

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

**CYNTIA LADYANE ALVES DE MOURA**

**MACERAÇÃO ENZIMÁTICA DA POLPA**  
**DE CAJÁ (*Spondias mombin* L.)**

**FORTALEZA**

**2009**

**CYNTIA LADYANE ALVES DE MOURA**

**MACERAÇÃO ENZIMÁTICA DA POLPA  
DE CAJÁ (*Spondias mombin* L.)**

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

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo

Co-Orientador: Pesq. Dr. Gustavo Adolfo Saavedra Pinto

FORTALEZA

2009

M885m Moura, Cyntia Ladyane Alves de  
Maceração enzimática da polpa de cajá (*Spondias mombin L.*) / Cyntia  
Ladyane Alves de Moura, 2009.  
78 f. ; il. color. enc.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo  
Co-orientador: Prof. Dr. Gustavo Adolfo Saavedra Pinto  
Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências  
Agrárias. Depto. de Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2009.

**CYNTIA LADYANE ALVES DE MOURA**

**MACERAÇÃO ENZIMÁTICA DA POLPA DE CAJÁ (*Spondias mombin L.*)**

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

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo  
Orientador  
(UFC/CCA/DETAL)

---

Dr. Gustavo Adolfo Saavedra Pinto  
Co-orientador  
(EMBRAPA Agroindústria Tropical)

---

Dr. Geraldo Arraes Maia  
(UFC/CCA/DETAL)

---

Dra. Débora dos Santos Garruti  
(EMBRAPA Agroindústria Tropical)

---

Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa  
(UFC/CCA/DETAL)

*Ao meu filho Leonardo  
Ao meu esposo Otávio, pelo incentivo,  
paciência e carinho.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por guiar sempre os meus passos.

A Universidade Federal do Ceará, por proporcionar minha graduação e mestrado no Departamento de Tecnologia de Alimentos.

A Embrapa Agroindústria Tropical, pelas oportunidades de estágio e disponibilidade para a parte prática da dissertação no laboratório de Bioprocessos.

A Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FUNCAP, pela concessão da bolsa de estudo durante todo o período do mestrado.

Ao Orientador professor Raimundo Wilane de Figueiredo, pela orientação neste trabalho. Pelo incentivo, compreensão e apoio.

Ao Co-orientador pesquisador Gustavo Adolfo Saavedra Pinto, pela sua amizade, exigência, estímulo e ensinamentos, proporcionando discussões e sugestões que servirão para crescimento, aprendizado e incentivo à pesquisa e pela confiança em mim depositada para que eu cumprisse mais esta etapa.

Aos membros da banca examinadora, pela enorme contribuição e sugestões apresentadas para a redação final da dissertação.

A pesquisadora Deborah dos Santos Garruti, pela atenção e prontidão, sempre que solicitada, nas análises sensoriais.

Ao Analista Manoel Alves de Souza Neto, pela amizade, generosidade e paciência que sempre pude contar quando necessário e em especial nas análises cromatográficas.

Aos professores do Departamento de Tecnologia de Alimentos pela saudável convivência.

Ao Paulo, secretário da coordenação do mestrado, pela sua simpatia, atenção e prontidão sempre que solicitado.

A Luciana Siqueira pelos anos de amizade, companhia nos estudos na graduação e na preparação para este mestrado, sempre ajudando e incentivando.

A todos do Laboratório de Bioprocessos da Embrapa Agroindústria Tropical: Andrea, Virna, Janaína, Adriana, Natália Lima, Myrella, Renata Débora, Rosa, Genilton e Ruann pelos bons momentos e grande ajuda no processamento e análises.

A Alice, Heliofábia, Alaís, Gerlândia, Aline e Genilton, pela grande ajuda na análise sensorial.

A toda turma do Curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos de 2007: Carol, Aline, Alice, Ana Lúcia, Ana Maria, Ana Paula, Caroline, Claudia, Edivânia, Gerla, Heliofábia, Josefranci, Josiele, Melissa, Patrícia, Sandra, Sarah, Tânia, Tatiana e Vinicius pelo companheirismo.

Ao meu filho Leonardo, que esteve comigo em boa parte deste experimento e veio abrilhantar e valorizar ainda mais esta conquista.

Ao meu esposo Otávio, por estar sempre ao meu lado, por ser o grande incentivador desta conquista, me encorajando e dando forças para sempre seguir em frente.

Aos meus pais Roberto e Mirian, pela educação e eterna preocupação.

Aos meus irmãos Vanessa e Paulo Roberto, pela companhia alegre e por grandes momentos de descontração.

A toda minha família que mesmo de longe torce e vibra com as minhas conquistas em especial minhas tias Suelda e Mary.

A todos que aqui não citei, mas que de certa forma ajudaram e estiveram presentes ao longo deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Frutos da cajazeira (A) e detalhes do fruto em corte transversal (B) .....	5
Figura 2 - Produtos produzidos a partir de polpa de cajá .....	11
Figura 3 - Fluxograma do processamento para produção de polpa congelada, conforme Silva (1995). .....	15
Figura 4 - Esquema do tratamento enzimático da polpa (A) e controle (polpa sem tratamento) (B).....	24
Figura 5 - Fluxograma do processamento do néctar de cajá com 30% de polpa: sem adição de preparação enzimática comercial, macerada por 1h, 2h, 4h e 6h com adição de preparação enzimática comercial. ....	27
Figura 6 - Ficha de avaliação utilizada na análise sensorial do néctar de cajá – Teste Diferença do controle global. ....	29
Figura 7 - Ficha utilizada na análise sensorial do néctar de cajá - Impressão global (escala hedônica), escala do Ideal, e intenção de compra.....	30
Figura 8 - Ficha de avaliação utilizada na análise sensorial do néctar de cajá – Teste de Ordenação-Preferência. ....	31
Figura 9 - Consistômetro de Bostwick (A); 50mL de polpa é colocada no consistômetro (B) e ao acionar a guilhotina após 30 segundos, verifica-se na escala em centímetros, quanto percorreu a polpa (C). ....	34
Figura 10 - Avaliação da ação das preparações enzimáticas na polpa de cajá, na concentração de 2000 ppm ao final de 2 horas de maceração.....	40
Figura 11 - Distância percorrida na análise de consistência pela polpa de cajá (A); Aumento da distância percorrida na análise de consistência pela polpa de cajá (B), nas proporções polpa:água: 100:25, 100:50, 100:75 e 100:100 após a maceração com 2000 ppm de Viscozyme L. ....	41
Figura 12 - Aumento da distância percorrida no teste de consistência pela polpa de cajá integral após a maceração por 1 h com diferentes quantidades de Viscozyme L.....	42
Figura 13 - Aumento da distância percorrida no teste de consistência pela polpa de cajá integral (sem adição de água) após a maceração com 2000 ppm de Viscozyme L.....	43
Figura 14 - Cromatograma dos compostos voláteis obtidos por SPME-CG da polpa de cajá integral sem tratamento enzimático e não branqueada.....	46
Figura 15 - Cromatograma dos compostos voláteis obtidos por SPME-CG da polpa de cajá integral sem tratamento enzimático e branqueada. ....	46
Figura 16 - Cromatogramas com os compostos voláteis obtidos através da análise SPME das polpas de cajá branqueadas sem tratamento enzimático submetidas a agitação mecânica nos tempos 1h, 2h, 4h e 6h. ....	47
Figura 17 - Cromatogramas com os compostos voláteis obtidos através da análise SPME das polpas de cajá branqueadas tratadas enzimaticamente e submetidas a agitação mecânica nos tempos 1h, 2h, 4h e 6h. ....	48
Figura 18 - Perfil dos provadores em relação à faixa etária, ocupação, frequência de consumo e como costumam tomar o néctar de cajá .....	51
Figura 19 - Histograma de frequência das categorias na escala hedônica.....	54
Figura 20 - Características sensoriais mais apreciadas (A) e menos apreciadas (B) para néctar de cajá com polpa sem tratamento e com tratamento enzimático.....	55

Figura 21 - Histogramas de frequência da escala do ideal atribuídos ao sabor (A), consistência (B) e doçura(C). .....	56
Figura 22 - Histograma de frequência de intenção de compra. ....	57

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características físicas e rendimento em polpa dos frutos da cajazeira.....	5
Tabela 2 - Características da polpa de cajá.....	9
Tabela 3 - Padrões de identidade e qualidade da polpa ou purê de cajá (BRASIL, 2000).....	14
Tabela 4 - Padrões de identidade e qualidade do suco polposo de cajá (BRASIL, 1977). ....	16
Tabela 5 - Padrões de identidade e qualidade do néctar de cajá (BRASIL, 2003).....	17
Tabela 6 - Padrões de identidade e qualidade do refresco de cajá (BRASIL, 1998).....	18
Tabela 7 - Caracterização química da polpa <i>in natura</i> de cajá.....	37
Tabela 8 - Caracterização das atividades das preparações enzimáticas comerciais <sup>1</sup> .....	38
Tabela 9 - Número de picos e área total dos compostos voláteis encontrados nas polpas de cajá sem tratamento e tratadas enzimaticamente nos diferentes tempos de maceração. ....	49
Tabela 10 - Resultado do teste diferença do controle nos diversos néctares de cajá pelo Teste de Dunnett. ....	50
Tabela 11 - Resultado da Análise de Variância do teste de aceitação do néctar formulado sem tratamento enzimático (controle) e dos quatro néctares formulados com polpa tratada enzimaticamente. ....	53
Tabela 12 - Valores hedônicos médios dos cinco néctares formulados, comparados pelo Teste de Tukey.....	53
Tabela 12A - Valores hedônicos médios dos cinco néctares formulados, comparados pelo Teste de Dunnett. ....	53

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>3</b>
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>4</b>
3.1. O CAJÁ E SUA POLPA .....	4
3.1.1. Características da fruta e sua pós-colheita .....	4
3.1.2. Caracterização da polpa .....	8
3.1.3. Polpa .....	12
3.1.4. Suco polposo .....	15
3.1.5. Suco clarificado .....	16
3.1.6. Néctar .....	17
3.1.7. Fermentado de cajá.....	18
3.1.8. Outros produtos .....	18
3.2. ENZIMAS PECTINOLÍTICAS .....	19
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>22</b>
4.1. MATÉRIAS-PRIMAS .....	22
4.1.1. Polpa de cajá.....	22
4.1.2. Reagentes e preparações enzimáticas.....	22
4.1.3. Caracterização da polpa de cajá <i>in natura</i> .....	22
4.1.4. Caracterização das preparações enzimáticas .....	22
4.1.5. Avaliação da maceração enzimática.....	23
4.1.5.1. Seleção da preparação enzimática.....	23
4.1.5.2. Avaliação da adição de água .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
4.1.5.3. Influência da concentração de enzima.....	25
4.1.5.4. Tempo de Homogeneização .....	25
4.1.6. Determinação dos compostos voláteis SPME - CG.....	25
4.1.7. Análise Sensorial .....	26
4.2. TRATAMENTO ESTATÍSTICO.....	31
4.3. MÉTODOS ANALÍTICOS .....	32
4.3.1. pH .....	32
4.3.2. Umidade .....	32
4.3.3. Acidez total titulável (ATT).....	32
4.3.4. Sólidos Solúveis Totais (SST) .....	32
4.3.5. Açúcares redutores e totais .....	32
4.3.6. Atividade de água.....	33
4.3.7. Compostos fenólicos .....	33

4.3.8. Cor instrumental .....	33
4.3.9. Vitamina C .....	34
4.3.10. Consistência .....	34
4.3.11. Teor de polpa .....	34
4.4. MÉTODOS BIOQUÍMICOS .....	35
4.4.1. Poligalacturonases .....	35
4.4.2. Pectinametilesterases .....	35
4.4.3. Pectinaliases .....	35
4.4.4. Amilases .....	35
4.4.5. Invertases .....	36
4.4.6. Celulases .....	36
4.4.7. Xilanases .....	36
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>37</b>
5.1. CARACTERIZAÇÃO DA POLPA DE CAJÁ <i>IN NATURA</i> .....	37
5.2. CARACTERIZAÇÃO DAS PREPARAÇÕES ENZIMÁTICAS .....	38
5.3. AVALIAÇÃO DA MACERAÇÃO ENZIMÁTICA .....	39
5.3.1. Seleção da preparação enzimática .....	39
5.3.2. Avaliação da adição de água .....	40
5.3.3. Influência da concentração de enzima .....	42
5.3.4. Tempo de tratamento .....	43
5.4. AVALIAÇÃO DO EFEITO DA MACERAÇÃO SOBRE OS COMPOSTOS VOLÁTEIS (SPME-CG) .....	44
5.5. AVALIAÇÃO SENSORIAL DO NÉCTAR DE CAJÁ .....	50
<b>6. CONCLUSÕES .....</b>	<b>58</b>
<b>7. SUGESTÕES .....</b>	<b>59</b>
<b>8. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>60</b>

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo geral desenvolver um néctar com polpa tratada enzimaticamente a base de cajá que atendesse não só ao requerimento nutricional, como também ao sensorial. Foram utilizados frutos de cajá (*Spondias mombin* L.), provenientes da cidade Pecém/CE e preparações enzimáticas comerciais, cedidas pela Novozymes Brasil. A pesquisa teve início com a caracterização da polpa de cajá “in natura” através de determinações analíticas de ordens químicas e físico-químicas. Em seguida, quatro preparações enzimáticas comerciais (Viscosyme L, Ultrazym AFP-L, Citrozym L e Biopectinase CCM) foram caracterizadas quanto à poligalacturonase, pectinametilesterase, pectinaliase, celulase, invertase e xilanase. O processo de maceração da polpa de cajá foi realizado a partir de diversos estudos para a seleção da preparação enzimática comercial ideal e a definição dos parâmetros de tempo e concentração enzimática, razão polpa:água e tempo de homogeneização, cujo procedimento baseou-se na quantificação de grupos redutores totais (GRT), consistência e teor de polpa. Após definição destes parâmetros, procedeu-se a etapa de branqueamento para inativar as enzimas após a maceração. Foram realizadas análises da polpa integral sem tratamento e da polpa macerada para efeitos comparativos. Foram formulados cinco néctares, sendo o primeiro com polpa sem adição de preparação enzimática, a segunda com adição de preparação enzimática macerada por 1 hora, outros três com 2 horas, 4 horas e 6 horas de maceração. Estes néctares foram submetidos à avaliação sensorial usando o teste de diferença do controle, e posteriormente em outra sessão, foram feitos os testes de ordenação preferência, escala hedônica e aceitação global para avaliação do sabor, consistência e doçura, os provadores também indicaram a intenção de compra caso o produto estivesse à venda. As condições de 2000 ppm de Viscosyme L, 1 hora de tratamento enzimático, diluição polpa/água 1:0 e 10 segundos de homogeneização apresentaram um nível adequado para a maceração da polpa de cajá.

**Palavras-chave:** *Spondias mombin* L, cajá, enzimas pectinolíticas

## ABSTRACT

The main objective of this paper was to develop a nectar with the enzymatically treated yellow mombin base pulp, to fulfill not only nutritional requirements, as well as the sensorial. Yellow mombin (*Spondias mombin* L.) fruits, originated from the city of Pecem, Ceara and commercial enzymatic preparations by Novozymes Brasil, were used. The research began with the characterization of the natural yellow mombin pulp, through analytical determination of its chemical and physical-chemical natures. Next, four commercial enzymatic preparations (Viscosyme L, Ultrazym AFP-L, Citrozym L e Biopectinase CCM) were used, then separated according to polygalacturonase, pectinametilsterase, pectinaliase, cellulase, invertase e xilanase. The Yellow mombin pulp maceration process, was done based on many studies about the ideal commercial selection and enzymatic preparation, also the definition of time, enzymatic concentration, pulp ratio: water and homogenization time. The procedure was based on the quantification of total reduction Groups (TRG), consistency and pulp amount. After the definition of these parameters, began the whitening stage to inactivate the enzymes after the maceration. Analysis of the whole pulp without treatment and the macerated pulp were used for comparison effects. Five nectars were formulated, the first being the pulp without any enzymatic preparation addition, the second with addition of macerated enzymatic preparation for one hour, the remaining three: for two hours, four hours and six hours of maceration respectively. These nectars were submitted to sensorial evaluation using the control difference test, and later in another session, the following tests were done: preference ordering, hedonic scale, global evaluation acceptance of flavor, consistency and sweetness. The tasters also indicated intentions of purchasing, in case the product was to be sold. The conditions of 2000 ppm of Viscosyme L, 1 hour of enzymatic treatment, dilution pulp/water 1:0 and 10 seconds of homogenization, presented an adequate level to the maceration of the yellow mombin pulp.

**Key words:** *Spondias mombin* L, yellow mombin, pectinolytic enzymes.

## 1. INTRODUÇÃO

As espécies frutíferas nativas e exóticas das diversas regiões brasileiras vêm despertando a atenção de cientistas e pesquisadores, que vêem nelas não só um grande potencial para exploração comercial racional, como também para exportação (LEDERMAN *et al*, 1992).

O cajá é uma fruta produzida nas regiões Norte e Nordeste e ultimamente vem sendo exportada para outras regiões do país na forma de polpa, onde já existe um mercado consumidor assegurado para seu consumo na forma de suco e sorvete. No entanto, três fatores limitam a sua industrialização, a sua sazonalidade, a sua perecibilidade e o fato de que a cajazeira não é cultivada em escala comercial significativa, sendo considerada planta em domesticação e de exploração extrativa (MATA; BRAGA; SILVA, 2003; SACRAMENTO e SOUZA, 2000). A perecibilidade dos frutos corresponde às alterações fisiológicas que ocorrem depois de sua formação e crescimento na planta mãe, e portanto, a partir desta etapa todo o processo deve ser rápido, a fim de evitar contaminações e volatilização de componentes que dão sabor e aroma característicos do fruto. A sazonalidade corresponde ao período de tempo em que as fruteiras produzem seus frutos. Sacramento e Sousa (2000) reportam que a época de safra varia de acordo com a região produtora, sendo de maio a julho na Paraíba; entre janeiro e março no Ceará; março a maio no Sul da Bahia, agosto a dezembro em Belém e dezembro a fevereiro em Manaus e Rio Branco.

A polpa de cajá é um produto recente no mercado nacional, e a atual produção, considerando a grande demanda, não atende às necessidades do mercado interno, ficando ainda muito restrita às regiões Norte e Nordeste. Portanto, existe um amplo mercado interno e externo a ser explorado (SAMPAIO *et al*, 2005).

Atualmente há um crescente interesse pela fruta e produtos derivados do cajá a nível nacional, devido seu sabor e aroma agradáveis e boas características para sua industrialização. No entanto, há necessidade de um maior incremento dessa cultura, tanto por meio de divulgação quanto pelo fomento de plantios racionais em perímetros irrigados ou áreas úmidas propícias para esse tipo de planta, como áreas de pé-de-serra ou várzeas, visando promover uma elevação de sua produção, comercialização e armazenamento sob forma de polpa congelada e suco da fruta, que são matérias-primas para subprodutos como sorvete, picolé, geléia, dentre outros, suprimindo a demanda por esses produtos no período de entressafra.

Nos últimos anos, a utilização de pectinases tem aumentado progressivamente, possuindo variadas aplicações industriais (indústria têxtil, química, cosmética, farmacêutica), além de um destacado papel no setor alimentício, podendo influir na composição, processamento, deterioração e conservação dos alimentos (CARVALHO, 2007).

De acordo com Kashyap *et al* (2001), enzimas exógenas são usadas para aumentar a concentração do purê de manga ou para produzir suco claro e concentrado. Pectinases, hemicelulases e celulasas possuem atividades importantes usadas para degradar a polpa da manga. Tratamento enzimático da massa de manga produz um rendimento de cerca de 80% do suco de manga total presente na fruta. O mesmo autor acrescenta ainda que o tratamento enzimático gera uma viscosidade reduzida, alto rendimento e concentração dos sucos de banana, pois é viscoso e polposo em demasia para render bebidas com facilidade. A polpa almejada é então macerada usando-se enzimas pécticas, pressionada, e o suco é clarificado ou centrifugado antes da concentração.

Hoje os consumidores são muito mais seletivos sobre os alimentos que colocam à mesa de suas famílias no que se refere à saúde. Escolhem os alimentos com menos aditivos e conservantes, e que ainda assim mantenham os sabores dos alimentos e outras características também importantes que atendam às suas expectativas. As enzimas atendem a esta demanda melhorando os processos de produção de alimentos e bebidas de diversas maneiras: a) aumentam o valor nutricional; b) melhoram o sabor; c) reduzem a possibilidade de intolerância (NOVOZYMES, 2009).

Segundo Oliveira (2006) a utilização de complexos enzimáticos, constituídos por celulasas e pectinases, na extração de suco permite além de modificar características físico-químicas dos produtos, minimizar a geração de resíduos.

De acordo com Cardoso *et al* (1998) a adição de invertases em purê de banana, aumenta a doçura e diminui a viscosidade, melhorando a qualidade do suco.

## 2. OBJETIVOS

### GERAL

- Avaliar o efeito do tratamento enzimático na polpa de cajá utilizada na preparação de néctar.

### ESPECÍFICOS

- Caracterizar os complexos enzimáticos comerciais a serem utilizados;
- Caracterizar a polpa em estudo;
- Definir um complexo enzimático para o tratamento da polpa;
- Otimizar as condições de tratamento enzimático;
- Estabelecer um tratamento térmico, que paralise a atividade enzimática na polpa ao final do tratamento;
- Avaliar o efeito do processo enzimático sobre os compostos voláteis presentes na polpa de cajá;
- Preparação do néctar a partir da polpa de cajá tratada e não tratada enzimaticamente;
- Avaliação sensorial de néctares de cajá enzimaticamente macerados.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. O CAJÁ E SUA POLPA

A cajazeira (*Spondias mombin* L.) é uma espécie frutífera da família *Anacardiaceae*, que se encontra dispersa nas regiões tropicais na América, África e Ásia. No Brasil, a cajazeira é encontrada principalmente nos Estados do Norte e Nordeste, onde seus frutos, conhecidos como cajá, cajá verdadeiro, cajá-mirim ou taperebá, são muito utilizados na confecção de polpas, sucos, picolés, sorvetes, néctares e geléias de excelente qualidade e valor comercial. A cajazeira ainda não é cultivada em escala comercial significativa, sendo considerada planta em domesticação e de exploração extrativa. Mesmo assim, a cada ano, tem participação crescente no agronegócio da região Nordeste, principalmente pela comercialização dos seus frutos para consumo como fruta fresca e processamento de polpa (SACRAMENTO e SOUZA, 2000).

