispermos. A fruta cai quando esta amadurece e devem ser recolhida imediatamente para evitar ocorrência de animais selvagens e domésticos.

No entanto, deve ser armazenada durante 2 a 3 dias para chegar à maturação ótima (CORRÊA, 1931; CAVALCANTE, 2010).



**Figura 4.** Frutos maduros de jacaiacá (*Poupartia amazonica ducke*).

Foto: Autor (2013)

Seu sabor é ligeiramente ácido, mas muito bom, e que assemelha-se ao sabor do fruto cajá (*Spondias mombin L.*). A polpa pode ser consumida fresca, mas é mais frequentemente utilizada em produção de suco, e geralmente para dar sabor a sorvetes. Também tem sido utilizado para preparar uma bebida alcoólica muito especial, elaboração de licor (FAO, 1986; LORENZI, 2009; SANTOS et al., 2009; VIANA et al., 2011).

Segundo Almeida (2002) o fruto jacaiacá tem peso médio de 32 g sabor e aroma que se assemelham ao taperebá. A proporção biométrica média do fruto é de 17,9% de casca, 58,5% de polpa e 23,6% de semente (endocarpo). Sua aplicação mostra-se relevante na região natural de onde derivam, sendo os frutos bastante apreciados, especialmente, no preparo de refrescos, bebidas, doces, sorvetes e aperitivos.

A espécie ocorre no Brasil no estado do Acre (NYBG, 2014). Segundo boletim da Fao (1986), a planta ocorre no baixo amazônas perto de Óbido, Pará e no estuário do rio Amazônas. Foi encontrada em cultivo e semi-naturalizada na região sudeste de Belém-pará.

Segundo a FAO (1986), cerca de 30% do fruto é casca e sua polpa (mesocarpo) constitui-se de cerca de 80% de água. A planta foi descoberta pela primeira vez por Adolpho Ducke em 1922.

#### 2.4. POSSIBILIDADES DE APROVEITAMENTO INDUSTRIAL

Diversas espécies frutíferas nativas da Amazônia e pouco difundidas vêm sendo alvo de intensa investigação científica, devendo assim ser apresentadas como alternativas para as novas exigências mercadológicas. Segundo Bastos et al. (2008), a riqueza e a variedade dos frutos amazônicos, bem como seu sabor exótico, sempre despertam o interesse e a curiosidade de muitos. Dessa forma além da demanda mundial por novos sabores, os consumidores buscam ainda frutos nutritivos, saudáveis e principalmente com composição notáveis em compostos bioativos, sendo valorizados como alimentos funcionais.

Paralelo a esses apelos nutricionais/funcionais e mercadológicos há um aumento na popularidade do consumo de frutas “*in natura*” que contenham componentes bioativos entre os mais diversos mercados consumidores, através de apelos comerciais do tipo “ingredientes naturais”, “saudáveis”, “funcionais”, entre outros (SANTOS, WANZELLER, 2005).

Esses frutos, pós-processamento (seleção e despulpamento), podem ser aplicados na produção de polpas ou em técnicas de secagem, desidratação ou em alimentos minimamente processados (BOWLES, DEMIATE, 2006; FERBERG et al., 2006; SANTOS, 2008; SANTOS et al., 2010).

Uma dessas aplicações pode ser observada na pesquisa de Freitas e Leão (2012), na qual foram elaboradas duas formulações de sorvete utilizando a polpa do jacaíacá, o qual obteve resultados positivos em suas análises sensoriais, se mostrando como uma alternativa viável ao processamento do fruto.

Além do potencial para a produção de iogurte, mostrados por Neres et al (2012), a qual a polpa do fruto mostrou-se boa para elaboração de iogurte a partir de leite de búfala, alcançando na avaliação sensorial média de 7,1, valor significativo, pois segundo Dutcosky (2007), um alimento para ser considerado aceitável precisa apresentar em sua avaliação nota igual ou superior a 70%, e segundo os autores constitui uma alternativa para uso na merenda escolar e suplementação alimentar de populações carentes do estado do Pará, por atender parte da sua demanda calórica-proteica.

Sousa et al. (2013) destacam os frutos de jacaíacá para o desenvolvimento de uma formulação de néctar a partir da polpa e casca do fruto, o qual o produto obteve aceitação calculada para os atributos cor, aroma, sabor, acidez e aparência global em torno de 78,66%, 78,22%, 81,55%, 76,77% e 82,88% respectivamente, indicando assim bons resultados.

O conhecimento dessas espécies e a caracterização das propriedades tecnológicas e funcionais desses frutos, em função da própria biodiversidade, ainda constituem um desafio importante para a valorização dos mesmos (LINS, 2006), uma vez que grande número dessas espécies ainda não foi suficientemente estudadas, dificultando a inserção de frutos nativos na dieta alimentar humana.

Apesar dos avanços da fruticultura brasileira, consolidados no aumento da produção, da produtividade e da melhoria na qualidade dos frutos, a participação de frutas nativas e exóticas no cenário da fruticultura nacional e mundial, é praticamente nula em razão do seu caráter essencialmente extrativista (LEDERMAN et al., 2008). Isto pode ser considerado um desperdício tendo em vista o grande potencial produtivo e nutritivo dos frutos amazônicos, que geralmente são conhecidos apenas em sua região de produção, como o jacaíacá.

## 2.5. COMPOSTOS BIOATIVOS EM FRUTAS

Diversas pesquisas vêm sendo realizadas nos diferentes segmentos visando à descoberta de novas fontes nutricionais. A importância funcional desses compostos na saúde humana tem levado inúmeros pesquisadores a realizarem estudos buscando determinar as concentrações destes compostos nos alimentos mais consumidos e em especial as frutas (KARWOWSKI, 2012).

Rocha (2011) enfatiza o estudo na atualidade de compostos fitoquímicos que apresentam um grande interesse nutricional por sua contribuição na manutenção da saúde humana. Estudos científicos têm sido realizados por diferentes autores, demonstrando o conteúdo de compostos bioativos existentes em frutos nativos.

As frutas são fontes significativas de antioxidantes. Neste contexto, o Brasil e destaque, visto que possui uma produção elevada de diferentes variedades de frutíferas, o que é decorrência da extensão do território e sua inserção, em grande

parte, nas zonas de clima tropical e temperado (GRANADA; ZAMIAZI; MENDONÇA, 2004).

Estudos epidemiológicos têm demonstrado o efeito protetor de dietas ricas em frutas e vegetais contra doenças cardiovasculares e certos tipos de câncer, devido, em parte, aos antioxidantes contidos nestes alimentos (RODRIGUES et al., 2004; LIMA et al., 2004; GRANDIS et al., 2005; MELO et al., 2006). Estas respostas, segundo KARWOWSKI (2012) se devem a alguns compostos presentes nestes alimentos, como os compostos fenólicos a vitamina C e os carotenóides.

### 2.5.1. COMPOSTOS FENÓLICOS

Nos últimos anos, pesquisas científicas tem abordado de forma significativa a relação estabelecida entre dieta e saúde. Pesquisadores, cada vez mais, estão centrando-se no papel em que os nutrientes desempenham na manutenção da saúde, especificamente na redução de doenças crônicas não-transmissíveis e degenerativas, oriundas, em sua maioria, da produção excessiva de radicais livres durante os processos metabólicos (MELO et al., 2006).

Oliveira et al. (2011) destaca os compostos fenólicos como interferentes em alvos fisiológicos específicos, modulando a defesa antioxidante, defesa frente a processos inflamatórios e mutagênicos, os quais estão relacionados a várias doenças e não há dúvida de que sejam essenciais para a manutenção da saúde. Além disso, Saxena e Pradhan (2012) estudando os flavonóides e os ácidos fenólicos e a sua ação na saúde humana destaca estes compostos como agentes antioxidantes que atuam com atividade biológica anti-inflamatória, anti-diabética, antiviral, citotóxica e anti-tumoral.

Os compostos fenólicos são substâncias que existem principalmente nas plantas mas que podem também ser provenientes do catabolismo dos aminoácidos. A importância dada a estes compostos deve-se ao fato de muitos possuírem propriedades benéficas para a saúde humana (Marques, *et al.*, 2004). Segundo Su *et al.* (2007), os compostos fenólicos podem atuar como antioxidantes por várias vias, nomeadamente pela eliminação de radicais livres, pela absorção de radicais de oxigênio e como quelantes de íons metálicos. Além disso, apresentam atividade farmacológica, inibem a oxidação lipídica e a proliferação de fungos e participam nos processos responsáveis pela cor, adstringência e aroma de vários alimentos (Soares, 2002).

Farmacologicamente, os compostos fenólicos exibem uma variedade de propriedades benéficas exibem uma variedade de propriedades benéficas à saúde, tais como anti-alérgica, anti-inflamatória, antimicrobiana, antitrombótica, proporcionam benefícios à visão e ajudam na prevenção de diabetes e obesidades (WANG; CAO; PRIOR, 1996; BENAVENTE-GARCIA et al., 1997; HEINONEN; MEYER; FRANKEL, 1998; WANG; JIAO, 2000; PUUPPONEM-PIMIA et al., 2001; MARTINEAU et al., 2006; HAN; SHEN; LOU, 2007; VUONG et al., 2009; HE; GIUSTI, 2010). A maioria dos seus efeitos benéficos, como a prevenção de doenças cardíacas e câncer está relacionado à sua atividade antioxidante (FARIA et al., 2005).

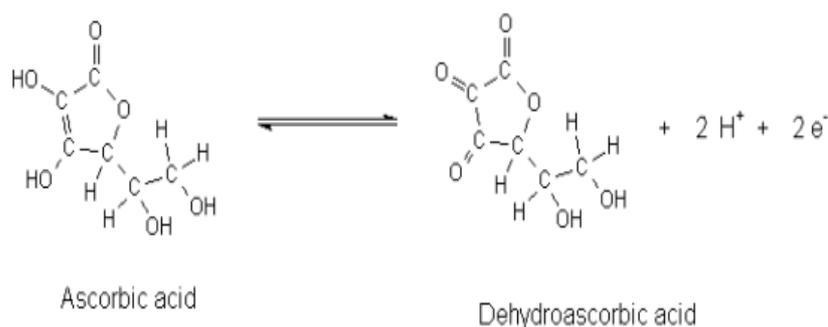
A relação dos compostos fenólicos com o metabolismo e a diminuição dos riscos de algumas patologias deve-se, principalmente, ao seu potencial antioxidante que essas substâncias apresentam (ELISIA et al., 2005).

Estudos atuais vêm evidenciando que os compostos fenólicos são capazes de contribuir para a redução do risco de ocorrências de diversas doenças cancerígenas (ARAUJO et al., 2011), a hipertensão (MEDINA-REMÓN et al., 2011), a hiperglicemia (GONÇALVES et al., 2010), as hipercolesterolêmicas (RIBEIRO et al., 2011) e as doenças cardiovasculares (DALEPRANE et al., 2012).

### 2.5.2. VITAMINA C (ÁCIDO ASCÓRBICO)

A vitamina C, é a primeira linha de defesa contra radicais livres em meio aquoso. Pode atuar contra a peroxidação lipídica de duas maneiras: no plasma sanguíneo, neutralizando radicais livres e com isso, minimizando, por exemplo, o risco de oxidação das lipoproteínas em especial das (lipoproteína de baixa densidade) LDL (McGREGOR e BIESALSKI, 2006; TALAULIKAR e MANYONDA, 2011); além de atuar na regeneração de antioxidantes lipofílicos, agindo em sinergismo com a vitamina E (VERRAX e CALDERON, 2008).

Segundo Cooke et al. (1993) a vitamina C na forma reduzida é conhecida como ácido ascórbico ou L-ascórbico e na forma oxidada como L-dehidroascórbico. O ácido ascórbico é um composto biologicamente ativo, instável facilmente e reversivelmente oxidado a ácido L-dehidroascórbico como observado na Figura 5, também biologicamente ativo (GREGORY III, et al., 1986; ROJAS, et al., 1997).



**Figura 5. Estrutura química da vitamina C**

Fonte: Texeira et al., (2008).

Vannucchi et al. (2012), em seus estudos sobre as funções plenamente reconhecidas de nutrientes, destaca o ácido ascórbico (vitamina C) e sua capacidade redutora fazendo parte de várias reações bioquímicas e sua função biológica. Essa vitamina também pode reduzir espécies reativas de oxigênio. Sua principal função é como cofator de numerosas reações que requerem cobre e ferro reduzidos como antioxidantes hidrossolúveis que atuam em ambientes intra e extracelular.

Aschauer et al. (2014), em seus estudos sobre o efeito de altas doses de vitamina C em terapia sobre a regulação do fluxo sanguíneo, demonstra que a vitamina C normaliza os efeitos prejudiciais dos lipopolissacarídeos na artéria. Segundo os autores, em condições clínicas altas doses de ácido ascórbico estimula a ação dos antioxidantes.

