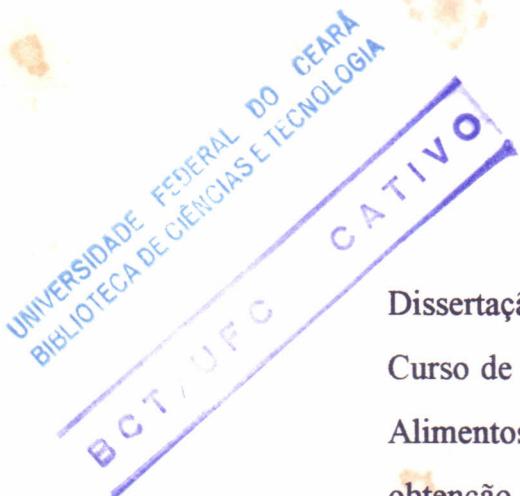


UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

**PROCESSAMENTO E ESTABILIDADE
DOS SUCOS POLPOSO E
CLARIFICADO DE CAJÁ
(*Spondias lutea L.*)**

C 342645

ANTÔNIO DE PÁDUA VALENÇA DA SILVA



R
664
5578P
1995
ct.1

Dissertação submetida à Coordenação do
Curso de Pós-graduação em Tecnologia de
Alimentos como requisito parcial para a
obtenção do grau de mestre da
Universidade Federal do Ceará.

UFC/BU/BCT 23/05/1997



R666874
C342645
T664

Processamento e estabilidade dos
sucos p

5578P

FORTALEZA-CE
1995

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

**PROCESSAMENTO E ESTABILIDADE
DOS SUCOS POLPOSO E
CLARIFICADO DE CAJÁ
(*Spondias lutea L.*)**

ANTÔNIO DE PÁDUA VALENÇA DA SILVA

FORTALEZA-CE
1995

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S578p Silva, Antônio de Pádua Valença da.

Processamento e estabilidade dos sucos polposo e clarificado de cajá (*Spondias lutea L.*) / Antônio de Pádua Valença da Silva. – 1995.

114 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 1995.

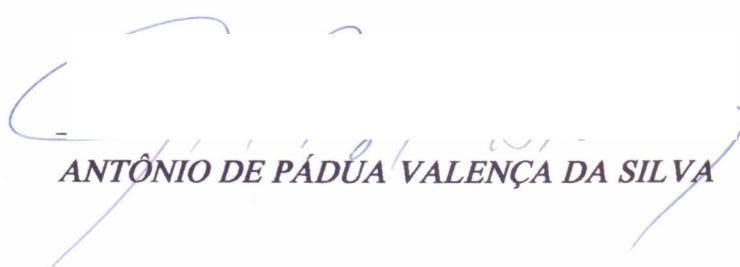
Orientação: Prof. Dr. Geraldo Arraes Maia.

1. Tecnologia de alimentos. I. Título.

CDD 664

Esta dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de mestre em Tecnologia de Alimentos, outorgado pela Universidade Federal do Ceará e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

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


ANTÔNIO DE PÁDUA VALENÇA DA SILVA

Dissertação Aprovada em 28/4/95

Prof. Dr. Geraldo Arraes Maia
ORIENTADOR

Prof. Dr. Gerardo Sérgio Francelino de Oliveira

Prof. Raimundo Willane de Figueiredo

À *DEUS*, razão de tudo

À minha mulher, *JOSEFA*

À minhas filhas, *JÉSSICA* e *PRISCILA*

DEDICO ESTA TESE

Agradecimentos

- Ao Prof. Dr. GERALDO ARRAES MAIA, pela amizade, entusiasmo e orientação científica em todo transcurso do mestrado.
- Ao Prof. Dr. GERARDO SÉRGIO FRANCELINO DE OLIVEIRA, pelo interesse e espírito de colaboração nas ações desenvolvidas durante os trabalhos de tese.
- Ao Prof. RAIMUNDO WILLANE DE FIGUEIREDO, pela presteza e amizade durante o curso.
- Aos PROFESSORES DO CURSO DE MESTRADO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, pelos conhecimentos transmitidos.
- Ao amigo ANTENOR DA SILVA JÚNIOR, pelo empenho e sugestões na consecução dos trabalhos técnicos.
- À Prof. ELIANA MIRANDA SAMPAIO, pela criteriosa avaliação estatística dos trabalhos em tela.
- Às BIBLIOTECÁRIAS da Biblioteca Central da UFC, pela contribuição na normatização deste trabalho.
- Às colegas de turma do mestrado, KATIANA HERCULANO TELES, LUÍSA MARIA OLIVEIRA PINTO, MÁRCIA HELENA PORTELA LIMA, MARIA KEILA MOREIRA DE SOUZA, MARIA OLINDA PINHO DE PAIVA TIMBÓ, MITZI MARIA MARTINS ASSIS e REGILDA SARAIVA DOS REIS MOREIRA, pelo incentivo, amizade, criatividade e atitudes leais durante todos os momentos do curso.
- Ao amigo e Prof. da UECE, ANTÔNIO RAIMUNDO DA SILVA COSTA, pelo incentivo na realização deste curso.

- À colega do Departamento de Nutrição da UECE, Profa. ALDA VERÔNICA DE SOUZA LIVERA, pela contribuição na esquematização dos testes de análise sensorial.
- Aos ALUNOS DO CURSO DE NUTRIÇÃO DA UECE, pela participação como degustadores nos testes sensoriais.
- À Prof. IZABELLA MONTENEGRO BRASIL, pela amizade, pela contribuição no acervo bibliográfico e tradução do "abstract" desta tese.
- Aos amigos da Fábrica-escola/DETAL/UFC, CÂNDIDA MACHADO VILA NOVA, MARIA ELMA DE CARVALHO, PEDRO MATIAS VASCONCELOS E VANDIRA ALVES DA JUSTA, pela efetiva participação nos trabalhos, a nível de laboratório.
- Ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo apoio financeiro.
- À NOVO NORDISK BIOINDUSTRIAL DO BRASIL LTDA., pelo fornecimento das enzimas e apoio técnico.
- À OTKER DO BRASIL, pelo apoio técnico quanto à caracterização da matéria-prima (gelatina) utilizada na tese.
- Ao NUTEC - Fundação Núcleo e Tecnologia Industrial, pela liberação de equipamento (prensa) indispensável à realização dos experimentos.
- A todos que, direta ou indiretamente contribuíram para desenvolvimento deste trabalho de tese.

SUMÁRIO

	página
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE TABELAS EM ANEXO	xv
LISTA DE FIGURAS EM ANEXO.....	xvii
RESUMO	xx
ABSTRACT	xxii
1 - INTRODUÇÃO	1
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Aspectos Botânicos e Agronômicos	4
2.2 - Composição Físico-química do Fruto e Padrões de Identidade e Qualidade para o Suco de Cajá.....	6
2.3 - A Utilização de Enzimas na Indústria de Sucos de Frutas	10
2.3.1 - Enzimas Pectinolíticas.....	10
2.3.2 - Oxiredutases.....	14
2.3.3 - Extração de Sucos de Frutas com Utilização de Enzimas Pectinolíticas	15
2.4 - Processo de Clarificação de Sucos de Frutas.....	16
3 - MATERIAL E MÉTODOS	20

3.1 - Material	20
3.2 - Métodos	22
3.2.1 - Medidas Físicas do Fruto.....	22
3.2.2 - Determinações Analíticas	23
3.2.3 - Experimentos Tecnológicos.....	26
3.2.3.1 - Procedimentos Preliminares.....	26
3.2.3.2 - Determinação das Características Físicas do Cajá	26
3.2.3.3 - Obtenção da Polpa do Cajá - Operação de Despolpa.....	27
3.2.3.4 - Dosagem Enzimática para Uso na Polpa de Cajá - Estudo de Rendimento de Suco	27
3.2.3.5 - Processo de Obtenção e Preservação do Suco Polposo de Cajá	28
3.2.3.6 - Obtenção do Suco Clarificado de Cajá	31
3.2.3.6.1 - Dosagem Enzimática para Despectinização do Suco Polposo de Cajá	31
3.2.3.6.2 - Determinação das Quantidades Ótimas de Substâncias Clarificadoras (agentes " <i>fining</i> ") no Suco Despectinizado.....	32
3.2.3.6.3 - Teste de Eficiência do Processamento do Suco de Cajá Clarificado (Prova de Estabilidade)	33
3.2.3.6.4 - Processo de Preservação do Suco Clarificado de Cajá	33
3.2.3.7 - Estudos de Estabilidade do Suco Polposo e do Suco Clarificado de Cajá	35
3.2.4 - Análise Sensorial.....	35
3.2.5 - Análise Estatística	43

3.2.5.1 - Análise Estatística das Medidas Físicas do Cajá	43
3.2.5.2 - Análise Estatística do Rendimento de Suco Polposo Obtido com Aplicações de Enzima na Polpa	44
3.2.5.3 - Análise Estatística das Determinações Físicas e Físico-químicas Realizadas Durante o Estudo da Estabilidade (120 dias) do Suco de Cajá Polposo e do Clarificado	45
3.2.5.4 - Análise Estatística do Estudo da Avaliação Sensorial do Suco de Cajá Polposo e do Clarificado (formulados).....	46
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
4.1 - Análise dos Parâmetros Físicos e de Rendimento em Polpa Realizados no Cajá Maduro.....	48
4.2 - Caracterização Físico-química e Química da Polpa "in natura" do Cajá	52
4.3 - Dosagem Enzimática na Polpa "in natura" do Cajá e Avaliação de Rendimento na Extração do Suco Polposo	54
4.4 - Processamento do Suco Clarificado de Cajá	60
4.5 - Análise da Estabilidade dos Sucos Polposo e Clarificado de Cajá	66
4.6 - Análise Sensorial.....	79
5 - CONCLUSÕES.....	88
6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
7 - ANEXOS	98

LISTAS DE TABELAS

TABELA		página
1	Extração de micronutrientes em mg/ fruto e em Kg por tonelada de frutos frescos do gênero <i>Spondias</i> . Produção média em toneladas por hectares.....	8
2	Extração de micronutrientes em mg por fruto e gramas por tonelada de frutos frescos do gênero <i>Spondias</i>	9
3	Determinações físicas efetuadas no cajá (<i>Spondias lutea</i> L.) "in natura".....	49
4	Resultados do rendimento (%) em polpa e dos demais parâmetros físicos obtidos durante o processo de despolpa do cajá (<i>Spondias lutea</i> L.) a nível de escala piloto.....	51
5	Determinações químicas e físico-químicas efetuadas na polpa "in natura" de cajá (<i>Spondias lutea</i> L.)	53
6	Rendimento (%) de suco polposo de cajá (<i>Spondias lutea</i> L.) obtido por prensagem de polpa tratada enzimaticamente (Pectinex Ultra SP-L), em temperatura de 25°C e pH natural da polpa.....	55
7	Viscosidade (cps) da polpa de cajá (<i>Spondias lutea</i> L.) medida após tratamentos enzimáticos (Pectinex Ultra SP-L), em temperatura de 25°C e pH natural da polpa.....	57

LISTAS DE TABELAS (Cont.)

	TABELA	página
8	Valores de sólidos solúveis (°Brix) determinados no suco polposo de cajá (<i>Spondias lutea</i> L.), obtido por prensagem da polpa tratada enzimaticamente (Pectinex Ultra SP-L), em temperatura de 25°C e pH natural da polpa.	58
9	Valores de pH determinados no suco polposo de cajá (<i>Spondias lutea</i> L.), obtido por prensagem de polpa tratada enzimaticamente (Pectinex Ultra SP-L), em temperatura de 25°C e pH natural da polpa. *	59
10	Valores de acidez titulável total (% de ácido cítrico) determinados no suco polposo de cajá (<i>Spondias lutea</i> L.), obtido por prensagem da polpa tratada enzimaticamente (Pectinex Ultra SP-L), em temperatura de 25°C e pH natural da polpa.	61
11	Valores de açúcares redutores (g% de glicose) determinados no suco polposo de cajá (<i>Spondias lutea</i> L.), obtido por prensagem da polpa tratada enzimaticamente (Pectinex Ultra SP-L), em temperatura de 25°C e pH natural da polpa.	62
12	Resultados obtidos na "prova do álcool" realizada no suco polposo de cajá (<i>Spondias lutea</i> L.), durante o processo de despectinização enzimática (Pectinex AR), em temperatura de 45°C e pH natural do suco.	64

LISTAS DE FIGURAS

FIGURA	página
1 Fragmentos da molécula de pectina e pontos de ataque das enzimas pécticas	12
2 Fluxograma do processamento de suco polposo de cajá	30
3 Fluxograma do processamento de suco clarificado de cajá	34
4 Teste de ordenação de preferência para sabor - Suco polposo de cajá	37
5 Teste de ordenação de preferência para sabor - Suco clarificado de cajá	38
6 Método "Perfil de Característica" - Suco polposo de cajá	39
7 Método "Perfil de Característica" - Suco clarificado de cajá	40
8 Método "Escala de Ação" - Suco polposo de cajá	41
9 Método "Escala de Ação" - Suco clarificado de cajá	42
10 Variação do pH nos sucos polposo e clarificado de cajá (<i>Spondias lutea</i> L.) durante o período de 120 dias de estocagem.	67
11 Variação no teor de sólidos solúveis (°Brix) nos sucos polposo e clarificado de cajá (<i>Spondias lutea</i> L.) durante o período de 120 dias estocagem.....	68

LISTAS DE FIGURAS (cont.)

FIGURA		página
12	Variação no teor de acidez titulável total (mg% de ácido cítrico) nos sucos polposo e clarificado de cajá (<i>Spondias lutea</i> L.) durante o período de 120 dias de estocagem.....	69
13	Variação da relação °Brix/acidez detectada nos sucos polposo e clarificado de cajá (<i>Spondias lutea</i> L.) durante o período de 120 dias de estocagem.....	70
14	Variação no teor de açúcares redutores (g% de glicose) nos sucos polposo e clarificado de cajá (<i>Spondias lutea</i> L.) durante o período de 120 dias de estocagem.....	74
15	Variação no teor de taninos (mg/100g de ácido tântico) nos sucos polposo e clarificado de cajá (<i>Spondias lutea</i> L.) durante o período de 120 dias de estocagem.....	75
16	Variação da viscosidade (cps) nos sucos polposo e clarificado de cajá (<i>Spondias lutea</i> L.) durante o período de 120 dias de estocagem	76
17	Variação nos pigmentos solúveis em água (440 nm) nos sucos polposo e clarificado de cajá (<i>Spondias lutea</i> L.) durante o período de 120 dias de estocagem.....	77
18	Variação do teor de pectina (g% em pectato de cálcio) no suco polposo de cajá (<i>Spondias lutea</i> L.) durante o período de 120 dias de estocagem.....	78

LISTAS DE FIGURAS (cont.)