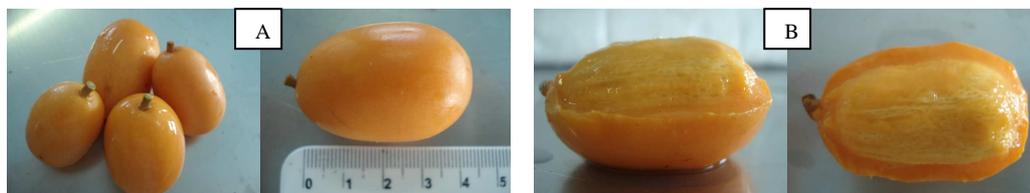
A procura pelos frutos da cajazeira deve-se principalmente às boas características para industrialização, aliadas ao aroma e sabor agradáveis. Essa fruta vem despertando interesse não apenas para o mercado regional, mas também noutros locais do país, onde a fruta é escassa. Em virtude da ausência de plantios racionais, em época de safra é comercializada principalmente em feiras livres, para consumo *in natura* ou para fabrico de polpa congelada, sorvete, suco e geléia. Na zona da mata do Nordeste, a safra concentra-se de maio a julho, quando é comum a comercialização ao longo das rodovias, embora esporadicamente ainda possam ser encontradas plantas com frutos em setembro (SACRAMENTO e SOUZA, 2000).

##### 3.1.1. Características da fruta e sua pós-colheita

O fruto da cajazeira é caracterizado como drupa (fruto carnoso, com apenas uma semente) de 3 a 4 cm de comprimento, ovóide ou oblongo, achatado na base, de cor variando do amarelo ao alaranjado, casca fina, lisa e polpa pouco espessa, também variando do amarelo ao alaranjado, suculenta, de sabor ácido-adocicado e muito agradável. O endocarpo ou caroço é grande, de cor branca, súbero-lignificado e enrugado, não apresenta espinhos, podendo apresentar de zero a cinco semnetes/endocarpo. Os frutos das espécies do gênero *Spondias* são nuculânios elipsóides ou globosos, perfumados, com mesocarpo carnoso, amarelo, de sabor agridoce (Figura 1) (VIEIRA NETO, 2002).

Os frutos da cajazeira recém colhidos têm peso variando entre 4,8 e 37,4g (SACRAMENTO e SOUZA, 2000), contudo, Soares, Gomes e Carneiro (2006) apontam que,

de uma forma geral, o peso médio é de 9,9g. Bosco *et al* (2000) apud Soares, Gomes e Carneiro (2006) propuseram uma classificação para os frutos baseado em sua massa, sendo pequenos se inferior a 12g; médios, entre 12 e 15g e grandes, acima deste valor. Diferentes autores relataram o comprimento do fruto variando de 29,3 a 44,0 mm, enquanto que o diâmetro possui uma amplitude de 18,3 a 33,0 mm (Tabela 1).



**Figura 1 - Frutos da cajazeira (A) e detalhes do fruto em corte transversal (B)**

(Fonte: Cyntia Ladyane Alves de Moura)

Apesar da fina camada de polpa do cajá o rendimento em peso é alto, pois o caroço, apesar de volumoso, tem baixa densidade. De acordo com Sacramento e Souza (2000), as proporções de casca e endocarpo variam de 8,4 a 18,7% e 15,7 a 31,1% respectivamente e rendimento acima de 60% em polpa, podendo chegar a valores próximos a 80% (Tabela 1).

**Tabela 1 - Características físicas e rendimento em polpa dos frutos da cajazeira**

Referências	CARACTERÍSTICAS			
	Comprimento (mm)	Diâmetro (mm)	Peso total (g)	Rendimento em polpa (%)
Soares, Gomes e Carneiro , 2006	33,7	18,3-26,8	9,9	72,6
Dias, Schwan e Lima, 2003	44,0	33,0	20,0	-
Vieira Neto, 2002	39,7-43,1	28,1-32,2	15,9-19,9	-
Alves, Filgueiras e Moura, 2000	43,1	32,2	19,92	81,7
Costa, 1998	36,75	29,11	15,58	-

Sampaio (2002) e Alves, Filgueiras e Moura (2000) procuraram avaliar o efeito do amadurecimento dos frutos sobre as características da polpa de cajá, contudo cada autor estabeleceu uma abordagem diferente. Sampaio (2002) correlacionou os dados físico-químicos com a respiração dos frutos, dividindo assim os estádios de maturação em: inicial, pré-climatérico, mínimo climatérico, máximo climatérico e pós-climatérico. Alves, Filgueiras e Moura (2000), fizeram todas as análises relacionando com a cor da casca do fruto, sendo os parâmetros analisados nos estádios: verde, predominantemente verde, predominantemente amarelo e amarelo.

No estudo realizado por Sampaio (2002), foi usado um método eudimétrico adaptado para medir concentrações de CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> de atmosferas controladas e modificadas. A produção máxima de CO<sub>2</sub> foi de 54 mL.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>, enquanto o consumo máximo de O<sub>2</sub> foi de 49 mL.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>. O Quociente Respiratório (Q.R) apresentou média de 0,92±0,17. Os frutos de cajazeira apresentaram padrão de atividade respiratória similar a dos frutos climatéricos. A tendência da respiração pós-colheita em frutos de cajazeira, medida através do monitoramento das taxas de produção de CO<sub>2</sub> e absorção de O<sub>2</sub>, apresentou padrão de atividade respiratória similar a dos frutos climatéricos.

O climatério pode ser definido como um período da ontogenia de certos frutos, durante o qual uma série de mudanças bioquímicas é iniciada por produção autocatalítica de etileno, marcando a transição entre o desenvolvimento à senescência, envolvendo um aumento na respiração e condução ao amadurecimento. O termo “climatérico” deve ser, portanto, aplicado ao total de mudanças que ocorre nessa fase crítica da vida do fruto, que é desencadeada pelo etileno e durante a qual muitas mudanças ocorrem, sendo uma delas o aumento da taxa respiratória (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A degradação da clorofila, bem como o aumento na quantidade de carotenóides, ocorre simultaneamente com o climatério, caracterizando mudança na coloração no exocarpo dos frutos de verde-escuro do pré-climatério para verde-claro no mínimo-climatério, para amarelo-alaranjado no pico climatério e manutenção desta no pós-climatério. A transformação da cor, de verde para amarelo-alaranjado nos frutos de cajazeira foi considerada um indicativo importante da maturidade fisiológica (SAMPAIO, 2002). Segundo Thomas e Janave (1992), a perda da cor verde dos frutos é resultado da quebra da estrutura da clorofila, causada principalmente pelas mudanças de pH, presença de sistemas oxidantes e atividade de clorofilases. Desta forma, a transformação da coloração ocorre pela revelação e síntese de pigmentos estáveis e pertencentes ao grupo dos carotenóides, que permanecem nos tecidos durante a senescência (LEE, 1985).

O teor de sólidos solúveis aumenta durante o amadurecimento. Enquanto que Sampaio (2002) observou variação de 12,06°Brix no estágio inicial a 13,69°Brix no pico climatérico, sem diferenças significativas entre os estádios de maturação, Alves, Filgueiras e Moura (2000) relataram aumento significativo deste parâmetro, de 8,36% no estágio inicial para 11,56% no estágio maduro. Durante o amadurecimento de frutos ocorre o aumento progressivo do teor de sólidos solúveis totais, em decorrência da transformação dos polissacarídeos insolúveis em açúcares solúveis (MELO, LIMA e NASCIMENTO, 2000).

A maturação de um fruto pode ser definida como a seqüência de mudanças na cor, aroma e textura, conduzindo a um estado que o torne comestível, e, com isto, apropriados para o consumo *in natura* e/ou industrialização (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O conteúdo de sólidos solúveis totais (SST) e a acidez total titulável (ATT), no final da maturação, indicam uma polpa de sabor adocicado e acentuadamente ácido. Os açúcares redutores representam aproximadamente 90% dos açúcares solúveis totais no final da maturação (ALVES; FILGUEIRAS; MOURA, 2000).

Pelos resultados para rendimento em polpa, acidez, sólidos solúveis e amido, principalmente, verifica-se que o cajá atinge qualidade máxima para o consumo ou industrialização ao final da maturação. Antes disso, há comprometimento, principalmente do sabor, pela excessiva acidez e teor de amido alto, para polpa de fruta. Alves, Filgueiras e Moura (2000) observaram poucas variações no teor de pectina, quando analisada a polpa integral na atividade enzimática e nos teores de compostos fenólicos. Porém, o fracionamento das pectinas se torna bem mais solúveis com o amadurecimento.

Em estudo realizado por Costa (1998), o uso de atmosfera modificada reduziu significativamente a perda de peso nos frutos durante o armazenamento, notadamente quando realizado sob refrigeração. O armazenamento do cajá em temperatura ambiente revelou que com dois dias de armazenamento havia desenvolvimento de fungos nas duas condições atmosféricas, permanecendo em condições aceitáveis de consumo apenas por um dia. O armazenamento sob refrigeração revelou que em atmosfera ambiente o cajá se conservou em condições aceitáveis de processamento para indústria por até cinco dias, e para o consumo *in natura* por até dois dias. Já em refrigeração com atmosfera modificada os frutos permaneceram em condições aceitáveis de processamento para indústria por até dez dias, e para o consumo *in natura* por até oito dias. A partir de então, os frutos começaram a apresentar sintomas de injúria pelo frio evidenciando que a temperatura de 8°C seja inadequada ao armazenamento de cajá.

Os frutos tropicais possuem taxas respiratórias altas, não toleram temperaturas muito baixas e podem ser conservados apenas durante pouco tempo. Logo após a colheita, na fase pré-climatérica, o fruto deve ser colocado rapidamente na temperatura ideal de conservação, para diminuir a respiração. Quanto mais curto o intervalo de tempo entre a colheita e o abaixamento da temperatura, melhor e mais longa será a conservação dos frutos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Mata, Braga e Silva (2003) estudaram o processo de congelamento dos frutos de cajá, apontando que este processo pode ser uma maneira eficaz de evitar a perecibilidade e

controlar a sazonalidade. O cajá levou 75 minutos para ser congelado (Fase II) à temperatura de  $-30^{\circ}\text{C}$ , 44 minutos à temperatura de  $-60^{\circ}\text{C}$  e 40 minutos à temperatura de  $-90^{\circ}\text{C}$ ; A difusividade térmica, durante o congelamento, variou de  $2,8 \cdot 10^{-7} \text{m}^2\text{s}^{-1}$  a  $3,452 \cdot 10^{-7} \text{m}^2\text{s}^{-1}$ , na Fase I do congelamento (resfriamento) e de  $3,1082 \cdot 10^{-7} \text{m}^2\text{s}^{-1}$  a  $3,2539 \cdot 10^{-7} \text{m}^2\text{s}^{-1}$  na Fase III do congelamento (pós-congelamento). Em trabalho posterior, este mesmo grupo reportou que a densidade da polpa de cajá aumenta de 920 para  $1.253 \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$  com a variação da temperatura de  $-18^{\circ}\text{C}$  para  $-196^{\circ}\text{C}$  e também em função do aumento do teor de sólidos solúveis totais de 9 °Brix para 60 °Brix. O calor específico da polpa de cajá diminui com a redução de temperatura e aumenta com a concentração de sólidos solúveis totais, sendo o menor valor obtido de  $1,646 \text{kJ kg}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  a  $-196^{\circ}\text{C}$  e 9 °Brix, e o maior de  $3,677 \text{kJ kg}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ , para  $-18^{\circ}\text{C}$  e 60°Brix (MATA, DUARTE E ZANINI, 2005).

### 3.1.2. Caracterização da polpa

O cajá é um fruto tropical, amplamente consumido no Brasil, que possui polpa bastante aromática e cor muito atrativa, bastante apreciada pelos consumidores. Além de ser apreciada pelo seu aroma, textura e sabor. Maciel e Guerra (2008) comentam que o cajá é rica fonte de fitoquímicos, muitos dos quais com importância fisiológica, a exemplo das antocianinas, dos carotenóides, fenólicos, flavonóides e ácido ascórbico. Estes compostos encontram-se freqüentemente em frutos e vêm sendo motivo de recentes investigações científicas por apresentarem propriedade antioxidante. Desta forma, procurou-se reunir nesta seção as informações disponíveis sobre a polpa de cajá, tendo a Tabela 2 como um resumo da diversidade de dados sobre as suas características físico-químicas e bioquímicas.

A acidez é um importante parâmetro na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício. Geralmente, um processo de decomposição, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração dos íons de hidrogênio e, por consequência, sua acidez.

Para a polpa de cajá, a legislação vigente estipula os valores mínimos de 2,2 para pH e 0,90% para acidez total, dentro dos padrões de identidade e qualidade (BRASIL, 2000).

Os minerais constituem um grupo de elementos largamente distribuídos na natureza e exercem um papel fundamental em diversas funções do organismo humano. As frutas em geral apresentam em sua composição uma grande variedade de sais minerais essenciais, o que as tornam uma rica contribuição para a dieta humana (FRANCO, 1992).

**Tabela 2 - Características da polpa de cajá**

CARACTERÍSTICA	AUTORES										
	Oliveira <i>et al</i> , 1999	Pinto <i>et al</i> , 2003	Mata e Duarte, 2003	Dias, Schwan e Lima, 2003	Silva <i>et al</i> , 1999	Mata, Duarte e Zanini, 2005	Rodriguez-Amaya e Kimura, 1989	Mattietto, 2005	Vieira Neto, 2002	Bueno <i>et al</i> , 2002	Alves; Filgueiras; Moura, 2000
UMIDADE (G.100G <sup>-1</sup> )	-	-	90,1	-	-	90,06	-	89,42	82,7	91,9	-
PROTEÍNA (G.100G <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-	-	-	0,82	0,8	-	-
LIPÍDIOS (G.100G <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-	-	-	0,26	-	-	-
CINZAS (G.100G <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-	-	-	0,58	-	-	-
PH	2,59	2,61	3,2	3,3	2,99	4,16	-	2,53	2,9	2,7	3,10
SST (BRUX/100G)	8,68	11,01	9,0	12,3	8,8	9,1	-	10,09	8,5	7,5	10,30
ACIDEZ – ATT (G.100G <sup>-1</sup> )	1,31	1,06	1,32	1,0	1,43	1,23	-	1,86	1,56	1,4	1,07
RAZAO SST/ATT	6,63	11,03	6,81	12,3	6,15	7,4	-	5,42	5,45	5,36	9,56
• AÇÚCARES (G.100G <sup>-1</sup> )											
• TOTAL	-	9,45	-	9,4	4,53	7,2	-	4,54	-	8,1	7,22
• REDUTOR	Nd	-	-	8,0	4,53	4,5	-	4,25	-	8,0	6,28
CAROTENÓIDES TOTAIS (µG.G <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-	-	25,9	28,3	-	-	-
• α-CAROTENO	-	-	-	-	-	-	0,9	-	-	-	-
• β-CAROTENO	-	-	-	-	-	-	1,6	-	-	-	-
• ζ-CAROTENO	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-
• ZEINOXANTINA	-	-	-	-	-	-	4,3	-	-	-	-
• β-CRIPTOXANTINA	-	-	-	-	-	-	16,5	-	-	-	-
• CRIPTOFLAVINA	-	-	-	-	-	-	1,8	-	-	-	-
• LUTEÍNA	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-
PECTINA TOTAL (G.100G <sup>-1</sup> )	-	-	-	0,50	0,35*	-	-	-	-	-	0,13
FENÓLICOS SOLÚVEIS EM ÁGUA (G.100G <sup>-1</sup> )	-	-	-	0,12	-	-	-	-	-	-	0,10
VITAMINAS (MG.100G <sup>-1</sup> )											
• C	10,29	16,4	-	34,86	5,24	-	-	23,72	-	-	36,87
• A	-	-	-	-	-	-	187,3	-	-	-	-
• B1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08	-	-
• B2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	-	-
• NIACINA	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-
MINERAIS (MG.100G <sup>-1</sup> )											
• FÓSFORO	-	-	-	-	-	-	-	24,97	31,00	-	-
• POTÁSSIO	-	-	-	-	-	-	-	170,00	-	-	-
• MAGNÉSIO	-	-	-	-	-	-	-	24,33	-	-	-
• CÁLCIO	-	-	-	-	-	-	-	15,34	26,00	-	-
• ENXOFRE	-	-	-	-	-	-	-	13,54	-	-	-
• BORO	-	-	-	-	-	-	-	0,16	-	-	-
• FERRO	-	-	-	-	-	-	-	1,16	2,20	-	-
• ZINCO	-	-	-	-	-	-	-	0,15	-	-	-
• COBRE	-	-	-	-	-	-	-	0,18	-	-	-
• MANGANÊS	-	-	-	-	-	-	-	0,35	-	-	-
ATIVIDADE ENZIMÁTICA (U.100G <sup>-1</sup> )											
• PECTINAMETILESTERASE	-	-	-	378,31	-	-	-	-	-	-	305,22
• POLIGALACTURONASE	-	-	-	19,31	-	-	-	-	-	-	19,78

\* gramas de pectato de cálcio

Segundo Mattietto (2005), a análise mineralógica do fruto *in natura* mostrou que para a polpa de cajá existe um destaque quanto aos teores de potássio, ferro, manganês e cobre. A adição de casca na polpa promoveu um aumento significativo nos teores de potássio e cálcio.

Sacramento e Souza (2000), em sua revisão técnica, reportam que os frutos de cajá são fontes das vitaminas A, B1, B2, C e niacina. Destas, Rodriguez-Amaya e Kimura (1989) sinalizaram que o cajá pode ser considerado uma boa fonte de provitamina A, com a polpa fornecendo um valor de 135 RE.100g<sup>-1</sup>.

A composição de carotenóides e vitamina A em produtos comerciais de cajá (*Spondias lutea* L.) como polpas congeladas e sucos pasteurizados foi determinado por Hamano e Mercadante (2001) através de HPLC. Ambos os produtos continham os carotenóides seguintes: phytoene, phytofluene, all-*trans*- $\beta$ -caroteno, 13-*cis*- $\beta$ -caroteno, 9-*cis*- $\beta$ -caroteno,  $\alpha$ -caroteno,  $\beta$ -criptoxantina (*cis* e *trans*), zeinoxantina, e luteína. O carotenóide principal era  $\beta$ -criptoxantina que variou de 5,54 a 8,19 (g/g), seguido de luteína de 3,52 a 6,16 (g/g) e zeinoxantina de 3,52 a 3,85 (g/g).  $\beta$ -criptoxantina também era o carotenóide que deu a maior contribuição à vitamina A.

MENDES *et al* (2008), estudando a determinação de antocianinas totais, verificaram que o cajá apresentou valores entre 13,0 e 31,0 mg/100 g, com média total de 20,2 mg/100 g. No que diz respeito aos teores de carotenóides totais, as polpas de cajá apresentaram valores variando entre 50,1 a 65,0 mg/100 g, com média total de 57,2 mg/100 g. Conclui-se pelo estudo que a polpa de cajá é um alimento que, além de apresentar propriedades nutricionais, possui também propriedades funcionais bastante desejáveis, principalmente pelos expressivos teores de carotenóides encontrados, fazendo do cajá uma fonte promissora de compostos antioxidantes e cujo consumo deveria ser estimulado.

Segundo Kimura (1989), no cajá foram detectados e identificados sete carotenóides como  $\alpha$ -caroteno,  $\beta$ -caroteno,  $\gamma$ -caroteno, zeinoxantina, criptoxantina, criptoflavina e luteína. A  $\beta$ -criptoxantina foi a que mais contribuiu no valor de vitamina A, perfazendo 74% do total na polpa e na casca. Com a polpa fornecendo um valor de 135 RE.100g<sup>-1</sup>, o cajá situa-se entre as boas fontes de provitamina A.

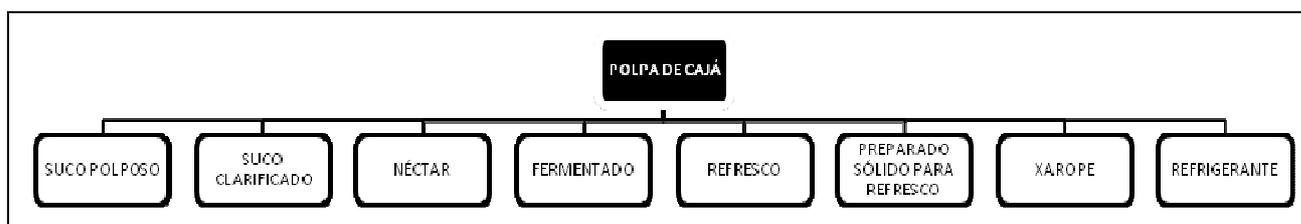
A degradação de carotenóides também pode ocorrer, o que é desejável em frutos, pois de acordo com Rodrigues-Amaya & Pastore (1997), a degradação de uma pequena parte dos carotenóides que ocorrem em frutos, leva à formação de compostos voláteis que contribuem ao aroma e sabor típico de cada fruto.

O cajá encontra-se entre as inúmeras frutas tropicais e subtropicais produzidas no Brasil que se destaca do ponto de vista do aroma da polpa. Narain *et al* (2004) encontraram 33 compostos voláteis na polpa de cajá, onde as principais classes de compostos foram de ésteres (48,7%), álcoois (21,7%), aldeídos (11,6%) e cetonas (4,19%). Além desses, outros compostos aromáticos característicos foram:  $\gamma$  - octalactona e ácidos butírico e hexanóico. A presença de compostos tais como acetato de etila, acetato de metilbutila, benzoato de butila, hexanoato de hexila, hexanol, linalol, benzaldeído e  $\alpha$ -terpineno identificados neste estudo foram reportados para a manga, sendo um fato interessante que ambos os frutos (cajá e manga) pertencem à mesma família, *Anacardiaceae*.

Ceva-Antunes (2003) estudou a identificação e comparação da composição volátil do taperebá e do cajá coletados em suas regiões nativas, o Estado do Pará e o Estado do Ceará, respectivamente, utilizando as metodologias de microextração em fase sólida (MEFS) e destilação e extração simultânea (DES). Taperebá e cajá mostraram similaridades na composição volátil. Por DES foi possível identificar 30 compostos idênticos em ambas as frutas e por MEFS, 32. Nas duas frutas, as classes predominantes foram os hidrocarbonetos e os ésteres, mas, no taperebá os compostos principais foram butanoato de etila e (Z) - cariofileno, enquanto que no cajá o butirato de butila, hexanoato de etila e mirceno.

A presença de pectinases endógenas é relativamente comum em frutas. Entretanto, a atividade das poligalacturonases naturais presentes na polpa de cajá, encontrada por Dias, Schwan e Lima (2003), foi pequena (19,32 UAE) não sendo suficiente, portanto, para contribuir com a redução da viscosidade da mesma, sendo necessária a adição do complexo enzimático.

Segundo recentes resultados de pesquisa obtidos nas diversas áreas do conhecimento sobre a cajazeira, visando popularizar e viabilizar o seu cultivo em escala comercial, serão citados alguns processamentos utilizando o cajá (Figura 2), já que é imenso o potencial de exploração agroindustrial dessa espécie.



**Figura 2 - Produtos produzidos a partir de polpa de cajá**

### 3.1.3. Polpa

O aproveitamento de frutas na forma de polpa congelada proporciona, também, a possibilidade de utilização de frutas pouco conhecidas, como as provenientes do Cerrado e das regiões Norte e Nordeste, que já despertam interesse no mercado externo (MATTA *et al*, 2005).

A produção de polpa de fruta congelada, antes concentrada na região Nordeste, já se expandiu por todo o território nacional. É um segmento que, apesar de englobar grandes indústrias, está caracterizado pela presença de micro e pequenas empresas (MATTA *et al*, 2005).