As funções biológicas do ácido ascórbico baseiam-se na sua capacidade de fornecer equivalentes redutores para várias reações de oxidação-redução. Atua principalmente como um cofator para reações que requerem uma redução de metaloenzimas com ferro ou cobre e como protetor antioxidante que atua na fase aquosa intracelular e extracelular. O ácido ascórbico funciona como um antioxidante, *in vitro*, por eliminação das espécies reativas ao oxigênio e daquelas reativas ao nitrogênio (radicais livres), impedindo-as de atacar o colesterol LDL (McEVOY, 2011).

### 2.5.3. CAROTENÓIDES

Os carotenóides formam um dos grupos de pigmentos naturais mais abundantes na natureza. São em geral, responsáveis pelas colorações que vai deste o amarelo ao laranja, na forma de carotenos ou como ésteres de xantofilas, cuja a intensidade de coloração depende da quantidade de pigmento presente (CHITARRA E CHITARRA, 2005).

Carotenoides são os compostos bioativos dos alimentos (CBAs) mais estudados em vários de seus aspectos, incluindo a elucidação de suas propriedades físico-químicas, estabilidade e alterações durante o processamento e estocagem, biossíntese e metabolismo, bem como biodisponibilidade, implicações na saúde humana, e relação entre estrutura e função biológica. Além disso, são amplamente utilizados no desenvolvimento de produtos alimentícios enriquecidos, devido às suas propriedades como corantes naturais, antioxidantes e fontes de vitamina A (ISHIDA & CHAPMAN, 2009).

Estes pigmentos são compostos que apresentam ampla distribuição na natureza, estruturas químicas diversas e funções variadas. Embora sejam micronutrientes, presentes em pequenas concentrações ( $\mu\text{g/g}$ ) estão entre os constituintes alimentícios mais importantes. São também substâncias bioativas, com efeitos benéficos a saúde humana, e alguns deles apresenta atividade pró- vitamina A (RODRIGUEZ-AMAYA, 2008).

Os carotenóides e sua disponibilidade em fontes alimentares depende de múltiplos fatores, alguns deles relacionados às características da matriz alimentar e as propriedades nutricionais desses compostos (VAN HET HOF et al., 2000). Estes fatores segundo García et al. (2012) que condicionam a eficiência da biodisponibilidade de carotenóides a partir de diferentes alimentos e consequentemente os benefícios que poderiam desenvolver.

Atribui-se a esses compostos atividades biológicas. Entre estas, a mais reconhecida é sua função como pró-vitamina A. Contudo, podem-se destacar outras ações, como capacidade antioxidante, filtração da luz solar, facilitação da comunicação celular e atuação na resposta imune. Destacam-se também algumas

associações, como a prevenção de doenças crônicas não transmissíveis, incluindo alguns tipos de câncer (Maiani *et al.*, 2008).

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. MATÉRIA-PRIMA

Foram adquiridos frutos de jacaíacá provenientes do município de São Caetano de Odivelas, no estado do Pará, safra 2013. As amostras foram transportadas em sacos plásticos de polietileno de baixa densidade (PEDB) com fecho hermético da marca ZIPKIKO (Figura 6).



(A)

(B)

**Figura 6.** Acondicionamento dos frutos no transporte (5A); Recepção dos frutos de Jacaiacá no laboratório de alimentos (5B).

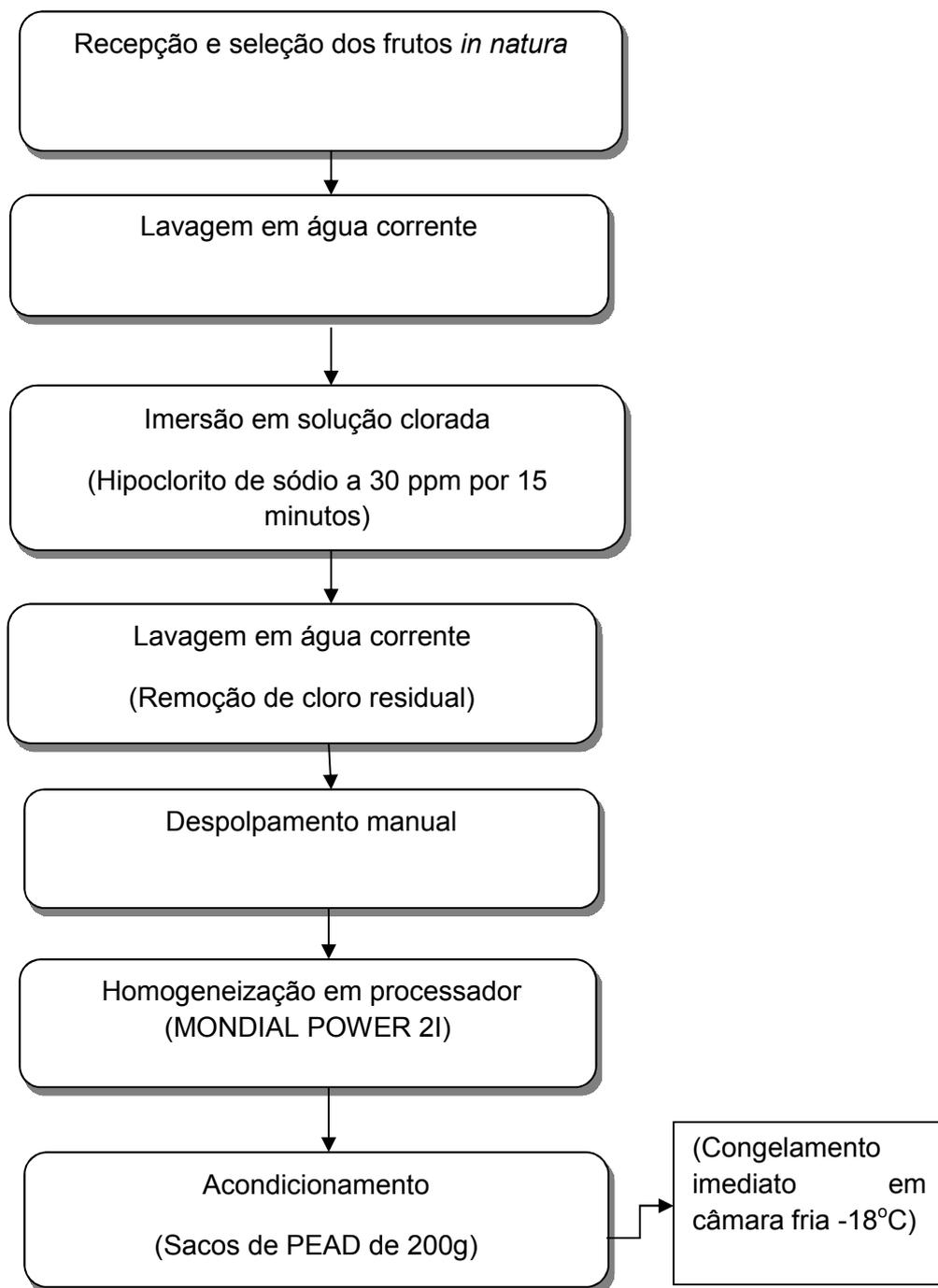
Foto: Autor (2013)

#### 3.2. MÉTODOS

##### 3.2.1. Obtenção da polpa de jacaíacá

Os frutos foram selecionados, sendo eliminados frutos com injúrias mecânicas. Após a seleção foram submetidos à lavagem em água corrente para retiradas de sujidades, em seguida a sanitização com imersão em água clorada a 30ppm de cloro ativo por 15 minutos da marca PURY VITTA. Após esta etapa os frutos foram lavados em água corrente para remoção de cloro ativo residual em seguida o despulpamento manual, posteriormente a este processo a polpa foi macerada em processador (MONDIAL POWER 2I) e acondicionada em sacos plásticos de polietileno de 200g cada e armazenados em câmara fria a -18 °C no laboratório de

agroindústria Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA. As etapas seguiram-se conforme é mostrado no fluxograma a seguir (Figura 7).



**Figura 7.** Fluxograma de obtenção da polpa do fruto jacaicá

### 3.2.2. Caracterização físico-química e determinação de compostos bioativos na polpa *in natura*.

Foram realizadas as seguintes análises físicas e físico-química na polpa de jacaíacá *in natura*:

- pH: segundo método nº 981.12 da AOAC (1997), através do uso de um potenciômetro, previamente calibrado com solução tampão pH 4 e 7; leitura direta em pHmetroTenal TEC - 3MP.
- Sólidos solúveis: segundo método AOAC (1997) por refratometria, com o uso de refratômetro manual da marca Tecnal, modelo AR200 digital.
- Acidez total em ácido cítrico: Segundo metodologia descrita pela AOAC (1997) expressa em ácido cítrico.
- Atividade de água: através de medida direta, em instrumento AquaLab Dew Point Water Activity Meter Series 4TE, com controle interno de temperatura a 25 °C.
- Umidade: segundo o método nº 920.151 da AOAC (1997), através de secagem em estufa com circulação forçada de ar na temperatura de 105 °C, até que a amostra atinja peso constante;
- Proteína bruta: segundo o método de micro Kjeldahl nº 950.48 da AOAC (1997), que se baseia na determinação da quantidade de nitrogênio total existente na amostra. O teor de proteína bruta foi calculado através da multiplicação do nitrogênio total pelo fator 6,25 (%N x 6,25);
- Lipídios totais: de acordo com o método nº 948.22 da AOAC (1997) que consiste de extração em equipamento tipo *Soxhlet* usando como solvente éter de petróleo, submetendo as amostras a lavagens constantes durante 4 horas;
- Resíduo mineral fixo: o teor de cinzas foi determinado por incineração da amostra em forno mufla a 550 °C, de acordo com método 930.05 da AOAC (1997);
- Cálculo do valor energético: foi obtido aplicando-se os fatores de *At water* 4 - 9 – 4 kcal/g para os valores de proteínas, lipídios e carboidratos totais, respectivamente; segundo a Resolução RDC nº 360/2003;
- Determinação de fibra bruta, método de Van Soest (1963) adaptado por Silva (1981);
- Açúcares total e redutores: através de titulometria (titulação de oxi-redução), segundo o método do Instituto Adolfo Lutz (1985);

- Carboidratos totais: calculados por diferença (100 g - gramas totais de umidade, proteínas, lipídios e cinzas), segundo a Resolução RDC n° 360/2003.
- Ratio: Relação sólidos solúveis/acidez total titulável, foram obtidos pela operação algébrica de divisão dos valores encontrados nas duas determinações, segundo Reed et al. (1986).
- A determinação de carotenóides foi feita através de extração e quantificação segundo o método de Godoy & Rodriguez-Amaya (1994), utilizando acetona resfriada como solução extratora e éter de petróleo como solvente e quantificação, com varredura de 400 a 700 nm e calculado através da equação 4.

$$CT \left( \frac{g}{g} \right) = \frac{(10^4 \cdot Abs \cdot Vol_{(mL)})}{(1\%E1cm \cdot m)} \quad (\text{Equação 4})$$

- Vitamina C: Foram quantificada através de metodologia titulométrica aplicada, seguindo o método oficial proposto pela AOAC (1997), utilizando ácido oxálico como solvente extrator e o 2,6 dicloroindofenol como agente titulante.
- Compostos fenólicos totais, determinados pelo método proposto por Singleton e Rossi (1965) e modificado por Georgé et al. (2005), utilizando como solução extratora acetona/água 70:30, carbonato de sódio 7,5% e o reagente de Folin-Ciocalteu. Curvas padrão de ácido gálico foram elaboradas com as seguintes concentrações 20,40,60,80 e 100mg/L, sendo em seguida lidas as absorvâncias a 760 nm em espectrofotômetro (SHIMADZU UV 160-A), utilizando cubetas de 1 cm de largura. O teor de fenólicos totais (FT), expresso em mg de ácido gálico por 100 g de amostra, será calculado de acordo com a equação 5 abaixo:

$$FT = C_{EB} \cdot \left( \frac{D_{EB}}{m} \right) \cdot 100 \quad (\text{Equação 5})$$

Onde:  $C_{EB}$  é a concentração de ácido gálico na solução de amostra (mg/L) referente ao Extrato Bruto (EB);  $m$  é a massa da amostra utilizada na extração, expressa em gramas

### 3.2.3. Análises microbiológicas da polpa do fruto e seu acompanhamento ao longo do armazenamento.

As amostras de polpa de jacaíacá congeladas a -18 °C foram analisadas de forma indicativa mensalmente (180 dias) sendo submetidas às análises microbiológicas de coliformes totais e a 45°C contagem de bolores e leveduras e contagem de bactérias mesófilas totais. A metodologia utilizada seguiu os métodos oficiais da American Public Health Association (VANDERZANT e SPLITTSTOESSER, 1992). Os resultados foram comparados com os parâmetros de tolerância exigidos pela RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001).