FIGURA		página
19	Variação da turbidez (660 nm) no suco clarificado de cajá (<i>Spondias lutea</i> L.) durante o período de 120 dias de estocagem.	80
20	Avaliação sensorial dos sucos polposo e clarificado de cajá (<i>Spondias lutea</i> L.) quanto ao parâmetro odor, durante 120 dias de estocagem	81
21	Avaliação sensorial dos sucos polposo e clarificado de cajá (<i>Spondias lutea</i> L.) quanto ao parâmetro aparência, durante 120 dias de estocagem	82
22	Avaliação sensorial dos sucos polposo e clarificado de cajá (<i>Spondias lutea</i> L.) quanto ao parâmetro cor, durante 120 dias de estocagem.....	83
23	Avaliação sensorial dos sucos polposo e clarificado de cajá (<i>Spondias lutea</i> L.) quanto ao parâmetro sabor, durante 120 dias de estocagem	84
24	Avaliação sensorial dos sucos polposo e clarificado de cajá (<i>Spondias lutea</i> L.) quanto ao parâmetro corpo, durante 120 dias de estocagem	85
25	Avaliação sensorial dos sucos polposo e clarificado de cajá (<i>Spondias lutea</i> L.) durante 120 dias . Percentual de provadores que beberiam os sucos "frequentemente" e "muito frequente".....	86

LISTA DE TABELAS EM ANEXO

TABELA	página
1A Correlações entre as variáveis analisadas de acordo com o modelo de regressão linear pelo método "Stepwise Selection"...	99
2A pH médio por suco e tempo de estocagem.....	102
3A Médias do °Brix por suco e tempo de estocagem.....	103
4A Médias dos valores de acidez por suco e tempo de estocagem ..	104
5A Valores médios da relação °Brix/acidez por suco e tempo de estocagem	105
6A Valores da relação °Brix/acidez estimados pela curva para o suco clarificado de cajá	106
7A Valores médios dos açúcares redutores por suco e tempo de estocagem	106
8A Valores médios de taninos (ácido tântico), por suco e tempo de estocagem	107
9A Valores de taninos (ácido tântico) estimados pela curva para o suco polposo de cajá.	108
10A Valores de taninos (% ácido tântico) estimados pela curva para o suco clarificado.	108
11A Valores médios dos pigmentos (440 nm) por suco e tempo de estocagem.	109

LISTA DE TABELAS EM ANEXO (cont.)

		página
TABELA		
12A	Valores médios da viscosidade (cps) por suco e tempo de estocagem.....	110
13A	Valores médios de pectina (g% de pectato de cálcio) do suco polposo e tempo de estocagem.....	110
14A	Valores médios da turbidez (660 nm) do suco clarificado de cajá durante o tempo de estocagem.....	111
15A	Notas médias, por suco e tempo de estocagem, durante o estudo da análise sensorial ("perfil de características" - parâmetro odor).....	112
16A	Notas médias, por suco e tempo de estocagem, durante o estudo da análise sensorial ("perfil de características" - parâmetro aparência..	113
17A	Notas médias, por suco e tempo de estocagem, durante o estudo da análise sensorial ("perfil de características" - parâmetro cor).....	114
18A	Notas médias, por suco e tempo de estocagem, durante o estudo da análise sensorial "perfil de características" - parâmetro sabor)....	115
19A	Notas médias, por suco e tempo de estocagem, durante o estudo da análise sensorial ("perfil de características" - parâmetro corpo)...	116
20A	Percentual de provadores que beberiam o suco apresentado "frequentemente" e "muito frequentemente" - método de "escala de ação".	116

LISTAS DE FIGURAS EM ANEXO

FIGURA	página
1A Quadro da análise de variância referentes ao percentual de rendimento do suco polposo obtido pela prensagem da polpa tratada enzimaticamente.....	100
2A Quadro da análise de variância referente à viscosidade da polpa após tratamento enzimático, durante o estudo de rendimento do suco polposo.....	100
3A Quadro da análise de variância referente aos sólidos solúveis (°Brix) do suco polposo de cajá obtido com tratamento enzimático da polpa.....	100
4A Quadro da análise de variância referente ao pH do suco polposo de cajá obtido com tratamento enzimático da polpa.....	101
5A Quadro da análise de variância referente à acidez titulável total (g% de ácido cítrico) do suco polposo de cajá obtido com tratamento enzimático da polpa.....	101
6A Quadro da análise de variância referente aos açúcares redutores (g% de glicose) do suco polposo de cajá obtido com tratamento enzimático da polpa.....	101
7A Quadro de análise de variância referente ao pH, por suco e tempo de estocagem.....	102

LISTAS DE FIGURAS EM ANEXO (cont.)

FIGURA	página
8A Quadro de análise de variância do °Brix por suco e tempo de estocagem.....	103
9A Quadro da análise de variância da acidez por suco e tempo de estocagem.....	104
10A Quadro da análise de variância referente a relação °Brix/acidez.	
.....	105
11A Quadro da análise de variância relacionado com os açúcares redutores por suco e tempo de estocagem	106
12A Quadro da análise de variância relacionado com os taninos por suco e tempo de estocagem.....	107
13A Quadro de análise de variância relacionado com os pigmentos (440 nm) por suco e tempo de estocagem	109
14A Quadro de análise de variância da viscosidade por suco e tempo de estocagem	110
15A Quadro de análise de variância da pectina do suco polposo e por tempo de estocagem	110
16A Quadro da análise de variância referente à turbidez durante a estocagem do suco clarificado de cajá.	111

LISTAS DE FIGURAS EM ANEXO (cont.)

FIGURA	página
17A Quadro de análise de variância do método "perfil de características"- parâmetro odor.....	112
18A Quadro da análise de variância do método "perfil de características"- parâmetro aparência.....	113
19A Quadro da análise de variância do método "perfil de características"- parâmetro cor.....	114
20A Quadro da análise de variância do método "perfil de características" - parâmetro sabor.....	115
21A Quadro da análise de variância do método "perfil de características"- parâmetro corpo.....	116

RESUMO

Frutos de cajá (*Spondias lutea* L.), provenientes da região de Maranguape - CE, foram processados, em nível de escala piloto, visando a determinação de parâmetros físicos e físico-químicos, bem como estudos de otimização enzimática ao incremento de rendimento de sucos polposo e clarificado.

A partir da polpa, obtida de frutos selecionados em pleno estádio maduro, estudaram-se diferentes combinações de tempo e concentração enzimática, com vistas a obtenção dos melhores níveis de rendimento de suco polposo. Assim, obteve-se um rendimento na ordem de 85,908% utilizando-se concentração enzimática (Pectinex Ultra SP-L) na ordem de 120 ppm.

O suco clarificado resultou do tratamento enzimático (despectinização do suco polposo) e do uso de agentes de clarificação (agentes "fining"). A concentração de 500ppm da enzima pectinolítica (Pectinex AR) foi testada com base em estudos preliminares utilizando-se como referencial a "prova do álcool". A etapa concernente ao processo de clarificação foi realizada com o uso de gelatina (400 ppm) e Baykisol 30 (500 ppm).

Os resultados analíticos evidenciaram que os sucos se mantiveram estáveis durante o tempo de 120 dias de estocagem, no que se refere à formação de turvação ("hazes") e sedimentos

A análise sensorial classificou os sucos com relação aos atributos sabor, aroma, cor, aparência e corpo como de aceitação "boa" e "muito boa".

Com relação ao percentual de provadores que consumiriam os sucos "frequentemente" e "muito frequentemente", os resultados indicaram um percentual superior a 60% durante a vida de prateleira do produto.

ABSTRACT

Cajá fruit (*Spondias lutea* L) from maranguape plateau (Ceará-Brazil) were processed at pilot-scale level in order to determine physical-chemical characteristics as well as to accomplish studies regarding enzymatic concentration to increase pulpy and clarified juice yield.

Studies regarding different combinations of time and enzymatic concentration were accomplished using pulp from selected fruit in complete ripe stage in order to obtain good yield rate of pulpy juice. A yield of 85,908% in regard to pulp weight was obtained using a enzymatic concentration (Pectinex Ultra SP-L) of 120 ppm.

The clarified juice was obtained form enzymatic treatment (pulp juice liquefaction) and the employment of fining agents. The 500 ppm of pectinolytic enzyme (pectinex AR) was tested in regard to preliminary studies using the "alcohol test" as a reference. The clarification process was accomplished using gelatin (400 ppm) and Baykisol 30 (500 ppm).

The analytical results showed that the juices remained stable during the 120 days of storage regarding haze and sediment formation.

The sensorial analysis classified the juices in regard to flavor, colour, appearance and body as "good" and "very good" acceptance.

In relation to provers ratio that could take juice "often" and "very often" the results showed that the ratio was higher than 60% during the product shelf-life.

1 - INTRODUÇÃO

Existe uma ampla variedade de frutas tropicais, mas somente um pequeno número dessas frutas é cultivada e processada industrialmente em larga escala devido, principalmente, aos elevados custos de produção relativos à falta de infraestrutura nos países produtores bem como ao nível de conhecimento técnico dentro das indústrias de produção de sucos de frutas, SCHOTTLER & HAMATSCHEK, (1994).

De acordo com a FAO (Food and Agriculture Organization), conforme discussão de BUTLER (1994), a comercialização mundial de sucos de frutas tem crescido mais que cinco vezes nos últimos quinze anos. Somente nos últimos cinco anos o crescimento foi da ordem de US\$ 1,0 bilhão para US\$ 5,2 bilhões. Em relação aos países em desenvolvimento, o Brasil é o maior produtor e decididamente o grande exportador. A exportação de seus sucos flutuava em torno de US\$ 1,1 bilhões e teve um crescimento de US\$ 1,7 bilhões nos últimos cinco anos.

Por outro lado, conforme KORTBECH (1991), a indústria de suco de frutas é uma das maiores do mundo com base na agricultura. Na década de oitenta, os USA foram o maior importador mundial de sucos de frutas e hortaliças. Sua quota, do total mundial, é atualmente, em torno de 23%, ou seja, 2,8 bilhões de litros, seguido da Alemanha e Holanda. O suco de laranja computou 56% da importação mundial seguido do suco de uva (4%).

De acordo com KORTBECH (1990), a expansão mundial no comércio de sucos de frutas, concentrados e polpas, aumentou 400% entre 1977 e 1988

sendo a indústria de bebidas a sua grande beneficiada, mas os sucos de frutas integrais estão sendo usados progressivamente na confecção de muitos produtos, principalmente na linha de alimentos infantil ("baby foods").

Segundo JAGTIANI *et al* (1988) os sucos de frutas tropicais, até então consumidos pelos habitantes dos trópicos, atualmente está se tornando mais familiar para consumo em zonas temperadas. Entre outros fatores, destacam-se o turismo, a mídia eletrônica e a imigração como responsáveis pela atração mística e exótica dos frutos tropicais.

De acordo com SILVA *et al* (1984), o nordeste brasileiro, pelas condições climáticas, apresenta diversidade de frutos tropicais com boas perspectivas para exploração econômica, atualmente existindo na sua maioria, apenas em caráter extrativo e comercializados regionalmente como fruta fresca ou na forma de sucos ou sorvetes.

Do ponto de vista nutricional as frutas constituem uma das mais ricas fontes de elementos nutritivos para a alimentação humana, além de seus valores social e econômico, SILVA *et al* (1984).

Segundo RODRIGUEZ-AMAYA & KIMURA (1989), o cajá (*Spondias lutea* L.) pode ser considerado como uma boa fonte de pro-vitamina A. A fruta (polpa com casca) fornece um valor de vitamina A maior que o de caju, goiaba, quatro cultivares de mamão e cultivares de manga Bourbon e Haden.

No Brasil, principalmente, são encontrados escassos trabalhos sobre o cajá (*Spondias lutea* L.) relacionados mais especificamente sobre o seu aproveitamento industrial.

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.

O objetivo do presente trabalho foi estudar o efeito da adição de enzimas pectinolíticas no rendimento de extração do suco polposo e na otimização do processo de clarificação do suco de cajá, conjuntamente ao uso de agentes "fining", e posterior estudo de estabilidade, de ambos os sucos, durante a armazenagem.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - Aspectos Botânicos e Agronômicos

A cajazeira é uma árvore que pertence ao gênero *Spondias* da família das *Anacardiaceas*, SANTOS (1978).

Segundo BRAGA (1960), a cajazeira (*Spondias lutea* Linn) pode atingir até mais de vinte metros de altura possuindo aspecto soberbo. É revestida de casca acinzentada ou branquecenta, rugosa, saliente, fendida e muito grossa, nos vegetais adultos. Apresenta folhas de trinta centímetros de comprimento, alternas, imparimpinadas, compostas de sete a dezessete folíolos oblongos ou ovalados lanceolados, serreados e opostos. As flores são branco-amareladas, polígamias e dispostas em grandes panículas terminais.

CAVALCANTE (1972), descreve a cajazeira (*Spondias lutea* Linn), como uma cosmopolita tropical, comum no estado silvestre ou subespontâneo nas matas de terra firme ou de várzea, na Amazônia.

A cajazeira (*Spondias lutea* Linn) se desenvolve satisfatoriamente na maior parte do Brasil, produzindo bem em climas úmidos e subúmidos, quentes e temperados-quentes. Quanto ao solo, prefere os profundos, permeáveis e suficientemente úmidos, embora suporte os solos sujeitos a longos períodos de seca, SANTOS (1978).

Segundo CAMPOS *et al* (1951), a sinonímia da cajazeira (*Spondias lutea* Linn) é vasta: "acaiba", "acajá", "acajaiba", "acaya-mirim", "cajá-mirim", nos estados do Sul do Brasil; "cajá pequeno", "taperibá", "imbuseiro", "amalló

(Índia Portuguesa), "yobo"(Cuba), "mombin", "pomme d'or", "prumêr d'Amerique" (Colônias Francêsas), "mombinpflaume" (Alemanha) e "munguengue"(Angola).

Na extremidade das raízes da cajazeira (*Spondias lutea* Linn), cria-se um tubérculo que, outrora, por ocasião das grandes secas, era colhido para o fabrico de farinha, GOMES (1980).

O fruto cajá (*Spondias lutea* L) é conhecido assim no Nordeste do Brasil, ou cajá-mirim (*Spondias mombim*) na região Sul ou taperebá, na região amazônica, ITPS - Instituto de Tecnologia e Pesquisa do Sergipe (1984). O cajá é também denominado como cereja da América ou da Espanha (*Ciruela amarilla*) no México, CAMPOS *et al* (1951).

De acordo com CAVALCANTE (1972), o cajá (*Spondias lutea* L.) é uma pequena drupa elipsoídea de 3-4 centímetros de comprimento, casca fina, lisa, de cor amarelo-alaranjada de, polpa escassa, sucosa, doce-acidulada, de sabor e cheiro apreciáveis, endocarpo espesso, súbero-lenhoso, com cinco lóculos unispermos.

A polpa do cajá (*Spondias lutea* L.) é bastante aromática e de cor muito atrativa, saborosa e refrescante, tornando-se apropriada à confecção de geléias, compotas e de excelentes refrescos e sorvetes. Com o seu suco se faz uma boa aguardente e um licor perfumado e muito saboroso, GOMES (1980).

No que concerne a caracterização física do cajá (*Spondias lutea* L.), no seu estadio maduro, existem poucos registros, MARTINS (1982), determinou o peso médio bruto unitário em 13,0g e o peso líquido (porção comestível) em 7,0g.

2.2 - Composição Físico-química do Fruto e Padrões de Identidade e Qualidade para o Suco de Cajá.

Quanto a composição média, por 100g de porção comestível do cajá (*Spondias lutea* L.), LEAAL - Laboratório Experimental de Análise de Alimentos (s.n.) determinou os seguintes parâmetros: pH 3,20; °Brix 8,0; acidez 1,25 g% de ácido cítrico; relação °Brix/acidez 6,4; umidade 86,9g; proteínas 0,20 g; açúcares totais 12,4g; fibra 1,1g; cinzas 0,4g; ácido ascórbico 36g.

MARTINS (1982), descreve o valor nutricional de uma unidade da fruta, com peso líquido de 7,0g: Kcal 3,1; proteínas 0,0g; gordura 0,0g; hidratos de carbono 0,7g; cálcio 1,0mg; fósforo 1,0mg; ferro 0,1mg; retinol 2,0mcg e ácido ascórbico 2,0mg.

No que tange a composição centesimal vitamínica, FRANCO (1982) aponta para o cajá-mirim os seguintes teores: retinol 134,0mcg, tiamina 60mcg, riboflavina 60mcg e niacina 0,742mg.