A polpa de fruta congelada é um produto em expansão no mercado de sucos de frutas tropicais, cuja procura vem crescendo substancialmente tanto para consumo doméstico, como de lanchonetes e restaurantes. Motivado pelo movimento ecológico, em virtude do aspecto natural do produto, verifica-se no mercado uma tendência de substituição dos sucos engarrafados pela polpa de fruta congelada, que atribuímos a dois fatores importantes: a) não utilização de aditivos químicos na conservação do produto; b) menor preço de venda, em função de menor custo de produção (SEBRAE, 1997).

Apesar desse processo de substituição do suco engarrafado pela polpa, observado no período citado acima (1997), essa tendência não se manteve ao longo dos anos, haja visto que o mercado de sucos teve crescimento da ordem de 25% ao ano. A falta de tempo é um dos principais fatores indicados pelo mercado para o crescente consumo dos sucos prontos, seguido pelo item saúde. A modernização e a entrada da mulher no mercado de trabalho criaram a necessidade por produtos práticos e que mantivessem a qualidade dos anteriormente produzidos no lar. As mudanças culturais e de hábitos de atitudes também incentivaram o desenvolvimento do segmento. As pessoas passaram a buscar uma alimentação mais saudável e a indústria se alinhou a essa necessidade (ARAUJO, 2004).

A indústria brasileira, consciente do potencial produtor de frutas do país, está se beneficiando da tecnologia para investir num mercado cada vez mais em expansão: o de sucos prontos. Uma importante característica do mercado brasileiro de sucos de frutas é sua extraordinária oferta dos mais variados tipos de sucos. Segundo dados da AC Nielsen, em 2004, o mercado de sucos prontos cresceu 15,6% e atingiu proporções maiores do que o de refrigerantes, cujo aumento foi de apenas 6,5% (MAIA; SOUZA; LIMA, 2007)

Além dos tradicionais refrescos em pó e refrigerantes que os brasileiros consumiam até o final da década de 90, surgem três novas linhas: a de refrescos prontos, néctares e os sucos de frutas. A diferença está na concentração da polpa de fruta, variando também o preço e, por conseqüência, o público-alvo. Segundo padrões estabelecidos no Brasil, a composição dos refrescos prontos tem até 15% de polpa de fruta, passando para 45% nos néctares e até 65% nos sucos. Internacionalmente, o índice para sucos pode chegar até 80% de polpa (ARAÚJO, 2004).

Polpa ou purê de cajá é o produto não fermentado e não diluído, obtido da parte comestível do cajá (*Spodias lutea*, L.), através de processo tecnológico adequados, com teor mínimo de sólidos totais (Tabela 3) (BRASIL, 2000).

As frutas desempenham um importante papel na saúde humana, contribuindo para o fornecimento de calorias, sais minerais, vitaminas, fibras e água. As características físico-químicas das frutas de uma determinada espécie variam, além do fator genético, com o local, a época de colheita, o estágio de maturação, os tratamentos culturais, etc (SACRAMENTO e SOUZA, 2000).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estabeleceu definições e as características dos produtos comerciais de origem vegetal (BRASIL, 2000). Este define polpa de fruta como produto não fermentado, não concentrado, não diluído, obtido de frutos polposos, através de processo tecnológico adequado, com um teor mínimo de sólidos totais, proveniente da parte comestível do fruto. O MAPA também estabelece padrões de identidade e qualidade para a polpa ou purê de cajá, devendo obedecer às características descritas na Tabela 3 (BRASIL, 2000).

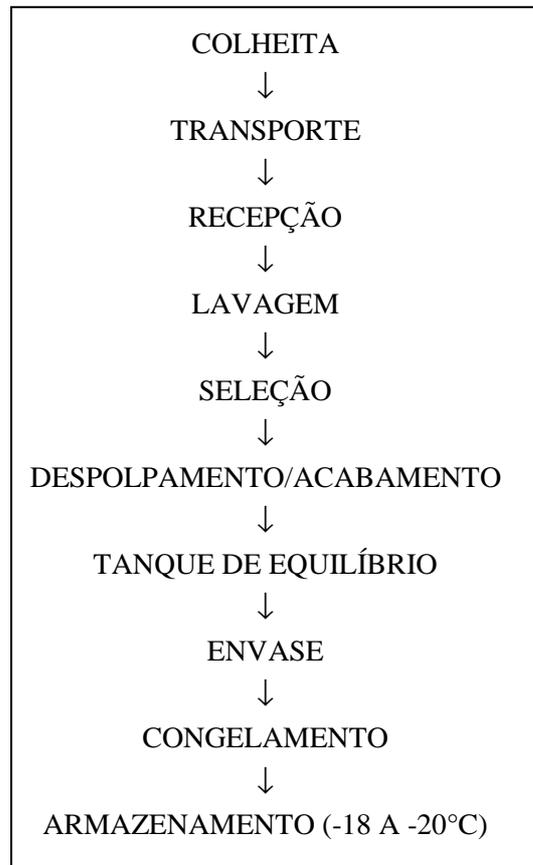
**Tabela 3 - Padrões de identidade e qualidade da polpa ou purê de cajá (BRASIL, 2000).**

<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>DESCRITOR</b>	
Cor	Amarela	
Sabor	Ácido	
Aroma	Próprio	
	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Sólidos solúveis em °Brix, a 20°C	9,00	-
pH	2,2	-
Acidez total expressa em ácido cítrico (g/100g)	0,90	-
Açúcares totais naturais do cajá (g/100g)	-	12,00
Sólidos totais (g/100g)	9,50	-

De acordo com Barbosa, Nazaré e Hashimoto (1981) apud Sacramento (2000), o percentual médio de rendimento em polpa ou suco de cajá é de 40% e poderá ser compensado pelas pronunciadas características de odor e sabor apresentando amplas possibilidades industriais na fabricação de sucos, néctares e sorvetes, sendo que a avaliação química dos frutos “in natura” mostrou que o teor de acidez e o pH favorecem grandemente sua conservação, quer pelo congelamento dos frutos integrais ou pelo processamento térmico do suco ou néctar.

No Sul da Bahia, industrialmente obtém-se um rendimento entre 55 a 60% de polpa, dependendo da seleção efetuada antes do processamento. Na avaliação de amostras de frutos em diversas cajazeiras, obtiveram-se rendimentos médios de polpa variando de 56,07 a 73,27% (SACRAMENTO e SOUZA, 2000).

Os frutos da cajazeira, quando destinados para a industrialização, passam por processo de seleção, lavagem, despulpamento, refino, envasamento, pasteurização (opcional) e congelamento. A polpa pasteurizada é conservada entre 2 e 7°C e a não pasteurizada é conservada a -18°C (SACRAMENTO e SOUZA, 2000). O fluxograma para obtenção da polpa congelada é apresentado na Figura 3.



**Figura 3 - Fluxograma do processamento para produção de polpa congelada, conforme Silva (1995).**

#### **3.1.4. Suco polposo**

Na indústria processadora de suco de frutas, a produção e a comercialização dependem das características exigidas pelo mercado para cada um dos diferentes tipos de sucos. Entre as características preestabelecidas estão os níveis de turbidez, a acidez, os nutrientes presentes e o perfil de aromas (MAIA; SOUZA; LIMA, 2007).

A partir da polpa oriunda de frutos maduros de cajá estudaram-se diferentes combinações de tempo e concentração enzimática, com vistas a obtenção dos melhores níveis de rendimento de suco polposo, obtendo-se rendimento de 85,908% utilizando-se concentração enzimática (Pectinex AR) na ordem de 120 ppm (SILVA, 1995).

Silva *et al* (1997) estudaram a obtenção de suco polposo de cajá por extração mecânico-enzimática. O produto final foi analisado com relação às suas características físico-químicas, bem como ao perfil sensorial após estocagem de 120 dias à temperatura ambiente (28°C). A polpa foi tratada com 120 ppm de enzimas pectinolíticas (Pectinex Ultra SP-L) por 30 min, à temperatura de 25°C, com o pH natural (2,98), seguindo-se o processo mecânico de extração. Foi empregado como processo de preservação do suco integral o método *hot-fill* +

aditivos. Estatisticamente, as características físico-químicas permaneceram inalteradas ao longo de 120 dias, apresentando os seguintes valores médios: pH (2,78), sólidos solúveis (11,19 °Brix), acidez titulável total (1,46 g% de ácido cítrico), açúcares redutores (6,91 g% em glicose), taninos (77,36 mg% de ácido tânico), cor (0,125 em leitura de absorbância a 440 nm), pectina (0,12 g% em pectato de cálcio) e viscosidade (10,8 cps). A análise sensorial classificou o suco polposo como "bom" e "muito bom", sendo que as maiores médias foram dos parâmetros aparência, cor e sabor.

De acordo com os Padrões de Identidade e Qualidade (BRASIL, 1977), o suco polposo de cajá é obtido através de processo tecnológico adequado, não fermentado, de cor, aroma e sabor característicos, submetido a tratamento que assegure a sua apresentação até o momento do consumo, deverá ter obedecido em sua composição, os limites fixados (Tabela 4):

**Tabela 4 - Padrões de identidade e qualidade do suco polposo de cajá (BRASIL, 1977).**

	Máximo	Mínimo
Densidade relativa a 20°C	-	1,0317
Sólidos solúveis, °Brix 20°C	-	8,0
Sólidos em suspensão, % v/v	50,0	-
Álcool etílico, GL a 20°C	0,5	-
Açúcares totais, naturais do cajá (g/100g)	12,0	-
Acidez total expressa em ácido cítrico (g/100g)	-	1,25

### 3.1.5. Suco clarificado

O processo de clarificação de sucos possibilita a oferta de um produto nobre, como é o caso do cajá (conhecido como fruto sazonal), ao longo de todo o ano, além de preencher e acompanhar os novos hábitos alimentares e estilo de vida do consumidor que almeja novos produtos e ampla variedade de escolha (SILVA *et al*, 1999).

Segundo Cheftel e Cheftel (1977) apud Silva (1995), quando se deseja um suco claro é indispensável eliminar completamente a pectina porque sua presença contribui para manter em suspensão as finas partículas de polpa que dão a turbidez, tornando muito difícil o processo de decantação e filtração.

De acordo com Maia, Souza e Lima (2007), na etapa de clarificação o suco é submetido a um tratamento enzimático para degradação das pectinas e do amido e em seguida passa pelo processo de filtração, onde são eliminados os sólidos em suspensão. O suco obtido apresenta uma baixa viscosidade durante a concentração permitindo uma alta taxa de transferência de calor e, conseqüentemente, que maiores concentrações sejam obtidas.

Silva *et al* (1999), estudaram a produção de suco de cajá clarificado. Aplicaram-se 120ppm de enzima pectinolítica (Pectinex Ultra SPL) na polpa para obtenção do suco polposo e, em seguida, 500ppm de enzima pectinolítica (Pectinex-AR) no suco extraído, utilizando-se a "Prova do álcool" como indicador da presença de pectina. Para o processo de clarificação do suco foram utilizados, como agentes clarificantes, 400ppm de gelatina e 500ppm de sílica sol. A "Prova do excesso e/ou da insuficiência de clarificação", bem como a "Prova de estabilidade" mostraram resultados negativos, indicando a eficiência do processo de clarificação.

### 3.1.6. Néctar

No processamento tecnológico do néctar, observa-se que o melhor produto é o constituído de 18% de suco e 14 °Brix, não havendo necessidade do emprego de ácido cítrico, uma vez que o suco simples já apresenta 1,65% de acidez total. As perdas no processamento estão em torno de apenas 3% (SACRAMENTO E SOUZA, 2000).

De acordo com Padrões de Identidade e Qualidade do néctar de cajá (BRASIL, 2003), Néctar de Cajá é a bebida não fermentada, obtida da dissolução, em água potável, da parte comestível do cajá (*Spondias lutea*, L.) e açúcares, destinado ao consumo direto, podendo ser adicionado de ácidos e deve obedecer às características e composição apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5 - Padrões de identidade e qualidade do néctar de cajá (BRASIL, 2003).**

CARACTERÍSTICA	DESCRITOR	
	Mínimo	Máximo
Cor	Variando de amarelada a alaranjada	
Sabor	Característico	
Aroma	Próprio	
Suco ou polpa de cajá (g/100g)	25,00	-
Sólidos solúveis em °Brix, a 20°C	11,00	-
Acidez total em ácido cítrico (g/100g)	0,20	-
Açúcares totais (g/100g)	7,00	-

### 3.1.7. Fermentado de cajá

Dias, Schwan e Lima (2003) estudaram um processo de fermentação a partir do mosto de polpa de cajá para a obtenção de uma bebida alcoólica, bem como a avaliação da aceitação da mesma. A polpa de cajá foi chaptalizada a 24°Brix constituindo 20L de mosto, o qual foi desacidificado com CaCO<sub>3</sub> até pH 3,8 para ser submetido ao tratamento enzimático com Ultrazym AFP-L. Foi utilizado SO<sub>2</sub> como agente inibidor do crescimento bacteriano e como antioxidante. O mosto foi clarificado com bentonita. Posteriormente o mosto foi inoculado com *Saccharomyces cerevisiae* na concentração de 10<sup>7</sup> células/mL. A fermentação foi conduzida a 22°C por 10 dias. Ao final da fermentação, o mosto foi armazenado a 10°C por 10 dias e foi feita a primeira trasfega. A segunda trasfega ocorreu 30 dias após a primeira, antes da filtração. Observou-se alta concentração de álcoois superiores, os quais são normalmente responsáveis pela formação de sabor e aroma em bebidas alcoólicas. A aceitação da bebida foi avaliada por 45 provadores não treinados. Os dados mostraram que o fermentado de cajá foi bem aceito, podendo ser uma nova fonte de investimento para indústrias ou pequenos produtores.

### 3.1.8. Outros produtos

A partir da polpa e do suco de cajá podem ser obtidos alguns outros produtos como: iogurte, sorvete, picolé e geléia, além de refresco, preparado sólido para refresco, xarope, refrigerante, dentre outros.

Alguns desses processamentos citados anteriormente são definidos pela Portaria que regulamenta os Padrões de Identidade e Qualidade (BRASIL, 1998):

#### REFRESCO, OU BEBIDA DE FRUTA, OU DE VEGETAL

É a bebida não gaseificada, não fermentada, obtida pela diluição, em água potável, do suco de fruta, polpa ou extrato vegetal de sua origem, adicionada de açúcares. Devendo seguir os seguintes Padrões de Identidade e Qualidade (Tabela 6).

**Tabela 6 - Padrões de identidade e qualidade do refresco de cajá (BRASIL, 1998).**

	Máx.	Mín.
Suco de cajá, no mínimo com 8° de Brix, %(V/V)	.-	20
Açúcar		qsp
Acidez titulável, em ácido cítrico, g/100mL	.-	0,25

## PREPARADO SÓLIDO PARA REFRESCO

É o produto à base de suco ou extrato vegetal de sua origem e açúcares, podendo ser adicionado de edulcorantes hipocalóricos e não-calóricos, destinado à elaboração de bebida, para o consumo imediato, pela adição de água potável.

## XAROPE

É o produto não gaseificado, obtido pela dissolução em água potável, de suco de fruta, polpa ou parte do vegetal e açúcares, numa concentração mínima de 52 °Brix (cinquenta e dois graus Brix), à 20°C (vinte graus Celsius), adicionado unicamente de água potável para o seu consumo.

## REFRIGERANTE

É a bebida gaseificada, obtida pela dissolução em água potável, de suco ou extrato vegetal de sua origem, adicionada de açúcares. O refrigerante deverá ser obrigatoriamente saturado de dióxido de carbono industrialmente puro.

### 3.2. ENZIMAS PECTINOLÍTICAS

Apesar da pectina conter outros açúcares em sua composição, o termo enzimas pectinolíticas usualmente se refere àquelas enzimas que catalisam a degradação das moléculas constituídas por unidades de ácidos galacturônicos (DA SILVA; FRANCO; GOMES, 1997).

As pectinases formam um grupo de enzimas que degradam substâncias pécticas, hidrolisando ligações glicosídicas ao longo da cadeia carbônica. Podem ser despolimerizantes ou desesterificantes e são produzidas por plantas, fungos filamentosos, bactérias e leveduras. Algumas das aplicações destas enzimas nas indústrias de alimentos incluem amadurecimento de frutas, clarificação e redução de viscosidade em sucos de frutas, tratamento preliminar do suco de uva para indústrias vinícolas, extração de polpa de tomate, fermentação de chá e chocolate, tratamento de resíduos vegetais, degomagem de fibras nas indústrias têxteis e de papel, nutrição animal, enriquecimento protéico de alimentos infantis e extração de óleos (UENOJO e PASTORE, 2007).

As substâncias pécnicas são responsáveis pela consistência, turbidez e aparência dos sucos das frutas, e sua presença causa um aumento considerável na viscosidade do suco, dificultando a filtração e a concentração. A adição de enzimas pectinolíticas nos purês de frutas e vegetais resulta na degradação da pectina e outros componentes de alto peso molecular, diminuindo a viscosidade e aumentando o rendimento dos sucos, ocasionando uma aparência cristalina no produto final e reduzindo em até 50% o tempo de filtração (UENOJO e PASTORE, 2007).

O tratamento enzimático conduz a uma extensa degradação da lamela média e da pectina das paredes celulares por ação de poligalacturonase, pectina metil esterase e pectina liase. O efeito sinérgico da combinação de pectinases e celulases é um processo crucial no tratamento enzimático da polpa para uma quase completa liquefação das frutas e dos vegetais. A hidrólise enzimática das paredes celulares aumenta o rendimento de extração, diminui o conteúdo de açúcares, de matéria seca solúvel, de ácidos galacturônicos e a acidez titulável. A polpa resultante tem baixa viscosidade e a quantidade de resíduos da polpa é reduzida (UENOJO e PASTORE, 2007).

As enzimas são utilizadas em uma ampla gama de diferentes aplicações para a indústria de sucos. As enzimas auxiliam o processamento aumentando o rendimento do suco de fruta e mantendo as frutas intactas através do processamento mecânico. Vários sucos derivados de frutas tropicais como manga e abacaxi se beneficiam das enzimas utilizadas durante o seu processamento. O suco de cenoura é um bom exemplo de como as enzimas atuam em problemas como baixo rendimento de suco, ausência de cor, baixa estabilidade de sucos turvos e baixos conteúdos de beta-caroteno (NOVOZYMES, 2009).

O uso de enzimas de maceração aumenta o rendimento da extração e melhora o processamento, sem aumento de custos. Essas enzimas são utilizadas após o corte da matéria-prima para macerar a polpa até a liquefação parcial ou total da fruta, diminuindo o tempo de processamento e melhorando a extração dos componentes da fruta. Após a extração, pectinases são adicionadas para clarificação e diminuição de viscosidade para facilitar a filtração e concentração (UENOJO e PASTORE, 2007). Segundo Da Silva, Franco e Gomes (1997), a extração de sucos através da maceração enzimática pode produzir um aumento no rendimento acima de 90%, comparando ao processo mecânico convencional, além das melhorias das características sensoriais (cor, sabor), nutritivas (vitaminas) e tecnológicas (melhor filtração) do suco.

Em um estudo com o suco polposo de cajá, Silva *et al.* (1997) concluíram que os valores detectados após 120 dias de estocagem obtiveram uma composição de acordo com a composição exigida. As características físico-químicas e sensoriais, observadas durante o estudo da estabilidade, permaneceram sem alterações significativas, indicando que o suco polposo de cajá apresenta boa estabilidade frente às condições de processamento e armazenamento estudados.

Segundo o Ministério da Saúde (BRASIL, 2006), o emprego de enzimas e preparações enzimáticas na fabricação de um alimento está condicionado à sua necessidade tecnológica.

Em sucos clarificados, como no de maçã, as pectinases são utilizadas na separação de partículas sedimentáveis, na filtração ou centrifugação. As vantagens do uso de pectinases em sucos incluem: utilização em diversos tipos de produtos, isto é, sucos clarificados, não clarificados, concentrados, polpas, purês etc.; redução do tempo total para extração do suco em relação aos processos clássicos; produção de sucos e concentrados estáveis com redução de resíduos da polpa; custos de produção reduzidos e possibilidade de processamento de diferentes frutas. O tratamento enzimático melhora a estabilidade da turvação, pois a degradação da pectina é limitada (UENOJO E PASTORE, 2007).

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. MATÉRIAS-PRIMAS**

#### **4.1.1. Polpa de cajá**

Os frutos foram colhidos em fazenda localizada no município de Pecém - CE, no pico da safra (março/2008), maduros, de cor amarelo alaranjado, foram congelados e transportados em caixas de isopor para a unidade de processamento na Embrapa Agroindústria Tropical em Fortaleza - CE.

O processamento, em escala piloto, foi realizado após uma pré-seleção, descartando-se os frutos injuriados e aqueles que se encontravam em fase de senescência muito avançada.

A operação de despolpa foi feita em uma despoldadeira bonina modelo 0.25 df ITAMETAL, malha de 1 mm para a remoção da semente e película. A polpa extraída foi embalada em sacos de polietileno com capacidade para 1Kg, os quais foram selados em uma seladora Sulpack SP-350, e finalmente, congelada a -18°C em freezer horizontal.

#### **4.1.2. Reagentes e preparações enzimáticas**

Os reagentes utilizados para as determinações químicas e físico-químicas foram Tipo Padrão Analítico (P.A.). As preparações enzimáticas comerciais utilizadas foram: Viscozyme L, Ultrazym AFP-L, Citrozym L e Biopectinase CCM, cedidas gentilmente pela Novozymes Brasil.

#### **4.1.3. Caracterização da polpa de cajá *in natura***

Para a caracterização da polpa de cajá foram realizadas em triplicatas para cada amostra das seguintes análises químicas e físico-químicas: pH, Umidade, Acidez Total Titulável (ATT), Sólidos Solúveis Totais (SST), Açúcares Redutores e Totais, Atividade de Água (Aw), Compostos fenólicos, Cor instrumental, Vitamina C, Consistência, Teor de polpa.

#### **4.1.4. Caracterização das preparações enzimáticas**

Para determinar a Atividade Enzimática em unidades por 1 mL (U/mL) de cada preparação comercial foram feitas as análises bioquímicas, com duas replicatas para cada

amostra, segundo a metodologia de PINTO (2002): poligalacturonases, pectinametilesterases, pectinaliases, amilases, invertases, celulasas, xilanases.

#### **4.1.5. Avaliação da maceração enzimática**

Em cada tratamento foram utilizados 200 g de polpa, os quais foram separados em quatro (4) partes iguais, contendo 50 g de polpa cada uma, e colocadas em erlenmeyers.

Dois erlenmeyers receberam uma concentração de enzima pré-determinada e dois erlenmeyers receberam a mesma quantidade de água destilada. Feito isso, as quatro amostras foram levemente agitadas manualmente e imediatamente levadas para a agitação em shaker orbital a 150 rpm por tempo e temperatura, também pré-determinados. Ao final do tempo de agitação, as amostras foram submetidas a análises químicas e físico-químicas e, logo em seguida, acondicionadas em recipientes adequados e armazenadas em freezer à  $-18^{\circ}\text{C}$ .