### 3.2.4. Caracterização colorimétrica e seu acompanhamento ao longo do armazenamento

A caracterização da cor da polpa de jacaíacá *in natura* e durante a estocagem congelada (-18°C) mensalmente até 6 meses (180 dias) foram determinadas utilizando-se um colorímetro Color Quest XE Hunter Lab série CQX3470, obtendo-se os valores de L\*, a\*, b\*. Onde L representa a luminosidade (L); (a\*) define a transição da cor verde (-a\*) para o vermelho (+a\*) e (b\*) representa a transição da cor azul (-b\*) para a cor amarela (+b\*). As medidas foram realizadas com três repetições, obtendo-se os valores médios de L\*, a\* e b\*. Na área alimentícia, as normas internacionais para a mensuração de cor foram definidas pela Commission Internationale d'Eclairage (CIE) em 1931, onde se estabeleceu a nomenclatura do sistema CIE. Nesta pesquisa será utilizado o sistema CIELAB (L\*, a\*, b\*), relatado por MINOLTA (1998). O equipamento foi calibrado nos seguintes parâmetros L\*=97,51; a\*= + 0,34; b\*= + 1,73, (dados definidos pelo fabricante). Seu resultado expressa a variação de cor ( $\Delta E$ ), seu valor em Cromo e ângulo hue dado pelas equações 1, 2 e 3.

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (\text{Equação 1})$$

$$\text{Croma} = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2} \quad (\text{Equação 2})$$

$$H = \arctan (b^*/a^*) \quad (\text{Equação 3})$$

Onde o cromato representa a pureza ou intensidade da cor em relação aos aspectos visuais e ângulo hue representa a tonalidade da cor.

### **3.2.5. Estabilidade da polpa congelada**

As análises físico-químicas de pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais, ratio, além das determinações de vitamina C, carotenóides totais e compostos fenólicos totais foram realizadas mensalmente, durante 6 meses, na polpa armazenada a -18°C. Seguindo as metodologias que já foram descritas nos itens anteriores.

### **3.2.6. Análise estatística dos dados**

As análises físicas, físico-química e quantificação de compostos foram realizadas em triplicata (média  $\pm$  desvio padrão), e os resultados foram submetidas à análise estatística, com o auxílio do programa *Statistica* versão 5.0 (STATSOFT INC., 1995) empregando as seguintes metodologias estatísticas:

Análise de Variância (ANOVA) a 5 % de significância estatística segundo o teste F; Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

#### 4.0. RESULTADOS E DISCUSSÃO

##### 4.1. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS NA POLPA *IN NATURA*

Os resultados observados nas análises físico-química na polpa do fruto jacaiaçá estão apresentados na tabela 1.

**Tabela 1** – Composição físico-química da polpa de jacaiaçá (polpa + casca)

Parâmetros	Polpa de jacaiaçá <i>in natura</i>
<b>Valor energético Total (Kcal/100g)*</b>	44,17 ± 4,21
<b>Atividade de água</b>	0,988 ± 0,00
<b>Umidade (%)</b>	86,22 ± 0,77
<b>Proteína bruta (%)*</b>	1,52 ± 0,14
<b>Lipídios totais (%)*</b>	0,13 ± 0,06
<b>Resíduo mineral fixo (%)*</b>	0,54 ± 0,02
<b>Fibra bruta (%)*</b>	1,52 ± 0,36
<b>Açúcares Redutores (%)*</b>	3,44 ± 0,01
<b>Açúcares totais (%)*</b>	3,69 ± 0,05
<b>Carboidratos (%)</b>	5,64 ± 1,05
<b>pH</b>	2,76 ± 0,10
<b>Acidez total (% ácido cítrico)</b>	2,44 ± 0,04
<b>Sólidos Solúveis Totais</b>	8,33 ± 0,05
<b>Ratio (SST/ATT)</b>	3,59 ± 0,07
<b>Fenólicos Totais (mg.Ácido gálico/100g)*</b>	776,60 ± 33,87
<b>Vitamina C (mg/100g)*</b>	20,45 ± 0,00
<b>Carotenóides (µg/g)</b>	59,49 ± 0,05

Dados apresentam a média de três repetições ± desvio-padrão. \*Dados expressos em base úmida.

O valor energético total (VET) obtido para a polpa de jacaíacá foi de 44,17Kcal/100g. Avaliando com base em uma dieta padrão de 2000 Kcal, como consumo percentual máximo de um indivíduo (100%), pode-se comparar que o consumo de 100 gramas de polpa de jacaíacá (44kcal/100g) refere-se possivelmente a uma proporção energética de aproximadamente 2,25% do valor energético total, mostrando o baixo valor energético do fruto jacaíacá.

Comparando o valor energético reportado para a polpa do fruto com outros frutos da mesma família botânica, nota-se que a polpa de jacaíacá possui valor energético superior ao valor da polpa do fruto cajá congelada, em torno de 26 Kcal e próximo ao exposto para o fruto cajá-manga 46 Kcal (NEPA-UNICAMP, 2011).

A polpa de jacaíacá *in natura* apresentou teor de umidade no presente estudo de 86,22%, valor próximo ao estimado para a polpa de cajá-manga em torno de 86,9% (NEPA-UNICAMP, 2011). Quanto à determinação da umidade em polpas de frutas, Hansen (2011) destaca a importância da determinação, pois está diretamente relacionada com sua estabilidade, qualidade e composição, características essenciais, que devem ser mantidas até o momento do consumo e/ou processamento.

A atividade de água ( $a_w$ ) para a polpa apresentou valor em torno de 0,988, mostrando que a atividade de água é um dos fatores predominantes na polpa do fruto. Valor este já esperado para a maioria das frutas (WILEY, 1997). Segundo Abreu et al., (2003), frutas com  $A_w$  maior que 0,98 são muito susceptíveis a deterioração por bactérias, bolores e leveduras. O desenvolvimento e o metabolismo microbiano exigem a presença de água em forma disponível e a  $A_w$  é um índice desta disponibilidade para utilização em reações químicas e multiplicações microbianas.

O valor obtido para proteína na presente pesquisa na polpa *in natura* do fruto foi de 1,52%, evidenciando o conteúdo proteico próximo aos reportados para frutos tradicionais da região amazônica como aração (1,0%),cajú, polpa congelada (1,0%), cajá-manga cru (1,3%) e maior ao do fruto cajá (0,5%) (SALUNHE BOLIN & REDDY, 1991; NEPA-UNICAMP, 2011).

O resultado do conteúdo lipídico da polpa do fruto jacaíacá mostra média de  $0,13 \pm 0,06$ . A quantidade do conteúdo deste macro nutriente é de grande importância para a composição físico-química e/ou nutricional da polpa do fruto, uma vez que é o

componente de maior valor energético, quando comparado aos demais macro nutrientes.

Baseado nos dados expostos na Tabela 1, o teor de resíduo mineral fixo (cinzas), apresentado para a polpa de jacaíacá foi de 0,54%. Este parâmetro permite estimar a riqueza em compostos inorgânicos de um alimento, no entanto, nos produtos de origem vegetal a determinação é muito variável, além do fato que a aplicação da metodologia padrão AOAC (1997) por incineração a altas temperaturas, imprime em alguns minerais sua volatilização, subestimando o valor, por isso é dito apenas como uma estimativa (SANTOS, 2012).

Comparando o conteúdo de resíduo mineral fixo (cinzas) reportado na presente pesquisa na polpa *in natura* de jacaíacá a outros frutos da mesma família botânica, Mattietto et al. (2010) reporta para a polpa de cajá conteúdo de 0,53% e para (polpa+casca) do fruto valor de 0,99%, quanto que (NEPA-UNICAMP, 2011) reporta para polpa de cajá congelada e cajá-umbu cru em torno de 0,40% para ambos os frutos, podendo destacar o conteúdo em minerais na polpa do fruto jacaíacá significativo. Gondim et al (2005) em sua pesquisa quanto a composição centesimal de minerais em cascas de frutas, destaca o epicarpo (casca) dos frutos com teores de nutrientes maiores do que em seu mesocarpo (polpa). Possibilitando destacar a possível agregação de minerais a polpa de jacaíacá devido a incorporação das partes comestíveis do fruto (polpa+casca) no processamento de obtenção da polpa do fruto na presente pesquisa.

Os resultados obtidos para análise de fibra bruta (celulose e lignina) em polpa de jacaíacá notaram-se média percentual de 1,52%. A polpa apresentou um valor em seu conteúdo de fibras alto, comparado ao conteúdo de fibras em polpa de frutas como o cajá 0,43%, reportado por Mattietto et al., (2010), e cajá-manga em torno de 2,6 (NEPA- UNICAMP, 2011).

Estes componentes alimentares apesar de não apresentar valor energético são de fundamental importância nos processos metabólicos, sendo constituinte de estrutura da parede celular vegetal, não sendo digeríveis pelo sistema orgânico humano, por não apresentar enzimas capazes de hidrolisá-las (BOBBIO; BOBBIO, 2003).

A indicação do consumo de fibras tem por função atuar de forma preventiva na etiologia de doenças crônicas do trato gastro-intestinal. O efeito laxante e a prevenção de agravos patológicos no trato gastro-intestinal são os benefícios

primários, principalmente relacionados às fibras insolúveis, que podem reduzir os riscos de surgimento de doenças gastrointestinais (OHR, 2004; SANTOS et al, 2010).

Quanto aos resultados das análises de açúcares redutores a polpa do fruto apresentou média de  $3,44 \pm 0,01$ , próximo ao relatado por Oliveira (2006), estudando a seleção e aproveitamento biotecnológico de frutas encontradas na Amazônia, reporta para a polpa de cajá média de  $3,82 \pm 0,11$ . Segundo Ferrer (1978), frutas com maiores teores de açúcares redutores (glicose e frutose) são preferidos para consumo direto e para a industrialização, uma vez que esses açúcares conferem sabor adocicado ao produto.

Em relação ao pH observou-se para polpa *in natura* valor de  $2,76 \pm 0,10$ , valor este superior ao encontrado por Mattietto et al. (2010), estudando as características físicas e físico-químicas dos frutos de cajazeira obtidos por dois tipos de extrator, o qual os autores relatam valores de 2,9 para a polpa obtida por extrator tipo pás e 2,77 para extrator com escovas, além do encontrado por Carvalho et al. (2011), que reportam valores de 2,31 e 2,32 estudando polpa de frutos de diferentes matrizes de cajazeira e próximo ao reportado por Sousa et al. (2013), que reportam valores de  $3,16 \pm 0,12$  em uma formulação de néctar obtida a partir da polpa e casca do fruto jacaíacá.

Analisando a legislação brasileira, verificou-se que não há parâmetros de referência do valor de pH para a polpa da fruta. Todavia, em polpas de frutas, com baixos valores de pH, como o reportado para a polpa de jacaíacá, são desejáveis pois segundo Oliveira (2012) favorecem a conservação das mesmas devido a inibição do desenvolvimento de microrganismos como leveduras e patogênicos.

Para acidez total titulável, observa-se valor de  $2,44 \pm 0,04$  para a polpa *in natura*, caracterizando o fruto de polpa ácida. Quanto a esta característica em polpas de frutas, Silva et al. (2010), os resultados de acidez total titulável podem ser úteis, visto que esta variável é um importante determinante da qualidade do fruto para o consumo *in natura* e para o processamento industrial.

Quanto ao resultado de sólidos solúveis totais ( $^{\circ}$ Brix), o valor reportado para a polpa de jacaíacá *in natura* foi de  $8,83 \pm 0,05$ , valor este próximo ao encontrado por Carvalho et al. (2010), para diferentes matrizes de cajazeira no estado do Pará. Possibilitando ser utilizado para a produção de sucos pois segundo Lima et al (2002)

frutos destinados para este fim tecnológico devem possuir valor de sólidos solúveis totais acima de 8,00 °Brix.

Observa-se para relação SST/ATT (ratio) valor de  $3,59 \pm 0,07$ . Segundo Santos et al. (2010), esta relação é considerada uma das melhores formas de avaliação do sabor, sendo mais representativa que a medição isolada de açúcares e de acidez. Contudo, a relação é totalmente dependente do mercado consumidor, que no caso brasileiro, a preferência é por uma relação maior, que é verificada por altos teores de sólidos solúveis e baixa acidez.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a relação SS/AT é uma das formas mais utilizadas para a avaliação do sabor, indicando o grau de equilíbrio entre açúcares e ácidos orgânicos do fruto. Matsuura et al. (2001) mostra que este parâmetro é importante do ponto de vista tecnológico, pois está diretamente relacionada à sua qualidade quanto ao atributo sabor, sendo mais atrativa para o consumo *in natura*.

A polpa *in natura* do fruto jacaiaçá mostrou-se com conteúdo de fenólicos totais significativo em torno de 776,60 AGE/100g, já que torna-se pertinente a quantificação de composição em composto em frutas e derivados (MOYER et al., 2002; WEN; WROLSTAD, 2002; KIM; JEONG; LEE, 2003.; MÉNDEZ et al. 2003; LIMA et al., 2005; HARNLY et al., 2006; FANG et al., 2009), pois estes compostos estão diretamente envolvidos na atividade antioxidante de frutas.