RODRIGUEZ-AMAYA & KIMURA (1989), determinaram a composição de carotenóides e valor nutritivo em vitamina A do cajá (*Spondias lutea* L.). A polpa com casca apresentou um conteúdo total de carotenóides de 25,8 g/g, 64% do qual constituído por β -criptoxantina, com maior concentração na casca. Outros carotenóides com atividade vitamínica, como α -caroteno, β -caroteno e criptoflavina, estão em maior concentração na polpa. Levando-se em conta que a polpa fornece um valor de 135,0 RE (equivalente retinol) / 100g e a polpa com casca 187,3 RE /100g, sugere-se que, em termos nutricionais, é melhor se consumir o cajá com casca.

ALLERGRONE & BARBENI, (1992), usando dois métodos de isolamento: destilação a vapor seguida por extração com diclorometano ou

extração direta da polpa do cajá (*Spondias lutea* L.) com éter dietil, identificaram cerca de 100 compostos aromáticos, entre os quais, ácido butanóico, etil 3-hidroxihexanoato, butanol, etil 3-hidroxibutanoato, butil butanoato e butil 3-hidroxibutanoato que foram os constituintes mais abundantes.

SILVA *et al* (1984), determinaram o conteúdo de nutrientes em diversas frutas da região nordeste do Brasil. Nas frutíferas do gênero *Spondias*, o cajá apresentou as maiores quantidades de potássio, cálcio e sódio, conforme destacado nas TABELAS 1 e 2.

De acordo com os Padrões de Identidade e Qualidade do MINISTÉRIO DA AGRICULTURA DO BRASIL (1977), o suco polposo de cajá (*Spondias lutea* L.), 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 obedecidos em sua composição, os seguintes limites fixados:

	Máximo	Mínimo
Densidade relativa a 20/20°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%	12,0	-
Acidez total em g% de ácido cítrico	-	1,25

TABELA 1 - Extração de micronutrientes em mg/ fruto e em Kg por tonelada de frutos frescos do gênero *Spondias*. Produção média em toneladas por hectares.

FRUTOS	N	P	K	Ca	Mg	S	Produção Média dia (t/ha)
Cajá							
mg/fruto	17,88	1,95	19,86	7,49	2,39	1,86	-
Kg/t	1,79	0,19	1,99	0,74	0,24	0,18	
Seriguela							
mg/fruto	27,94	3,63	6,34	3,90	1,89	1,81	-
kg/t	2,24	0,29	0,51	0,31	0,15	0,14	
Umbu							
mg/fruto	17,62	3,38	26,37	3,10	1,47	1,95	11
Kg/t	1,11	0,21	1,67	0,20	0,09	0,12	

Fonte: SILVA *et al* (1984).

TABELA 2 - Extração de micronutrientes em mg por fruto e gramas por tonelada
de frutos frescos do gênero *Spondias*.

FRUTOS	Fe	Cu	Mn	Zn	B	Na ^{a/}	Al ^{a/}
Cajá							
mg/fruto	0,082	0,009	0,012	0,019	0,019	0,502	0,106
g/t	8,200	0,900	1,200	1,900	1,900	50,200	10,600
Seriguela							
mg/fruto	0,202	0,019	0,018	0,026	0,040	0,245	0,187
g/t	16,173	1,521	1,441	2,082	3,523	19,616	14,972
Umbu							
mg/fruto	0,114	0,010	0,015	0,021	0,023	0,175	0,124
g/t	7,201	0,632	0,947	1,326	1,453	11,055	7,883

Fonte: SILVA *et al*(1984)

a/ não são micronutrientes

2.3 - A Utilização de Enzimas na Indústria de Sucos de Frutas

2.3.1 - Enzimas Pectinolíticas

As enzimas são biocatalizadores, ou seja, substâncias que aceleram as reações bioquímicas sem serem consumidas no processo. A reação bioquímica envolvida em processamento de frutas é a hidrólise de substâncias de alto peso molecular tais como pectina, amido, hemicelulose, etc., SCHMITT (1988).

De acordo com NNFCH - Novo Nordisk Ferment Ltda. (1987a), as enzimas pectinolíticas e amilolíticas são na atualidade componentes importantes de toda tecnologia de sucos de frutas, onde exercem uma contribuição essencial ao rápido desenvolvimento do processo, ao ótimo rendimento e à qualidade dos produtos elaborados.

ROBINSON (1991), descreve que as enzimas pectinolíticas, pectinases, são todas as enzimas capazes de degradar as pectinas e que na atualidade se classificam segundo o modo de ação dos diferentes tipos de enzimas sobre os substratos pectina e ácido péctico.

A expressão "substâncias pécticas" é um conceito empregado para designar, de um modo geral, carboidratos complexos, de caráter coloidal, que se encontram nas plantas e que, do ponto de vista químico tem como componente principal o ácido D-galacturônico, parcialmente esterificado com grupos metoxílicos e polimerizados mediante enlaces α -1,4, NNFCH (1987b).

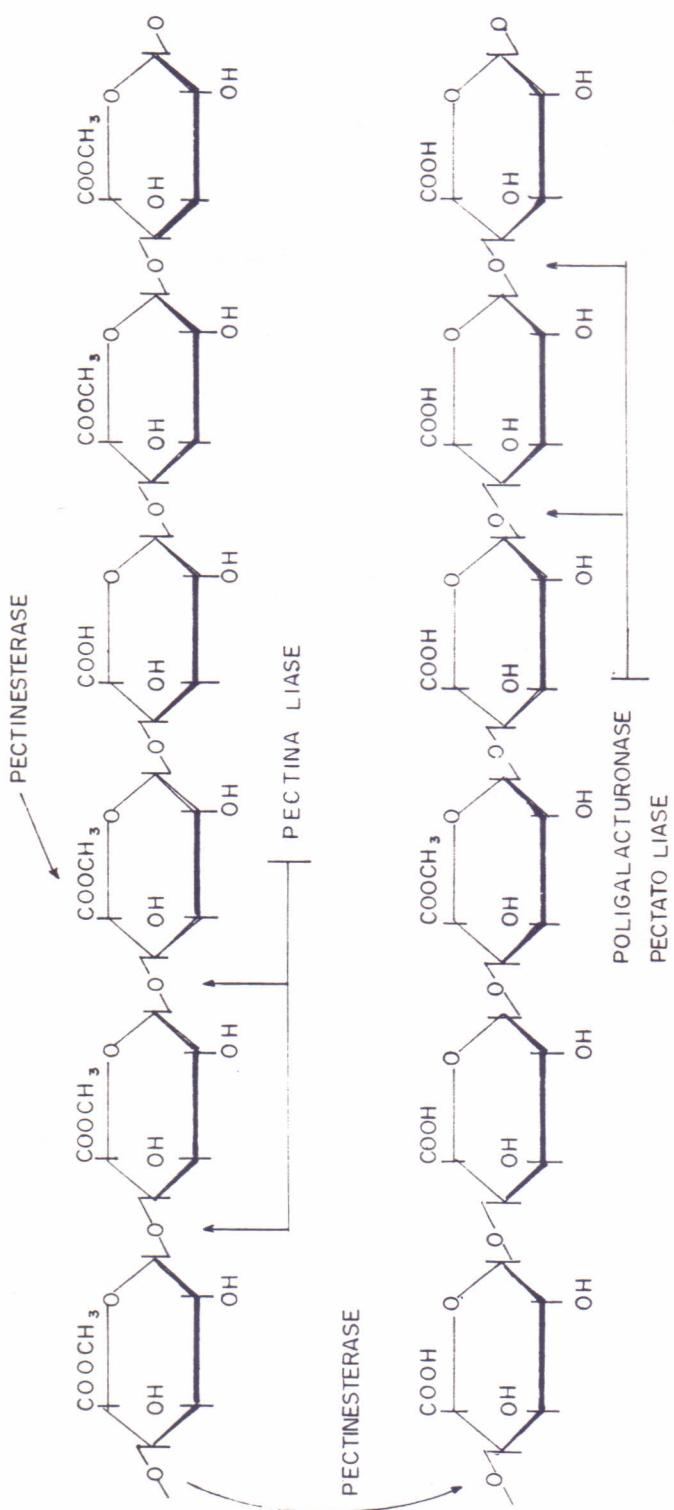
De acordo com FENEMA (1993), aproximadamente dois terços dos grupos carboxílicos do ácido D-galacturônico estão esterificados com metanol. Sobre os enlaces 0- α -(1,4) poligalacturanopiranosídicos atuam diversas enzimas

pécticas, com atividades e especificidades que dependem, em parte, do grau de esterificação metílica, FIGURA 1.

Conforme FENEMA (1993), os polímeros altamente esterificados (pectinas muito metoxiladas), são os melhores substratos para as pectina liases (pectinatranseliminases). As pectina liases rompem os enlaces glicosídicos adjacentes a um éster metílico por uma reação de beta-eliminação. As pectinas nas quais os grupos metoxílicos tenham sido hidrolizados parcialmente (pectinas pouco metoxiladas) ou completamente (ac. poligalacturônico) são os melhores substratos para as pectato liases. Neste caso, a reação de beta-eliminação ocorre numa posição adjacente ao grupo carboxílico livre.

As pectinesterases retiram o metanol dos grupos carboxílicos esterificados, originando pectinas pouco metiladas e ácido galacturônico. Junto com a endopoligacturonase, que hidrolisa os enlaces glicosídicos internos, a exopoligacturonase, que hidrolisa os externos, e as pectato liases, a pectinesterase completa uma mistura de enzimas capaz de despolimerizar as pectinas altamente esterificadas, FENEMA (1993).

De acordo com ENDO (1965), as enzimas pectinolíticas são geralmente produzidas de fonte microbiana, e, de modo mais específico, são usadas as seguintes espécies para a produção em escala industrial: *Aspergillus niger*, *Aspergillus aureus*, *Sclerotina libertiana*, *Conionthryrium cliplodiella*, *Aspergillus wenti*, *Aspergillus oryzae*, *Penicillium sp.* e *Aspergillus foetidus*.



FONTE : FENEMA (1993)

FIGURA 1 - Fragmento da molécula de pectina e pontos de ataque das enzimas pécicas

Segundo BELITZ (1988), as poligalacturonases são encontradas naturalmente em plantas e microrganismos. As pectina liases e pectato liases só são sintetizadas por microrganismos. Em qualquer caso, todas são ativadas na presença de íons cálcio, e se diferenciam também no pH ótimo (pH 8,5 - 9,5) das poligalacturonases (pH 5,0- 6,5).

Mais recentemente, JAIN *et al* (1990), desenvolveram um mutante *Penicillium occitanis*, variedade (Po 16) para hiperprodução de pectinases e celulases.

PILNIK & VORANGE, (1989), relatam que, embora generalizando, a faixa de atividade das pectinases situa-se entre 0 e 60°C, e para que sejam inativadas, o aquecimento a 60°C por 10 segundos, é suficiente para destruir sua atividade, embora o uso de temperaturas mais elevadas antecipe o processo.

De acordo com CHEFTEL & CHEFTEL,(1977), as primeiras enzimas pectinolíticas que apareceram no comércio, produzidas por mofos, foram a "Pectinol" nos EUA e a "Filtragol" na Alemanha, todas possuindo forte atividade poligalacturônica e também uma certa atividade metilesterásica; além de tudo, importante, pois a poligalacturonase não atua sobre o ácido péctico.

PETER (1986), cita que atualmente os preparados comerciais de enzimas pectinolíticas contêm um complexo enzimático com diversos tipos de atividades, geralmente constituídas de: pectinesterase, poligalacturonase, pectina liase além de proteases, celulases, hemicelulases, amilase, glicosidases, etc.

Conforme NNFCH (1987b), a dissolução da protopectina em frutas maceradas e a degradação da pectina dissolvida no suco da fruta são os dois problemas básicos que podem ser solucionados mediante aplicação das enzimas pectinolíticas conforme a moderna tecnologia de sucos de frutas.

A viscosidade do suco é influenciada especialmente pelo teor de pectina, portanto, a sua determinação é de suma importância para a indústria de sucos, LINARDI & PARK (1982).

MASSIOT *et al* (1991), caracterizaram os polissacarídeos contidos na parede celular do cajá-manga (*Spondias cytherea*), especialmente as pectinas e hemicelulases. As pectinas compreenderam 4,1% (base peso seco) da polpa do fruto; sendo 56 - 81% constituído de ac. galacturônico altamente esterificado e 20 - 42% de açúcares (arabinose, galactose e ramnose) e a cadeia lateral, constituída de arabanos ramificados. A hemicelulose compreendeu 3,6% do peso da polpa, constituída basicamente de arabinoxilanios e xiloglicanos.

2.3.2 - Oxiredutases

Segundo BELITZ (1988), algumas enzimas do grupo oxiredutases (glicosidase, catalase e lipoxigenase), estão na atualidade em fase de investigações, principalmente no que se refere a melhora do aroma e cor em alimentos. Refere ainda o citado autor, que a combinação de enzimas, por exemplo glicose-oxidase/catalase, pode melhorar a conservação de frutos cítricos, cerveja e vinho visto que as reações oxidativas que se manifestam de forma negativa são inibidas.

ASKAR *et al* (1994), estudaram a remoção do oxigênio dissolvido em néctar de manga, através do uso especial do sistema glicose-oxidase/catalase. Concluíram que o referido sistema pode ser recomendado sugerindo também a adição de 100 a 400 ppm de ácido ascórbico para reduzir ao mínimo as perdas do melhor componente nutritivo dos sucos de frutas.

de contaminação. CHAN & RAMANA, (1992), trabalharam com a desoxigenação enzimática em embalagens assépticas de purê de mamão, durante a estocagem, concluindo que a glicose - oxidade / catalase é um efetivo meio de reduzir e manter baixos os níveis de oxigênio dissolvido, mas não é efetivo na inibição de reação de escurecimento.

2.3.3 - Extração de Sucos de Frutas com Utilização de Enzimas Pectinolíticas

Segundo ROMBOOTS & PILNIK, (1978) o uso de enzimas pectinolíticas proporciona excelentes resultados no que se refere a prensagem de polpas, com alto rendimento de uso.

Uma das características da composição de muitas frutas como ameixas, morangos e framboesas, é o seu alto teor de polpa e substâncias pécticas o que implica notadamente em grande dificuldade de extração através de métodos convencionais de prensagem, ROMBOOTS & PILNIK, (1978).

GUIMARÃES (1985), efetuou tratamento enzimático de polpa e sementes de maracujá, com enzimas pectinolíticas, obtendo 36,89% de rendimento de suco com incremento de 11% adicional em relação a extração convencional.

MASSIOT *et al* (1991), trabalhando com extração e clarificação de suco de cajá-manga (*Spondias cytrrea*), demonstraram que aproximadamente 90% das pectinas solúveis em água e 33% das insolúveis passaram para o suco durante a extração. A clarificação espontânea eliminou aproximadamente 42% da pectina do suco turvo, especialmente a fração de alto peso molecular. O suco clarificado continha pouca hemicelulose ou pectina insolúvel, mas, aproximadamente 75%

do conteúdo inicial de pectina solúvel estava presente. A adição de pectinesterase forçou uma melhora na eliminação da pectina.

BRASIL (1993), obteve um incremento de 27,84% de suco polposo de goiaba, pelo método de extração conjugado (mecânico-enzimático) utilizando CLAREX-L numa concentração de 600 ppm por 120 minutos e temperatura de 45°C, permanecendo o pH natural da polpa.

BEER *et al* (1976), realizaram tratamento enzimático com enzimas pectinolíticas numa concentração de 0,8%, obtendo uma recuperação de 51% de suco em cascas e polpa fibrosa de manga da variedade Totapuri.

NARAIN & BORA, (1981), estudaram a extração de suco de mamão (japonês e amarelo) com uso de quatro enzimas pectinolíticas em concentrações iguais de 0,005%, temperatura de 50°C, pH natural da polpa e tempo de 90 minutos, obtendo rendimento de 86,5% em ambas variedades.