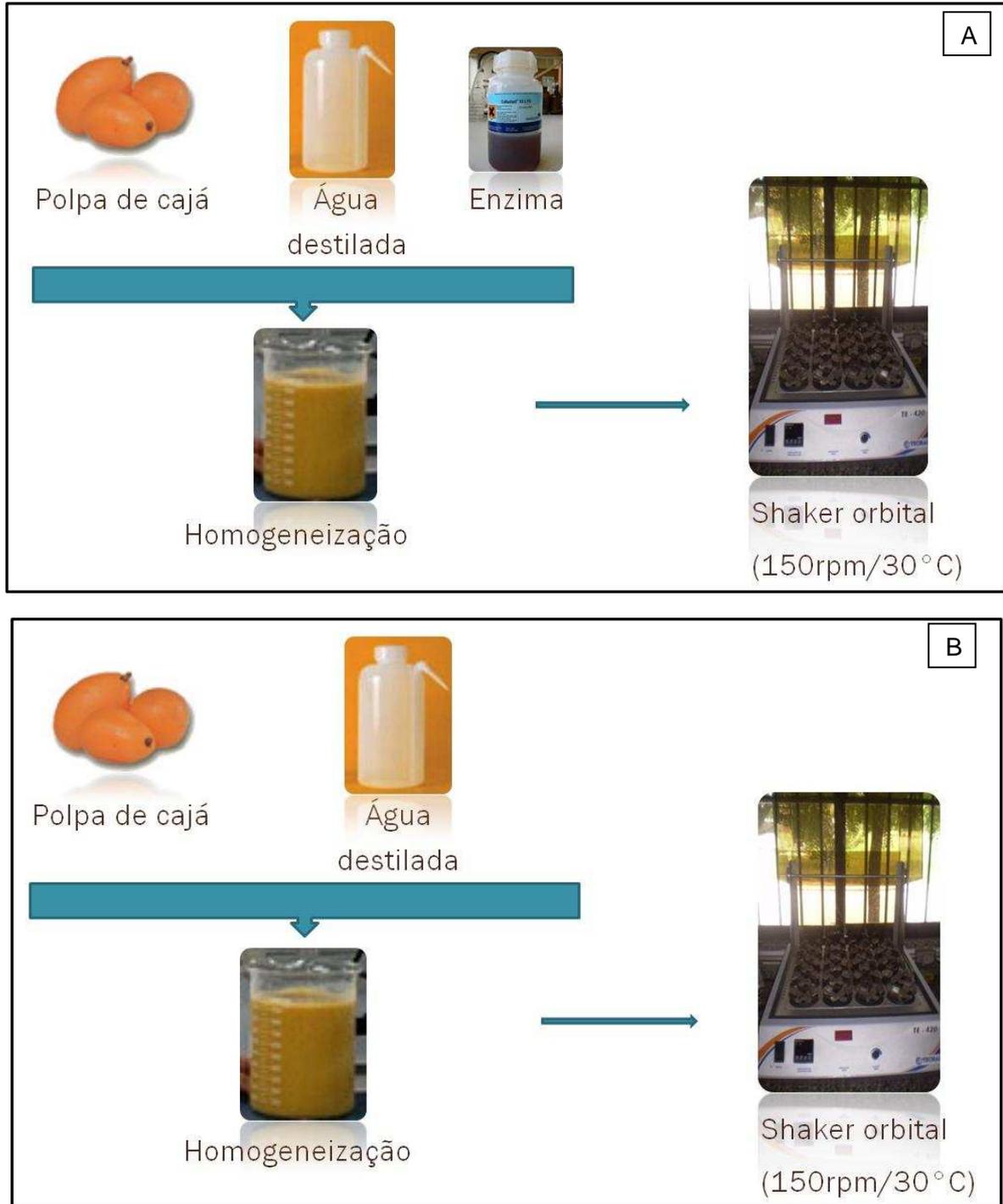
A representação das etapas de maceração está apresentada na Figura 4.

Foram feitos vários tratamentos com concentrações de enzimas variadas, misturas de enzimas diferentes e tempos e temperaturas de agitação distintas, seguindo a mesma metodologia descrita acima.

##### **4.1.5.1. Seleção da preparação enzimática**

Nesta etapa todas as quatro preparações enzimáticas foram submetidas ao tratamento enzimático citado em 4.1.5. Foram feitas análises físico-químicas: Açúcares Redutores Totais, Consistência e Teor de Polpa das amostras, citadas nos itens 4.3.5, 4.3.10 e 4.3.11 respectivamente, nos tempos zero, 1, 2, 4 e 6h de incubação, com duas repetições para cada amostra.

Após a conclusão desta primeira etapa de testes, apenas as preparações enzimáticas comerciais que demonstraram melhor desempenho na redução da consistência, foram selecionadas para as próximas etapas de testes, que consistiram em otimizar a maceração enzimática da polpa de cajá, com a redução da concentração das enzimas, do tempo de tratamento enzimático, da razão polpa/água e do tempo de homogeneização da polpa com a água.



**Figura 4 - Esquema do tratamento enzimático da polpa (A) e controle (polpa sem tratamento) (B).**

#### 4.1.5.2. Avaliação da adição de água

Com a preparação enzimática já determinada, foram realizados cinco tratamentos enzimáticos semelhantes ao citado em 4.1.5, variando na quantidade de água e de polpa da formulação da solução. As razões polpa:água foram (1:0); (1:0,25); (1:5); (1:0,75); e (1:1) nos tempos (0, 60 120, 240 e 360 minutos). Em seguida foram realizadas as análises de Açúcares Redutores Totais, Consistência e Teor de Polpa, citadas em 4.3.5, 4.3.10, 4.3.11 respectivamente. Foram realizadas duas repetições para cada amostra.

#### 4.1.5.3. Influência da concentração de enzima

A preparação enzimática comercial Viscozyme L, foi selecionada como a que obteve melhor resultado na redução da consistência. A polpa de cajá foi submetida a seis tratamentos enzimáticos semelhantes ao citado em 4.1.5., variando a quantidade de preparação enzimática a 500, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000 ppm. Realizou-se a análise de consistência, citada em 4.3.10, das amostras no tempo 60 minutos, utilizando duas repetições para cada amostra.

#### 4.1.5.4. Tempo de Homogeneização

Com a razão polpa:água já estabelecida, foram realizados oito tratamentos enzimáticos semelhantes ao citado em 4.1.5., variando-se os tempos de homogeneização da polpa com a água (0, 30, 60, 120, 180, 240, 300, 360 minutos). Foram realizadas duas repetições para cada amostra. Posteriormente as amostras foram submetidas às análises de Açúcares Redutores Totais, Consistência e Teor de Polpa, citadas em 4.3.5, 4.3.10, 4.3.11 respectivamente.

### **4.1.6. Determinação dos compostos voláteis SPME - CG**

A extração dos compostos voláteis de cajá foi realizada pela técnica de SPME (micro-extração em fase sólida) de acordo com Cevas-Antunes *et al.* (2003). Em um frasco de 40 mL com tampa rosqueável e septo de silicone pesou-se 20 g de amostra juntamente com 5 g de cloreto de sódio. O frasco foi fechado e agitado por 5 minutos, permanecendo em repouso por 1 hora para alcançar o equilíbrio entre amostra e *headspace*. Ao fim deste período foi introduzida a seringa de SPME, expondo-se a fibra revestida com divinilbenzeno/carboxen/polidimetilsiloxano (DVB/CAR/PDMS) de espessura 50/30 µm (Supelco Co., Bellefonte, P.A.), no *headspace* do frasco para adsorção dos analitos. Todo este

processo decorreu em temperatura ambiente. Após 3 min a fibra foi recolhida e então introduzida no injetor do cromatógrafo aquecido a 200°C para dessorção e análise.

Os compostos voláteis foram analisados por cromatografia gasosa de alta resolução em cromatógrafo gasoso VARIAN, modelo CP-3800, acoplado a um microcomputador equipado com o programa STAR WORKSTATION.

Foi utilizada coluna capilar CP-Sil 8CB de sílica fundida com 30 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e espessura do filme da fase ligada 0,25 µm; hidrogênio como gás de arraste, vazão de 1,5 mL/min, injetor tipo *splitless* a 200°C, detector de ionização de chama (DIC) a 280°C. A programação da temperatura da coluna teve início a 30°C mantida por 10 minutos, sendo elevada até 90°C a 5°C /min atingindo temperatura final de 200°C a 20°C/min, a qual foi mantida por 10 minutos.

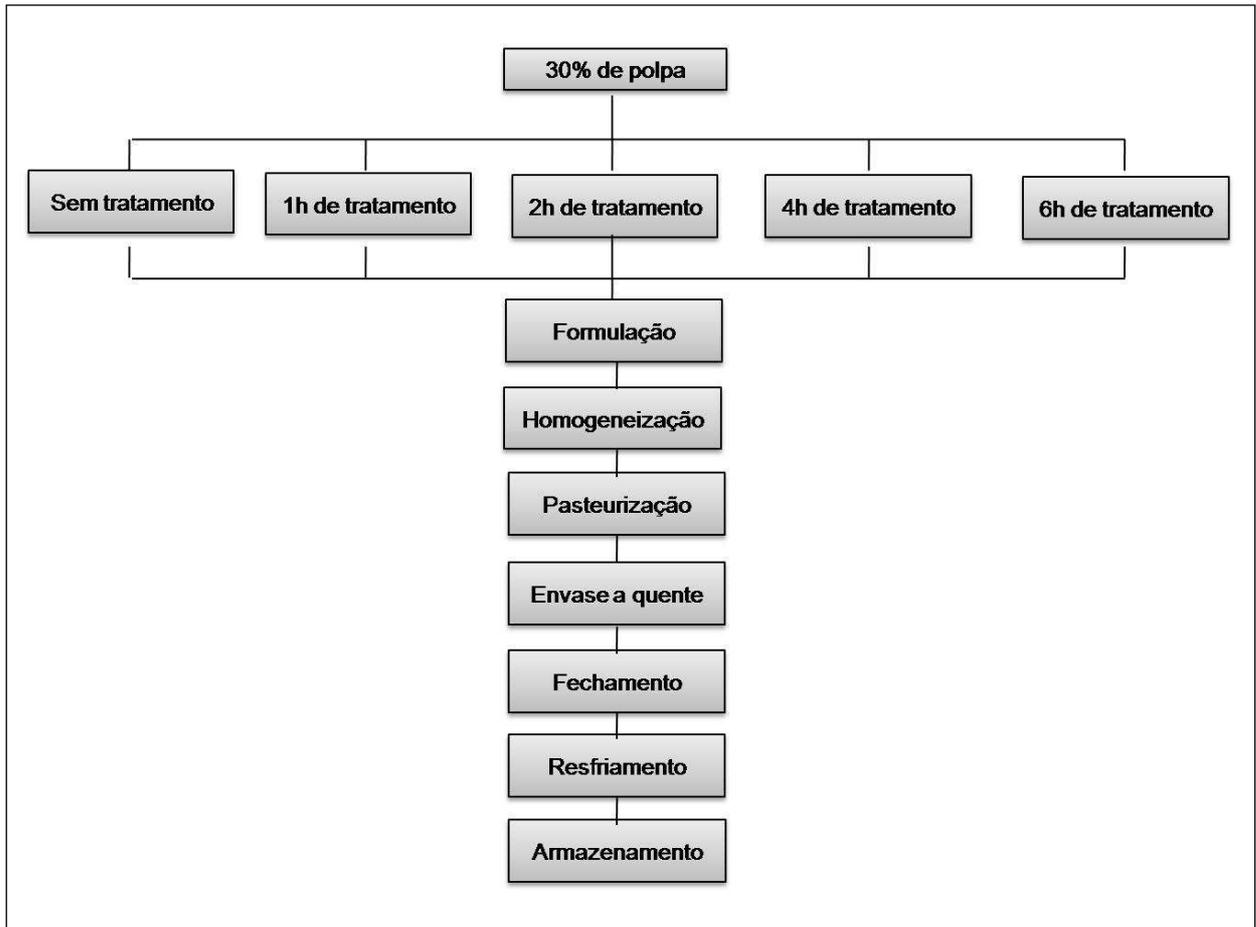
As amostras analisadas foram: a) polpa sem tratamento térmico; b) polpa com tratamento térmico; c) polpa com tratamento enzimático e térmico e d) polpa controle sem tratamento enzimático.

#### **4.1.7. Análise Sensorial**

A análise sensorial foi realizada em duas etapas, em cabinas individuais, sob condições de temperatura ( $\pm 25^\circ\text{C}$ ) e ruídos controladas. Em todos os testes as amostras foram servidas em taças de vidro, codificadas com números aleatórios de três dígitos, contendo cerca de 30 mL de amostra à temperatura usual de consumo (16 a 18°C), e avaliadas sob luz branca tipo “luz do dia”. Para eliminar o sabor residual entre uma amostra e outra foi oferecido pão de forma e água mineral.

##### **Primeira etapa**

Foram formulados cinco néctares com 30% de polpa, sendo o primeiro com polpa macerada com adição de preparação enzimática por 1 hora, outros três com polpa macerada por 2, 4 e 6 horas e o quinto sem adição de preparação enzimática que foi chamado de padrão, como mostra os fluxogramas na Figura 5.



**Figura 5 - Fluxograma do processamento do néctar de cajá com 30% de polpa: sem adição de preparação enzimática comercial, macerada por 1h, 2h, 4h e 6h com adição de preparação enzimática comercial.**

Os néctares foram feitos com a pesagem da polpa e diluição com água. Em seguida adicionou-se uma quantidade de sacarose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) suficiente para atingir os 13°Brix. O néctar formulado e homogeneizado manualmente foi submetido à pasteurização, empregando-se o binômio tempo x temperatura de 90°C/60s. Procedeu-se, em seguida, o acondicionamento em garrafas de vidro transparentes com enchimento a quente (*hot fill*) e fechamento. O resfriamento foi feito em água corrente e banho de gelo até atingir 25°C. Após identificação, o néctar foi armazenado em geladeira a 4°C.

Os néctares foram submetidos ao teste de Diferença do Controle, segundo Meilgaard *et al* (1987), para avaliar se as amostras de néctar das polpas tratadas enzimaticamente diferiam sensorialmente do néctar feito a partir da polpa sem tratamento enzimático. Foram obtidas 30 respostas, de 15 provadores selecionados quanto à sua acuidade sensorial, em duas repetições. Os provadores receberam a amostra padrão codificada com a letra P e mais cinco

amostras-teste, sendo que entre elas estava repetida a amostra padrão, porém codificada com número aleatório de três dígitos, como as demais. A ficha de avaliação utilizada no teste está ilustrada na Figura 6.

Utilizando uma escala de categorias, 15 provadores, previamente selecionados quanto à sua acuidade sensorial normal, opinaram quanto ao grau de diferença entre a amostra avaliada e a amostra padrão. Na mesma ficha foi solicitado ao provador que descrevesse em quais atributos a amostra diferia do padrão.

Para efeito da análise estatística, cada categoria da escala foi associada a um número, conforme a seguinte relação:

0 = nenhuma diferença

1 = pouca diferença

2 = moderada diferença

3 = muita diferença

4 = extrema diferença

### **Segunda etapa**

Nesta etapa foram analisadas a aceitação e a preferência dos néctares que apresentaram diferença significativa em relação ao néctar padrão (formulado com a polpa sem tratamento).

Foram recrutados 50 consumidores potenciais do produto, residentes na cidade de Fortaleza-CE, os quais preencheram uma ficha de recrutamento para fins de caracterização do público alvo quanto a sexo, faixa etária, ocupação, frequência e hábitos de consumo.

Por meio da ficha de avaliação ilustrada na Figura 7, os consumidores avaliaram a aceitação global das amostras usando uma escala hedônica estruturada verbal de 9 pontos. Para efeito da análise estatística, cada categoria da escala foi associada a um número, sendo 1= desgostei muitíssimo, 5=nem gostei, nem desgostei, 9= gostei muitíssimo.

Foi também solicitado ao provador que descrevesse o que “mais gostou” e o que “menos gostou” em cada amostra.

Na mesma ficha foi incluído um Diagnóstico de Atributos para avaliar o sabor, a consistência e a doçura das amostras, onde o julgador comparou cada amostra com seu próprio padrão mental de qualidade para aquele produto. Foi utilizada uma escala de 5 categorias, sendo o ponto central o Ideal. Foi ainda solicitado ao consumidor que manifestasse sua intenção de compra daquele produto, por meio de uma escala de 5 categorias.

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Nº \_\_\_\_\_

Você está recebendo uma Amostra-Padrão (P) de néctar de cajá e cinco amostras codificadas. Analise a Amostra-Padrão e, em seguida, analise cada uma das amostras codificadas, da esquerda para a direita.

Avalie na escala abaixo o quanto cada amostra difere do Padrão. Se você encontrou alguma diferença, indique na coluna ao lado, em que a amostra difere do Padrão.

Entre cada amostra coma um pedaço de pão e beba um gole d'água.

<p>Amostra: _____</p> <p><input type="checkbox"/> Nenhuma diferença  <input type="checkbox"/> Pouca diferença  <input type="checkbox"/> Moderada diferença  <input type="checkbox"/> Muita diferença  <input type="checkbox"/> Extrema diferença</p>	<p>Em que a amostra difere do Padrão:</p> <p><input type="checkbox"/> Aparência  <input type="checkbox"/> Doçura  <input type="checkbox"/> Sabor de cajá  <input type="checkbox"/> Consistência  <input type="checkbox"/> Outra: _____</p>
<p>Amostra: _____</p> <p><input type="checkbox"/> Nenhuma diferença  <input type="checkbox"/> Pouca diferença  <input type="checkbox"/> Moderada diferença  <input type="checkbox"/> Muita diferença  <input type="checkbox"/> Extrema diferença</p>	<p>Em que a amostra difere do Padrão:</p> <p><input type="checkbox"/> Aparência  <input type="checkbox"/> Doçura  <input type="checkbox"/> Sabor de cajá  <input type="checkbox"/> Consistência  <input type="checkbox"/> Outra: _____</p>
<p>Amostra: _____</p> <p><input type="checkbox"/> Nenhuma diferença  <input type="checkbox"/> Pouca diferença  <input type="checkbox"/> Moderada diferença  <input type="checkbox"/> Muita diferença  <input type="checkbox"/> Extrema diferença</p>	<p>Em que a amostra difere do Padrão:</p> <p><input type="checkbox"/> Aparência  <input type="checkbox"/> Doçura  <input type="checkbox"/> Sabor de cajá  <input type="checkbox"/> Consistência  <input type="checkbox"/> Outra: _____</p>
<p>Amostra: _____</p> <p><input type="checkbox"/> Nenhuma diferença  <input type="checkbox"/> Pouca diferença  <input type="checkbox"/> Moderada diferença  <input type="checkbox"/> Muita diferença  <input type="checkbox"/> Extrema diferença</p>	<p>Em que a amostra difere do Padrão:</p> <p><input type="checkbox"/> Aparência  <input type="checkbox"/> Doçura  <input type="checkbox"/> Sabor de cajá  <input type="checkbox"/> Consistência  <input type="checkbox"/> Outra: _____</p>
<p>Amostra: _____</p> <p><input type="checkbox"/> Nenhuma diferença  <input type="checkbox"/> Pouca diferença  <input type="checkbox"/> Moderada diferença  <input type="checkbox"/> Muita diferença  <input type="checkbox"/> Extrema diferença</p>	<p>Em que a amostra difere do Padrão:</p> <p><input type="checkbox"/> Aparência  <input type="checkbox"/> Doçura  <input type="checkbox"/> Sabor de cajá  <input type="checkbox"/> Consistência  <input type="checkbox"/> Outra: _____</p>
<p>Comentários: _____</p>	

**Figura 6 - Ficha de avaliação utilizada na análise sensorial do néctar de cajá – Teste Diferença do controle global.**

<b>AValiação Sensorial de Néctar de Cajá</b>		
Nome: _____ Data: ____ / ____ / ____ Prov: _____		
<p>Você vai receber 5 amostras de néctar de cajá, sendo uma de cada vez. Ao receber a primeira amostra, faça a sua avaliação, respondendo às questões formuladas nesta ficha. Ao terminar, peça a próxima amostra, utilizando o interruptor de luz. Tome um pouco de água e coma um pedacinho de pão. Repita toda a avaliação com a 2ª amostra, na ficha que lhe será entregue. Depois com a 3ª amostra, a 4ª amostra e a 5ª amostra. Ao final, por favor, permaneça na cabine pois você receberá uma outra ficha para ordenar as amostras quanto à sua preferência.</p>		
1ª AMOSTRA _____		
1. Avalie a amostra e indique, na escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou do produto:		
<input type="checkbox"/> Gostei muitíssimo <input type="checkbox"/> Gostei muito <input type="checkbox"/> Gostei moderadamente <input type="checkbox"/> Gostei ligeiramente <input type="checkbox"/> Não gostei, nem desgostei <input type="checkbox"/> Desgostei ligeiramente <input type="checkbox"/> Desgostei moderadamente <input type="checkbox"/> Desgostei muito <input type="checkbox"/> Desgostei muitíssimo		
2. Indique o que você mais gostou e menos gostou na amostra:		
Mais gostei: _____		
Menos gostei : _____		
3. Agora prove novamente a amostra e responda:		
a. O <b>sabor</b> da amostra está:  <input type="checkbox"/> muito mais forte que o ideal <input type="checkbox"/> moderadamente mais forte que o ideal <input type="checkbox"/> ideal <input type="checkbox"/> moderadamente menos forte que o ideal <input type="checkbox"/> muito menos forte que o ideal	b. Quanto à <b>consistência</b> , esta amostra está:  <input type="checkbox"/> muito mais consistente que o ideal <input type="checkbox"/> moderadamente mais consistente que o ideal <input type="checkbox"/> ideal <input type="checkbox"/> moderadamente menos consistente que o ideal <input type="checkbox"/> muito menos consistente que o ideal	c. Quanto à <b>doçura</b> , esta amostra está:  <input type="checkbox"/> muito mais doce que o ideal <input type="checkbox"/> moderadamente mais doce que o ideal <input type="checkbox"/> ideal <input type="checkbox"/> moderadamente menos doce que o ideal <input type="checkbox"/> muito menos doce que o ideal
4. Se a amostra estivesse à venda, você:		
<input type="checkbox"/> certamente compraria <input type="checkbox"/> possivelmente compraria <input type="checkbox"/> talvez comprasse/ talvez não comprasse <input type="checkbox"/> possivelmente não compraria <input type="checkbox"/> certamente não compraria		
Comentários: _____		
<p>Por favor, permaneça na cabine para avaliar a próxima amostra. Tome um pouco de água e coma um pedaço de pão enquanto aguarda. Obrigada pela colaboração.</p>		

**Figura 7 - Ficha utilizada na análise sensorial do néctar de cajá - Impressão global (escala hedônica), escala do Ideal, e intenção de compra.**

Na mesma sessão, foi realizado um outro teste afetivo, o teste de Ordenação-Preferência (Figura 8), o qual foi avaliado usando o método de Friedman com a Tabela Newell e Mac Farlane (FRIEDMAN, 1937).