Esta relação dos compostos fenólicos com o metabolismo e atividade antioxidante e a diminuição dos riscos de algumas patologias deve-se, principalmente, ao seu potencial antioxidante que essas substâncias apresentam (ELISIA et al., 2007). O comportamento antioxidante dos polifénóis estar relacionada com sua capacidade de quelar metais, inibir a ação de enzimas lipoxigenase e captar radicais livres (MARTINEZ-VALVERDE; PERIAGO; ROS, 2000). São essas características que ganharam maior destaque em função de características antioxidantes.

O valor observado quanto ao conteúdo de ácido ascórbico para polpa de jacaiaçá *in natura* foi de 20,45mg/100g. Comparando este resultado com encontrado em literatura para fruto da mesma família botânica, Canuto et al. (2010), caracterizando a polpa de cajá (*Spondia mombin* L.) provenientes da Amazônia, encontrou um teor de ácido ascórbico  $0,3 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , inferior ao encontrado na pesquisa para a polpa de jacaiaçá. Já Sampaio et al. (2007), cita um teor de  $13,1 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  em cajá em estágio de maturação inicial, Salles & Waughon (2013),

reportam valores de 13,34mg/100g em polpa *in natura* de cajá. Estes últimos próximos ao encontrado para polpa de jacaíacá.

Quanto aos carotenóides totais, foi possível visualizar para polpa de jacaíacá *in natura* valor de 59,49 µg/g. Este resultado estão próximos ao reportados por Carvalho, Cavalcante e Santana (2011), que verificaram teores de 37,55 µg/g em polpa de cajá, de diferentes matrizes. Já Mattietto (2010) relata 25,3 µg/g, Salles & Waughon (2013) observaram em polpa de cajá teores de 18,60 µg/g e Rodriguez et al. (1999) 38,56 µg/g. Indicando a polpa de jacaíacá como uma possível fonte de antioxidantes natural. Ademais, testes *in vitro* e *in vivo* sugerem que os carotenóides são excelentes antioxidantes, sequestrando e inativando os radicais livres (SHAMI e MOREIRA, 2004; MELÍNDEZ-MARTÍNEZ; VICARIO e HEREDIA et al., 2004; UENOJO e PASTORE, 2007).

Segundo Maia (2010), os carotenóides têm alegação de possuírem um importante papel em relação á prevenção do câncer e existem evidências de que sejam importantes no tratamento dessa doença. Já visto em modelos clínicos, além disso, suas propriedades foram recentemente estudadas quanto suas características nutricionais e terapêuticas medicamentosas (GEETHA & GUPTA, 2011, STOB DAN et al., 2013).

#### 4.2. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DA POLPA E SEU ACOMPANHAMENTO AO LONGO DO ARMAZENAMENTO.

As análises microbiológicas foram realizadas para verificar fatores que pudessem alterar sua vida útil. Sabe-se que alterações microbiológicas são indesejáveis em qualquer tipo de alimento, bem como a presença de microrganismos que são indicadores de más condições higiênico-sanitárias. Na Tabela 2 são apresentados os resultados para as polpas de jacaicá durante 150 dias de armazenamento.

**Tabela 2**– Resultados das análises microbiológicas nas polpas de jacaicá conservadas a -18°C durante 150 dias.

Tempo de armazenamento em dias	Coliformes totais 35°C (NMP/g)*	Coliformes fecais a 45°C (NMP/g)*	Contagem de Bolores e leveduras (UFC/g)**	Contagem de Aeróbios Mesófilos Totais (UFC/g)
<b>Zero</b>	<3NMP/g <sup>-1</sup>	<3NMP/g <sup>-1</sup>	<10UFC/g	<10UFC/g
<b>30</b>	<3NMP/g <sup>-1</sup>	<3NMP/g <sup>-1</sup>	<10UFC/g	<10UFC/g
<b>60</b>	<3NMP/g <sup>-1</sup>	<3NMP/g <sup>-1</sup>	<10UFC/g	<10UFC/g
<b>90</b>	<3NMP/g <sup>-1</sup>	<3NMP/g <sup>-1</sup>	1,1. 10 <sup>3</sup> UFC/g	1,1. 10 <sup>3</sup> UFC/g
<b>120</b>	<3NMP/g <sup>-1</sup>	<3NMP/g <sup>-1</sup>	3,3. 10 <sup>3</sup> UFC/g	1,6. 10 <sup>3</sup> UFC/g
<b>150</b>	< 3NMP/g <sup>-1</sup>	< 3NMP/g <sup>-1</sup>	3,8. 10 <sup>3</sup> UFC/g	2,9. 10 <sup>3</sup> UFC/g
<b>Parâmetro RDC N° 12 (BRASIL, 2001)</b>	nd***	<100NMP/g	nd***	nd***
<b>Instrução Normativa n° 1 (BRASIL, 2000)</b>	nd***	<100NMP/g	5,0. 10 <sup>3</sup> UFC/g <sup>-</sup>	nd***

\*NMP - número mais provável. \*\* UFC- Unidade Formadora de colônia.\*\*\*Não determinado por legislação

Observa-se que ao longo do armazenamento as polpas apresentaram <3NMP/g<sup>-1</sup> ausência de coliformes totais e fecal durante 150 dias de estocagem. O processo utilizado para a obtenção da polpa do fruto mostrou-se hábil e dentro dos padrões Higiênico-sanitários, condições essas, segundo MAIA; SOUSA; LIMA, (2007), adequadas para a produção industrial, contribuindo para tais resultados.

Resultados semelhantes foram obtidos por Tavares filho (2007), para polpa *in natura* de cajá (*Spondias mombin.L*), revelando índices de coliformes ( $<3\text{NMP g}^{-1}$ ), dentro dos padrões mínimos exigidos para a categoria frutas, produtos de frutas e similares.

Uma vez que a Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 (ANVISA, 2001) não estabelece padrões para bolores e leveduras em polpas de frutas, os resultados das análises para este grupo de microrganismos foram analisados frente à legislação vigente no âmbito do Ministério da Agricultura, segundo a Instrução Normativa nº 1, de 7 de janeiro de 2000 (BRASIL, 2000). Esta fixa limites para polpa *in natura* de  $5,0 \times 10^3 \text{ UFC/g}^{-1}$ . Contudo, a literatura reporta resultados de numerosos estudos que representam elevadas contagens para estes micro-organismos, demonstrando ser discutível a não adoção destes critérios na avaliação da qualidade de sucos, refrescos, néctares e polpas de frutas nesta Resolução (SEBASTIANY et al., 2009).

Observando os resultados para bolores e leveduras na polpa de jacaíacá, constataram-se baixas contagens de microrganismos, mantendo-se dentro dos padrões microbiológicos estabelecidos pela Instrução Normativa nº 1, de 07 de janeiro de 2000 (BRASIL, 2000), durante o período avaliado. Desta forma, evidenciou-se as boas práticas de manipulação (BPM) no processamento da matéria-prima em estudo.

Assim também observar-se contagens baixas para aeróbios mesófilos aos 150 dias, na faixa de  $2,9 \times 10^3 \text{ UFC/g}$ , a contagem total de aeróbios mesófilos é o método mais utilizado como indicador geral de populações bacterianas em alimentos. Sendo utilizada para se obter informações gerais sobre a qualidade do produto (SILVA, et al., 2007). Contudo, o valor encontrado foi satisfatório considerando o tempo de estocagem, embora seja visível observar o acréscimo ao longo do congelamento.

Os resultados da estabilidade microbiológica mostram que as polpas apresentaram baixas contagens para todos os microrganismos estudados, evidenciando as boas práticas de manipulação da matéria-prima em estudo, constatando a manutenção da qualidade microbiológica durante os 150 dias de armazenamento, atestando a sanidade do produto durante este período.

### 4.3. CARACTERIZAÇÃO COLORIMÉTRICA DA POLPA DE JACAÍACÁ E SEU ACOMPANHAMENTO AO LONGO DO ARMAZENAMENTO.

A análise colorimétrica da polpa de jacaíacá nos 150 dias de estocagem é mostrada na Tabela 3.

**Tabela 3** - Avaliação colorimétrica da polpa de jacaíacá.

Parâmetro						
Tempo (Dias)	L*	a*	b*	Croma	ΔE	Ângulo Hue
<b>Zero</b>	54,59±0,14 <sup>a</sup>	3,3±0,08 <sup>a</sup>	28,68±0,39 <sup>a</sup>	28,72±0,24 <sup>a</sup>	-	83,43
<b>30</b>	54,33±0,71 <sup>a</sup>	2,09±0,19 <sup>b</sup>	28,46±0,09 <sup>a</sup>	28,61±0,04 <sup>a</sup>	4,50	85,90
<b>60</b>	52,67±0,56 <sup>ab</sup>	3,58±0,27 <sup>a</sup>	27,13±0,65 <sup>ab</sup>	27,13±0,47 <sup>ab</sup>	3,48	82,48
<b>90</b>	51,12±0,16 <sup>b</sup>	3,21±0,27 <sup>a</sup>	27,08±0,12 <sup>ab</sup>	27,26±0,74 <sup>ab</sup>	3,42	83,23
<b>120</b>	51,51±0,43 <sup>b</sup>	2,42±0,25 <sup>ab</sup>	27,4±0,53 <sup>a</sup>	26,74±0,14 <sup>ab</sup>	3,40	84,95
<b>150</b>	50,70±0,59 <sup>b</sup>	3,49±0,40 <sup>a</sup>	26,72±0,64 <sup>ab</sup>	26,94±0,56 <sup>ab</sup>	1,49	82,55

Dados representam a média de três repetições ± Desvio-padrão. Dados submetidos à análise de variância em nível de 5% de significância estatística ( $p < 0,05$ ). Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa (Teste de Tukey a 5% de significância).

A Tabela 3 apresenta os resultados dos parâmetros obtidos na análise de cor realizada na polpa de jacaíacá ao longo do seu armazenamento. Observa-se que a polpa apresenta uma luminosidade (L\*) maior em seu primeiro ponto de avaliação, diferenciando em seu quarto ponto (90 dias), segundo o teste estatístico aplicado (TUKEY a  $p \leq 0,05$ ), não diferindo estatisticamente de 60 até aos 150 dias de estocagem. Dessa forma, evidenciou-se um ligeiro escurecimento a partir de 90 dias de estocagem.

A redução na luminosidade indica descoloração do produto, e está relacionada a diversos fatores: Reações de oxidação de pigmentos termosensíveis, escurecimento não enzimático, tais como a oxidação da vitamina C (ENDO et al., 2007). Segundo Chitarra & Chitarra (2005) a degradação da vitamina C através de

outras reações químicas, produz pigmentos escuros que depreciam a aparência do produto.

Analisando os parâmetros ( $a^*$ ) e ( $b^*$ ) obtidos ao longo da estocagem da polpa de jacaicá, tendo a coordenada de cores CIELAB (Figura 8) segundo Minolta (1998), a polpa do fruto possui coloração amarela, tendendo as vezes ao laranjado, resultados das cores ( $+a^*$ ) vermelho e ( $+b^*$ ) amarelo. Para grandeza de valor ( $a^*$ ) observou-se diferença entre os pontos zero e 30 dias de estocagem ao nível de TUKEY ( $p \leq 0,05$ ).

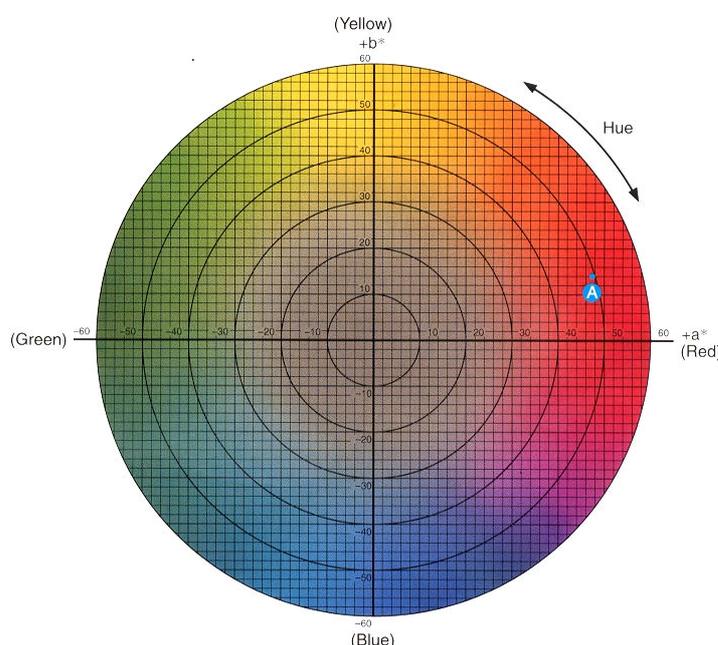


Figura 8. Sistema de coordenada de cores CIELAB

Fonte: Minolta (1998)

Quanto ao parâmetro ( $b^*$ ), que define a intensidade ou pureza da cor, os resultados obtidos foram maiores, indicando assim a predominância da cor amarela na polpa do fruto jacaicá. Para este parâmetro, observou-se que não houve diferença nas variações da grandeza ( $b^*$ ) durante os 150 dias de estocagem ao nível de TUKEY ( $p \leq 0,05$ ).