2.4 - Processo de Clarificação de Sucos de Frutas

Segundo CHEFTEL & CHEFTEL, (1977) 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 TROOST (1980), citado por WOSIACKI *et al* (1992), a clarificação de suco de fruta compreende o processo de despectinização e o processo de acabamento durante o qual são removidas as substâncias de cargas positivas ou negativas, como proteínas e compostos fenólicos . A utilização de quantidades adequadas dos agentes clarificantes é altamente desejável visto

serem da mesma natureza química dos agentes causadores da turvação; a utilização de quantidades inadequadas irá contribuir, pois, para a formação de uma turvação posterior que irá diminuir o tempo de vida prateleira do produto.

Chemical clarifiers STROHM *et al* (1987), relatam que o emprego de enzimas pectinolíticas, gelatina, sílica sol e betonita como agentes clarificantes (agentes "fining"), dão excelentes resultados para obtenção de sucos tropicais clarificados.

Chemical clarifiers HEATHERBELL (1984), descreve que os componentes das frutas tais como: polissacarídeos (pectinas, amido e gomas), proteínas, substâncias fenólicas (taninos), cátions polivalentes (Fe, Cu, Al, Ca) e os lipídeos devem ser removidos pelo uso de enzimas e "agentes fining" para prevenir a turvação e a sedimentação pós-clarificação.

Chemical clarifiers JOSLYN (1961) relata a introdução de polivinilpirrolidona (PVPP) como agente clarificante para vinhos, haja vista que agem como agente precipitante de taninos e materiais formadores de cor.

Chemical clarifiers De acordo com BINNIG (1993), a polivinilpirrolidona (PVPP), por exemplo a "Polycar R", é um polietileno modificado. Possui uma estrutura que não possibilita sua diluição em água, ácido, álcali ou solventes orgânicos. O tamanho de suas partículas está situado numa variação de 100 a 200 μm .

Chemical clarifiers GARRIDO (1993) investigou entre outros fatores, o efeito da ultrafiltração e agentes "fining" sobre a sedimentação em sucos de uva branca. A ultrafiltração do suco por meio de uma membrana de 10.000 a 30.000 Dalton reduziu significativamente a formação de sedimento no suco; tratamentos com PVPP (0,1 a 0,2 g/l do suco), albumina (6 - 10 mg/l de suco) ou gelatina (0,05 - 0,4 g/l do suco) resultaram em uma significativa redução de compostos fenólicos e na sedimentação do suco.

de 0,01 FLORES & GAYTAN, (1988) estudaram o processo de ultrafiltração em sucos e vinho. Utilizaram tratamento prévio à ultrafiltração (Sistema Romicon) com enzimas pectinolíticas e agentes de clarificação e obtiveram um aumento de fluxo e retenção de aproximadamente 99% de proteínas, 90% de pectina e 84% de cor e baixa variação de compostos fenólicos.

GAHLMANN *et al* (1993), estudaram, após o desastre nuclear de Chernobyl, a contaminação de frutas e a transferência para o suco do ¹³⁴Cs e ¹³⁷Cs e a possibilidade de descontaminação com o uso de agentes clarificantes. Entre outros resultados, a aplicação de betonita e Kaolin diminuiu com bastante eficiência o conteúdo de radioatividade no suco.

WOSIACKI *et al* (1992), caracterizaram a qualidade de sucos clarificados de cinco variedades de maçã (*Malus domestica*), (Anna, Gala, Ohio Beauty, POME-3 e Rainha), utilizando enzima pectinolítica na faixa de 0,5 a 2,5g/hl. A concentração de gelatina variou de 5,0 a 7,0 g/hl sendo que a avaliação do uso de betonita e da caseína indicou a necessidade de uma concentração dez vezes maior do que a de gelatina.

JAGTIANI, *et al* (1988), descreveram o processo de clarificação de suco de goiaba em alguns países. No Havaí, por exemplo, utilizou-se despectinização com "Pectinol 10-M a 0,1%, por 1 hora a uma temperatura de 50°C. No acabamento do suco utilizou-se centrifugação e / ou prensagem hidráulica com auxílio de terra diatomácea.

McLALAN *et al* (1985), estudaram a clarificação de suco de maçã com uso de mel e pectina. O tratamento combinado induziu a uma rapidez na taxa de flocação quando comparado com o uso da enzima de forma isolada.

VIQUEZ *et al* (1981), realizaram estudos de produção de suco clarificado de banana utilizando enzima pectinolítica (Ultrazym) na concentração

de 0,01% a 45°C por 1 hora, seguida de centrifugação por 20 minutos. Obteve um rendimento de 55 - 60% com base no peso da polpa.

BRASIL (1993), obteve suco clarificado de goiaba com liquefação total do suco utilizando enzima pectinolítica e fazendo uso de agentes "fining" nas seguintes condições: tratamento térmico (Hot Pack), com Hidrogel (700 ppm a 1%) associado com Baykisol 30 (0,25ml/l); tratamento térmico (Hot Fill) com Hidrogel (700 ppm a 1%) associado com betonita (0,5ml/l).

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Material

- Matéria-prima

Os frutos cajá (*Spondias lutea* L.) foram obtidos em um sítio na periferia do município de Maranguape-CE no estádio maduro e transportados em sacos plásticos até a unidade de processamento. Maranguape, compreende uma área de 672km² localizada na região metropolitana de Fortaleza possuindo as seguintes coordenadas geográficas: latitude 3°54', longitude 38°41' e altitude 68m. Sua média anual pluviométrica é de 1.339,6mm, SAMPAIO (1992/93).

- Reagentes

Todos os reagentes utilizados nas determinações físicas e físico-químicas foram Tipo Padrão Analítico (P.A.).

- Enzimas

As enzimas pectinolíticas foram fornecidas pela Novo Nordisk Bioindustrial do Brasil Ltda. As duas enzimas que foram utilizadas nos experimentos são descritas e caracterizadas a seguir, de acordo com informes técnicos do fornecedor.

Pectinex Ultra SP-L, é um preparado enzimático pectinolítico, altamente purificado, produzido a partir de uma cepa do *Aspergillus niger*. Contém, principalmente, poligalacturonases, pectinesterases, pectinatranseliminas e hemicelases. É indicada especialmente para o tratamento de polpas de frutas e maceração de tecidos vegetais, aumentando consideravelmente a capacidade de prensagem e o rendimento de suco. Sua atividade é de 26000 PG/ml, pH 3,5 sendo determinada medindo-se a redução da viscosidade de uma solução de ácido péctico a um pH 3,5 e temperatura de 20°C, NNFCH (1992b).

Pectinex AR, é um preparado enzimático caracterizado por sua alta atividade de pectinase. Degrada segura e rapidamente os polissacarídeos e quase que completamente o arabinano em arabinose, eliminando a turbidez secundária em concentrados. Produz sucos transparentes e fáceis de filtrar. Sua atividade é de 3000 FDU, 20°C/ml, NNFCH (1992a).

Ambas as enzimas mantêm suas atividades declaradas por 3 meses, se mantidas a 20°C. Para períodos prolongados de armazenamento, pode ocorrer perda de atividade de 1 a 2% por mês. A estocagem numa temperatura entre 5 a 10°C, as enzimas mantêm suas atividades declaradas por um ano, NNFCH (1992a e b).

- Agentes de clarificação (agentes "fining")

Gelatina - foi utilizada a gelatina comercial fornecida pela Otker Prod. Aliment. Ltda. As especificações técnicas standard para a gelatina comestível, em consideração, referem-se as seguintes propriedades físicas:

"Bloom"	.....	150-250g
Viscosidade a 6,66% p/p e 60°C	.....	30 - 40 mp
pH	.....	5,0 - 5,8
Umidade	.....	8,0 - 11,0%
Cor, claridade e cheiro a 6,66%	.....	amarelo pálido, transparente, livre de odor desagradável e insolúveis.

Baykisol 30 - produzido pela Boehringer Ingelheim. É uma transparente sílica sol que contém, como ingrediente ativo, ácido sílico a 30% dispersado coloidalmente.

3.2 - Métodos

3.2.1 - Medidas Físicas do Fruto

Em laboratório tomaram-se as seguintes medidas em 100 (cem) unidades de frutos.

- *Peso do Fruto* - determinado em balança Mettler H 10T;

- *Peso do Caroço* - determinado em balança Mettler H 10T;

- *Peso da Casca (película)*-determinado em balança Mettler H 10T;

- *Peso da Polpa* - determinado por diferença entre o peso da fruta e a soma dos pesos da casca (película) e caroço.
- *Volume do Fruto* - determinado em cilindro graduado, com volume de água destilada conhecido, à temperatura ambiente. Mediú-se o volume inicial de água, imergiu-se o fruto e por diferença entre o volume final e volume inicial, encontrou-se o volume do fruto.
- *Diâmetro* - determinados com paquímetro;
- *Densidade* - determinada dividindo-se o peso do fruto pelo respectivo volume encontrado.

3.2.2 - Determinações Analíticas

Todas as determinações analíticas foram realizadas em triplicata com três repetições para cada amostra.

- pH

As medidas de pH foram efetuadas em pH metro modelo Micronal marca B37 A aferido à temperatura de 25°C e calibrado com solução tampão de pH 7,0 e pH 4,0. Colocaram-se 25 ml da amostra em bequer de 50 ml e o pH foi medido por imersão direta dos eletrodos no líquido.

- Acidez titulável total

Foi determinada de acordo com o método recomendado pela A.O.A.C. - ASSOCIATION OFFICIAL OF ANALYTICAL CHEMISTRY. (1975). Os resultados foram expressos em percentagem de ácido cítrico.

- *Viscosidade*

As medidas de viscosidade foram realizadas com viscosímetro rotatório (Scheomat Stv Contraves, Switzerland), a uma temperatura de 25°C e expressa em centipoise (cps).

- *Sólidos solúveis (°Brix)*

As determinações de sólidos solúveis (°Brix), foram feitas em refratômetro marca Ausiene , modelo I, através do índice de refração de acordo com INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985)

- *Relação °Brix/acidez*

Obtida por operação algébrica de divisão de valores encontrados em °Brix pelos valores determinados em acidez titulável total.

- *Açúcares não redutores, em sacarose*

Empregou-se a técnica citada pela A.O.A.C. (1975)

- *Açúcares redutores, em glicose*

Empregou-se a técnica citada pela A.O.A.C. (1975).

- *Açúcares totais*

Determinados pelo somatório dos valores encontrados em açúcares redutores (em glicose) e açúcares não redutores (sacarose), expressando-se os resultados em g%.

- *Pectina*

Determinada pelo método de Carré e Haynes, conforme descrito por PEARSON (1970), expressando-se os resultados em % de pectato de cálcio.

- *Ácido Ascórbico (Vitamina C)*

Empregou-se o método colorimétrico descrito por COX & PEARSON (1962).

- *Taninos (em ácido tânico)*

Foram determinados segundo o método colorimétrico de Folin-Denis, de acordo com a A.O.A.C. (1975).

- *Coloração*

A absorbância foi determinada com densidade óptica em 440 nm com espectofotômetro do tipo Beckman DV-2, segundo metodologia descrita por RANGANNA (1977).

- *Turbidez*

A absorbância foi determinada com densidade óptica em 660 nm com espectofotômetro do tipo Beckman DV-2, segundo metodologia descrita por RANGANNA (1977).

3.2.3 - Experimentos Tecnológicos

Foram processados e analisados, dois tipos de sucos: suco polposo e suco clarificado conforme FIGURAS 2 e 3.

3.2.3.1 - Procedimentos Preliminares

Os frutos foram colhidos manualmente no pico da safra, transportados para a unidade de processamento de frutas do Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFC, onde foram pesados e submetidos a uma lavagem por imersão em água clorada.

Procedeu-se a uma seleção manual dos frutos com a finalidade de padronizar o seu estádio de maturação, bem como retirar aqueles imprestáveis ao processamento.

3.2.3.2 - Determinação das Características Físicas do Cajá

Após serem devidamente higienizados, foram escolhidos 100 (cem) frutos íntegros e ao acaso e realizadas as medidas citadas no item 3.2.1.

3.2.3.3 - Obtenção da Polpa do Cajá - Operação de Despolpa

A operação de despolpa foi realizada em despolpadeira dotada de tela com furos de 1,0 (um) milímetro de diâmetro e escovas de fibra sintética adaptada para as condições de trabalho.

Desta operação resultaram o conjunto suco + polpa, utilizado nos experimentos, e o conjunto caroço + resíduos. Todos foram pesados para efeito de cálculo de rendimento.

3.2.3.4 - Dosagem Enzimática para uso na Polpa de Cajá - Estudo de Rendimento de Suco

A quantidade ótima de enzima a ser adicionada na polpa, bem como o tempo de atuação desta enzima, com a finalidade de obter rendimento máximo de suco, foi determinada mediante ensaios de laboratório.

Foram realizados, paralelamente à dosagem enzimática, estudos de viscosidade da polpa além das seguintes análises químicas e fisico-químicas: pH, acidez titulável, sólidos solúveis, açúcares redutores, conforme descrito no item 3.2.2.

A polpa foi dividida em lotes de 2kg e adicionadas em cada um, concentrações crescentes de enzima (Pectinex Ultra SP-L), variando de 80 a 200 ppm (80,120, 160 e 200 ppm), conforme indicação do boletim técnico. O lote sem adição enzimática foi considerado "controle".

O tempo de atuação da enzima variou de 30 a 120 minutos (30, 60, 90, 120 min.), mantendo-se constante o pH natural da polpa e uma temperatura de 25°C aproximadamente.

A cada 30 minutos foram retirados aproximadamente 500g de polpa+suco, homogeneizados, de cada lote e do lote "controle". Imediatamente a seguir, realizou-se a inativação da enzima a uma temperatura de 90°C durante 5 minutos.

Cada lote, em cada unidade de tempo, foi submetido a uma prensagem em prensa hidráulica da marca SAPEC UNIVERSAL (modelo 200 HUL) empregando-se uma pressão de 200 bar por 5 minutos.

Para efeito do cálculo do rendimento de suco polposo utilizou-se a seguinte fórmula:

$$RSB = \frac{\text{Volume do suco extraído} \times ^\circ\text{Brix do suco extraído}}{\text{Peso da polpa tratada} \times ^\circ\text{Brix da polpa tratada}} \times 100$$

Onde: RSB = rendimento do suco base polpa : R = (v/p).

Na determinação do peso da polpa foi utilizada uma balança semi-analítica da marca Mettler/P1000 e uma proveta de 1000ml para medir o líquido drenado.

3.2.3.5 - Processo de Obtenção e Preservação do Suco Polposo de Cajá

O suco polposo de cajá foi obtido pela prensagem da polpa tratada enzimaticamente mediante definição da concentração ideal e do tempo mais apropriado de atuação da enzima conforme processo descrito no item 3.2.3.4.

Após o tratamento enzimático foi realizada a inativação da enzima empregando-se uma temperatura de 90°C por 5 minutos, seguida de resfriamento.

O suco obtido foi preservado pelo método conjugado ("HOT FILL" + ADITIVOS QUÍMICOS), conforme descrito na FIGURA 2.

Os aditivos químicos utilizados no suco polposo foram os conservantes: benzoato de sódio e metabissulfito de sódio, empregados na proporção de 50 ppm e 200 ppm respectivamente, em relação ao volume de suco.

Após a adição dos aditivos químicos, o suco foi submetido a um tratamento térmico a uma temperatura de 95°C durante 3 minutos. Procedeu-se, em seguida, o enchimento a quente em garrafas tipo "PRELABEL" com capacidade de 260 ml vedadas com rolhas plásticas rosqueadas. O resfriamento foi feito em água corrente até uma temperatura de 25°C.