Nome: _____		Data: ____/____/____		Prov: _____	
<p>Você está recebendo 5 amostras de <b>Néctar de cajá</b>. Prove todas as amostras e ordene de acordo com a sua preferência utilizando a escala abaixo. Entre cada amostra coma um pedaço de pão e beba um gole d'água para limpar o paladar.</p>					
_____	_____	_____	_____	_____	_____
Mais preferida			Menos preferida		

**Figura 8 - Ficha de avaliação utilizada na análise sensorial do néctar de cajá – Teste de Ordenação-Preferência.**

#### 4.2. TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Foram avaliados os efeitos das análises classificados através de um só fator. A partir dos resultados obtidos procedeu-se à Análise de Variância (ANOVA) para testar a diferença entre os valores encontrados e para a comparação das médias foi aplicado o teste de Tukey, ao nível de 5% de significância, mediante programa Estatística Statsoft (Tulsa, Estados Unidos).

Os resultados das análises sensoriais foram analisados da seguinte maneira:

- Teste Diferença do Controle: Análise de Variância e Teste de Dunnett para comparação de médias, utilizando o programa estatístico SAS (Statistical Analysis System), versão 8.02;
- Teste de aceitação Global: Análise de Variância e Teste de Tukey para comparação de médias, utilizando o SAS
- Testes com a Escala do Ideal e Intenção de Compra: apresentados na forma de histogramas.

### **4.3. MÉTODOS ANALÍTICOS**

#### **4.3.1. pH**

As medidas de pH foram realizadas em pHmetro digital QUIMIS modelo Q400A, calibrado com soluções tampão de pH 7,0 e pH 4,0. Determinou-se o pH por imersão direta dos eletrodos na polpa, conforme AOAC (1992).

#### **4.3.2. Umidade**

Foi determinada pelo método descrito pela AOAC (1975). Pesaram-se 5 g da amostra em um cadinho de porcelana previamente tarado. Levou-se a estufa a vácuo a 70°C onde o material foi dessecado até peso constante. Relacionou-se a perda de peso para 100 g da amostra integral.

#### **4.3.3. Acidez total titulável (ATT)**

Para a determinação de ATT adicionou-se 1g de polpa diluída em 50 mL de água destilada. Depois de homogeneizada a solução foi filtrada, com papel de filtro qualitativo, e adicionou-se 2 a 3 gotas de indicador fenolftaleína. Em seguida foi feita a titulação com solução de NaOH (0,1 N) até a mudança de cor para róseo claro. Os resultados foram expressos em percentagem de ácido cítrico, segundo metodologia descrita pelo IAL (1985).

#### **4.3.4. Sólidos Solúveis Totais (SST)**

As determinações de sólidos solúveis foram feitas em refratômetro digital (ATAGO PR-101) com escala de 0 a 45 °Brix, através da leitura direta da amostra. Os resultados foram expressos em percentagem de graus Brix (°Brix), de acordo com o AOAC (1992).

#### **4.3.5. Açúcares redutores e totais**

A determinação dos açúcares redutores foi realizada segundo MILLER (1959), utilizando o ácido 3,5 dinitrossalicílico (DNS). Tomou-se 1 g de polpa diluída em 40 mL de água destilada. As amostras foram aquecidas em banho-maria (65°C/ 5 minutos). Em seguida foram resfriadas e transferidas para balão volumétrico de 100 mL, aferindo com água destilada. Posteriormente, foram homogeneizadas e filtradas com papel de filtro qualitativo.

Para a quantificação de açúcares redutores adicionou-se em tubos 1 mL de DNS, 1 mL do filtrado e 0,5 mL de água destilada. Para a quantificação dos açúcares totais coletou-se 25 mL do filtrado e adicionou-se 2 mL de HCl P.A, levando para extração em banho-maria (75°C/ 30 minutos). Após resfriamento e neutralização com NaOH 20%, as amostras foram transferidas para balão volumétrico de 50 mL, aferindo-se com água destilada, homogeneizadas e filtradas com papel de filtro quantitativo. Para açúcares totais coletou-se em tubos 1 mL de DNS, 1mL da amostra e 0,5 mL de água destilada. Todos os tubos foram levados para banho-maria (5 minutos/100°C), resfriados, adicionados de 7,5 mL de água destilada, homogeneizados e submetidos à leitura em espectrofotômetro, realizada a 540 nm e os resultados expressos em percentual.

#### **4.3.6. Atividade de água**

A atividade de água foi determinada através do medidor digital de Aw (AQUALAB CX-2), com sensibilidade de 0,001 à temperatura de (28°C +- 2 °C).

#### **4.3.7. Compostos fenólicos**

Foram determinados segundo o método colorimétrico de Folin-Denis, de acordo com a AOAC (1975). Pesaram-se 5 g da amostra em um béquer e adicionaram-se 40 mL de água destilada. Em seguida, a amostra foi levada para banho-maria (5 min/ 75°C). Após resfriamento, foram adicionadas 100 mL de água destilada e filtrou-se com papel de filtro qualitativo. Sequencialmente adicionaram-se 15 mL de água destilada, 5 mL do filtrado, 5 mL do Reagente de Folin-Denis e 10 mL da solução saturada de carbonato de sódio a um balão de 100 mL. Procedeu-se um repouso de 30 minutos e leitura em espectrofotômetro a 760 nm. Os resultados foram expressos em percentagem de ácido tânico.

#### **4.3.8. Cor instrumental**

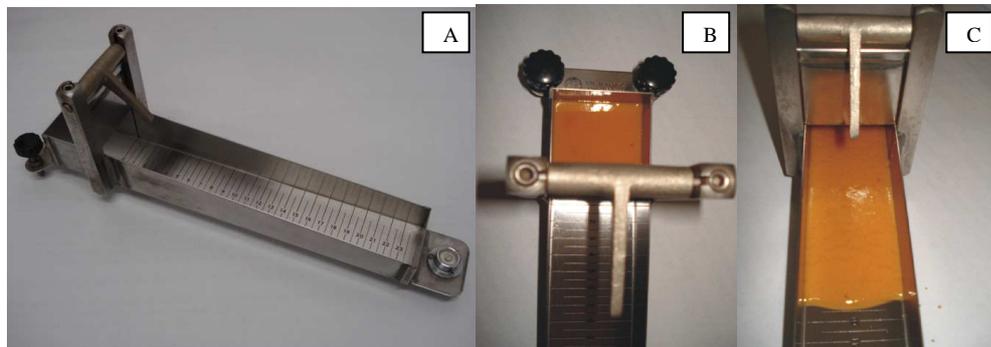
A cor foi determinada usando colorímetro MINOLTA modelo CR-300, com valores expressos em L\*, a\* b\*. O sistema CIElab (Comission Internacional de d'Eclairage), possibilita sua medição através dos parâmetros de cor: L\* = luminosidade (0 = preto e 100 = branco); a\* (-80 até zero = verde, do zero ao +100 = vermelho) e b\* (-100 até zero = azul, do zero ao +70 = amarelo) (Modesta *et al.*, 2005).

#### 4.3.9. Vitamina C

A vitamina C foi determinada por titulometria com solução de DFI (2,6 dicloro-fenol-indofenol 0,02 %) até coloração rósea claro permanente de acordo com a metodologia de STROHECKER e HENNING (1967). Pesaram-se 5 g de amostra, que foram diluídos em 50 mL de ácido oxálico 0,5 %. Para a titulação utilizou-se uma alíquota de 20 mL. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100 gramas.

#### 4.3.10. Consistência

Foi feita com a utilização de um Consistômetro de Bostwick (CSC Scientific) e um cronômetro. Foram colocadas 50 mL de amostra na parte superior do consistômetro (Figura 9A) e disparou-se a lanca e o cronômetro ao mesmo tempo. Mediu-se a distância que as amostras percorreram através das marcas de graduação divididas em 0.5 centímetros na base do equipamento, no tempo de 30 segundos (Figura 9B e Figura 9C).



**Figura 9 - Consistômetro de Bostwick (A); 50mL de polpa é colocada no consistômetro (B) e ao acionar a guilhotina após 30 segundos, verifica-se na escala em centímetros, quanto percorreu a polpa (C).**

(Fonte: Cyntia Ladyane Alves de Moura)

#### 4.3.11. Teor de polpa

Esta análise foi feita segundo a metodologia de KOCH (1971). Tomaram-se 10 g de amostra, colocando-se em tubos de centrífuga e levando-se para centrifugação em uma centrífuga HERAEUS nas seguintes condições (10 minutos/12980g/23°C). Após a eliminação do sobrenadante, foram feitos os cálculos do teor de polpa através da diferença de peso da polpa, antes e depois da centrifugação, expressando o resultado em porcentagem.

## **4.4. MÉTODOS BIOQUÍMICOS**

### **4.4.1. Poligalacturonases**

Adicionou-se 0,25 mL de preparação enzimática comercial, diluídos em 4,0 mL de solução de 0,25% de ácido poligalacturônico (tampão acetato 200mM, pH 4,5), nos tubos de ensaio. Esta mistura reacional foi incubada por 30 minutos a 35°C em banho termostático com agitação (QUIMIS). Ao final deste tempo, coletou-se uma alíquota de 0,25 mL da solução para tubos contendo 1,0 mL de DNS, paralisando a reação.

### **4.4.2. Pectinametilerases**

Foram colocados 6 mL da preparação enzimática em tubos contendo 30 mL da solução de pectina cítrica 1%. Posteriormente realizou-se uma etapa de ajuste do pH para 7,0 usando NaOH 0,01 N durante 10 minutos com auxílio de bureta, agitador magnético e pHmetro. Anotou-se o volume gasto de NaOH 0,01 N usado a partir da bureta. Multiplicando-se este volume pelo fator de correção do NaOH 0,01 N, 1000 e a diluição e, em seguida, dividindo-se por 60, obteve-se a quantidade de unidades de pectinametilerases.

### **4.4.3. Pectinaliases**

Em tubos de ensaio adicionou-se 21 mL de tampão acetato 0,2M pH 5,5, 2,5 mL de solução de pectina 2% e 0,5 mL de CaCl<sub>2</sub>. Em seguida os tubos foram aclimatados em banho termostático a 35°C por 10 minutos. Ao atingir a temperatura adicionou-se 1 mL da preparação enzimática. Após homogeneização uma alíquota da amostra foi transferida para uma cubeta e efetuou-se a leitura da absorbância em espectrofotômetro a 235 nm, referente à absorbância do branco reacional. O restante da amostra continuou na incubação por 10 minutos, realizando-se uma nova leitura, referente a absorbância no tempo 10. O cálculo das unidades de pectinaliases foi feito multiplicando-se a diferença das absorbâncias por 0,1818 e pela diluição.

### **4.4.4. Amilases**

Em banho termostático a 37°C foi aclimatado 1mL de solução 2% de amido e em seguida adicionou-se 1,0 mL de preparação enzimática comercial diluída, que foi incubada a

37°C por 15 minutos. Em seguida a reação foi paralisada com 0,5 mL de NaOH 1N e 0,5 mL desta solução foram então transferidos para tubos contendo 1,0 mL de DNS.

#### **4.4.5. Invertases**

0,5mL de solução sacarose 0,1M foi adicionado a 0,4 mL de tampão acetato 100mM com pH 5,0, em seguida adicionou-se 0,1 mL de preparação enzimática comercial diluída, que foram incubados por 30 minutos a 30°C. Em seguida a reação foi paralisada com 1mL de DNS.

#### **4.4.6. Celulases**

Foram colocados 0,9 mL de solução 1% de celulose em tubos e aclimatados em banho termostático a 40°C. Em seguida adicionou-se 0,1 mL de preparação enzimática comercial diluída, incubando por 60 minutos a 40°C. Para a paralisação da reação, foi adicionado 1mL de DNS.

#### **4.4.7. Xilanases**

0,5 mL de solução 1% de xilana foram colocados em tubos e aclimatados em banho termostático à 60°C. Depois adicionou-se 0,5 mL de preparação enzimática comercial e incubou-se por 10 minutos a 60°C. A paralisação da reação foi feita com a adição de 1mL de DNS.

Com exceção das análises de pectinametilerases e pectinaliases, todas as reações acima, após sofrer a paralisação da reação, foram agitadas para homogeneização em agitador de tubos (PHOENIX) e aquecidas a 100°C por 5 minutos, e em seguida, foram colocados 8mL de água, agitados e levados para leitura em espectrofotômetro a 540 nm. Os valores das absorbâncias foram relacionados as respectivas as curvas padrões de DNS, segundo a metodologia de MILLER (1959) e expressos em unidades por mL.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. CARACTERIZAÇÃO DA POLPA DE CAJÁ *IN NATURA*

Os valores obtidos da caracterização química da polpa *in natura* de cajá são apresentados na Tabela 7.

**Tabela 7 - Caracterização química da polpa *in natura* de cajá.**

Característica	Valores <sup>1</sup>
Aw	0,991 ± 0,001
pH	3,01 ± 0,01
Sólidos solúveis totais (°Brix)	10,00 ± 0,10
Acidez total titulável (g.100 <sup>-1</sup> g)	0,80 ± 0,06
Vitamina C (mg.100 <sup>-1</sup> g)	2,30 ± 1,14
Umidade (g.100 <sup>-1</sup> g)	88,91 ± 0,06
Açúcares redutores (g.100 <sup>-1</sup> g)	7,15 ± 1,40
Açúcares totais (g.100 <sup>-1</sup> g)	6,21 ± 0,81

<sup>1</sup> – Valores médios obtidos a partir da análise de 3 amostras em base úmida.

A atividade de água (Aw) encontrada na polpa de cajá foi de 0,991, valor superior a média encontrada por Farias (2002) (0,566). A polpa de cajá apresentou um pH de 3,01. Alguns autores como Oliveira *et al* (1999), Pinto *et al* (2003), Silva *et al* (1999), Mattietto (2005) encontraram valores de pH que variam entre 2,53 a 2,99, enquanto que Mata, Duarte e Zanini (2005) relataram um valor de 4,16.

O teor de sólidos solúveis totais (SST) encontrado foi de 10,0 °Brix, muito próximo ao relatado por Mattietto (2005) (10,09 °Brix). Já Vieira Neto (2002) e Bueno *et al* (2002) obtiveram valores menores, 8,5 e 7,5 °Brix, respectivamente. A acidez total titulável (ATT) foi de 0,80 g.100g<sup>-1</sup>, inferior aos valores encontrados por Mattietto (2005), Mata e Duarte (2003) e Soares, Gomes e Carneiro (2006), 1,86, 1,32 e 1,60 g.100g<sup>-1</sup>, respectivamente. O parâmetro de SST/ATT foi calculado em 12,5.

O conteúdo de vitamina C foi de 2,30 mg.100g<sup>-1</sup>, próximo ao valor encontrado por Silva *et al* (1999) de 5,24 mg.100g<sup>-1</sup>, enquanto Dias, Schwan e Lima (2003), Mattietto (2005) e Vieira Neto (2002) encontraram valores bem maiores, de 34,86, 23,72 e 36,86 mg.100g<sup>-1</sup> respectivamente.

O valor de umidade encontrado no presente estudo foi de 88,91 g.100g<sup>-1</sup>, sendo próximo ao de 89,42 g.100g<sup>-1</sup> relatado por Mattietto (2005), e inferiores aos encontrados por Mata e Duarte (2003) 90,06 g.100g<sup>-1</sup> e Bueno *et al* (2002) 91,9 g.100g<sup>-1</sup>.

A polpa de cajá avaliada apresentou valores de L\* de 47,96, a\* de 55,25 e b\* de 11,38, indicando uma cor viva e clara.

As diferenças encontradas pelos diversos autores citados se devem pelo fato de haver variações de clima, solo, ponto de maturação e armazenamento de cada região onde foram estudados os frutos.

## 5.2. CARACTERIZAÇÃO DAS PREPARAÇÕES ENZIMÁTICAS

A Tabela 8 apresenta os valores de atividade determinados para as preparações enzimáticas comerciais avaliadas.

**Tabela 8 - Caracterização das atividades das preparações enzimáticas comerciais<sup>1</sup>.**

<i>ENZIMA</i> (U.mL <sup>-1</sup> )	<i>Viscozyme L</i>	<i>Ultrazym AFP-L</i>	<i>Citrozym-L</i>	<i>Biopectinase CCM</i>
• <i>Pectinases</i>				
- PG <sup>2</sup>	548,68 <sup>c</sup>	833,14 <sup>b</sup>	941,66 <sup>ab</sup>	1.022,55 <sup>a</sup>
- PME <sup>3</sup>	61,26 <sup>a</sup>	29,98 <sup>b</sup>	17,60 <sup>b,c</sup>	18,25 <sup>b,c</sup>
- PL <sup>4</sup>	25,34 <sup>a</sup>	6,32 <sup>b</sup>	1,02 <sup>c</sup>	0,16 <sup>c</sup>
• <i>Amilases</i>	171,55 <sup>a</sup>	1,21 <sup>d</sup>	17,91 <sup>bc</sup>	11,79 <sup>c</sup>
• <i>Celulases</i>	38,21 <sup>b</sup>	53,60 <sup>b</sup>	218,22 <sup>a</sup>	N.D. <sup>b</sup>
• <i>Xilanases</i>	58,56 <sup>ab</sup>	74,46 <sup>ab</sup>	211,50 <sup>a</sup>	62,12 <sup>ab</sup>
• <i>Invertases</i>	232,54 <sup>a</sup>	17,12 <sup>d</sup>	34,33 <sup>c</sup>	42,38 <sup>b</sup>

<sup>1</sup> – Valores médios obtidos a partir da análise em duplicata. <sup>2</sup> - PG = poligalacturonase. <sup>3</sup> – PME = pectinametilesterase. <sup>4</sup> – PL = pectinaliase. <sup>5</sup> – N.D. = Não detectada. Médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Das preparações enzimáticas comerciais avaliadas, Biopectinase CCM foi a que apresentou a maior atividade poligalacturonase ( $1.022,55 \text{ U.mL}^{-1}$ ), seguida por Citrozym-L ( $941,66 \text{ U.mL}^{-1}$ ), Ultrazym AFP-L ( $833,14 \text{ U.mL}^{-1}$ ) e Viscozyme L que apresentou o menor valor ( $548,68 \text{ U.mL}^{-1}$ ) (Tabela 8).

Apesar de a Biopectinase CCM ter apresentado maior atividade de poligalacturonase, Viscozyme L foi a preparação mais completa em relação as demais, pois apresentou maior atividade de enzimas pectinolíticas como pectinametilesterase (PME) e pectinaliase (PL), assim como amilase e invertase

Todas as preparações enzimáticas analisadas são pobres em relação ao teor de pectinaliases. Contudo Viscozyme L possui uma concentração bem maior que as demais, com  $25,34 \text{ U.mL}^{-1}$  (Tabela 8).

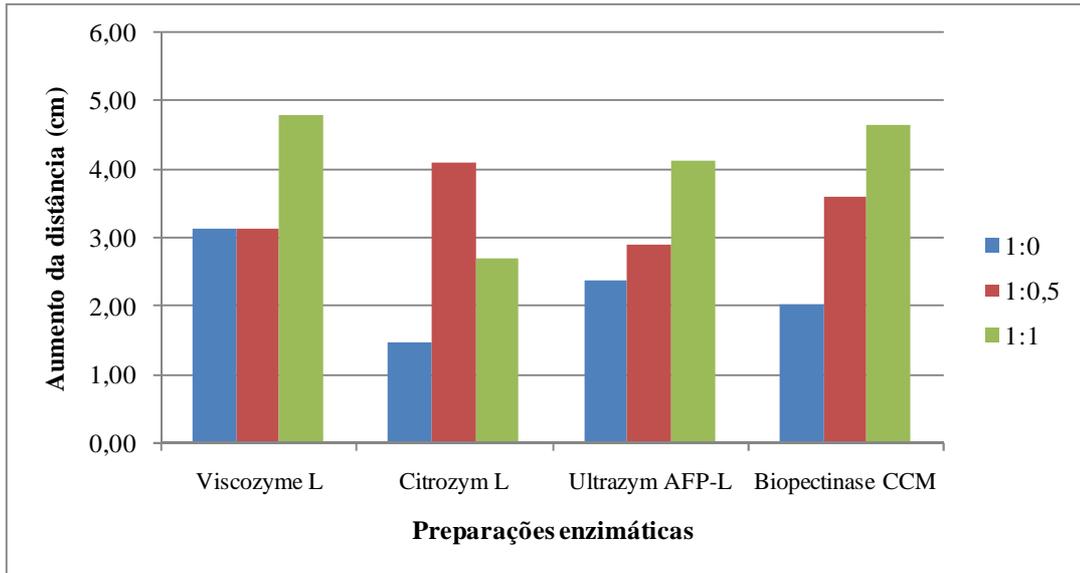
### **5.3. AVALIAÇÃO DA MACERAÇÃO ENZIMÁTICA**

#### **5.3.1. Seleção da preparação enzimática**

Primeiramente, avaliou-se o efeito da adição das diferentes preparações enzimáticas (Viscozyme L, Ultrazym AFP-L, Citrozym L e Biopectinase CCM) à polpa e cajá, aplicando 2000 ppm de cada preparação enzimática, nas razões polpa:água de 1:0 e 1:1 e com 2 horas de maceração.

Na condição de onde não foi adicionada água à polpa (razão 1:0), observou-se que Viscozyme L promoveu o maior aumento na distância percorrida pela amostra macerada, 3,15 cm, após a abertura da armadilha, seguida pelas amostras adicionadas de Ultrazym AFP-L (2,4 cm), Biopectinase CCM (2,05 cm) e Citrozym L (1,5 cm). Para a polpa adicionada de igual quantidade de água, as preparações Viscozyme L e Biopectinase CCM se mostraram equivalentes, promovendo aumentos de distância de 4,80 e 4,65 cm, respectivamente (Figura 10). O aumento da distância percorrida representa redução na consistência da polpa, desta forma, ao final desta etapa selecionou-se a preparação enzimática Viscozyme L como a que apresentou melhor resultado para o tratamento enzimático da polpa de cajá.

Aquino (2008) mostrou que as preparações enzimáticas comerciais Viscozyme L e Biopectinase CCM foram também as mais eficientes no tratamento enzimático da polpa de bacuri, pois as polpas que receberam estas preparações apresentaram considerável aumento em seus fluxos, evidenciando elevada redução na consistência, além do aumento no teor de açúcares redutores e redução no teor de polpa.