Quanto aos valores observados para o croma, que define a intensidade e pureza da cor, valores maiores indicam pureza ou intensidade maiores, logo observa-se que entre os pontos zero e 150 dias de estocagem da polpa, o maior valor observado para este parâmetro foi em seu primeiro ponto  $28,72 \pm 0,24$ , não

havendo variações segundo o teste estatístico ao nível de significância de 95% de acordo com o teste de Tukey aplicado.

Quanto ao parâmetro ( $\Delta E$ ) que indica a diferença de “sensações” na totalidade da cor, incluindo brilho, tom e saturação (MINOLTA, 1998). Observa-se para a polpa de jacaíacá valores de saturação que situaram-se entre 4,50 a 1,59 do início ao fim do período avaliado.

O seu ângulo matriz (hue) que mede o tipo de cor, foi a coordenada que mostrou média de 83,43 a 82,55 ao longo do tempo de conservação, possibilitando destacar a predominância do tom amarelo na polpa durante o período estudado.

Quanto a estas características, Pontes (2004) destaca a cor dos alimentos como um importante atributo de qualidade, não só servindo de base para a identificação e aceitação de grande variedade de produtos, mas também entusiasmando negativa ou positivamente na percepção dos demais atributos sensoriais.

Chitarra e Chitarra (2005) apontam a cor como 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 pelo método  $L^* a^* b^*$ , analisar a cor do fruto ou da polpa, sendo interessante o estudo da variação desta e sua comparação com os pigmentos presentes nos frutos.

#### 4.4. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA FRENTE AO ARMAZENAMENTO

Na tabela 4, observa-se os valores para as características físico-químicas da polpa de jacaiaçá congelada.

**Tabela 4** – Acompanhamento das características físico-químicas aos 150 dias de armazenamento da polpa.

Tempo de armazenamento em dias	pH (Potencial hidrogeniônico)	Acidez total titulável (% ácido cítrico)	Sólidos solúveis totais (°Brix)	Sólidos solúveis/ acidez total (Ratio)
Zero	2,76 ± 0,10 <sup>d</sup>	2,44 ± 0,04 <sup>c</sup>	8,83 ± 0,05 <sup>a</sup>	3,59±0,07 <sup>a</sup>
30	2,96 ± 0,28 <sup>bc</sup>	2,43 ± 0,01 <sup>cd</sup>	8,8 ± 0,00 <sup>a</sup>	3,63±0,01 <sup>a</sup>
60	2,88 ± 0,48 <sup>cd</sup>	2,56 ± 0,017 <sup>b</sup>	8,5 ± 0,10 <sup>b</sup>	3,31±0,06 <sup>bc</sup>
90	2,97 ± 0,22 <sup>bc</sup>	3,06 ± 0,08 <sup>a</sup>	7,63 ± 0,05 <sup>c</sup>	2,54 ± 0,08 <sup>d</sup>
120	3,01 ± 0,32 <sup>b</sup>	2,36 ± 0,01 <sup>d</sup>	7,53 ± 0,05 <sup>c</sup>	3,18 ± 0,04 <sup>c</sup>
150	3,33 ± 0,04 <sup>a</sup>	2,21 ± 0,020 <sup>e</sup>	7,6 ± 0,11 <sup>c</sup>	3,59±0,08 <sup>ab</sup>

Dados apresentam a média de três repetições desvio-padrão. Dados submetidos a análise de variância em nível de 5% de significância (TUKEY 0,05). Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa em nível de 5% de significância. \* Média geral ± desvio padrão

Em relação aos valores de pH encontrados no tempo de armazenamento da polpa de jacaiaçá, observa-se diferença ao longo da estocagem, segundo o teste estatístico aplicado (TUKEY  $p \leq 0,05$ ), no tempo 30 a 90 dias este parâmetro não difere ao nível de significância ( $p \leq 0,05$ ), como pode ser observado na Figura 9.



Figura 9. Acompanhamento das variações de pH

Quanto ao aumento de pH, observa-se possível relação com o crescimento de bolores e leveduras aos 90 dias de estocagem da polpa de jacaíacá, estes microrganismos são os principais agentes causadores de modificações físico-químicas em polpas de frutas. Segundo Fazio (2006) as frutas são importantes micro habitats para uma grande variedade de microrganismos, devido sua natureza apresentar alta concentração de açúcares simples, baixo pH, alta atividade de água .

Segundo Pariz (2011) com base na composição nutricional das frutas, pode-se presumir que estas são capazes de sustentar o desenvolvimento de bactérias, bolores e leveduras; contudo, o seu pH é mais baixo do que o intervalo que favorece o crescimento bacteriano. Por outro lado bolores e leveduras possuem uma ampla faixa de crescimento e podem atuar como agentes de alterações devido a ampla faixa de crescimento. Outra relação com o aumento de pH segundo Silva (1999) esta relacionada com a degradação do ácido ascórbico durante o armazenamento.

Em relação a acidez total titulável, observa-se variação em função do tempo (Tabela 4). As médias oscilaram de 2,44 a 3,06% de ácido cítrico ao longo do período estudado e seu decaimento aos 120 dias de estocagem (Figura 10).



Figura 10. Variação da ácidos titulável (% de ácido cítrico) da polpa de jacaíacá em função do tempo de armazenamento.

Quanto a este parâmetro observa-se diferença significativa entre os pontos estudados, exceto o ponto zero e 30 dias, que não diferem ao nível de significância (TUKEY  $p \leq 0,05$ ). Segundo Brasil (2005), a acidez é um 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.

Segundo Corrêa (2002), os níveis decrescente de acidez titulável podem estar ligados com a redução do ácido ascórbico, uma vez que justifica a redução do primeiro, já que o ácido ascórbico é um dos componentes da acidez titulável. Outro fator que explica essa diminuição pode ser atribuída à copolimerização de ácidos orgânicos com os produtos das reações de escurecimento e, também, pela reação com açúcares redutores para formar pigmentos (MORALES, 1999).

Quanto aos sólidos solúveis totais (SST), observa-se oscilação ao longo do armazenamento, abrangendo valores compreendidos entre 8,8 °Brix, no início do estudo do armazenamento da polpa de jacaíacá a 7,6 °Brix no final do experimento, observa-se variações significativas ao nível de 5% de significância como pode ser vista na Figura 11.

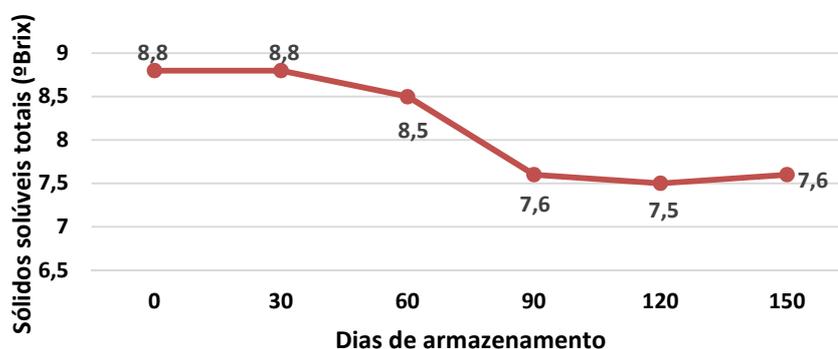


Figura 11. Variações dos sólidos solúveis para a polpa de jacaíacá armazenada durante 150 dias a -18°C.

Esta diminuição dos sólidos solúveis totais pode ser atribuída à participação de parte dos açúcares no escurecimento não enzimático, como pode ser observado na Tabela 3 (pag. 41), que apresenta as variações de cor da polpa ao longo do armazenamento. Segundo Pedrão et al. (1999) possíveis reduções nos sólidos solúveis ocorrem em função da presença de ácidos orgânicos. Outro fator que pode explicar essa redução, a transformação provocada por microrganismos onde o principal substrato alterado são os carboidratos.

Quanto a relação sólidos solúveis/acidez total titulável, a análise de variação indicou haver diferença significativa segundo (TUKEY  $p \leq 0,05$ ) entre o período estudado, a partir do terceiro ponto (90 dias de armazenamento). Observa-se valores compreendidos de 3,59 ponto zero e 2,54 aos 90 dias de armazenamento para a polpa de jacaicá conforme pode ser observado na Figura 12.

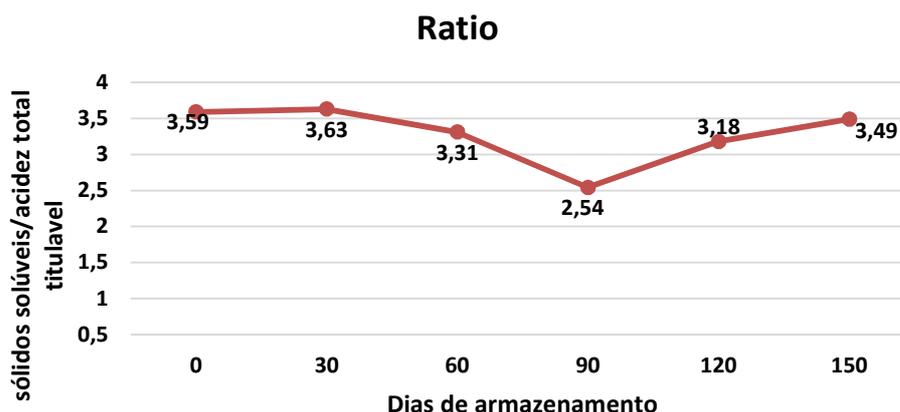


Figura 12. Média da relação de sólidos solúveis e acidez titulável da polpa de jacaicá armazenada a  $-18^{\circ}\text{C}$  por 150 dias.

As variações observadas na estocagem para as características físico-químicas da polpa de jacaicá congelada e este leve aumento na relação SST/ATT aos 120 dias de armazenamento, possivelmente devido à redução da acidez apresentadas nas polpas. Outra hipótese estão relacionada aos ácidos orgânicos presentes em alimentos que influenciam o sabor, o odor, cor, estabilidade e a manutenção da qualidade (CECHI, 2003) sendo considerando um importante parâmetro na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício (BRASIL, 2005). Geralmente um processo de decomposição do alimento, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração dos íons hidrogênio (BRASIL, 2005) e por consequência sua acidez e açúcares.

Segundo Cheftel et al. (1989) a  $-18^{\circ}\text{C}$ , uma apreciável porção de água permanece no estado líquido, podendo migrar para a atmosfera no interior da embalagem ou para o ambiente, e, como consequência, têm-se alterações indesejáveis nas características sensoriais, além de acelerar as reações oxidativas no produto. Outra hipótese é em decorrência da incorporação de ar durante o

processamento, favorecendo as reações oxidativas de degradação, bem como a temperatura de armazenamento (LIMA et al., 2000).

#### 4.5. ESTABILIDADE DA POLPA CONGELADA COM BASE EM COMPOSTOS BIATIVOS.

Na Tabela 5, observam-se os valores em compostos biativos da polpa de jacaiaçá congelada. Os teores de ácido ascórbico, carotenóides totais e compostos fenólicos.

**Tabela 5.** Caracterização dos teores de ácido ascórbico, carotenóides totais e compostos fenólicos na polpa de jacaiaçá ao longo do armazenamento a -18° C

Tempo (dias)	Ácido ascórbico (mg/100g)	Carotenóides totais (µg/g) *	Compostos fenólicos totais (mg. Acido gálico/100g)
Zero	20,45 ± 0,00 <sup>a</sup>	59,49 ± 0,05 <sup>a</sup>	776,60 ± 33,87 <sup>a</sup>
30	19,81 ± 0,23 <sup>a</sup>	57,32 ± 0,50 <sup>b</sup>	556,03 ± 8,68 <sup>ab</sup>
60	17,04 ± 0,00 <sup>b</sup>	53,63 ± 0,40 <sup>ab</sup>	412,56 ± 0,09 <sup>bc</sup>
90	15,91 ± 0,98 <sup>b</sup>	51,78 ± 0,70 <sup>ab</sup>	340,35 ± 1,38 <sup>cd</sup>
120	13,16 ± 0,74 <sup>c</sup>	49,34 ± 0,80 <sup>c</sup>	340,71 ± 1,15 <sup>cd</sup>
150	11,41 ± 0,99 <sup>c</sup>	48,91 ± 0,19 <sup>c</sup>	205,81 ± 4,10 <sup>d</sup>

Dados representam a média de três repetições ± Desvio-padrão. Dados submetidos à análise de variância em nível de 5% de significância estatística (TUKEY a p≤0,05). Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa a 5% de significância. \*Dados expressos em base seca. \*\*Média geral ± desvio padrão

Os valores obtidos para os teores de ácido ascórbico na polpa de jacaiaçá congelada compreenderam de 20,45 a 11,41 mg. 100g<sup>-1</sup> (Tabela 4) indicando diferença em função do tempo de armazenamento ao nível de significância de 95% de acordo com o teste de Tukey aplicado, onde pode ser visualizada significativa redução de 44,20% no conteúdo total de vitamina C durante o período de tempo zero a 150 dias de estocagem da polpa. (Conforme mostrado na Figura 9).