Após identificação (rotulagem), o suco foi armazenado à temperatura ambiente de aproximadamente 25°C.

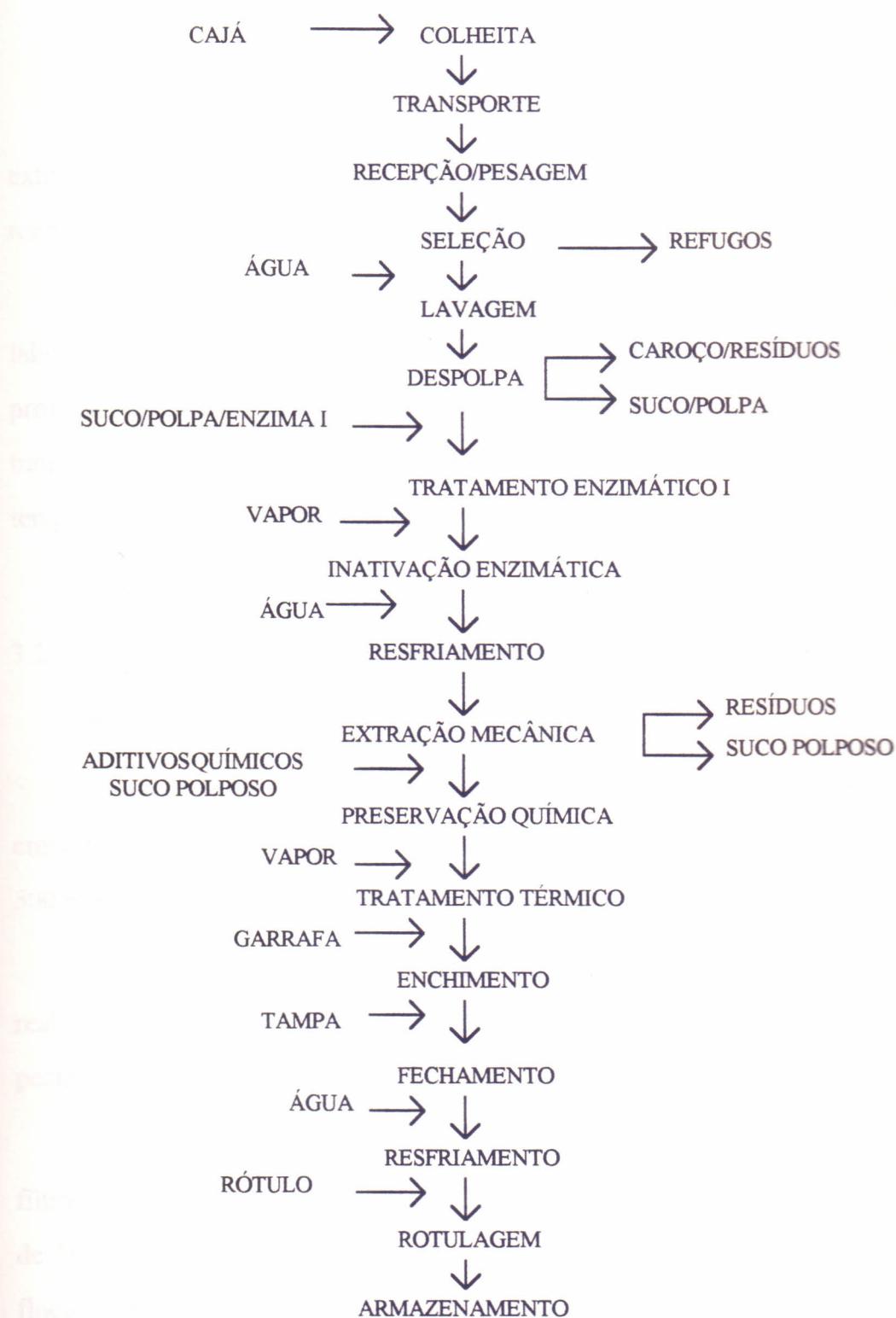


FIGURA 2. Fluxograma do processamento de suco polposo de cajá .

3.2.3.6 - Obtenção do Suco Clarificado de Cajá

(separação "líquido") no Suco Polposo de Cajá

O suco clarificado foi obtido a partir do suco polposo, cuja extração se deu a partir da concentração enzimática que indicou maior rendimento (RSB), conforme descrito no item 3.2.3.4.

Obtido o suco polposo, procedeu-se a um outro ensaio de laboratório com a finalidade de definir o melhor tratamento enzimático capaz de provocar uma despectinização total do suco polposo. Apenas após o segundo tratamento enzimático é que realizou-se a inativação da enzima a uma temperatura de 90°C por 5 minutos, seguida de resfriamento.

3.2.3.6.1 - Dosagem Enzimática para Despectinização do Suco Polposo de Cajá

SUCA SOB ESTRUTURA DE PECTINA. Para determinar a concentração em cada

prova de concentração de enzima, utilizou-se a prova do álcool (96%). Cinco lotes de suco polposo foram submetidos a concentrações crescentes de enzima (Pectinex AR), variando de 200 a 600 ppm (200, 300, 400, 500 e 600 ppm). O lote sem adição de enzima foi considerado "controle".

A cada tempo de 30 minutos era retirada uma amostra de cada lote e realizada a "prova do álcool", com a finalidade de controlar a degradação da pectina.

A "prova do álcool" foi realizada adicionando-se uma parte de suco filtrado (5ml) a duas partes de álcool 96% (álcool industrial) acidificado com 1% de HCl e misturados. Caso, ao longo de 15 minutos não aparecesse nenhuma floculação, isto significaria a ausência de pectina, conforme NNFCH (1987c).

Excesso de clarificação foi realizada adicionando-se algumas gotas de enzima (solução a 1%) em 10 - 10 ml de suco filtrado acidificado, e agitando-se.

3.2.3.6.2 - Determinação das Quantidades Ópticas de Substâncias Clarificadoras (agentes "fining") no Suco Despectinizado.

Os agentes clarificantes foram dosados em laboratório com o objetivo de oferecer uma quantidade ótima, em termos de eficiência, para obtenção de um suco límpido.

Foram empregados no processo dois tipos de substâncias: gelatina comercial e Baykisol 30.

Inicialmente, foram tomadas 10 provetas, contendo em cada uma 100 ml de suco despectinizado, observando-se uma temperatura de 45°C. Em seguida adicionaram-se doses crescentes de solução de gelatina a 1% (50, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600 e 700 ppm). A gelatina permaneceu em contato com o suco sob agitação durante 5 minutos. Posteriormente, foi adicionado em cada proveta contendo gelatina, doses crescentes de 100 a 500 ppm (100, 200, 300, 400 e 5000 ppm) de Baykisol 30.

Em cada proveta observou-se a floculação e sedimentação ocorrida, quando então não era mais adicionado o referido agente. Após 30 minutos operava-se a filtração.

O procedimento de escolha da dosagem ideal para gelatina e Baykisol 30 baseou-se no parâmetro da turbidez do suco clarificado, seguindo-se a técnica descrita por RANGANNA (1977).

Ainda a nível de laboratório, foi realizada a prova de "excesso de clarificação" e, paralelamente, a prova de "clarificação insuficiente", conforme descrito por NNFCH (1987c). De acordo com a referida técnica, a prova de excesso de clarificação foi realizada adicionando-se algumas gotas de tanino (solução a 1%) em 10 - 20 ml do suco filtrado; neste caso, o aparecimento de

turbidez ou precipitação, indicaria que o suco continha proteína ou gelatina e que era necessário modificar o programa de clarificação. A prova de "clarificação insuficiente" (prova da ausência de polifenóis com capacidade de reagir com a gelatina), foi realizada misturando-se à 10 - 20 ml de suco filtrado, uma gota de solução de gelatina 1%; o aparecimento de turbidez ou floculação mostra a presença de polifenóis com capacidade de reação, devendo-se rever o programa.

3.2.3.6.3 - Teste da Eficiência do Processamento do Suco de Cajá Clarificado (Prova de Estabilidade)

O suco límpido foi submetido, ainda a nível de laboratório, à prova de estabilidade.

A prova de estabilidade foi realizada submetendo 500 ml de suco clarificado até atingir uma temperatura de 75°C, sendo resfriado imediatamente em água com gelo e mantido sob refrigeração durante 4 horas. Após esse tempo, procurou-se identificar o aparecimento de turbidez. A estabilidade do suco clarificado foi diagnosticada pela ausência de turbidez conforme preconizado por NNFCH (1987c).

3.2.3.6.4 - Processo de Preservação do Suco Clarificado de Cajá

Conforme descrito na FIGURA 3, o suco clarificado de cajá foi preservado pelo método "HOT FILL".

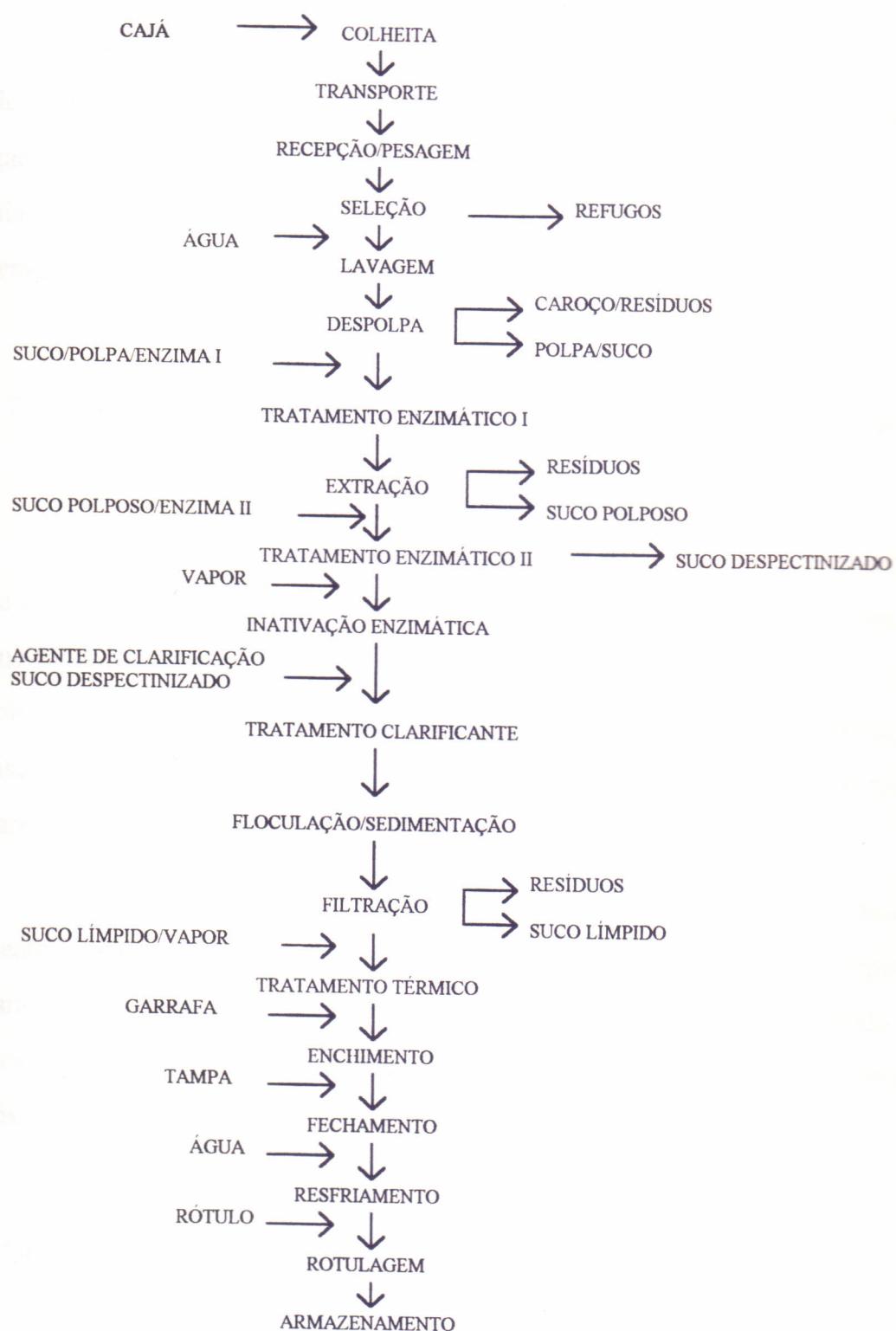


FIGURA 3. Fluxograma do processamento de suco clarificado de cajá .

O suco clarificado foi submetido a tratamento térmico a uma temperatura de 95°C durante 3 minutos. Em seguida, procedeu-se o enchimento a quente em garrafas tipo "PRELABEL" com capacidade de 260 ml vedadas com rolhas plásticas rosqueadas. O resfriamento foi feito em água corrente até uma temperatura de 25°C aproximadamente.

3.2.3.7 - Estudos da Estabilidade do Suco Polposo e do Suco Clarificado de Cajá

Foi processado, tanto para o suco polposo quanto para o suco clarificado de cajá, um lote, conforme os itens 3.2.3.5 e 3.2.3.6.4, contendo várias amostras que foram utilizadas para as determinações físicas e físico-químicas (pH, sólidos solúveis, acidez titulável total, açúcares redutores, taninos, coloração e viscosidade) e ainda a determinação de pectina para o suco polposo e turbidez para o suco clarificado.

As análises citadas anteriormente foram feitas com amostras aleatoriamente retiradas dos respectivos lotes, em triplicata, com 3 repetições para cada amostra, em intervalos regulares de 30 dias, por um período de 4 meses, tomando-se como tempo inicial (tempo zero) aquele relativo ao imediato pós-processamento.

3.2.4 - Análise Sensorial

A análise sensorial, tanto do suco polposo como do suco clarificado de cajá, foi realizada com a finalidade de determinar o perfil sensorial e a aceitação de ambos os produtos.

Os sucos em consideração (polposo e clarificado) foram diluídos nas proporções de 1 parte de suco para 1 parte de água, 1 parte de suco para duas partes de água e 1 parte de suco para 3 partes de água, todos adoçados numa concentração de 12% de açúcar cristal. Foi aplicado um teste de ordenação de preferência (MONTEIRO, 1984), com 30 provadores não treinados, com a finalidade de identificar a diluição preferida fazendo-se uso dos formulários reproduzidos nas FIGURAS 4 e 5.

INSTRUÇÕES A diluição identificada como preferida foi utilizada na aplicação dos testes sensoriais logo após o processamento de cada lote (tempo zero) e a cada 30 dias durante um período de 120 dias de estocagem.

CONCENTRAÇÃO Foram aplicados, para as formulações com suco polposo e com suco clarificado, dois tipos de testes analíticos, conforme TEIXEIRA *et al* (1987).

O método "Perfil de Características" (teste de análise descritiva quantitativa), avaliou através de pontos, a aparência, a cor, o odor, o sabor e o corpo em ordem de detecção. Fez-se uso de uma escala especial de valores, com pontuação de 1 (um) a 5 (cinco), onde 1 (um) representa péssimo, 3-bom e 5-excelente através de um formulário reproduzido nas FIGURAS 6 e 7, modelos referentes às formulações.

O outro método aplicado foi o de "Escala de Ação" (teste de preferência e aceitabilidade), o qual representa uma modificação da escala hedônica clássica. Estabeleceu-se uma série de categorias sucessivas de respostas, em termos de "gostar" e "não gostar", conforme formulário reproduzidos nas FIGURAS 8 e 9, modelos referentes às duas formulações.