**Figura 10 - Avaliação da ação das preparações enzimáticas na polpa de cajá, na concentração de 2000 ppm ao final de 2 horas de maceração.**

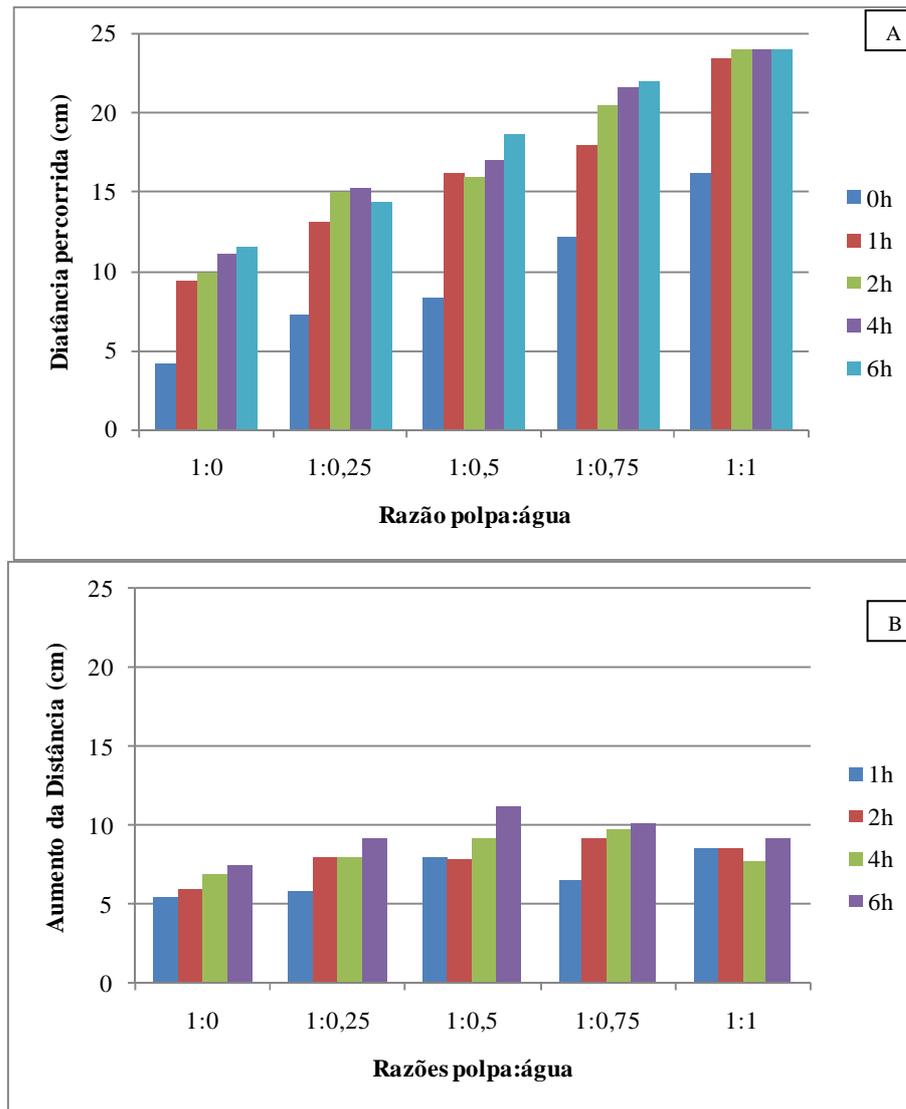
Bastos *et al* (2002) mostraram que o uso de preparações enzimáticas comerciais como Citrozym L apresentaram efeitos relevantes no aumento do rendimento da extração da polpa de cupuaçu, onde mostrou maior eficiência durante o processo de extração, devido a sua constituição com pectinases, celulases e arabinases.

De acordo com Brasil (1993), a utilização de enzimas pectinolíticas, coadjuvantes do processo de extração de suco integral, mostrou-se bastante eficiente, uma vez que houve um incremento de 27,84% de suco em relação ao método de extração convencional.

César (2007) utilizou pectinases como coadjuvantes do processo de clarificação associada à quitosana para a remoção de sólidos em suspensão do suco tropical de açaí.

### 5.3.2. Avaliação da adição de água

A adição de água à polpa de cajá, por si só, promove uma redução na sua consistência. Este fato pode ser observado nos valores da distância percorrida pelas amostras sem adição de enzima no tempo zero (Figura 11A). A adição de Viscozyme L em todas as amostras promoveu um aumento no fluxo das amostras (Figura 11A). Na razão 1:1 observou-se que a distância percorrida pela polpa chegou até o limite do consistômetro (24 cm), não possibilitando a conclusão precisa da análise.



**Figura 11 - Distância percorrida na análise de consistência pela polpa de cajá (A); Aumento da distância percorrida na análise de consistência pela polpa de cajá (B), nas proporções polpa:água: 100:25, 100:50, 100:75 e 100:100 após a maceração com 2000 ppm de Viscozyme L.**

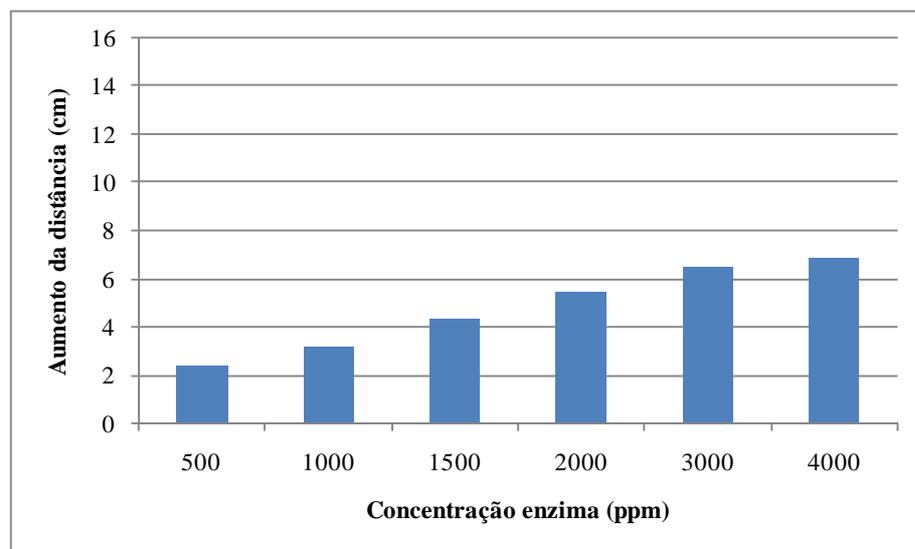
A Figura 11B apresenta os valores do aumento da distância percorrida em relação ao tratamento controle. Desta forma, a não adição de água ou adição de pequenas quantidades não foi um impeditivo para o funcionamento das enzimas. Como a adição de água pode descaracterizar o produto, desta forma, optou-se por avaliar a adição da preparação enzimática à polpa integral.

Bora e Narain (1980), em tratamento enzimático no maracujá para aumento do rendimento de extração do suco, utilizaram enzimas dissolvidas em água na concentração de 0,15% (Rohament-P; Rohapect-D; Rohapect Solid H.C.; Pectinol AC; Taienzyme-B) e 0,2% (Clarex-L) na razão polpa agregada a semente:água de 1:0,75.

No tratamento enzimático da polpa de cajá, verificou-se que não é necessária a adição de água à polpa para que se tenha uma redução da viscosidade, pois somente o tratamento com enzima na polpa integral verifica-se esse efeito. Ao contrário do que foi observado por Aquino (2008) na polpa de bacuri, onde somente a adição de enzima em baixas concentrações não obteve um bom resultado na redução da consistência, necessitando utilizar a razão polpa:água de 1:2.

### 5.3.3. Influência da concentração de enzima

Com a preparação enzimática já selecionada, foram testadas diferentes concentrações de Viscozyme L a fim de se obter a menor concentração possível e que apresentasse uma boa redução na consistência da polpa. As concentrações utilizadas foram: 500, 1000, 1500, 2000, 3000 e 4000 ppm, com a razão polpa:água 1:0 e 1 hora de maceração (Figura 12).



**Figura 12 - Aumento da distância percorrida no teste de consistência pela polpa de cajá integral após a maceração por 1 h com diferentes quantidades de Viscozyme L.**

Selecionou-se a concentração de enzima de 2000 ppm, como a menor concentração possível que apresentou melhor redução na consistência da polpa de cajá.

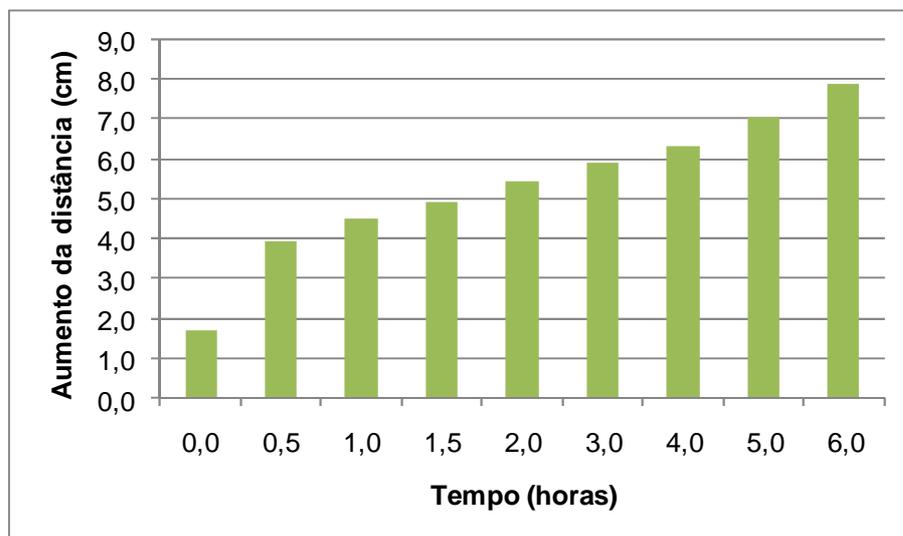
Bora e Narain (1987) utilizaram tratamento enzimático em bananas com as preparações enzimáticas Rohament-P; Rohapect-D; Taienzyme-B e Rohapect Solid H.C., na concentração de 0,075% e tempo de 1,5 hora.

Silva (1995) adicionou 120 ppm de enzima (Pectinex Ultra SP-L) à polpa de cajá para aumento do rendimento de suco polposo e 500 ppm de Pectinex AR no tratamento enzimático do suco polposo eficiente para degradação completa da pectina.

Bastos *et al* (2002) adicionaram à polpa bruta de cupuaçu dois tipos de preparações enzimáticas de ação pectinolítica (Citrozym L e Rohament PL) com o objetivo de aumentar o rendimento durante o processo de extração da polpa. As concentrações utilizadas foram 100, 300, 500 e 750 ppm.

#### 5.3.4. Tempo de tratamento

Foram testados os tempos: 0, 0,5, 1, 1,5, 2, 3, 4, 5 e 6 horas de maceração com a preparação enzimática Viscozyme L, na concentração de 2000 ppm, razão polpa:água 1:0 (Figura 13).



**Figura 13 - Aumento da distância percorrida no teste de consistência pela polpa de cajá integral (sem adição de água) após a maceração com 2000 ppm de Viscozyme L.**

Ao final destas etapas, foi escolhida para dar continuidade ao estudo, a preparação Viscozyme L, na concentração de 2000 ppm, na razão polpa:água de 1:0, nos tempos intermediários de 1, 2, 4 e 6 horas de maceração.

Aquino (2008), em seu estudo para polpa de bacuri, também selecionou a preparação enzimática Viscozyme L como a que teve melhor eficiência na redução da consistência, na concentração de 800 ppm, razão polpa:água de 1:2 e 40 min. de tratamento.

#### **5.4. AVALIAÇÃO DO EFEITO DA MACERAÇÃO SOBRE OS COMPOSTOS VOLÁTEIS (SPME-CG)**

Os compostos voláteis do aroma encontram-se nos alimentos em pequenas concentrações, inferiores a 100 ppm. Os frutos, em geral, ocupam a faixa mais alta de valores, devido a sua riqueza nesses compostos. Os voláteis têm baixo peso molecular ( $PM < 250$ ) e se encontram em misturas complexas, juntamente com óleos essenciais. Dentre os voláteis presentes em frutos encontram-se: ésteres, alcoóis, ácidos, aldeídos, cetonas, hidrocarbonetos, acetais, lactonas, etc. Esses compostos podem ser encontrados juntamente com fenóis, éteres e compostos oxigenados heterocíclicos (CHITARRA E CHITARRA, 2005).

Após os tratamentos enzimáticos, a polpa de cajá sofreu alterações em sua estrutura. Para melhor avaliação dessas mudanças, submetem-se as polpas tratadas e não tratadas enzimaticamente a avaliação da maceração sobre os compostos voláteis.

Foram avaliados por meio da técnica SPME e análise cromatográfica gasosa os compostos voláteis das polpas: sem tratamento enzimático branqueada e não branqueada, e as maceradas branqueadas com adição de preparação enzimática e sem adição de preparação enzimática (denominadas de controle) nos tempos 1, 2, 4 e 6 horas. Na polpa de cajá integral, sem tratamento enzimático, houve uma redução na quantidade de compostos voláteis após o branqueamento da polpa, como está apresentado nos cromatogramas das Figuras 14 e 15 e na Tabela 9, evidenciando o efeito nocivo do tratamento térmico sobre os compostos voláteis do aroma.

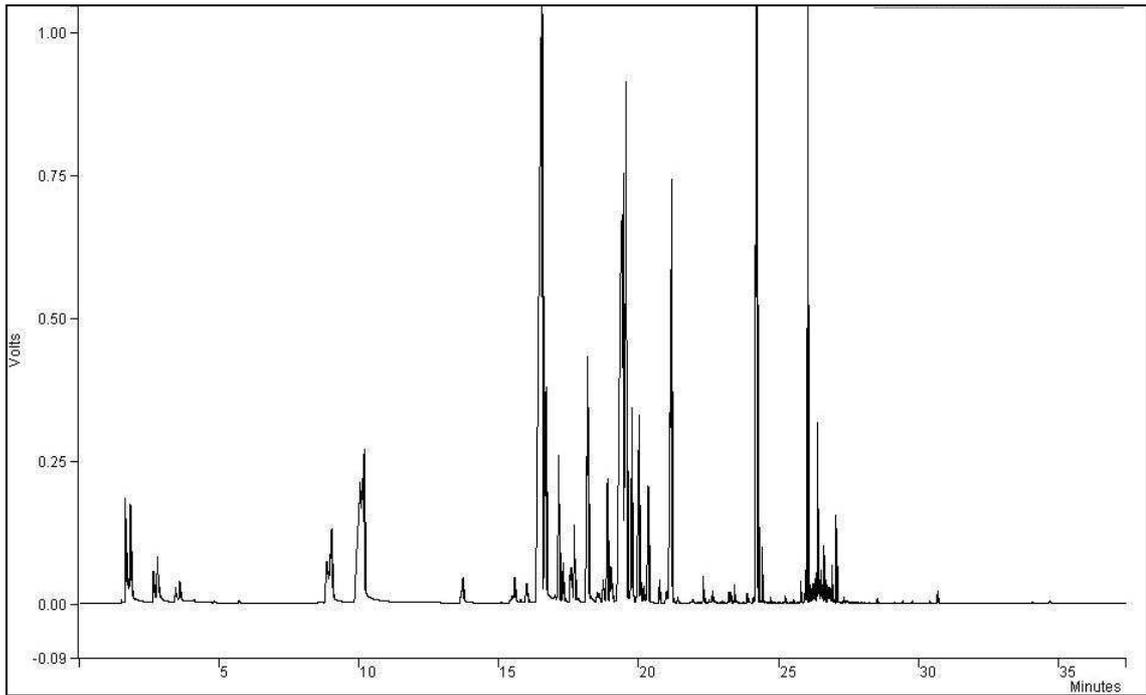
Analisando-se os cromatogramas mostrados nas Figuras 16 e 17 e na Tabela 9, observou-se que houve uma pequena redução dos picos e conseqüentemente da área total (Tabela 9) dos mesmos à medida que aumenta o tempo de tratamento. Isto ocorreu tanto nas polpas tratadas enzimaticamente (Figura 17) como as que não sofreram tratamento enzimático (Figura 16).

Pelos valores apresentados na Tabela 9 observa-se que, da polpa integral branqueada, que serviu de matéria-prima para os dois experimentos (com e sem tratamento enzimático), para as polpas de ambos os experimentos após 1 hora, houve uma redução semelhante na área total do cronograma (37% em média) e no número de picos. Esse tempo de agitação no shaker (1 hora) foi suficiente para causar a volatilização parcial da maioria dos compostos e uma possível oxidação daqueles compostos que foram totalmente perdidos, devido à aeração intensa.

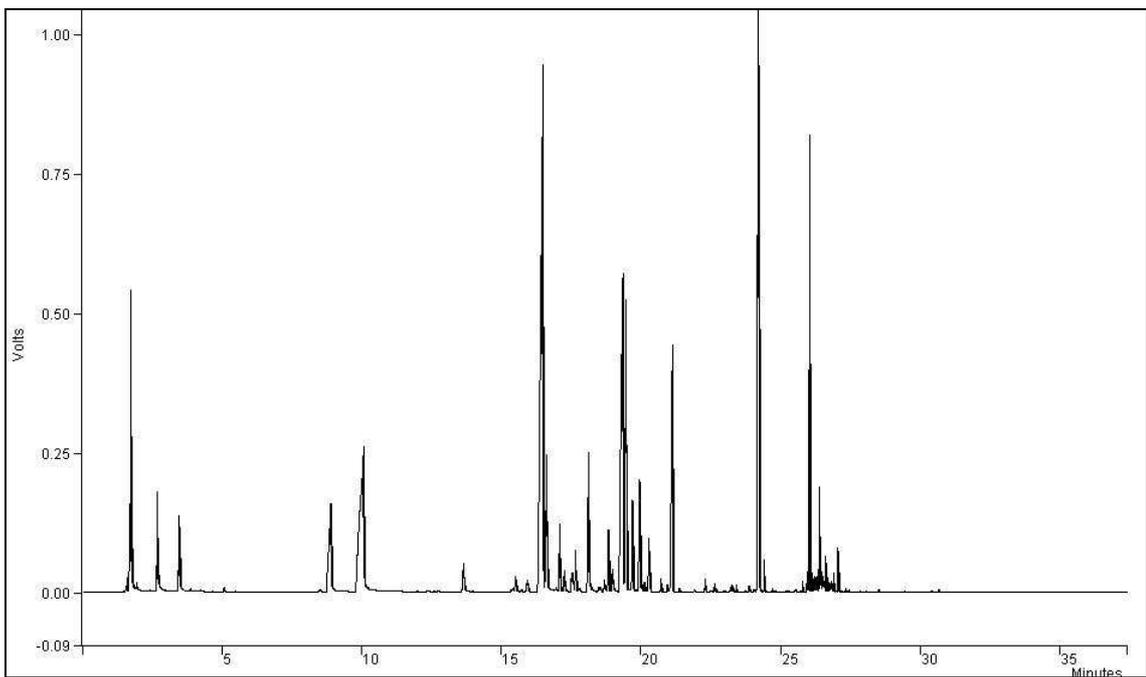
No entanto, com o passar do tempo, o efeito da maceração sobre os voláteis foi mais intenso na polpa tratada enzimaticamente. Ressalta-se a drástica redução do número de picos e da área total na polpa com 2 horas de tratamento enzimático.

Os compostos voláteis de cajá foram estudados por Narain *et al* (2004), onde os voláteis desta polpa foram capturados pela técnica de *headspace* dinâmico e analisados no sistema de cromatografia gasosa de alta resolução e espectrometria de massa, que identificaram trinta e três compostos. Os compostos predominantes pertenceram às classes de ésteres (48,76%), alcoóis (21,69%), aldeídos (11,61%) e cetonas (4,19%) e outros compostos aromáticos característicos:  $\gamma$ -octalactona e ácidos butírico e hexanóico. Dentre os trinta e três compostos identificados na polpa de cajá, vinte e dois foram identificados positivamente e onze foram tentativamente identificados no *headspace* da polpa da fruta. A presença de todos estes compostos é reportada pela primeira vez para os frutos de cajá do Brasil.

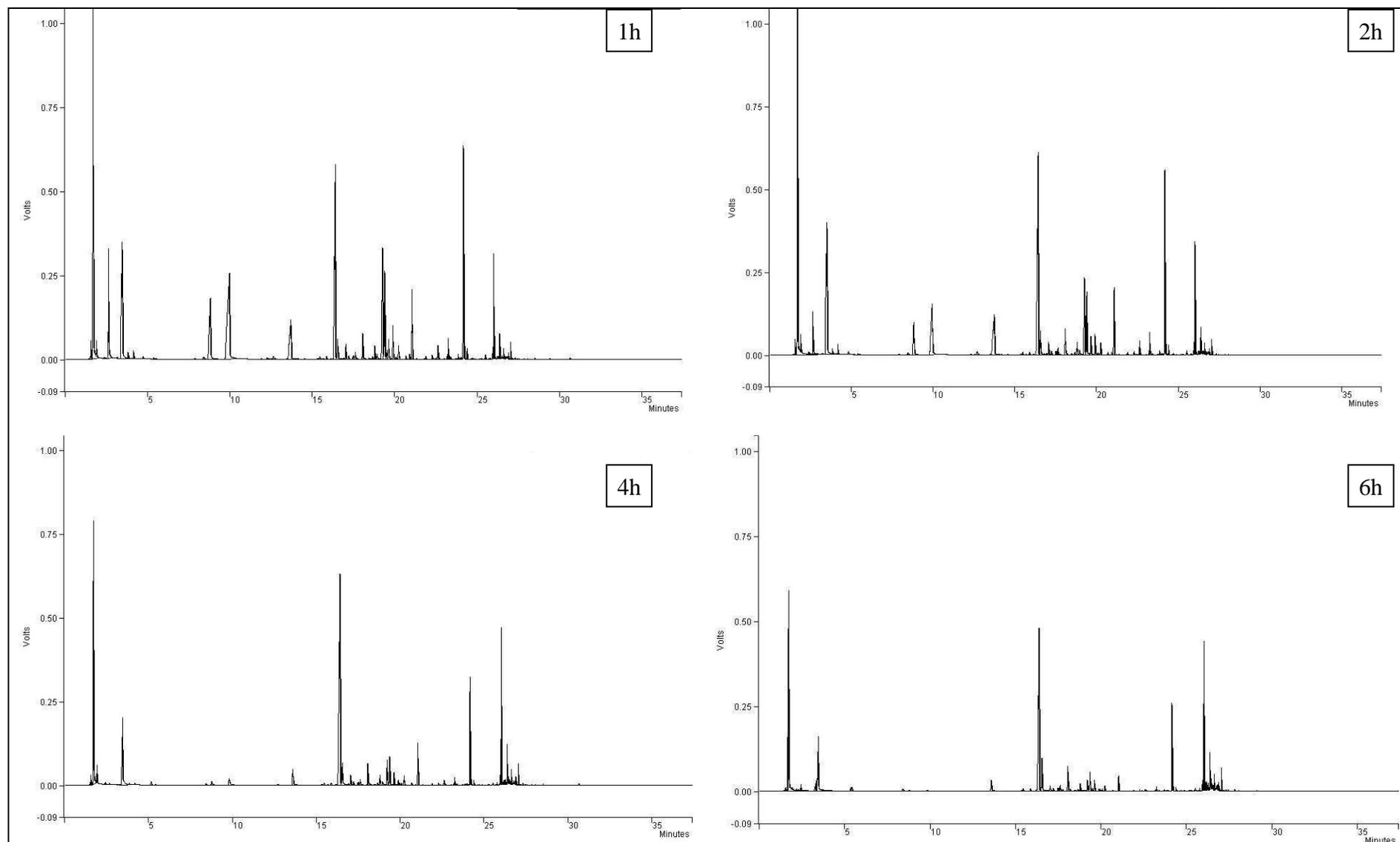
O número de picos encontrados para a polpa de cajá *in natura* sem tratamento térmico e sem tratamento enzimático foi de 33 picos, valor igual ao encontrado por Narain *et al* (2004), enquanto que Cevas-Antunes (2003), identificou 47 compostos.