Fenema (1993), citando diversos autores, relata que o ácido ascórbico é muito sensível a diversas formas de degradação. Entre numerosos fatores que podem influir nos mecanismos degradativos cabe citar a temperatura de armazenamento, a concentração de sal e açúcares, pH, o oxigênio, as enzimas, os catalisadores metálicos e a concentração inicial do ácido.

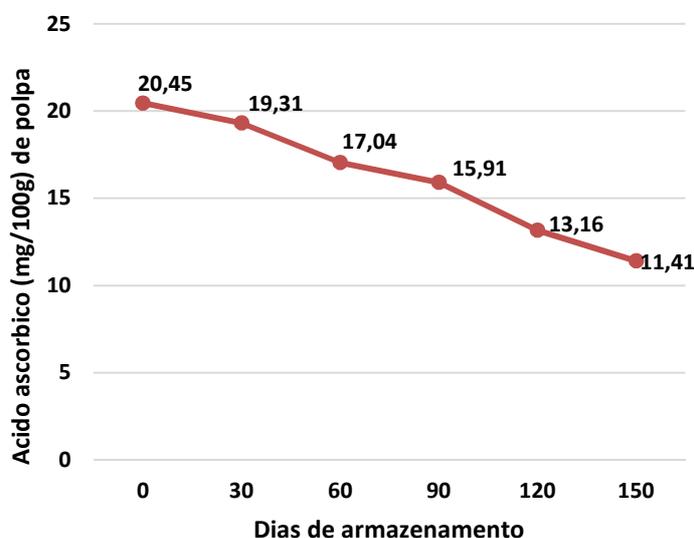


Figura 13. Acompanhamento dos teores de vitamina C, quantificados ao longo da estocagem.

Segundo Zubaidy e Khalil (2007) estes fatores são frequentemente responsáveis por importantes mudanças de qualidade que ocorrem durante o armazenamento de alimentos, limitando seu tempo de vida útil com a formação de compostos.

Na tecnologia de alimentos busca-se a maximização da retenção dos nutrientes durante o processamento e o armazenamento dos produtos. O ácido ascórbico é um importante indicador, pois sendo a vitamina mais termolábil, sua presença no alimento indica que, provavelmente, os demais nutrientes também estão sendo preservados (ALVES et al., 2010). Por isso, o ácido ascórbico é considerado como indicativo de qualidade dos nutrientes durante o processamento e o armazenamento dos alimentos (LAVARDA, 2011).

Quanto aos carotenóides totais, quantificados e apresentados na tabela 5, observa-se diferença significativa ao nível de significância (TUKEY a  $p \leq 0,05$ ) entre o primeiro e o quinto mês da polpa armazenada, não diferenciando entre 120 e 150 dias de armazenamento segundo o teste estatístico. Ao longo do estudo pode ser verificados teores de 59,49 $\mu$ g/g a 48,91 $\mu$ g/g com redução de 17,78% no conteúdo total de carotenóides, conforme mostrado na Figura 10.

De acordo com Rodriguez-Amaya (2001), a estabilidade dos carotenóides difere bastante nos alimentos, mesmo quando submetidos a processamento e condições de estocagem idênticas. Estes segundo o autor estão naturalmente

protegidos nos tecidos das plantas, no entanto, quando frutos são processados ocorre um aumento da exposição dos carotenóides ao oxigênio e contato com enzimas que catalisam o processo de oxidação.

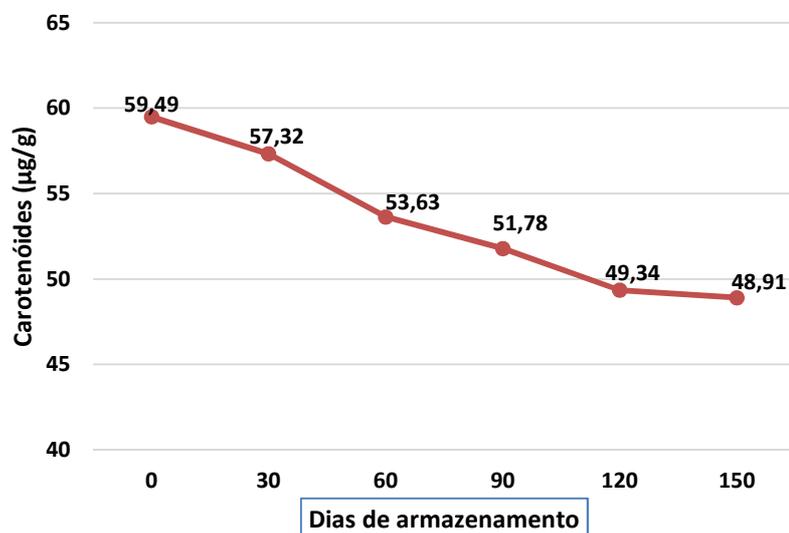


Figura 14. Caracterização dos teores de carotenóides na polpa de jacaiaçá

A redução dos carotenóides totais ao longo da estacagem da polpa do fruto jacaiaçá está intimamente ligada a instabilidade oxidativa desse composto, haja vista que segundo Rodriguez-Amaya (1999) os compostos carotenóides possuem à presença de muitas duplas ligações na sua estrutura sendo susceptíveis a várias reações de degradação durante processamento e estocagem de alimentos.

A ocorrência dessas reações depende diretamente da concentração de oxigênio, metais, enzimas, lipídios insaturados, pró-oxidantes ou antioxidantes, exposição a luz, tipo e estado físico do carotenóide presente no alimento, material de embalagem e condições de estocagem. Acredita-se que essas degradações possa levar a perda de cor dos alimentos, além da redução da atividade biológica dos carotenóides (RODRIGUEZ-AMAYA, 1999.; VAQUEZ-CAICEDO et al., 2007.; ZEPKA; MERCADANTE, 2009).

Desta forma, é possível destacar a importância da coordenada de cromaticidade ( $b^*$ ) Tabela 3. (pág.41) no estudo da estabilidade da polpa de jacaiaçá, haja vista possível relação com a variação de cor da polpa do fruto aos 90 dias de estocagem com a degradação dos carotenóides ao longo do período de armazenamento.

Quanto aos teores de fenólicos totais, apresentados na Tabela 5, observa-se que houve variação significativa no conteúdo de fenólicos com o tempo de armazenamento da polpa do fruto jacaíacá, segundo o teste estatístico aplicado (TUKEY a  $p \leq 0,05$ ). Os resultados das variações em função do tempo de armazenamento para os compostos fenólicos estão descritas na Figura 15.

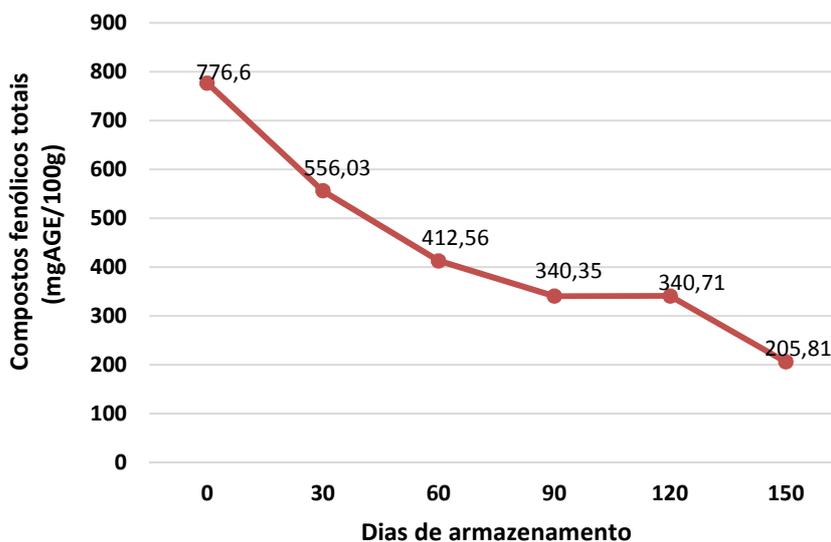


Figura 15. Acompanhamento dos teores de compostos fenólicos totais em polpa de jacaíacá congelada

No tempo zero a polpa de jacaíacá apresentou valor de compostos fenólicos totais de 776,6 mg Ácido Gálico Equivalente AGE/100g e ao final dos 150 dias de estocagem esse valor foi de 205,81 mg AGE/100g. A redução de compostos fenólicos totais observados para a polpa do fruto a temperatura de  $-18^{\circ}\text{C}$  foi de 73,4%.

Esses resultados apesar da significativa redução, ainda indica o fruto como uma possível fonte de polifenóis. Comparando estes resultados com outros frutos da mesma família botânica, Moreira et al. (2012), reportam para polpa de Cajá-umbuzeira valores de  $149,07 \pm 7,02$  a  $188,86 \pm 44,46$  EAG/100g polpa. Já Tiburskiet et al. (2011), estudando as propriedades nutricionais da polpa de cajá reportam  $260,0 \text{ mg GAE} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , além do mostrando por Viera et al. (2011), que estudando fenólicos totais de polpas de frutas tropicais, descrevem para o cajá um valor de  $70,9 \text{ GAE} \cdot 100\text{g}^{-1}$  e Rufino et al. (2010) que citam  $72,0 \text{ mg EAG}/100\text{g}^1$  ao estudarem compostos bioativos e capacidade antioxidante de frutos tropicais não-tradicionais brasileiros.

A quantificação de fitoquímicos existentes em frutas e vegetais está cada vez mais relacionada com suas transformações em produtos para consumo, o que é pertinente a sua sensibilidade oxidativa frente a condições de armazenamento (LEONG et al., 2012).

## **5. CONCLUSÃO**

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASCHAUER, S.; GOUYA, G.; KLICKOVIC, U.; STORKA, A.; WEISSHAAR, S.; VOLLBRACHT, C.; KRICK, B.; WEISS, G.; WOLZT, M. Effect of systemic high dose vitamin C therapy on forearm blood flow reactivity during endotoxemia in healthy human subjects. **Vascular Pharmacology**. V. 61. P. 25-29, 2014

ABREU, M. C.; NUNES, I. F. S.; OLIVEIRA, M. M. A. Perfil microbiológico de polpas de frutas comercializadas em teresina, PI. **Higiene alimentar**, v.17, n.112, p.78-81, 2003.

AMARO, A. P.; BONILHA, P. R. M.; MONTEIRO, M. **Efeito do Tratamento Térmico nas Características Físico-Químicas e Microbiológicas da polpa de maracujá**. Aliment. Nutri., São Paulo, v. 13, n. 1, p. 151-162, 2002.

ALMEIDA, F. B. **Os Novos Desafios da Fruticultura Brasileira**. In: 17º Congresso Brasileiro de Fruticultura. Belém, PA, 2002. CD-ROM.

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**: Editedlg W. Horwitz 16ª ed. Washington, 850p. v.2. 1997.

ARAUJO, J. R.; GONÇALVES, P.; MARTEL, F. Chemopreventive effect of dietary polyphenols in colorectal cancer cell lines. **Nutrition Research**, v.31, p. 77-87, 2011.

AL-ZUBAIDY, M. M. I.; KHALIL, R. A. Kinetic and prediction studies of ascorbic acid degradation in normal and concentrate local lemon juice during storage. **Food Chemistry**, v. 101, p. 254-259, 2007.

ALVEZ, J. A.; NASSUR, R. C. M. R.; PIRES, C. R. F.; ALCÂNTARA, E. M.; GIANNONI, J. A.; LIMA, L. C. O. Cinética de degradação de vitamina C em mangas “palmer” minimamente processadas armazenadas em diferentes temperaturas. **Ciência e agrotecnologia**., Lavras, v.34,n.3,p.714-721, 2010.

BASA. Contexto Amazônico. Ano1, n. 5. 2008. Disponível em: <http://www.bancoamazonia.com.br>.

BARROSO, G.M. *et al.* 2002. **Sistemática das Angiospermas do Brasil**. 2ª. ed. v. 1. Editora UFV, Viçosa-MG, p. 309.

BASTOS, C. T. da R. M.; LADEIRA, T. M. S.; ROGEZ, H.; PENA, R. da S. **Estudo da eficiência da pasteurização da polpa de taperebá (*Spondiasmombin*)**. Alimentos e Nutrição, Araraquara. v. 19, n. 2,p. 123-131, 2008.

BENAVANTE-GARCIA, O.; CASTILLO, J.; MARIN, F.R.; ORTUNO, A.; DEL RIO, J. A. Uses and properties of citrus flavonoids. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.45,p.505, 1997.

BOWLES, S.; DEMIATE, I. M. **Caracterização Físico-Química de Okarae Aplicação em Pães do Tipo Francês**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 26, nº 3, p. 652 - 659. jul.- set. 2006.