FIGURA 4 - Teste de Ordenação de preferência para suco - Suco polposo e clarificado

ANÁLISE SENSORIAL

PRODUTO: *SUCO DE CAJÁ POLPOSO*

DATA: ____ / ____ / ____

PROVADOR: _____

FONE: _____

INSTRUÇÕES:

Você está recebendo 3 amostras de suco de cajá polposo (formulados em concentrações diferentes) para avaliar o gosto. Numere em ordem decrescente, a sequência de sua preferência, sendo:

1 (um) - a mais preferida

3 (três) - a menos preferida

AMOSTRAS Nº

PREFERÊNCIA

COMENTÁRIOS: _____

FIGURA 4 - Teste de Ordenação de preferência para sabor - Suco polposo de cajá.

ANÁLISE SENSORIAL

PRODUTO: *SUCO DE CAJÁ CLARIFICADO*

DATA: ____ / ____ / ____

PROVADOR: _____

FONE: _____

INSTRUÇÕES:

Você está recebendo 3 amostras de suco de cajá clarificado (formulados em concentrações diferentes) para avaliar o gosto. Numere em ordem decrescente, a sequência de sua preferência, sendo:

1 (um) - a mais preferida

3 (três) - a menos preferida

AMOSTRAS Nº

PREFERÊNCIA

COMENTÁRIOS: _____

FIGURA 5 - Teste de Ordenação de preferência para sabor - Suco clarificado de cajá.

ANÁLISE SENSORIAL

SESSÃO: _____

PRODUTO: *SUCO DE CAJÁ POLPOSO*

DATA: ____ / ____ / ____

PROVADOR: _____

FONE: _____

INSTRUÇÕES:

Você está recebendo uma formulação à base de suco de cajá polposo, processado com uma nova tecnologia. Inicialmente aprecie seu aroma e, em seguida, deguste. Atribua notas de 1(um) a 5(cinco) para cada item.

ITENS	NOTA
- ODOR.....	_____
- APARÊNCIA.....	_____
- COR.....	_____
- SABOR.....	_____
- CORPO.....	_____

OBSERVAÇÕES: _____

FIGURA 6 - Método "Perfil de Característica" - Suco polposo de cajá.

ANÁLISE SENSORIAL

SESSÃO: _____

PRODUTO: *SUCO DE CAJÁ CLARIFICADO* DATA: ____ / ____ / ____

PROVADOR: _____

FONE: _____

INSTRUÇÕES:

Você está recebendo uma formulação à base de suco de cajá clarificado, processado com uma nova tecnologia. Inicialmente aprecie seu aroma e, em seguida, deguste. Atribua notas de 1(um) a 5(cinco) para cada item.

ITENS	NOTA
- ODOR.....	_____
- APARÊNCIA.....	_____
- COR.....	_____
- SABOR.....	_____
- CORPO.....	_____

OBSERVAÇÕES: _____

FIGURA 7 - Método "Perfil de Característica" - Suco clarificado de cajá.

ANÁLISE SENSORIAL

SESSÃO: _____

PRODUTO: *SUCO DE CAJÁ POLPOSO*

DATA: ____ / ____ / ____

PROVADOR: _____

FONE: _____

INSTRUÇÕES:

Você está recebendo uma formulação à base de suco de cajá polposo, elaborado com uma nova tecnologia. Marque com um "X" somente uma classificação para cada fator de qualidade..

RESPONDA:

- Eu beberia isto, muito frequentemente ()
- Eu beberia isto, frequentemente ()
- Eu beberia isto, algumas vezes ou raramente ()
- Eu beberia, se possível, mas não sairia da rotina ()
- Eu não gostei, mas se fosse preciso beberia ()
- Eu beberia, se não tivesse outra escolha ()

OBSERVAÇÕES: _____

FIGURA 8 - Método "Escala de Ação" - Suco polposo de cajá.

ANÁLISE SENSORIAL

SESSÃO: _____

PRODUTO: *SUCO DE CAJÁ CLARIFICADO*

DATA: ____ / ____ / ____

PROVADOR: _____

FONE: _____

INSTRUÇÕES:

Você está recebendo uma formulação à base de suco de cajá clarificado, elaborado com uma nova tecnologia. Marque com um "X" somente uma classificação para cada fator de qualidade.

RESPONDA:

- Eu beberia isto, muito frequentemente ()
- Eu beberia isto, frequentemente ()
- Eu beberia isto, algumas vezes ou raramente ()
- Eu beberia, se possível, mas não sairia da rotina ()
- Eu não gostei, mas se fosse preciso beberia ()
- Eu beberia, se não tivesse outra escolha ()

OBSERVAÇÕES: _____

FIGURA 9 - Método "Escala de Ação" - Suco clarificado de cajá.

As formulações foram mantidas sob refrigeração de aproximadamente 15°C até o momento da degustação, quando, então, foram homogeneizadas e servidas numa proporção de aproximadamente 5 ml, por provador, em copos plásticos, descartáveis, de 5 ml de capacidade.

Utilizou-se para a degustação nos testes, em ambas as formulações dos sucos (polposo e clarificado), uma equipe constituída de 30 provadores, de ambos os sexos, não treinados, todos estudantes e professores do Curso de Nutrição da Universidade Estadual do Ceará - UECE.

3.2.5 - Análise Estatística

3.2.5.1 - Análise Estatística das Medidas Físicas do Cajá .

Estabeleceu-se uma relação de peso da polpa (PPo) como função dos pesos do fruto (PF), da casca (PCa) e do caroço (PCo).

Ajustou-se um modelo linear do tipo:

$PPo = a_0 + a_1 PF + a_2 PCa + a_3 PCo$, pelo método da seleção passo a passo ("STEPWISE SELECTION") onde as variáveis vão sendo testadas passo a passo para determinar que variável deve entrar ou sair da equação. A cada passo foram analisadas as correlações parciais entre as variáveis para examinar as que são mais correlacionadas, HOFFMANN & VIEIRA (1983).

3.2.5.2 - Análise Estatística do Rendimento de Suco Polposo Obtido com Aplicações de Enzima na Polpa

Na determinação da melhor concentração enzimática a ser utilizada e do melhor tempo, foram analisadas as seguintes variáveis: rendimento de suco, sólidos solúveis, pH, acidez titulável total e açúcares redutores em glicose (no suco) e viscosidade da polpa. Cada observação foi descrita por:

$$Y_{ijk} = \mu + C_i + T_j + CT_{ij} + E_{ijk}, \text{ onde:}$$

μ - representa a média global

C_i - representa o efeito da concentração i ($i = 1,2,3,4,5$)

T_j - representa o efeito do tempo j ($j = 1,2,3,4,5$)

CT_{ij} - representa o efeito das interações entre tempo e concentração

E_{ijk} - representa o efeito do acaso.

As hipóteses de interesse foram:

$H_0: C_i = 0$ (não existe diferença entre as concentrações)

$H_0: T_j = 0$ (não existe efeito do tempo)

$H_0: CT_{ij} = 0$ (não existe interação entre concentração e tempo)

Para testar essas hipóteses, utilizou-se o "teste F" na análise de variância. Caso as hipóteses fossem rejeitadas, seriam comparadas as médias pelo teste de Tukey onde, a diferença máxima estabelecida é dada por:

$$\triangle = q \sqrt{\frac{MSQ_E}{n}}, \quad \text{onde:}$$

q = valor tabelado

MSQ_E = o quadrado médio do resíduo

n = número de repetições

3.2.5.3 - Análise Estatística das Determinações Físicas e Físico-químicas Realizadas Durante o Estudo da Estabilidade (120 dias) do Suco de Cajá Polposo e do Clarificado

Nesta análise foi utilizado um modelo fatorial cruzado, MONTGOMERY (1976) onde cada observação foi descrita por:

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + T_j + ST_{ij} + E_{ijk}, \quad \text{onde}$$

μ - representa a média global

S_i - representa o efeito do suco i ($i = 1,2$)

T_j - representa o efeito do tempo j ($j = 1,2,3,4,5$)

ST_{ij} - representa o efeito da interação tempo e suco

E_{ijk} - representa o efeito do acaso

As hipóteses de interesse foram:

$H_0: S_i = 0$ (não existe diferença entre os dois tipos de suco)

$H_0: T_j = 0$ (não existe efeito do tempo)

$H_0: ST_{ij} = 0$ (não existe interação entre tempo e tratamento - cada variável tem o mesmo comportamento uma na presença da outra).

3.2.5.4 - Análise Estatística do Estudo da Avaliação Sensorial do Suco de Cajá Polposo e do Clarificado (formulados)

- *Teste de ordenação e preferência* - utilizou-se o teste de FRIEDMAN para comparação das 3 (três) formulações quanto ao sabor, NOETHER, (1983).

As hipóteses de interesse foram:

$$H_0: F_1 = F_2 = F_3$$

H_a : Pelo menos uma das formulações é diferente das demais.

- *Perfil de características* - cada observação foi descrita pelo modelo:

$Y_{ijk} = \mu + S_i + T_j + ST_{ij} + E_{ijk}$, do mesmo modo que descrito no item 3.2.4.3. Foi comparado assim, a evolução dos sucos (polposo e clarificado), formulados, ao longo do tempo e a relação entre os dois sucos.

- *Escala de ação* - o questionário apresentou os seguintes conceitos para os questionamentos apresentados:

Conceitos	Questionamentos
6	- beberia muito frequentemente
5	- beberia frequentemente
4	- beberia algumas vezes
3	-beberia, se possível não sairia da rotina
2	- não gostei, mas beberia se fosse preciso
1	- beberia se não tivesse outra opção

Para verificar se houve diferença nos comportamentos em relação aos sucos (formulações) apresentados, utilizou-se um teste de comparação de duas proporções.

As hipóteses de interesse foram:

$$H_0: P_1 = P_2$$

$$H_a: P_1 \neq P_2$$

onde P_1 e P_2 são as proporções a serem comparadas que representam o percentual de provadores que beberiam frequentemente ou muito frequentemente o suco apresentado. O teste utilizado foi o teste para igualdade de duas proporções cuja fórmula estatística é dada por:

$$\frac{\bar{P}_1 - \bar{P}_2}{\sqrt{\hat{p} \hat{q} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

que tem distribuição normal onde:

$$\hat{p} = \frac{x_1 + x_2}{n_1 + n_2}, \quad \hat{q} = 1 - \hat{p}, \quad \bar{p}_1 = \frac{x_1}{n_1} \quad \text{e} \quad \bar{p}_2 = \frac{x_2}{n_2}$$

sendo:

x_1 - o número de provadores na categoria "i" especificada

n_1 - o tamanho da amostra "i"

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos durante o estudo serão abordados conforme a sequência de planejamento do trabalho.

4.1 - Análise dos Parâmetros Físicos e do Rendimento em Polpa Realizados no Cajá Maduro.

O conhecimento das propriedades físicas dos frutos é requerido tanto na colheita, como na manipulação, transporte, e na industrialização. A utilidade destas propriedades pode ser justificada nos projetos de máquinas e equipamentos, na estruturação de processos e controles, na análise e eficiência de operações, no desenvolvimento de novos produtos, na avaliação e manutenção da qualidade do produto final, entre outras, POTTER (1973) e MOHSENNIN, (1970).

Para análise dos parâmetros físicos do cajá foi colhida uma amostra de 100 frutos cujos resultados estão apresentados na TABELA 3.

O peso do fruto apresentou média de 9,801 gramas e coeficiente de variação de 22,141, portanto, pode ser considerado bem próximo aos dados citados por MARTINS (1982), que determinou para o cajá um peso bruto de 13,0 gramas e peso líquido (porção comestível) de 7,0 gramas.

TABELA 3 - Determinações físicas efetuadas no cajá (*Spondias lutea* L.) "in natura".

Determinações	Resultados *		
	Médias (\bar{X})	Desvio-Padrão(1)	Coeficiente de Variação (C.V.)
Peso do Fruto (g)	9,801	2,170	22,141
Peso da Casca (g)	1,055	0,408	38,673
Peso do Caroço (g)	2,741	0,625	22,802
Peso da Polpa (g)	6,005	1,587	26,428
Volume (cm^3)	10,555	3,281	31,082
Densidade Aparente (g/cm^3)	0,930	0,087	9,355
Diâmetro Maior (cm)	3,194	0,255	7,984
Diâmetro Menor (cm)	2,441	0,257	10,528

* Amostra de 100 frutos

TABELA 1. O diâmetro maior (D) médio encontrado foi de 3,194 centímetros sendo compatível ao encontrado por CAVALCANTE (1972), que afirma: "o fruto é uma pequena drupa elipsóidea de 3 a 4 centímetros de comprimento".

Considerando-se que a cajazeira é uma árvore silvestre, ou seja, que se reproduz sem ter sofrido cultivo, CAVALCANTE (1972), é bastante justificável que os coeficientes de variação, tenham se apresentado com valores que indicam destacada heterogeneidade no que se refere aos pesos do fruto, da casca, do caroço e da polpa (TABELA 3). Em função desses resultados, estabeleceu-se uma relação do peso da polpa (PPo) do cajá como função dos pesos do fruto (PF), da casca (PCa) e do caroço (PCo). Para isso, ajustou-se um modelo de regressão linear pelo método da seleção passo a passo (STEPWISE SELECTION) onde as variáveis vão sendo testadas passo a passo para determinar que variável deverá entrar ou sair da equação. A cada passo, analisou-se as correlações parciais entre as variáveis para examinar as que eram mais correlacionadas. A equação final foi dada por: $PPo = PF - PCo - PCa$ ($P = 0,000$), com coeficiente de determinação (R^2), próximo a 1,0, indicando que a equação representa bem os dados, ou seja, houve um ajuste perfeito. As correlações estão na TABELA 1A.

A TABELA 4 apresenta o percentual de rendimento da polpa e dos demais componentes do fruto, além daqueles referentes às perdas do processo seletivo (refugos) e às perdas de linha, obtidos durante o processo de despolpa do fruto, a nível de escala piloto.

O rendimento em polpa obtido no processamento foi da ordem de 62,40% em relação ao peso do fruto, apresentando-se bem superior aos obtidos com alguns frutos tropicais, destacando-se os valores bem aproximados apresentados por FIGUEIREDO (1984), em trabalhos com jenipapo, em condições similares de processamento.

TABELA 4 - Resultados do rendimento (%) em polpa e dos demais parâmetros físicos obtidos durante o processo de despolpa do cajá (*Spondias lutea* L.) a nível de escala piloto.

Parâmetros	Rendimento (%) *
Polpa	62,40
Caroço/película	34,56
Refugos	2,03
Perdas de linha	1,01

* Média de 3 amostras

4.2 - Caracterização Físico-química e Química da Polpa "in natura" do Cajá

natura" do cajá (Spondias tuberosa L.)

Os valores encontrados nas análises físico-químicas realizadas na polpa "in natura" do cajá são descritas na TABELA 5. Os dados refletem os possíveis fatores interconvenientes, tais como pH, compostos fenólicos (taninos), pectina, etc., no processamento seguinte, ou seja, extração de suco polposo e obtenção de suco clarificado.

Seria oportuno lembrar, entretanto, que as espécies frutíferas sofrem variações determinadas por diversos fatores, tais como: genéticos, sazonais, fertilidade e disponibilidade de nutrientes no solo, temperatura e que, segundo TRESSLER & JOSLYN, (1971), qualquer suco de fruta ou hortaliça é melhor, quando extraído a partir do tecido fresco e sadio, e que, quaisquer fatores ambientais influenciam na estabilidade e na qualidade inicial. Assim, os resultados ora em discussão, foram estabelecidos mediante uma metodologia precisa, a partir de uma seleção rigorosa da matéria-prima, relacionada principalmente à padronização do estádio de maturação dos frutos, a fim de minimizar as oscilações na composição do mesmo durante o estudo.