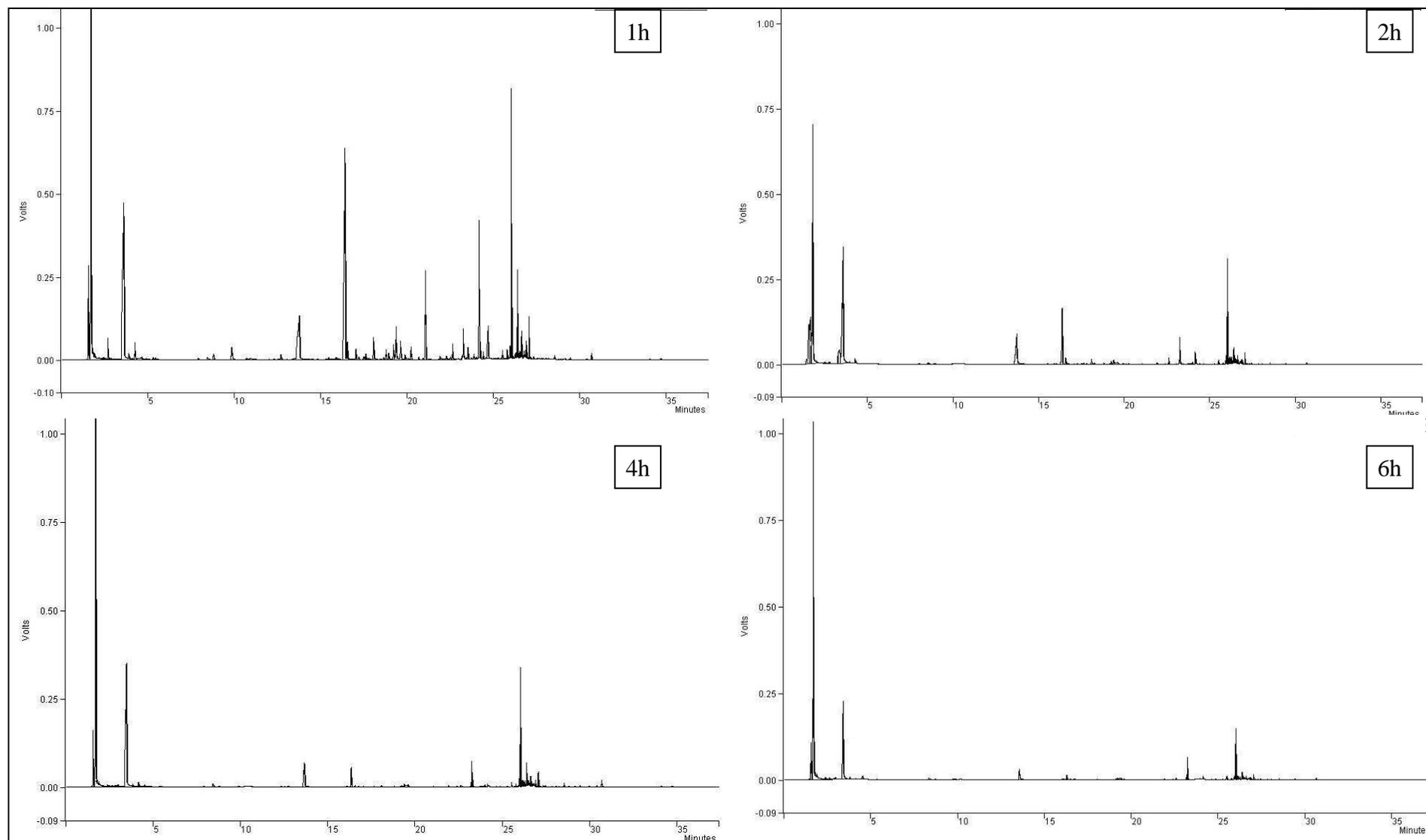
**Figura 14 - Cromatograma dos compostos voláteis obtidos por SPME-CG da polpa de cajá integral sem tratamento enzimático e não branqueada.**



**Figura 15 - Cromatograma dos compostos voláteis obtidos por SPME-CG da polpa de cajá integral sem tratamento enzimático e branqueada.**



**Figura 16 - Cromatogramas com os compostos voláteis obtidos através da análise SPME das polpas de cajá branqueadas sem tratamento enzimático submetidas a agitação mecânica nos tempos 1h, 2h, 4h e 6h.**



**Figura 17 - Cromatogramas com os compostos voláteis obtidos através da análise SPME das polpas de cajá branqueadas tratadas enzimaticamente e submetidas a agitação mecânica nos tempos 1h, 2h, 4h e 6h.**

**Tabela 9 - Número de picos e área total dos compostos voláteis encontrados nas polpas de cajá sem tratamento e tratadas enzimaticamente nos diferentes tempos de maceração.**

<b>AMOSTRA</b>	<b>Nº DE PICOS</b>	<b>ÁREA TOTAL</b>
Polpa integral não branqueada	33	45.967.313
Polpa integral branqueada	24	26.017.259
Sem tratamento enzimático		
1h	18	16.732.743
2h	17	14.382.289
4h	14	7.496.868
6h	10	5.428.369
Com tratamento enzimático		
1h	21	16.208.251
2h	9	6.226.283
4h	7	5.357.622
6h	6	3.141.872

## 5.5. AVALIAÇÃO SENSORIAL DO NÉCTAR DE CAJÁ

Os néctares de cajá foram submetidos à avaliação sensorial para verificar o nível de aceitação dos néctares feitos a partir de polpas tratadas enzimaticamente em relação ao néctar feito com polpa sem tratamento enzimático.

### Primeira etapa - Teste Diferença do Controle

O teste Diferença do Controle foi aplicado antes dos demais testes para avaliar se as amostras de néctar de polpa tratada enzimaticamente diferiam estatisticamente do néctar feito a partir da polpa sem tratamento enzimático. Os resultados mostrados na Tabela 10.

**Tabela 10 - Resultado do teste diferença do controle nos diversos néctares de cajá pelo Teste de Dunnett.**

Comparação Amostras	Diferença entre médias	Limites Confiança		Significativo ao nível 0,05 <sup>1</sup>
1h - Sem tratamento	0,9000	0.4610	1.3390	***
2h - Sem tratamento	1,0333	0.5943	1.4723	***
4h - Sem tratamento	1,3333	0.8943	1.7723	***
6h - Sem tratamento	1,2667	0.8277	1.7057	***

<sup>1</sup>DMS=0,439

Comparando-se os módulos da diferença com a DMS (diferença mínima significativa), conforme mostrado na Tabela 10, observa-se que houve uma diferença estatisticamente significativa a nível de 5% entre todas as amostras e o controle.

O teste de Diferença do Controle permitiu verificar que todos os néctares feitos com as polpas tratadas enzimaticamente diferiram sensorialmente do néctar elaborado com a polpa sem tratamento enzimático.

### Segunda etapa – Testes Afetivos

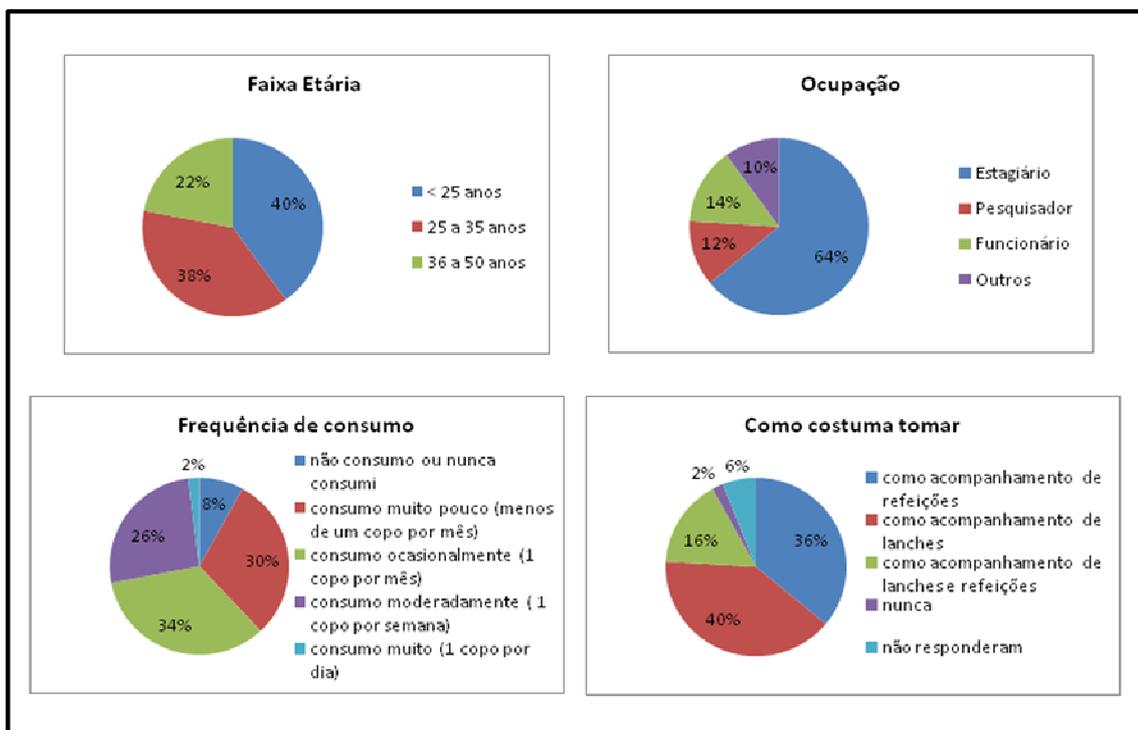
Como todos os néctares elaborados com as polpas tratadas enzimaticamente (1, 2, 4 e 6h) diferiram do controle (néctar elaborado com polpa sem tratamento enzimático), todas foram submetidas aos testes afetivos, para avaliar a aceitabilidade de cada um.

### Caracterização dos consumidores de néctar de cajá

O perfil dos consumidores está apresentado na Figura 18, onde observa-se a predominância da faixa etária < 25 anos, seguida da faixa entre 25 a 35 anos e em menor quantidade de 26 a 50 anos, caracterizando-se como um público adulto jovem. Em relação à ocupação, a maioria dos provadores era composta por estagiários de cursos de graduação e pós-graduação.

Quanto à frequência de consumo, observou-se maior percentagem de pessoas que consomem ocasionalmente (1 copo por mês), seguida das que consomem muito pouco (menos de 1 copo por mês) e das que consomem moderadamente (1 copo por semana). Esse fato pode ser um reflexo da falta do hábito de consumir sucos naturais de frutas, em uma população habituada com refrigerantes; ou também pode retratar a falta de disponibilidade de suco ou néctar de cajá no mercado e em bares, restaurantes e cantinas.

Quanto ao modo de consumo de néctar de cajá, a maioria prefere tomá-lo como acompanhamento de lanches. Em segundo lugar, gostam de consumir tanto em lanches quanto em refeições.



**Figura 18 - Perfil dos provadores em relação à faixa etária, ocupação, frequência de consumo e como costumam tomar o néctar de cajá**

### Aceitação global

Na Tabela 11 estão apresentados o resultado da Análise de Variância (ANOVA) realizada com os dados da avaliação hedônica das amostras de néctar de polpa de cajá, com tratamento enzimático, tendo como fontes de variação (F.V.) AMOSTRA e PROVADOR. Observa-se que houve diferença significativa ( $p < 0,01$ ) entre as amostras avaliadas. A diferença significativa entre os provadores era esperada, já que se trata de um teste que mede o grau de gosto do indivíduo em relação às amostras, e isso é muito variável entre as pessoas.

A Tabela 12 apresenta a comparação das médias de aceitação de cada amostra, realizada pelo Teste de Tukey, enquanto a Tabela 12A apresenta a comparação das mesmas médias pelo teste de Dunnett (comparação de cada amostra com a amostra controle).

Todas as amostras apresentaram boa aceitabilidade, com médias entre aproximadamente 6 e 7, correspondente ao intervalo “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente” da escala hedônica.

A amostra controle (sem tratamento) e a amostra formulada com polpa macerada por 1h atingiram exatamente a mesma média (6,78) que foi a mais alta. A partir de 2h de maceração, as médias de aceitação diminuem com o tempo de maceração. No entanto, pelo Teste de Tukey a diferença só é significativa entre a amostra sem tratamento (igual à amostra de 1h) e a amostra de 6h de maceração. Porém, pelo Teste de Dunnett, que torna-se mais sensível por comparar apenas duas amostras de cada vez (cada amostra-teste é comparada com o controle), foi possível detectar também diferença significativa a  $\alpha=0,05$  entre a amostra controle e a amostra elaborada com polpa macerada por 4h.

Portanto, os resultados indicam que o néctar tradicional foi bem aceito pelos consumidores, e que a maceração enzimática da polpa de cajá até 2h não alterou significativamente a aceitação do produto.

No entanto, quando se analisa os resultados da escala hedônica apenas pelas médias corre-se o risco de não observar uma possível segmentação na preferência dos consumidores, pois se uma boa parte do grupo analisado gostar muito da amostra e outra parte desgostar muito da mesma amostra, sua média de aceitação vai ficar no meio da escala. Assim, optou-se por apresentar os resultados também através de histogramas de frequência dos valores hedônicos atribuídos às amostras (Figura 19).

Apesar de não ter sido detectada diferença estatisticamente significativa entre as médias dessa amostra e dos néctares formulados com polpa macerada por 1 e 2 horas, foi possível observar pequenas diferenças na distribuição das frequências dos valores hedônicos atribuídos pelos provadores à aceitação global. Traçando-se uma linha imaginária de tendência para cada distribuição, observa-se nessa Figura que a distribuição para o néctar de polpa sem tratamento enzimático atingiu seu pico (34%) no grau “gostei muito” da escala hedônica. A opinião dos consumidores em relação à amostra formulada com polpa macerada por 1 hora ficou igualmente dividida em três categorias (“gostei ligeiramente” a “gostei muito”), em torno de 25% das respostas.

**Tabela 11 - Resultado da Análise de Variância do teste de aceitação do néctar formulado sem tratamento enzimático (controle) e dos quatro néctares formulados com polpa tratada enzimaticamente.**

F.V.	G.L.	Anova SQ	QM	F	P
amos	4	36.464	9.116	3.89	0.0046
prov	49	389.904	7.957	3.40	<.0001

**Tabela 12 - Valores hedônicos médios dos cinco néctares formulados, comparados pelo Teste de Tukey.**

NÉCTARES	MÉDIAS
Controle (Sem tratamento)	6,78a
1h	6,78a
2h	6,20ab
4h	5,98ab
6h	5,90b

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

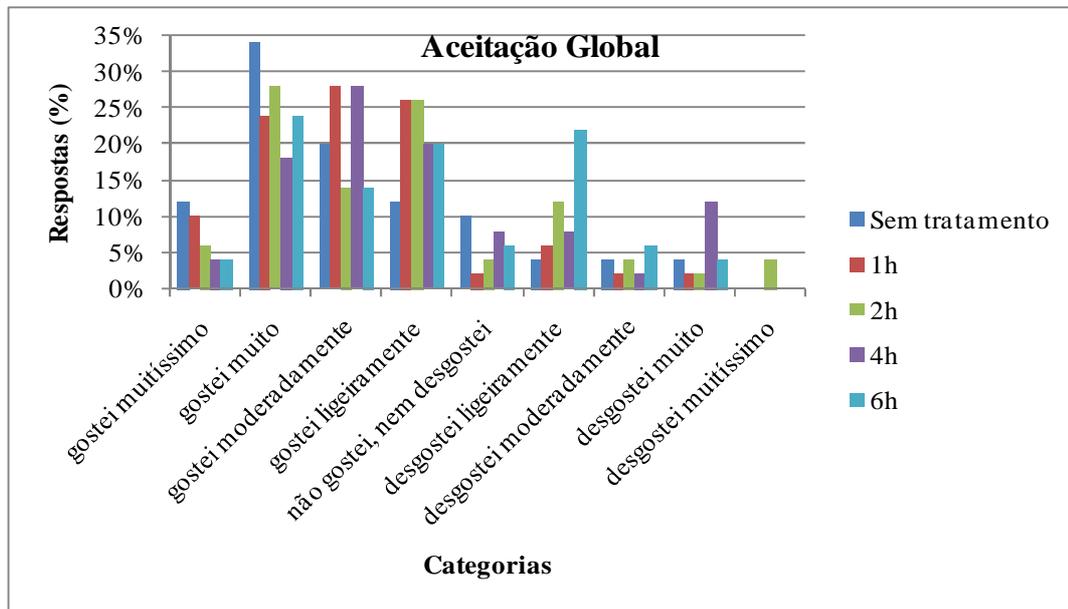
**Tabela 12A - Valores hedônicos médios dos cinco néctares formulados, comparados pelo Teste de Dunnett.**

Comparação Amostras	Diferença entre médias	Limites Confiança	Significativo ao nível 0,05 <sup>1</sup>
1h - Sem tratamento	0.0000	-0.7533 0.7533	
2h - Sem tratamento	-0.5800	-1.3333 0.1733	
4h - Sem tratamento	-0.8000	-1.5533 -0.0467	***
6h - Sem tratamento	-0.8800	-1.6333 -0.1267	***

<sup>1</sup>DMS= 0,7533

Com o néctar de polpa macerada por 2h ocorreu fenômeno semelhante, porém com as respostas igualmente distribuídas em apenas duas categorias (“gostei ligeiramente” e “gostei muito”). Essa amostra apresentou um percentual de respostas na categoria “desgostei ligeiramente” acima de 10%. A distribuição das frequências dos valores hedônicos para a amostra formulada com polpa macerada por 4h apresentou-se simétrica, com seu pico (28%) na categoria “gostei moderadamente”, porém com percentual relativamente elevado de respostas na categoria de rejeição “desgostei muito” (acima de 10%). Por sua vez, a amostra formulada com polpa macerada por 6h apresentou uma distribuição bi-modal, com um pico na

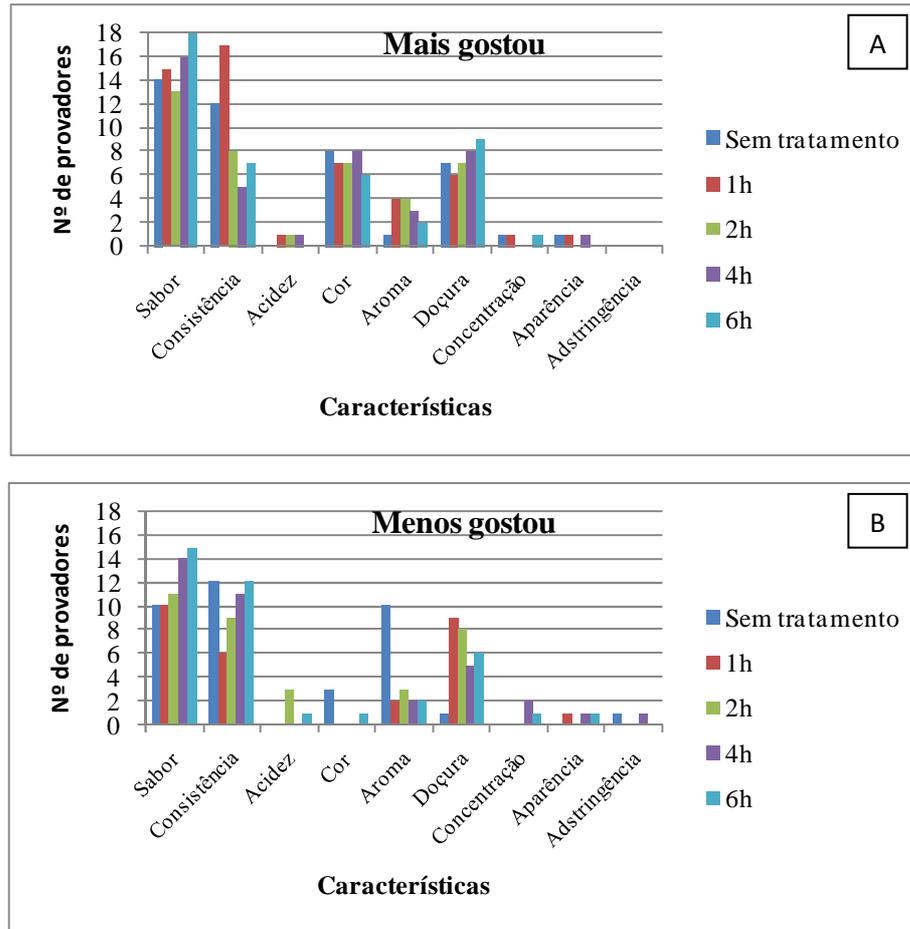
categoria “gostei muito” (24%) e outro pico na categoria de rejeição “desgostei ligeiramente” (22%).



**Figura 19 - Histograma de frequência das categorias na escala hedônica**

A Figura 20 apresenta a frequência com que os provadores citaram as características sensoriais mais apreciadas e menos apreciadas para néctar de cajá com polpa sem tratamento e com tratamento enzimático.

A polpa sem tratamento e a polpa tratada por 1 hora em termos de consistência, foram as mais aceitas. Houve um aumento progressivo na aceitação do atributo doçura numa relação direta com o aumento do tempo de tratamento. Já em relação ao aroma observa-se uma relação inversa ao período de tratamento. A cor foi um atributo bem aceito em todas as amostras, enquanto que o sabor dividiu a opinião dos consumidores.