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

BRASIL. Ministério da agricultura e do abastecimento. Instrução Normativa nº 1, de 7 de janeiro de 2000. **Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de frutas**. Diário Oficial da União, nº 6, Brasília, 10 de janeiro de 2000.

BRASIL. Resolução RDC n. 12, 2 de janeiro de 2001. **Estabelece padrões microbiológicos de alimentos**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: Ministério da Saúde, 2001.

BRASIL. Resolução RDC nº. 360, de 23 de dezembro de 2003. **Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 dez. 2003.

BRASIL. Ministério da saúde. Agência Nacional de vigilância sanitária. **Métodos Físicos-químicos para Análise de Alimentos**. Brasília: Ministério da saúde, 2005. 1018.

BRASIL. Instrução Normativa MMA nº 6, de 23 de setembro de 2008. **Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008.

CAVALCANTE, P. B. **Frutas Comestíveis da Amazônia**. 6º ed. Belém, PA; Museu Paraense Emilio Goeld: CNPQ, 2010. 279 p.

CECHI, H. M. Fundamentos Teóricos e Práticos em Análises de Alimentos. 2ª ed. São Paulo: **Editora Unicamp**, 2003, 208p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. Ed. Lavras:UFLA, 2005. 783p.

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

COOKE, J. R.; MAXON, R. E. D. The detection and measurement of vitamin C. in: Counsell, J. N.; Horning, D.H. Vitamina C: ascorbic acid. London: **Applied Science**, 1981.

CORRÊA, M. P. **Diccionario das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro. Ministério da agricultura. volume II. 1931.

DALEPRANE, J. B. et al. Anti-atherogenic and anti-angiogenic activities of polyphenols from própolis. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.23, p.557-566, 2012.

DUCTOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: 2º Ed. Da Champagnat, 2007. 123p.

ENDO, E.; BORGES, S. V.; DAIUTO, E. R.; CEREDA, M. P.; AMORIM, E. Avaliação da vida de prateleira do suco de maracujá (*Passiflora edulis F. flavicarpa*) 2ª ponto desidratado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.2, p. 382-386, 2007.

ELISIA, I. et al. Antioxidant assessment of an anthocyanin-enriched blackberry extract. **Foodchemistry**, v.101, p. 1052-1058, 2007.

FAO. **Especies forestales productoras de frutas y otros alimentos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación**. TermediCaracalla: Roma, 1987.

FERBERG, I.; CABRAL, L. C.; GONÇALVES, E. B.; DELIZA, R. **Efeito das condições de extração no rendimento e qualidade do leite de castanha-do-Brasil despelculada**. Disponível em: <"http://wm48.com.br/inmail/nph-download.pl/07%2lamericanoilana%20felberg\_p65.htm?part=2&">. Acesso em: dez. 2013.

FERRER, R. E. N. **Avaliação das características da polpa de manga (*Mangifera indica L.*) para elaboração e armazenamento do néctar**. Viçosa, 1987, 66p. Dissertação - (Mestrado em ciência e tecnologia de Alimentos), Departamento de tecnologia de alimentos, Universidade Federal de Viçosa. 1987.

FREITAS, Danielle Sampaio de; LEÃO, Francinella do Carmo. **Caracterização físico-química da fruta e sorvete de jacaicá (*Poupartia amazonica* (Ducke) B. L. Burt & A. W. Hill)**. Trabalho de Conclusão de Curso Tecnologia Agroindustrial – Universidade do Estado do Pará, Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, Cametá, 2012.

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. 2 Ed. Zaragoza. Acribia. 1100p.

GRANDIS, A.; CONDIEV, S.; NEPOMUCENO, M. F. D.; ALEIXO, A. M.; RUGGIERO, A. C. Estudo da capacidade antioxidante do estrado hidroalcoólico de oliva contra a peroxidação lipídica. In: 6ª Slaca - Simpósio latino americano de ciências de alimentos, 2005, Campinas, **Anais...** Campinas, 2005.CD-ROM.

GEORGÉ, S., BRAT, P., ALTER, P., AMIOT, M. J. **Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant-derived products**. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2005, v. 53, p. 1370-1373.

GODOY, H.T.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. **Occurrence of cis-isomers of pro-vitamin A in Brazilian Fruits**. J. Agric. Food. Chem, v. 42, p.1306-1313. 1994.

GONÇALVES, A. E. de S. S.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. Chemical composition and antioxidant/ ant diabetic potential of Brazilian native fruits and commercial frozen pulps. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, p. 4666-4674, 2010.

GONDIM, J. A. M.; MOURA, M. F. V.; DANTAS, A. S.; MEDEIROS; R. L. S.; SANTOS, K. M.. **Composição centesimal de minerais em cascas de fruta**. Revista Ciencia e Tecnologia de Alimentos v.25, n.4, p.825-825. Campinas, 2005.

GRANADA, G. G.; ZAMBIAZI, R. C.; MENDONÇA, C. R. B. Abacaxi: Produção mercado e subprodutos. **B. CEPPA**, v.22, n.2, p. 405-422, 2004.

GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; FREITAS, M. S. M.; VIANA, A.P.; JASMIN, J. M.; MARCIANO, C. R.; CARNEIRO, J. G. A (Org). **Sistemas Agro florestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável**. Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte fluminense Darcy Ribeiro, 2006. 365p.

GARCÍA-FERNÁNDEZ, E.; LÉRIDA-CARVAJAL, I.; GALÁN-JARÉN, M.; FERNÁNDEZ-GARRIDO, J.; GÁLVEZ-PÉREZ, A.; MÉNDEZ-HORNERO, D. Carotenoids bioavailability from foods: From plant pigments to efficient biological activities. **Food Reserch Internacional**. V. 46.p, 438-450, 2012.

GEETHA & GUPTA. Medicinal and therapeutic potencial of sea buckthorn (*Hippophaerhammoids L.*). **Journal of ethno pharmacology**, 138, 268-278. 2011.

GREGOR III, J.F. Vitamin. In: Fenema, O. R. (Ed). **Food chemistry**. 3<sup>rd</sup> ed. New York: Maciel Dekker, 1996, 1996. P. 488-493.

HANSEM, O. A. S. **Agregação de valor aos frutos da mangabeira (*Hancornia speciosa gomes*): Desenvolvimento e avaliação da estabilidade de néctar e geléia**. 2011. 118f. Dissertação (Mestrado em ciências agrárias) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia, 2011.

HAN, X; SHEN, T; LOU, H. Dietary polyphenols and their biological significance. **International Journal of Molecular Sciences**, v.8, p.950-988, 2007.

HE, J.; GIUSTI, M. M. Anthocyanins: natural colorants with health-promoting properties. **Annual Review of Food Science Technology**, v.1,p.163-187, 2010.

HEINONEN, I. M.; MEYER, A. S.; FRANKEL, E. N. Antioxidant activity of berry phenolics on human low-density lipoprotein and liposome oxidation. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.46,p.4107-4112, 1998.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA DA AMAZÔNIA. **Cultivo de camu-camu**. Disponível em; <http://www.inpa.gov.br/cpca/areas/camu-camu.html>. Acesso em 24/10/2013.

ISHIDA, B. K.; CHAPMAN, M. H. Carotenoid Extraction from Plants Using a Novel, Environmentally Friendly Solvent. **J Agric Food Chem**. V.12. 2009

LACCHIA, A.P.S. **Estruturas Secretoras em Órgãos Vegetativos de Espécies de Anacardiaceae: Anatomia, Histoquímica e Ultraestrutura**. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Instituto de Biologia. Campinas; s.n, 2006.

LAVARDA, L. **Determinação da cinética de degradação térmica da vitamina C em polpas de acerola via aquecimento ôhmico**. Trabalho de diplomação em engenharia química. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Departamento de engenharia química. Porto Alegre. 2011.

LEDERMAN, I. E.; SILVA JÚNIOR, J. F. da; BEZERRA, J. E. F.; LIRA JÚNIOR, J. S. de. **Potencialidades das espécies de *Spondias* no desenvolvimento da fruticultura brasileira**. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA JÚNIOR, J. S. de. (Org). *Spondias* no Brasil: Umu, cajá e espécies afins. Recife/PE: Editora Universitária da UFRPE, 2008. p.15-22.

LEONG, S. Y.; OEY. I. Effects of processing on anthocyanins, Carotenoids and vitamin C in summer fruits vegetables. **Food chemistry**. v. 133. 1577-1587p. 2012.

LIMA, V. L. A. G.; MÉLO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; SILVA, G. S. B.; LIMA, D. E. S. Fenólicos totais e atividade antioxidante do extrato aquoso de broto de feijão-mungo (*Vigmaradiata* L.). **Revista de Nutrição**, Campinas, v.17, n. 1, p. 53-57, 2004.

LIMA, E. D. P. A. et al. Caracterização física e química dos frutos de umbu-cajazeira (*Spondias spp*) em cinco estágios de maturação, da polpa e néctar. **Revista Brasileira de Fruticultura**., v. 24, n.2, p. 338-343, 2002.

LIMA, V. L. A. G.; MÉLO, E. A.; LIMA, L. S. Avaliação da qualidade de suco de laranja industrializado. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.18,n.1, p. 95-104, 2000.

LINS, R. T. **Determinação de tocoferóis e carotenóides em frutas amazônicas: Implantação de uma metodologia**. 2006. 80f. Dissertação (Mestrado em Ciências e tecnologia dos Alimentos). Universidade do Estado do Pará, Belém, 2006.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. V. 3. Nova Odessa: Ed. Plantarum, 384 p. 2009.

KARWOWSKI, M. S. M. **Estudo da Estabilidade, Comportamento Reológico e dos Compostos Fenólicos de Frutas da Mata Atlântica**. Curitiba. Programa de pós-graduação em Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Paraná, 2012, 89f. Dissertação de Mestrado.

MATTIETTO, R. A. et al. Caracterização física e físico-química dos frutos da cajazeira (*Spondias mombin* L.) e de suas polpas obtidas por dois tipos de extrator. **Brazilian Journal of Food Technology**., Campinas,v.13,n.3.p. 156-164, 2010.

MARTÍNEZ-VALVERDE, I.; PERIAGO, M.J.; ROS, G. Significado nutricional de loscompuestos fenólicos de la dieta. **Archivos Latino americanos de Nutrición**,Caracas, v.51 n.1, p.5-18, 2000.

MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; LIMA, A. S. **Processamento de sucos de frutas tropicias**. Fortaleza: Edição UFC, 2007.320p.

MARTINEU, L. C.; COUTURE, A.; SPOOR, D.; BENHADDOU-ANDALOUSSI, A.; HARRIS, C.; MEDDAH, B. et al. Anti-diabetic properties of the Canadian lowbush blueberry *vaccinium angustifolium* Ait. **Phytomedicine**, v.13,p.612-623, 2006.

MATSUURA, F. C. A. U. et al. Avaliação físico-químicas em frutas de diferentes genótipos de acerola (*Malpighia puniceifolia* D.C). **Rev. Bras. Frutic**. Jaboticabal, v.23, n.3, p. 602-606, 2001.

MAIANI, G.; PERIAGO CASTÓN, M. J.;CATASTA, G.; TOTI, E.; CAMBRODÓM, I. G.; BYSTED, A. Carotenóides: Actual Knowledge on food sources, intakes, stability and bioavailability and their protective role in humans. *Mol Nutr Food Res*, 2008.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; LEAL, F. L. L.; CAETANO, A. C. S.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.3, p. 639-644, 2006.

MEDINA-REMÓN, A. et al. Total polyphenol excretion and blood pressure in subjects at high cardiovascular risk. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v.21, p. 323-331, 2011.

MENDES, P. A. M. **Avaliação dos Parâmetros físico-químicos Determinados nos Certificados Oficiais de análise das polpas de frutas com Padrões de Identidade e Qualidade**. Brasília. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Universidade de Brasília, 2008, 42p. Dissertação de Mestrado.

MINOLTA. **Precise color communication: color controlo of from perception to instrumentation**. Japan: Minolta Co. LTDA, 1998, 57p.

MOREIRA, A. C. C. G.; NASCIMENTO, J. D. M.; ANDRADE, R. A. M. S.; MACIEL, M. I. S.; MELO, E. A. Fitoquímicos bioativos em cajá umbu. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 23, n. 2, p. 235-241, abr./jun. 2012.

MUNIZ, M. B.; QUEIROZ, J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; DUARTE, M. E. M. **Caracterização termofísica de polpas de bacuri**. Ciência e tecnologia de alimentos, v. 26 (2), p. 360-368, 2006.

McGREGOR, G. P.; BIESALSKI, H. K. Rationale and impact of vitamin C in clinical nutrition. **Current Opinion in clinical Nutrition and Metabolism Care**, v.9, p.697-703, 2006.

McEVOY, G. AHFS Drug information. Bethesda, Maryland, USA: **Americam Society of Health- System Pharmacists**, 2011.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; LEAL, F. L. L.; CAETANO, A. C. S.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26,n.3,p. 639-644, 2006.