Tendo em vista os escassos dados na literatura consultada, faz-se referência aos valores determinados na porção comestível do cajá pelo LEAAL (s.n.). Deste modo, o valor de 2,99 observado no pH, encontrou-se abaixo do apresentado pelo referido laboratório, que foi de 3,2. Os valores encontrados para os açúcares totais (4,53 g%) foram bem menores que os detectados pelo LEAAL (s.n.) em (12,4 g%)

TABELA 5 - Determinações químicas e físico-químicas efetuadas na polpa "in natura" de cajá (*Spondias lutea* L.)

Determinações	Resultados *
pH	2,99
Viscosidade (centipoise)	2350,00
Sólidos solúveis (°Brix)	8,80
Acidez titulável total (% ácido cítrico)	1,43
Relação °Brix / acidez	6,15
Açúcares redutores (glicose %)	4,53
Açúcares não redutores (sacarose %)	traços
Açúcares totais (g%)	4,53
Taninos (mg % em ácido tânico)	163,98
Pectina (g% em pectato de cálcio)	0,35
Vitamina C (mg %)	5,24

* Média de 3 amostras

TABELA 5 O teor encontrado para ácido ascórbico (na faixa de 5,24 mg%), evidencia que o cajá é uma pobre fonte desta vitamina, mesmo levando-se em consideração os valores um pouco mais elevados obtidos por LEAAL (s.n.), (36,0g%) e MARTINS (1982), (28,5g%).

O teor de taninos, em ácido tântico, detectado na ordem 163,98 mg%, direcionou os trabalhos no que se refere a dosagem enzimática na polpa, haja vista que, segundo NNFCH (1987a), um conteúdo externamente elevado de polifenóis pode inibir o efeito da enzima.

Os valores encontrados para pectina, em torno de 0,35g% de pectato de cálcio, representa um conteúdo relativamente pobre se comparado com os outros frutos como limão (3-4%), banana (0,7-1,2%), maçã (0,5-1,6%), etc., FOGARTY & WARD, (1972).

4.3 - Dosagem Enzimática na Polpa "in natura" do Cajá e Avaliação de Rendimento na Extração do Suco Polposo

Após a caracterização da matéria-prima e detecção dos fatores que poderiam influir no processamento, passou-se então, aos trabalhos, a nível de laboratório, objetivando estabelecer dosagens enzimáticas que oferecessem melhores rendimentos de suco em relação aos obtidos em procedimentos convencionais.

A TABELA 6, apresenta os dados de rendimento do suco de cajá, tratado enzimaticamente com a enzima PECTINEX Ultra SP-L, em concentrações de 80 a 200 ppm, temperatura de 25°C e pH natural da polpa, conforme metodologia descrita no item 3.2.3.4.

TABELA 6 - Rendimento (%) de suco polposo de cajá (*Spondias lutea* L.) obtido por prensagem de polpa tratada enzimaticamente (Pectinex P = 0,050), e Ultra SP-L), em temperatura de 25°C e pH natural da polpa. *.

De acordo com o teste de Tukey, para concentrações iguais ou maiores de rendimento de suco obtido em concentrações ppm entre 120 e 200 ppm, são iguais a nível de 1%. O rendimento médio do suco obtido a atuação de enzima à polpa foi de 85,908%, observando-se por menor índice de rendimento médio apos a atuação de enzima à polpa.

Concentração (ppm)	Tempo (min)				Médias de Concentrações **
	30	60	90	120	
Zero	64,033	63,467	64,700	67,867	65,017 c
80	80,400	82,400	82,800	81,833	81,858 b
120	84,900	86,533	86,133	86,067	85,908 a
160	86,233	87,333	87,133	87,067	86,942 a
200	86,200	86,733	86,567	86,767	86,567 a

Análise estatística dos sólidos solúveis (TABELA 7) concorda com os dados da TABELA 6.

* Média de 3 amostras

** Diferença estatisticamente significativa (apenas diferenças entre 120 e 200 ppm) entre a polpa

tratada enzimaticamente para os demais tratamentos, segundo teste estatístico, considerado pelo teste de Tukey, para nível de 1% de probabilidade que não houve diferença estatística.

O pH do suco polposo, obtido em certa viscosidade, mostrando a utilização de cada concentração enzimática na polpa, está descrito na TABELA 9. Do ponto de vista estatístico, determinou-se apenas diferença significativa entre os tempos ($P = 0,038$) de atuação da enzima devido simultaneamente baixo coeficiente de variação, visto que outras diferenças para o pH não são significativas.

TABELA 6. Observou-se uma diferença significativa no rendimento de suco em cada concentração enzimática ($P = 0,000$). Por outro lado, não houve efeito do tempo ($P = 0,050$), e nem da interação entre ambos (concentração e tempo) ($P = 0,332$). De acordo com o teste de Tukey, para concentração, verificou-se que as médias de rendimento de suco obtidas com concentrações enzimáticas de 120 a 200 ppm, são iguais a nível de 1%. O rendimento médio do suco, sem a adição de enzima à polpa foi de 65,017%, observando-se por outro lado, um aumento de rendimento médio após a adição de 120 ppm da enzima, quando se obteve um valor de 85,908%.

O incremento no rendimento de suco, é bem próximo aos citados por NARAIN & BORA, (1981), em trabalhos com mamão e por BRASIL (1983), com tratamento enzimático em polpa de goiaba.

Quanto à viscosidade da polpa, observou-se que, conforme TABELA 7, houve apenas efeito da concentração da enzima ($P = 0,000$), onde concentrações iniciais de 80 a 120 ppm, possibilitaram uma redução média na viscosidade sem diferença significativa a nível de 1%.

Analizando o teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix), de acordo com os dados da TABELA 8, constatou-se que houve apenas diferença ($P = 0,000$) entre a polpa não tratada enzimaticamente para os demais tratamentos enzimáticos, ocasionada pelo baixo coeficiente de variação, já que, praticamente, quase não houve diferença entre as médias.

O pH do suco polposo, obtido em cada tempo e mediante a utilização de cada concentração enzimática na polpa, está descrito na TABELA 9. Do ponto de vista estatístico, detectou-se apenas diferença significativa entre os tempos ($P = 0,038$) de atuação da enzima devido simplesmente ao baixo coeficiente de variação, visto que essas diferenças para o pH não são importantes.

TABELA 7 - Viscosidade (cps) da polpa de cajá (*Spondias lutea* L.) medida após tratamentos enzimáticos (Pectinex Ultra SP -L), em temperatura de 25°C e pH natural da polpa*

Concentração (ppm)	Tempo (min)				Médias de Concentração **
	30	60	90	120	
Zero	1916,67	1916,67	1920,00	1933,33	1919,17 a
80	1821,67	1750,00	1700,00	1675,00	1736,67 b
120	1733,33	1700,00	1675,00	1633,33	1685,42 bc
160	1650,00	1616,67	1616,67	1591,67	1618,75 c
200	1650,00	1616,67	1616,67	1600,00	1620,83 c

* Média de 3 amostras

** Médias seguidas da mesma letra, na coluna, são consideradas iguais a nível de 1% pelo teste de Tukey.

TABELA 8 - Valores de sólidos solúveis (^oBrix) determinados no suco polposo de cajá (*Spondias lutea* L.), obtido por prensagem da polpa tratada enzimaticamente (Pectinex Ultra SP-L), em temperatura de 25°C e pH natural da polpa *.

Concentração (ppm)	Tempo (min)				Médias de Concentração **
	30	60	90	120	
Zero	10,33	10,37	10,40	10,37	10,37 b
80	10,57	10,57	10,53	10,63	10,58 a
120	10,63	10,53	10,57	10,53	10,57 a
160	10,60	10,70	10,63	10,63	10,64 a
200	10,67	10,60	10,57	10,73	10,64 a

* Média de 3 amostras

** Médias seguidas da mesma letra, na coluna, são consideradas iguais a nível de 1% pelo teste de Tukey.

TABELA 9 - Valores de pH determinados no suco polposo de cajá (*Spondias lutea* L.), obtido por prensagem da polpa tratada enzimaticamente (Pectinex Ultra SP-L), em temperatura de 25°C e pH natural da polpa. *

Concentração (ppm)	Tempo (min)				Médias de Concentração
	30	60	90	120	
Zero	2,883	2,887	2,883	2,887	2,885
80	2,883	2,887	2,890	2,887	2,887
120	2,887	2,887	2,893	2,893	2,888
160	2,880	2,897	2,877	2,883	2,884
200	2,887	2,880	2,883	2,887	2,882
Médias de Tempo**	2,880	2,887	2,885	2,887	2,885

* Média de 3 amostras

Para a acidez titulável total (mg% de ácido cítrico), TABELA 10, observou-se que não houve efeito da concentração ($P=0,546$) e nem do tempo ($P = 0,384$).

A TABELA 11, mostra os valores obtidos para os açúcares redutores, em glicose. Estatisticamente, não houve efeito da concentração ($P=0,794$) e nem do tempo ($P = 0,570$), no que tange a sua variação quantitativa.

Diante dos resultados expostos anteriormente e considerando-se os dados de rendimento de suco e a redução da viscosidade da polpa como os mais significativos do ponto de vista tecnológico, a polpa de cajá foi submetida, em escala piloto, a uma concentração de 120 ppm de enzima PECTINEX Ultra SP-L, por 30 minutos, nas mesmas condições de temperatura e pH citados, com vistas a formulação do suco polposo.

O binômio concentração da enzima e tempo de exposição, escolhidos para o processamento do suco polposo, obedeceu também aos critérios sugeridos por NNFCH (1992b), os quais estabelecem dosagens de 80 a 130 ppm, em temperatura variando de 5 a 25°C, com um tempo variando de 30 a 60 minutos. Já em condições de trabalho com polpa cujo nível de acidez é elevado NNFCH (1992b), recomenda aplicar a dosagem próxima ao limite máximo.

Media da densidade

4.4 - Processamento do Suco Clarificado de Cajá

De acordo com a FIGURA 3, o suco de cajá clarificado foi processado a partir das melhores condições de tratamento enzimático estabelecidas para o suco polposo.

TABELA 10 - Valores de acidez titulável total (% de ácido cítrico) determinados no suco polposo de cajá (*Spondias lutea* L.), obtido por prensagem da polpa tratada enzimaticamente (Pectinex Ultra SP-L), em temperatura de 25°C e pH natural da polpa *.

Concentração (ppm)	Tempo (min)				Médias de Concentração **
	30	60	90	120	
Zero	1,253	1,253	1,257	1,263	1,257
80	1,250	1,247	1,267	1,253	1,254
120	1,227	1,250	1,263	1,240	1,245
160	1,250	1,250	1,143	1,263	1,252
200	1,250	1,253	1,250	1,253	1,252

* Média de 3 amostras

** Médias iguais entre si.

TABELA 11 - Valores de açúcares redutores (g% de glicose) determinados no suco polposo de cajá (*Spondias lutea* L.), obtido por prensagem da polpa tratada enzimaticamente (Pectinex Ultra SP-L), em temperatura de 25°C e pH natural da polpa *.

Concentração (ppm)	Tempo (min)				Médias de Concentração **
	30	60	90	120	
Zero	5,923	5,830	5,883	5,863	5,875
80	5,827	5,927	5,927	5,890	5,893
120	5,833	5,830	5,880	5,907	5,863
160	5,837	5,980	5,897	5,880	5,898
200	5,810	5,877	5,847	5,893	5,857

* Média de 3 amostras

** Médias iguais entre si.

O procedimento para obtenção da concentração enzimática, utilizando PECTINEX AR, ideal para o processo de despectinização total do suco polposo, foi realizado mediante a "prova do álcool", em ensaios de laboratório, cujos resultados estão expressos na TABELA 12.

A concentração da enzima utilizada no processamento final, em escala piloto, foi definida com base nos resultados da "prova do álcool", ou seja, concentração de 500 ppm, com temperatura de 45°C, durante 120 minutos, mantendo-se constante o pH natural do suco polposo.

Para a escolha da temperatura ideal, levou-se em consideração o pH do suco, a preservação de seus compostos aromáticos e de cor, além da possibilidade de desenvolvimento de microrganismos em algumas faixas de temperatura. Segundo FRAZIER (1981), as leveduras são os agentes de fermentação mais perigosos nos sucos de fruta. A melhor temperatura para a sua reprodução se encontra compreendida entre 30 e 37°C; à temperatura inferiores, por exemplo abaixo de 25°C, reduz-se sua reprodução e à temperatura acima de 42°C detém-se esta quase por completo. Assim sendo, de acordo com NNFCH (1987a), esta é a razão pela qual dever-se-á excluir a margem de 25 a 42°C ao se eleger a temperatura.

No processo de clarificação, participam principalmente, por parte do suco, o conjunto de materiais em suspensão e os polifenóis do mesmo. A seleção de substâncias clarificantes (agentes "fining") e a determinação das quantidades ótimas foram realizadas a nível de laboratório.

TABELA 12 - Resultados obtidos na "prova do álcool" realizada no suco polposo de cajá (*Spondias lutea* L.), durante o processo de despectinização enzimática (Pectinex AR), em temperatura de 45°C e pH natural do suco.

Concentração (ppm)	Tempo (min)				
	30	60	90	120	150
200	+	+	+	+	+
300	+	+	+	+	+
400	+	+	+	+	-
500	+	+	+	-	-
600	+	+	+	-	-

O sinal + , indica presença de pectina

O sinal - , indica ausência de pectina

A quantidade ótima de gelatina foi determinada levando-se em consideração a escolha de uma marca, tipo culinária, com elevado número de "Bloom". Segundo relata NNFCH (1987a), isto possibilita uma redução, ao mínimo, do conteúdo de componentes de baixo peso molecular, que podem permanecer no suco e ser a causa de turbidez posterior.

Após a adição da gelatina, não foram observadas modificações de ordem física no suco. Na prática industrial, tem-se tornado difícil determinar, de maneira exata, a quantidade de gelatina. Esta é a razão pela qual se utiliza mais gelatina do que o necessário para eliminar os polifenóis, precipitando-se o excesso da mesma, mediante o uso de substâncias clarificantes, NNFCH (1987a).

A quantidade ideal de 400 ppm de gelatina só foi determinada após a adição de concentrações crescentes de Baykisol 30 em cada suco (a nível de laboratório), os quais haviam sido submetidos anteriormente, a também concentrações crescentes de gelatina. Assim, ao se adicionar 500 ppm de Baykisol 30 no recipiente que continha 400 ppm de gelatina, observou-se uma floculação e sedimentação após transcorridos, aproximadamente, 30 minutos.

A única floculação e sedimentação observada no experimento, foi seguida de filtração e avaliação da turbidez no filtrado, o qual apresentou valor de 0,011 nm.

As provas do "excesso de clarificação" e de "clarificação insuficiente", descritas no item 3.2.3.6.2., apresentaram resultados negativos, sugerindo que não seria necessário modificar o programa de clarificação.

A quantidade ótima de gelatina identificada como agente de clarificação no suco de cajá, mostrou-se, do ponto de vista quantitativo, ser eficiente em concentrações inferiores quando comparada a sua utilização em suco clarificado

de caju, SOUZA FILHO (1987), suco clarificado de maçã, WOSIACKI *et al* (1992) e suco clarificado de goiaba, BRASIL (1993).

O suco clarificado, obtido nas condições citadas anteriormente, ou sejam, 400 ppm de gelatina + 500 ppm de Baykisol 30, foi submetido à prova de estabilidade, conforme o item 3.2.3.6.3., onde não foi observado nenhum fenômeno relacionado com aparecimento de turbidez. Dessa forma, esperou-se que o suco clarificado permanecesse estável durante o período de armazenamento.

4.5 - Análise da Estabilidade dos Sucos Polposo e Clarificado de Cajá

Uma vez processados em escala piloto, sob condições pré-definidas, os dois sucos tiveram a sua estabilidade testada sob armazenamento a 25°C aproximadamente, através de análises físico-químicas e sensoriais, por um período de 120 dias, cujos resultados encontram-se apresentados nas TABELAS em anexo (2A à 20A).