**Figura 20 - Características sensoriais mais apreciadas (A) e menos apreciadas (B) para néctar de cajá com polpa sem tratamento e com tratamento enzimático**

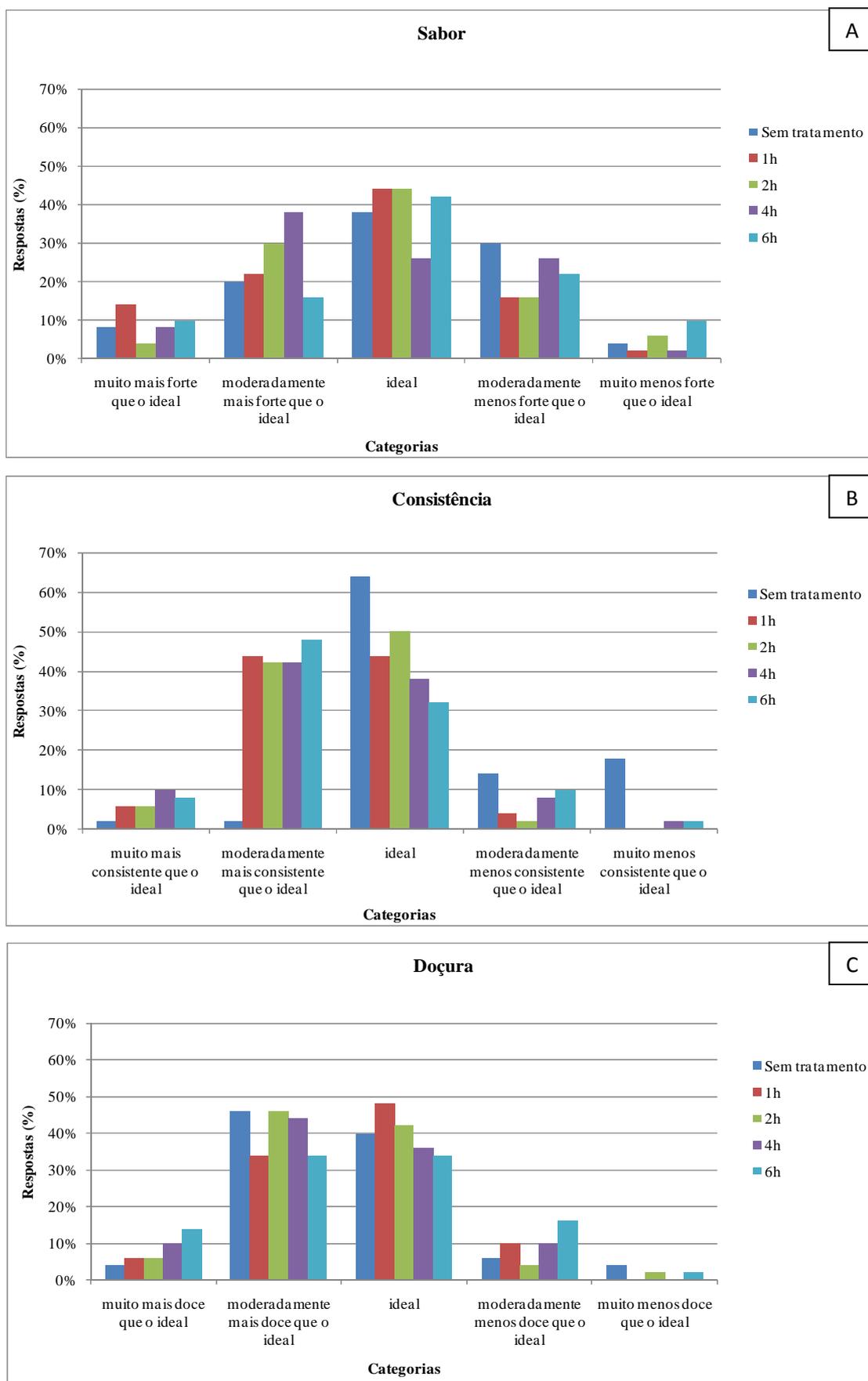
#### **Escala do ideal:**

Os resultados obtidos pela “escala do ideal” para análise do sabor, consistência e doçura são mostrados na forma de histogramas na Figura 21.

Apesar de a análise cromatográfica ter mostrado a redução na quantidade de voláteis, uma possível diminuição do sabor não foi percebida, pois os provadores não notaram muita diferença entre as amostras em relação ao sabor, classificando-as como ideal.

Em relação à consistência, os provadores consideraram as amostras entre ideal, moderadamente mais consistente que o ideal, sobressaindo-se como ideal, a polpa sem tratamento.

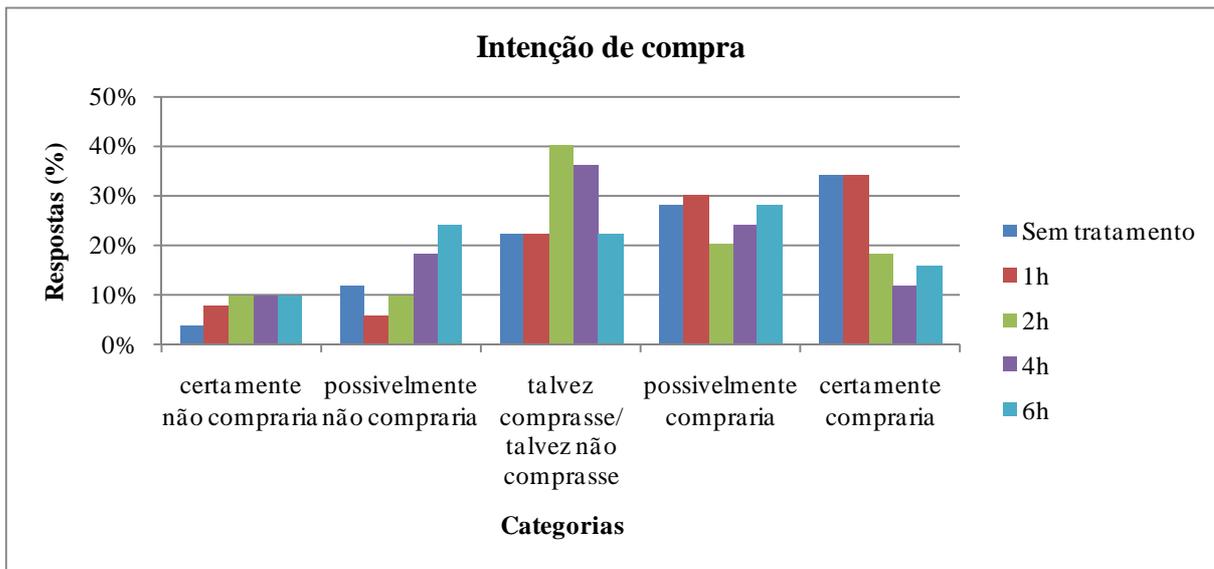
Em relação à doçura, os provadores consideraram as amostras como ideal, e como moderadamente mais doce que o ideal, sobressaindo-se como ideal, a amostra com 1 hora de tratamento. Observa-se ainda que, com o aumento do tempo de tratamento, reduz-se a qualificação como ideal da amostra.



**Figura 21 - Histogramas de frequência da escala do ideal atribuídos ao sabor (A), consistência (B) e doçura(C).**

### Intenção de compra:

Na Figura 22 são apresentados os resultados do teste de intenção de compra. Observa-se que os néctares das polpas sem tratamento e 1 hora de tratamento obtiveram maior frequência na categoria “certamente compraria” e os néctares das polpas 2 e 4 horas de tratamento na categoria “talvez comprasse/talvez não comprasse”, como mostra a Figura 22. Quanto ao néctar de 6h de tratamento, as respostas apresentaram-se distribuídas entre as três categorias centrais, com uma frequência de cerca de 20 a 30 % em cada uma.



**Figura 22 - Histograma de frequência de intenção de compra.**

## 6. CONCLUSÕES

O uso da preparação enzimática Viscozyme L e o tempo de maceração favoreceram a redução da consistência da polpa de cajá, pela ação das enzimas exógenas contidas na preparação utilizada.

De acordo com os resultados da análise de voláteis, verificou-se que houve perda de sua composição nas polpas não tratadas e nas polpas tratadas enzimaticamente, que demonstrou que apenas a tratada por 1 hora não teve uma redução de compostos voláteis tão significativa quanto às demais.

Pela análise sensorial, demonstrou-se que maceração enzimática por um tempo de até 2 horas não promove redução significativa da aceitação do produto (néctar de polpa não tratada).

Os parâmetros selecionados foram: preparação enzimática Viscozyme L na concentração de enzima de 2000 ppm, razão polpa:água de 1:0 e 1 hora de maceração.

## 7. SUGESTÕES

Trabalhar com no máximo 1 hora de maceração, pois verificou-se que ao aumentar o tempo há uma perda considerável na composição de voláteis;

Avaliar os parâmetros reológicos das polpas tratadas enzimaticamente;

Avaliar o efeito das enzimas sobre o tamanho das partículas presentes na polpa;

Avaliar o efeito da maceração sobre a estrutura citoquímica da polpa;

Sugere-se algumas alternativas para redução das perdas de voláteis da polpa de cajá, quais sejam: a) trabalhar com um sistema fechado para maceração da polpa; b) o uso de *headspace* pequeno; c) diminuir a agitação (aeração); d) sistema refrigerado.

Adicionar, no momento da análise cromatográfica, um padrão interno que pudesse ser monitorado se houve perda durante a análise;

Realização de análise de oftometria.

## 8. REFERÊNCIAS

ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MOURA, C. F. H. **Caracterização de frutas nativas da América Latina**. Jaboticabal: Funep, 2000. 66 p. (Série Frutas Nativas, 9).

AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. **Official methods of analysis**. 12 ed. Washington, DC, 1975. 1094p.

AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. **Official methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 15 ed. Washington, 1992. 2v. 1015p.

AQUINO, A. C. de ; **Otimização da maceração enzimática na polpa de bacuri (*platania insignis mart.*)**. 2008. 1v. 116p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

ARAÚJO, A.; Sucos: Um mercado que cresce 25% a cada ano. **Brasil Alimentos** – n. 24, p.18-22, Março/Abril de 2004.

BARBOSA, W.C., NAZARÉ, R.F.R.,HASHIMOTO, K. **Estudo bromatológico e tecnológico da graviola e do taperebá**. BELÉM: Embrapa/CPATU, 1981.16p. (Boletim de Pesquisa, 32).

BASTOS, M. do S. R.; GURGEL, T. E. P.; SOUSA FILHO, M. de S. M.; LIMA, I. de F. B.; SOUZA, A. C. R. de; SILVA, J.B.; Efeito da aplicação de enzimas pectinolíticas no rendimento da extração de polpa de cupuaçu. Comunicação Científica. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal – SP, v.24, n.1, p.240-242, abril 2002.

BOSCO, J., SOARES, K. T., AGUIAR FILHO, S. P. de, BARROS, R. V. **A cultura da cajazeira**. João Pessoa: EMEPA, 2000. 29p. (Documentos 28).

BRASIL, I.M. **Utilização de pectinases e agentes “fining” no processamento de suco integral e clarificado de goiaba (*Psidium guajava*, L. var. *pomifera*)**. 1993, 186p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1993.

BRASIL, Ministério da Saúde. Resolução – RDC nº 205, de 14 de novembro de 2006. Estabelece Regulamento Técnico sobre Enzimas e Preparações Enzimáticas para Uso na Produção de Alimentos Destinados ao Consumo Humano. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, de 17 de novembro de 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento PORTARIA Nº. 544, DE 16 DE NOVEMBRO DE 1998. Aprova Regulamentos Técnicos para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade, para refresco, refrigerante, preparado ou concentrado líquido para refresco ou refrigerante, preparado sólido para refresco, xarope e chá pronto para o consumo. **D.O.U. - Diário Oficial da União de 17 de novembro de 1998**, seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa Nº 1, de 07 de janeiro de 2000. Regulamento Técnico Geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Polpa de Fruta. **D.O.U. - Diário Oficial da União de 10 de janeiro de 2000**, seção 1, p. 54.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa Nº 12, de 04 de setembro de 2003. Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade Gerais para Suco Tropical; os Padrões de Identidade e Qualidade dos Sucos Tropicais de Abacaxi, Acerola, Cajá, Caju, Goiaba, Graviola, Mamão, Manga, Mangaba, Maracujá e Pitanga; e os Padrões de Identidade e Qualidade dos Néctares de Abacaxi, Acerola, Cajá, Caju, Goiaba, Graviola, Mamão, Manga, Maracujá, Pêssego e Pitanga. **D.O.U. - Diário Oficial da União de 09 de setembro de 2003**, seção 1, p.2.

BUENO, S. M.; LOPES, M. do R. V.; GRACIANO, R. A. S; FERNANDES, E. C. B.; GARCIA-CRUZ, C. H. Avaliação da qualidade de polpas de frutas congeladas. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**. São José do Rio Preto, vol.62, n.2, p. 121-126, 2002.

CARDOSO, M.H.; JACKIX, M.N.H.; MENEZES, H.C.; GONÇALVES, E.B.; MARQUES, S.V.B. Efeito da associação de pectinase, invertase e glicose isomerase na qualidade do suco de banana. **In: Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.18, n.3. Campinas, Ago.-Out., 1998.

CARVALHO, S.; **Pectinases produzidas pelo agente biológico “G088”: Extração e purificação**. 2007. 100p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2007.

CEVA-ANTUNES, P. M.N. **Análise da composição volátil do taperebá (*Spondias mombin* L), cajá (*Spondias mombin* L) e siriguela (*Spondias purpúrea*)**. 2003. 1v. 107p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2003.

CHEFTEL, J.C & CHEFTEL, H. **Introducción a la bioquímica de los alimentos**. Zaragoza, Acribia, 1977. v.1, 213p.

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

- COSTA, N. P. da. **Desenvolvimento, maturação e conservação pós-colheita de frutos da cajazeira (*Spondias mombim* L.)**.1998. 1v. 97f. (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, 1998.
- DA SILVA, R.; FRANCO, C. M. L.; GOMES, E.; Pectinases, hemicelulases e celulases, ação, produção e aplicação no processamento de alimentos: Revisão. **Bol. SBCTA**, Artigo técnico. v.31, n.2, p.249-260, jul-dez, 1997.
- DIAS, D. R.; SCHWAN, R. F.; LIMA, L. C. O. Metodologia para elaboração de fermentado de cajá (*Spondias mombim* L.) **Rev. Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, vol.23, n.3, p. 342-350, set.-dez. 2003.
- DUNNETT, C.W. A multiple comparison procedure for comparisons with a control. **J. Am. Stat. Assoc.** v.50, p.1096, 1955.
- DUNNETT, C.W. New tables for multiple comparisons with a control. **Biometrics**.v.20, p.482-91, 1964.
- FARIAS, E. da S.; **Estudo da secagem e atividade de água em frutos de cajá (*Spondias lutea* L.)**. 2002. 61f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, 2002.
- FRANCO, G. **Tabela de Composição Química dos Alimentos**. 9a ed. Rio de Janeiro: Atheneu Editora, 1992. 307p.
- FRIEDMAN, M. The use of ranks to avoid the assumption of normality implicit in the Analysis of variance. **J. Am. Stat. Assoc.** v.32, p.675, 1937.
- HAMANO, P. S.; MERCADANTE, A. Z. Composition of Carotenoids from Commercial Products of Caja (*Spondias lutea*). **Journal of food composition and analysis**, v.14, p.335-343, 2001.
- IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. Ed. São Paulo, v.1, 1985.
- KASHYAP, D. R.; VOHRA, P. K.; CHOPRA, S.; TEWARI, R. Applications of pectinases in the commercial sector: a review. **Bioresourse Technology**, Oxford, v.77, n.3, p.215-227, May 2001.
- KIMURA, M. **Reavaliação de métodos analíticos e determinação da composição de carotenóides e valor de vitamina A em mamão e cajá**.1989. 1v. 120p. (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 1989.

LEDERMAN, I. E.; BEZERRA, J.E.F.; ASCHOFF, M.N.A.; SOUZA, I.A.de M.; MOURA, R.J.M. de; Oferta e procedência de frutas tropicais e exóticas na CEASA – Pernambuco. **Rev. Bras. Frutic.**, Cruz das Almas, v.14, n.3, p. 203-209, 1992.

LEE, C.Y. Changes in carotenoids content of carrots during growth and post-harvest storage. **Food Chemistry**. 20, 285-293. 1985.

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

MACIEL, M. I. S.; GUERRA, I.C.S.; Usos e aplicações de Spondias: processamento e industrialização. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE UMBU, CAJÁ E ESPÉCIES AFINS, 20., 2008, Recife. **Anais...** Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA/UFRPE, 180p. 2008.

MAIA, G. A.; SOUZA, P. H. M. de; LIMA, A. da S.; **Processamento de sucos de frutas tropicais**. 1 ed. Fortaleza: Edições UFC, 2007. v.1. 320p.

MATA, M. E. R. M. C.; BRAGA, M. E. D.; SILVA, M. da; Curvas de congelamento de frutos de cajá (*Spondias lutea* L.) a temperaturas semi-criogênicas. **Rev. Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, Especial, n.1, p.55-62, ago. 2003

MATA, M. E. R. M. C.; DUARTE, M. E. M. Calor específico da polpa de cajá a temperaturas criogênicas e diferentes concentrações de sólidos solúveis: métodos das misturas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, Especial, n.1, p.1-7, 2003.

MATA, M. E. R. M. C.; DUARTE, M. E. M.; ZANINI, H. L. H. T. Calor específico e densidade da polpa de cajá (*Spondias lutea* L.) com diferentes concentrações de sólidos solúveis sob baixas temperaturas. **Rev. Eng. Agríc.**, Jaboticabal, vol.25, n.2, p.488-498, mai/ago.2005.

MATTA, V. M. da; FREIRE JR., M.; CABRAL, L. M. C.; FURTADO, A. A. L.; Polpa de fruta congelada. **Embrapa Informação Tecnológica – Agroindústria Familiar**. 35p. Brasília, DF, 2005.

MATTIETTO, R. de A.; **Estudo tecnológico de um néctar misto de cajá (*Spondias lutea* L.) e umbu (*Spondias tuberosa*, Arruda Câmara)**. 2005. 1v. 299p. (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2005.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**. CRC Press. 1987. 281p.

MELO, E.A.; LIMA, V.L.A.G.; NASCIMENTO, P.P. Temperatura no armazenamento de pitanga. **Scientia Agricola**, v.57, n.4. p. 629-634, out/dez. 2000.

MENDES, L. M. de F. C; NEVES, J. A.; DIAS, L. P.; SILVA, M. de J. M. da; **Carotenóides e antocianinas totais em polpas de cajá congeladas (Spondias mombin L.)**. III Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica – CEFET-CE. Fortaleza - CE – 2008.

MILLER, G.L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**. Washington, v.31, p.426-428, 1959.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA; Secretaria nacional de Defesa Agropecuária, Complementação dos padrões de identidade e qualidade para o suco e refresco de cajá. Doc. Oficializado pela portaria 746, **D.O.U. 17/11/77**.

MODESTA, R.C.D.; GONÇALVES, E.B.; AMAURI OSENTHAL, A.; SILVA, A.L.S.; FERREIRA, J.C.S. Desenvolvimento do perfil sensorial e avaliação sensorial/instrumental de suco de maracujá. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.25 n.2, Abr./Jun., 2005.

NARAIN, N.; ALMEIDA, J. das N.; GALVÃO, M. de S.; MADRUGA, M. S.; BRITO, E. S de. Compostos voláteis dos frutos de maracujá (*Passiflora edulis* forma *Flavicarpa*) e de cajá (*Spondias mombin* L.) obtidos pela técnica de *headspace* dinâmico. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n.2, p. 212-216, abr.-jun. 2004.

NARAIN, N.; BORA, P.S. Estudo do rendimento do suco de banana por tratamentos enzimáticos. **Revista de Ciência e Tecnologia**. João Pessoa, v. 1, n. 1, p. 43-51, jan./mar., 1987.

NEWELL, G. J.; MACFARLANE, J. D. Expanded tables for multiple comparison procedures in the analysis of ranked data. **J. Food Sci.** v.52, n.6, p. 1721-25. 1987.

NOVOZYME. Disponível em: < <http://www.novozymes.com.br>> Acesso em: 27 jan. 2009.

OLIVEIRA, M. C. S. de, **Avaliação do processo de fermentação alcoólica de suco de maçã obtido por liquefação enzimática**. 2006. 1v. 92p. Dissertação (Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2006.

OLIVEIRA, M. E. B. de; BASTOS, M. do S. R. ; FEITOSA, T.; BRANCO, M. A. de A. C.; SILVA, M. das G. G. da; Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**., Campinas, v.19, n.3, set.-dez. 1999.

PINTO, G.A.S. **Procedimento Operacional Padrão – Determinação da Atividade de  $\alpha$ -amilase, Poligacturonase, Celulase e Invertase.** v. 1, 2, 3 e 4. p. 1-5, 2002.

PINTO, W. da S.; DANTAS, A. C. V. L.; FONSECA, A. A. O.; LEDO, C. A. da S.; JESUS, S. C. de; CALAFANGE, P. L. P.; E. M. ANDRADE. Caracterização física, físico-química e química de frutos de genótipos de cajazeiras. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 38, n. 9, p. 1059-1066, set. 2003.

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, p.151-155, 1997.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; Carotenóides e valor de vitamina A em cajá (*Spondias lutea*). **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos.**, Campinas, v.9, n.2, p. 148-162, 1989.

SACRAMENTO, C. K. do; SOUZA, F. X. Cajá (*Spondias mombin* L.), **Série Frutas Nativas**, 4, 42 p, Jabuticabal - Funep, 2000.

SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C.; FIGUEIRÔA, J. M.; JUNIOR, A. G. S. **Espécies da flora nordestina de importância econômica potencial.** Associação Plantas do Nordeste 1. ed. v. 1. 331 p. Recife, 2005.

SAMPAIO, S. de A. **Transformações durante o amadurecimento pós-colheita de frutos de cajazeira (*Spondias mombim* L.) e cirigueleira (*Spondias purpurea* L.) e mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes.).** 2002. 1v. 78p. (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, 2002.

SEBRAE. Polpa de Frutas: Perfil Industrial **Perfil de negócio.** 2. ed., Recife, PE, 1997 (Digitalizado em 2003).

SILVA, A. de P. V. da. **Processamento e estabilidade de sucos polposos e clarificados de cajá (*spondia lutea* L.).**1995. 1v. 138f. (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, 1995.

SILVA, A. de P. V. da; MAIA, G. A.; OLIVEIRA, G. S. F. de; FIGUEIREDO, R. W. de & BRASIL, I. M. Estudo da produção do suco clarificado de cajá (*Spondias lutea* L.). **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos.**, Campinas, v.19, n.1, jan.-abr. 1999.

SILVA, A. de P. V. da; MAIA, G. A.; OLIVEIRA, G. S. F. de; FIGUEIREDO, R. W. de & BRASIL, I. M. Características de qualidade do suco polposos de cajá (*Spondias lutea* L.)

obtido por extração mecânico-enzimática. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos.**, Campinas, v.17, n.3, set.-dez. 1997.

SILVA, C. A. B. da ; **Produção de polpa de fruta – tratada termicamente e congelada.** Série Perfis Agroindustriais - Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, Secretaria do Desenvolvimento Rural. 30p., Brasília, DF, 1995.

SOARES, E. B.; GOMES, R. L. F.; CARNEIRO, J. G. de M. e *et al.* Caracterização física e química de frutos de cajazeira. **Rev. Bras. Frutic.**, v.28, n.3, p.518-519. Dez. 2006.

STROHECKER, R.; HENNING, H.M. **Analisis de vitaminas: métodos comprobados.** Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428p.

THOMAS, P.; JANAVE, M.T. Effect of temperature on chlorophyllase activity degradation and carotenoids of Cavendish during ripening. **Internatonal Journal of Food Science and Technology.** V. 27, p. 56-63. 1992.

UENOJO, M.; PASTORE, G. M.; **Pectinases: aplicações industriais e perspectivas.** Quim. Nova, v 30, N. 2, p. 388-394, 2007.

VIEIRA NETO, R. D.; **Frutíferas potenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas.** Embrapa Tabuleiros Costeiros/Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe – Emdagro, cap.2, 216p. 2002.