NEVES, C. L. **Desenvolvimento do agronegócio frutícola nos estados da Amazônia legal: potencialidades roraimenses**. Disponível em: <<http://www.cgee.org.br/atividades/redirect>> acesso em: 18 de Jan. 2014.

NETO, C.C. Cranberry and blueberry; evidence for protective effects against cancer and vascular diseases. **Molecular Nutrition & food Research**, v.51,p.652-664, 2007.

NERES, L. S.; SOUSA, S. H. B.; PACHECO, E. A.; LOURENÇO JÚNIOR, J. B.; GARCIA, A. R.; NAHÚM, B. S.; GOMES, K. S. S. Elaboração e avaliação sensorial de iogurte de leite de búfala sabor jacaíacá (*Poupartia amazônica*). In: Congresso internacional do leite, 11., 2012, Goiânia. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado e Leite, 2012.

NYBG, the New York Botanical Garden. International Plant Science Center. The virtual herbarium of the New York botanical garden. **Antrocaryon amazonicum**. New York. Disponível em: < <http://nybg.org> > Acesso em: 17/05/2014

OLIVEIRA, G. S. **Aplicação do processo de liofilização na obtenção de cajá em pó: Avaliação das características, físico-químicas e higroscópicas**. 2012. 83f. Dissertação (Mestrado em ciência e tecnologia de alimentos) – Programa de pós-

graduação em ciência e tecnologia de alimentos. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. Ceará. 2012.

OHR, L. M. **Fortifying with fiber**. Food Technology, v.58, n.2, p.71-75, 2004.

OLIVEIRA, L. P. **Seleção e aproveitamento biotecnológico de frutas encontradas na Amazônia para elaboração de bebida alcóolica fermentada utilizando leveduras imobilizadas**. 2006. 196f. tese (Doutorado em biotecnologia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2006.

OLIVEIRA, D. M.; BASTOS, D. H. M. **Biodisponibilidade de ácidos fenólicos**. Quim.nova, vol.34, No. 6, 1051-1056, 2011.

PARIZ, K. L. **Avaliação da qualidade de polpas de frutas. Trabalho de conclusão de curso de Tecnologia em Alimentos** – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Bento Gonçalves, Bento Gonçalves, 2011.

PONTES, L. V. **Avaliação sensorial e instrumental da cor de misturas em pó para refrescos, bebida isotônica e gelatina utilizando corantes naturais**. Dissertação de Mestrado. Programa de pós-graduação em ciências e tecnologias de Alimentos, DTA/UFV, 2004.

PUUPPONEN-PIMIA, R.; NOHYNEK, L.; MEIER, C.; KAHKONEN, M.; HEINONEN, M.; HOPIA, A. Antimicrobial properties of phenolic compounds from berries. **Journal of Applied Microbiology**, v.90, p.494-507, 2001.

RIBEIRO, P. F. A. et al. Benefits of blackberry nectar (*Rubus spp.*) relative to hypercholesterolemia and lipid peroxidation. **Nutrición Hospitalaria**, v.26, p. 984-990, 2011.

ROJAS, A. M.; GERSCHENSON, L. N. Ascorbic acid destruction in sweet aqueous model systems. **Leb. Wiss. U-Technol.**, V. 30, p. 567-572, 1997.

VIANA, C. A. S.; PAIVA, A. G.; JARDIM, C. V.; RIOS, M. N. S.; PINAGÉ, G. R.; ARIMORO, O. A. S.; SUGANUMA, E.; GUERRA, C. D.; ALVEZ, M. N.; PASTORE, J. F. **Plantas da Amazônia: 450 espécies de uso geral**. Livro digital. Brasília: Universidade de Brasília, Biblioteca Central. Disponível em: <http://leunb.bce.unb.br>.

ROBARDS, K. et al. Phenolic compounds and their role in oxidative process in fruits. **Food Chem.**, v.66, p. 401-436, 1999.

RODRIGUES, R. B.; MENEZES, H. C.; CABRAL, L. M. C.; DORNIER, M. C.; RIOS, G. M.; REYNES, M. Evaluation of reverse osmosis and osmotic evaporation to

concentrate camu–camu juice (*Myrciariadubia*). **Journal of Food Engineering**, v. 63, n. 1, p. 97-102, 2004.

RODRIGUES - AMAYA, D. B.; KIMURA, M. **Fontes brasileiras de carotenóides: tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos**. Brasília, DF: MMA/SBF, 2008. 100P.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; PASTORE, G. M. Ciência de alimentos: avanços e perspectivas na América Latina. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 1., 1997. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1997.p.151-155.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington, DC: ILSI, 1999. 64p.

RODRIGUEZ-AMAYA, B. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington: ILST. Press. 2001. 64p.

ROCHA, M. S. **Compostos bioativos e atividade antioxidante (*in vitro*) de frutos do cerrado piauiense**. 2011. 94 p. Dissertação (Mestrado em alimentos e nutrição). Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2011.

RUFINO, M. do S. M. **Propriedades funcionais de frutas brasileiras tropicais não tradicionais**. 2008. 263 p. tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do semi-Árido, Mossoró, 2008.

RUFINO, M. do S. M et al. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v.121, p. 996-1002, 2010.

SALLES & WAUGHON. **Influência do processamento no teor de compostos bioativos em frutos de murici e cajá**. Dourados, v.6, n.19, p. 7-15, 2013

SANTOS-CEREJA, JANAINA ALMEIDA. EMBRAPA. **Fruticultura tropical: Espécies regionais e exóticas**. Brasília, DF: Tecnologia, 2009. 509p.

SATIM, M.; SANTOS, R. A. M. **Estudo das características nutricionais das polpas de mangas (*Mangifera indica L.*) variedade Tommy Attkins**. Encontro internacional de produção científica, CESUMAR, 2009.

SAXENA, M.; SAXENA, J.; PRADHAN, A. Flavonoids and phenolic acids as antioxidants in plants and human health. **International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research**, 16, 130-134, 2012.

SALUNKHE, D.K.; BOLIN, H.R.; REDDY, N.R. **Storage, processing and nutritional quality of fruits and vegetables**. . 2nd Edition. Vol I. Boston: CRC Press, 1991. 321p.

SANTOS, E. T. R. E WANZELLER, Y. B. R. **Elaboração e caracterização de um produto tipo de barras de frutas regionais**. Trabalho de Conclusão de Curso.(Tecnólogo Agroindustrial – Ênfase em Alimentos) - Universidade do Estado do Pará – Núcleo Universitário de Marabá, 2005.

SANTOS, M.B. et al. Caracterização e qualidade de frutos de umbu-cajá (*Spondias tuberosa X.S. mombin*) provenientes do Recôncavo sul da Bahia. **Revista Brasileira de fruticultura**, Jaboticabal- SP, v. 32, n.4, 2010.

SANTOS, O. V. **Desenvolvimento de barras de alto teor protéico a partir da castanha-do-Brasil**. 2008. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Pará, Belém – Pará, 2008.

SANTOS, O. V. et al. **Processing of Brazil-nut flour: characterization, thermal and morphological analysis**. Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas, v.30, supl.1, p.264-269, maio. 2010.

SANTOS, O. V.; CORRÊA, N. F.; SOARES, F. A. S. D. M., F.; GIOIELLI, L. A.; COSTA, C. E. E. F.; LANNES, S. C. S. Chemical evaluation and thermal behavior of brazil nut oil obtained by different extraction processes. **Food Research International**. v. 47, p. 253-258, 2012.

SEBASTIANY, E.; REGO, E. R.; VITAL, M. J. S. **Qualidade microbiológica de polpas de frutas congeladas**. Revista Instituto Adolfo Lutz. São Paulo, 2009.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWARI, M. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. R. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos**. 3ª edição. São Paulo: Livraria Varela, 2007.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. **Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents**.Am. J. Enol. Vitic.v.16, 144-168, 1965.

STATISTICA for Windows.Versão 5.0.USA :StatSoft, 1995.

SOUZA, A. das G. C.; SILVA, S. E. L. da.Frutas nativas da AmazôniaIn: Congresso Brasileiro de fruticultura, 20; Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Agriculture, 54. **Anais**. Vitória/ES: EPAGRI. 2008. p. 1-2.

SOUSA, S. H. B.; SANTOS, O. V.; MATTIETTO, R. A.; AMOR-DIVINO, B. C.; PINTO, V. C. Desenvolvimento de néctar de jacaicá (*Poupartia amazonica*) a partir da polpa e casca do fruto. In: III Congresso Brasileiro de Processamento de Frutas e Hortaliças.Volume especial 25. **Anais**. Ilhéus Bahia. 2013.

STOBDAN, T.; KOREKAR, G.; SRIVASTAVA, R. B. Nutritional attributes and health application of seabuckthorn (*Hippophaerhamnoides L.*) a review. **Current Nutrition & Food Science**. 9, 151-165. 2013.

TAVARES FILHO, L. F. Q. **Conservação da polpa de cajá por métodos combinados**. 2007. 46f. Dissertação (Mestrado em ciências agrárias, área de concentração: Fitotecnia) – Programa de pós-graduação e pesquisa em ciências agrárias. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, 2007.

TALAULIKAR, V. S.; MANYONDA, I. T. Vitamin C as antioxidant supplement in women's health: a myth in need of urgent burial. **European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology**, v. 157, p. 10-13, 2011.

TEXEIRA, M.; MONTEIRO, M. Degradação da vitamina c em sucos de frutas. **Alim. Nutr**, Araraquara. v.17, n.2, p.219-227, 2006.

TIBURSKI, J. H et al. Nutritional properties of yellow mombin (*Spondiasmombin L.*) pulp. **Food Research international**. v.44. p. 2326-2331. 2011.

THAIPONG, K. et al. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. **J. Food Compos. Anal.**, v. 19, p. 669-675, 2006.

ZEPKA, L. Q.; MERCADANTE, A. Z. Degradation compounds of carotenoids formed during heating of a simulated cashew apple juice. **Food Chemistry**, v.117, n.1, p. 28-34, 2009.

VAN SOEST, P. J. **Use of detergents in the analysis if fibrous feeds. A rapid method for the determination of fiver and lignin**. J. Assoc. Official Agr.Chem. v.46. p.829-835, 1963.

VAM HET HOF, K, H.; WEST, C. E.; WESTSTRATE, J. A.; HAUTVAST, J. G. Dietary factors that affect the bioavailability of carotenoids. **The Journal of Nutrition**, 130, 503–506, 2000.

VANNUCCHI, H.; ROCHA, M. M. Funções Plenamente Reconhecidas de Nutrientes – Ácido ascórbico (vitamina C). Série de Publicações. **Insternational Life Science Institute Brasil**. v.21, p. 1-12, 2012.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. 1992. **Compendium of Methods for the microbiological examination of food**. Wasthington: American Public Health Association (APHA), 1992.

VASQUEZ-CAICEDO, A. L.; SCHILLING, S.; CARLE, R.; NEIDHART, S. Impact of packaging and conditions on colour and  $\beta$ -carotene retention of pasteurized mango purée. **European Food Research Technology**, v. 224, n. 5, p. 581-590, 2007.

VERRAX, J.; CALDERON, P. B. The controversial place of vitamin C in cancer treatment. **Biochemical Pharmacology**, v.76, p. 1644-1652, 2008.

VIEIRA, L. M.; SOUSA, M. S. B.; MANCINI-FILHO; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante *in vitro* de polpa de frutas tropicais. **Revista Brasileira de frutas**, v.33, n.3, 2011.

VOUNG, T.; BENHADDOU-ANDALOUSSI, A.; BRAULT, A.; HARBILAS, D.; MARTINEAU, L. C.; VALLERAND, D.; RAMASSAMY, C.; MATAR, C.; HADDAD, P.S. Antiobesity and antiabetic effect of biotransformed blueberry juice in kKaynice. **International Journal of Obesity**, p.1-8, 2009.

WATSON, L.; DALLWITZ, M.J. **The families of flowering plants**: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. Version: 19th December. 2012. Disponível em: <<http://delta-intkey.com/angio/www/anacardi.htm>>. Acesso em 19 de junho de 2013.

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

WANG, S. Y.; JIAO, H. Scavenging capacity of berry crops on superoxide radicals, hydrogen peroxide, hydroxyl radicals, and singlet oxygen. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.48, p.5672-5676, 2000.

WILEY, R. C. **Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas**. Zaragoza: Editorial Acribia S.A., 1997.

YAHIA, E. M. The contribution of fruit and vegetable consumption to human health. in: ROSA, L. A.; ALVAREZ-PARRILLA, E.; GONZALEZAGUILARA, G. A. **Fruit and vegetable phytochemistry, nutritional value and stability**. Hoboken: Wiley - Blackwell, 2010. p. 3-51.





Universidade do Estado do Pará  
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia  
Curso de Tecnologia Agroindustrial – Alimentos  
Travessa Enéas Pinheiro, 2626 – Marco  
66095-490. Belém – PA  
[www.uepa.br](http://www.uepa.br)