Durante o período de estocagem previsto, observou-se que, quanto ao pH não ocorreram alterações significativas em ambos os suco. Houve apenas efeito do suco ($P=0,000$), sendo o pH no suco clarificado maior do que no suco polposo, conforme pode ser observado na FIGURA 10. Possivelmente, tal diferença deveu-se ao fato de que os sucos foram preservados por métodos diferentes, o que no caso do suco polposo, a adição de acidulante pode ter determinado a queda do pH.

FIGURA 10 - Variação do pH nos sucos polposo e clarificado de cajá (*Spondias lutea*, L.) durante o período de 120 dias de estocagem.

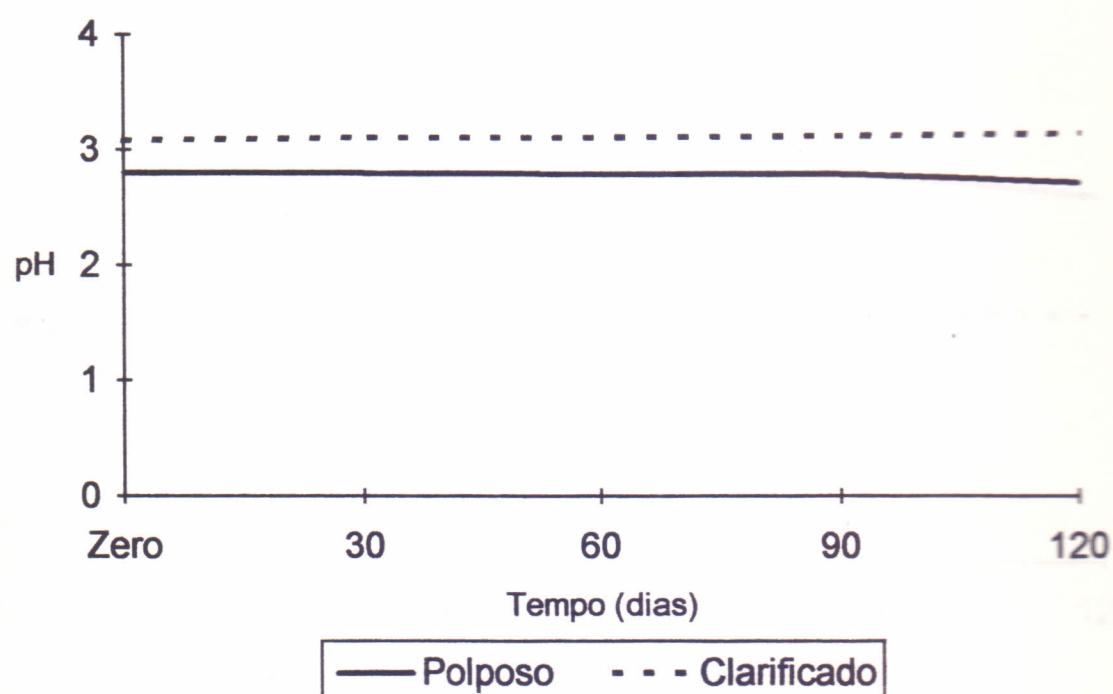


FIGURA 11 - Variação no teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) nos sucos polposo e clarificado de cajá (*Spondias lutea*, L.) durante o período de 120 dias de estocagem.

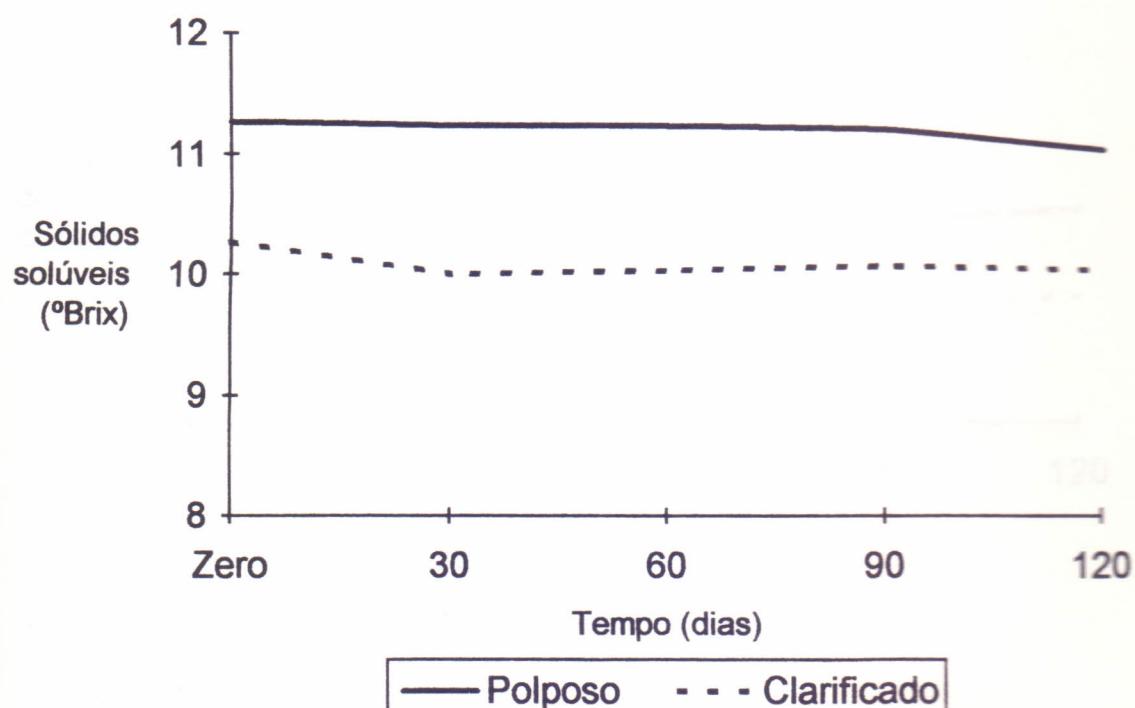


FIGURA 12 - Variação no teor de acidez titulável total (mg% de ácido cítrico) nos sucos polposo e clarificado de cajá (*Spondias lutea*, L.) durante o período de 120 dias de estocagem.

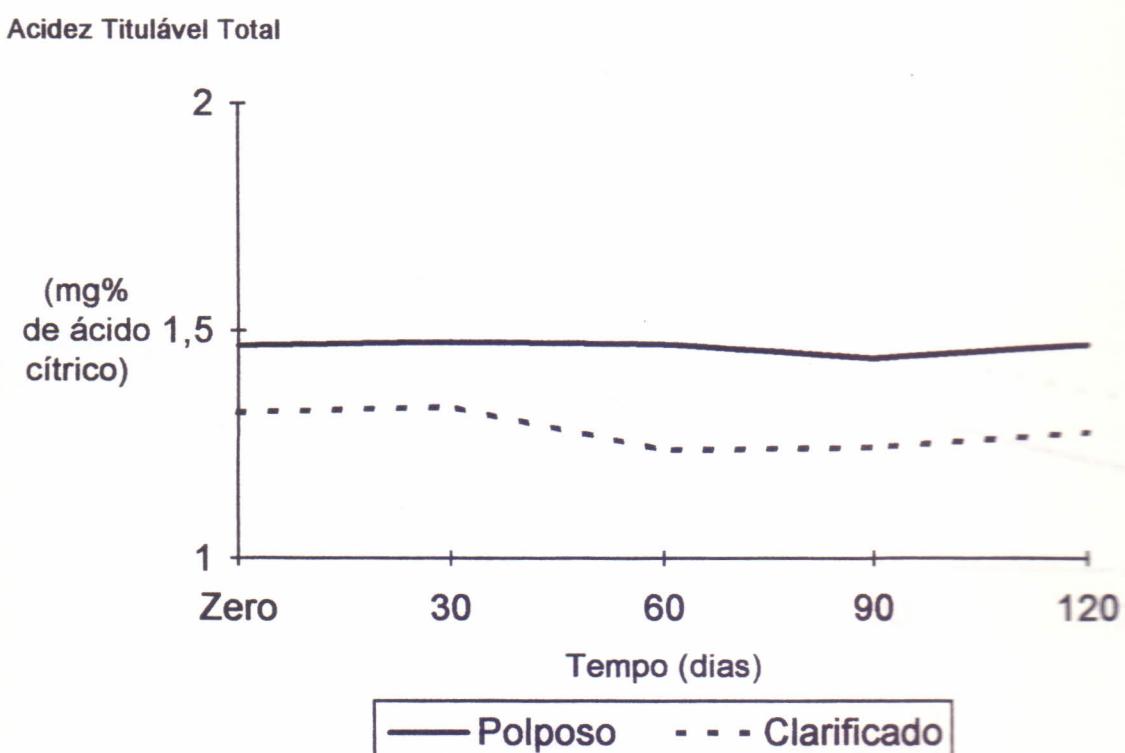
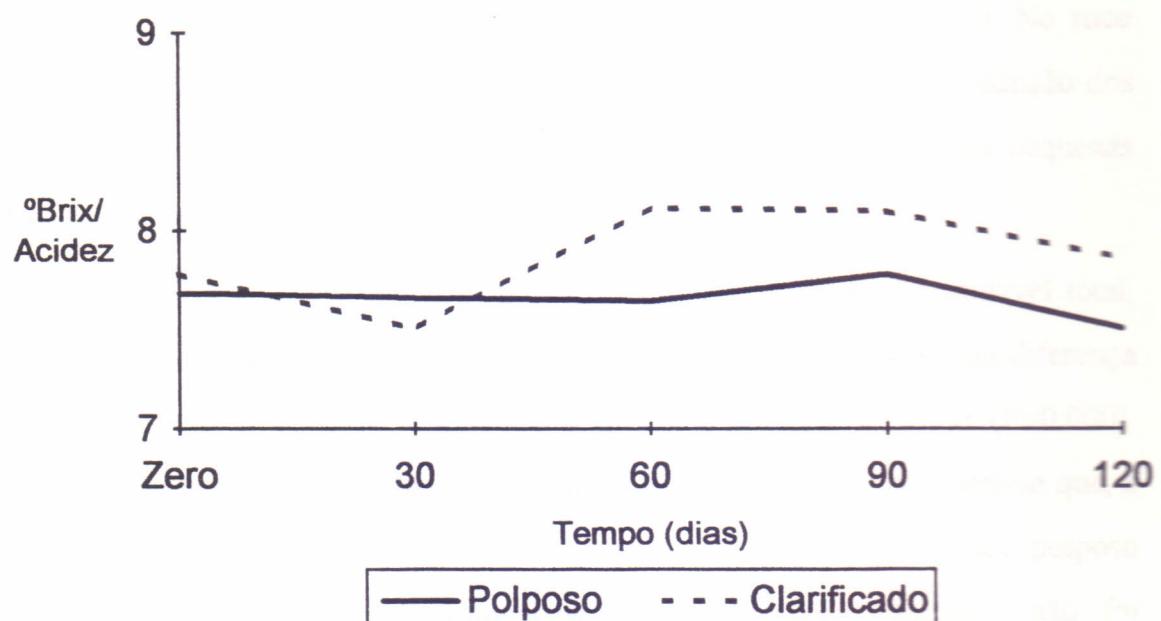


FIGURA 13 - Variação da relação °Brix/acidez detectada nos sucos polposo e clarificado de cajá (*Spondias lutea*, L.) durante o período de 120 dias de estocagem.



Quanto ao teor de sólidos solúveis (^oBrix), FIGURA 11, houve efeito do suco ($P = 0,000$), do tempo de armazenamento ($P = 0,000$) e também da interação ($P = 0,006$), indicando um comportamento diferente de cada suco em cada tempo. Através da aplicação do teste de Tukey, visando comparar os sucos em cada tempo, observou-se que a nível de 1%, o suco polposo apresentou-se sempre com teores mais elevados. Quanto ao efeito do tempo, no suco polposo as médias foram iguais nos tempos zero (inicial), 30, 60 e aos 90 dias, apresentando um pequeno declínio aos 120 dias cuja média foi igual ao do tempo 60. No suco clarificado, verificou-se que após o tempo zero houve uma pequena redução dos sólidos solúveis, entretanto, entre os tempos 30 e 120 dias, ocorreram pequenas oscilações, sendo todas as médias iguais a nível de 1%.

De acordo com a FIGURA 12, observou-se para a acidez titulável total, em % de ácido cítrico, diferenças entre os sucos ($P = 0,000$), havendo diferença entre o tempo ($P=0,000$) e interação entre tempo e tipo de suco ($P=0,000$). Aplicando o teste de Tukey para comparar os sucos em cada tempo, tem-se que, a nível de 1%, a acidez permaneceu em níveis mais elevados no suco polposo durante todo o período de estocagem. Ainda, no suco polposo, não foi evidenciada diferença significativa a nível de 1% durante a estocagem. No suco clarificado houve uma pequena redução da acidez aos 60 dias, permanecendo sem diferença significativa até os 120 dias. Os valores médios apurados no tempo zero, também não sofreram alterações significativas aos 30 e 120 dias de estocagem.

Os valores encontrados para a relação ^oBrix/acidez, FIGURA 13, demonstram que ocorreu uma diferença maior a partir do 60º dia e os dois sucos apresentaram comportamentos diferentes ao longo do tempo ($P=0,000$) (interação significativa ($P=0,000$)). Como houve efeito do tempo e a interação foi significativa, analisou-se a evolução da relação ^oBrix/acidez ao longo do tempo

para cada tipo de suco através de uma curva de resposta. Para o suco polposo, praticamente não houve diferença na relação °Brix/acidez ao longo do tempo conforme pode-se observar pelo teste de Tukey. Para o suco clarificado, a curva ajustada foi dada por:

$$X = 8,1141 + 0,4076y - 0,3947y^2 - 0,0931y^3 + 0,0802y^4$$

onde $y = \frac{y - 60}{30}$ e Y é o valor do tempo desejado.

Para o suco clarificado, o suco polposo é o suco que apresenta menor teor de taninos.

Os dados computados para os açúcares redutores, em glicose, FIGURAS 14, demonstram que houve apenas diferença entre os sucos ($P = 0,000$), sendo o teor maior detectado no suco polposo.

Na determinação dos taninos, em ácido tântico, cujos valores são visualizados na FIGURA 15, houve efeito significativo do tempo ($P = 0,000$), suco ($P=0,000$) e interação ($P=0,000$) entre suco e tempo. A aplicação do teste de Tukey para comparação dos sucos em cada tempo, mostrou, a nível de 1%, que os teores no suco polposo, ao longo do tempo, foram sempre superiores aos do suco clarificado. Isto pode ser justificado devido a utilização dos agentes de clarificação para obtenção do suco clarificado, onde os polifenóis são carreados para o suco polposo. A nível de 1% observou-se que os dois tipos de sucos apresentaram diferenças entre si ao longo do tempo, sendo que a maior diferença de cor.

Quanto ao comportamento de cada suco ao longo do tempo, observou-se que, a nível de 1%, as diferenças detectadas no suco polposo entre o tempo zero e a partir dos 60 dias até os 120 dias, não foram significativas. Contudo, aos 30 dias de estocagem, houve uma redução nos teores de taninos o que pode ser creditado a uma imprecisão metodológica. No suco clarificado, a redução nos teores de taninos, observado no decorrer do tempo zero até aos 90 dias, não foi significativa a nível de 1%. Apenas aos 120 dias, foi observado uma pequena redução quando comparado ao tempo zero. Como houve efeito de tempo e a

interação foi significativa, analisou-se a evolução dos taninos ao longo do tempo em cada tipo de suco através de uma curva de resposta. Para o suco polposo a melhor curva foi a de quarto grau, dada por:

$$X = 81,7254 + 7,0781y - 12,406y^2 - 2,14583y^3 + 3,007y^4,$$

onde $y = \frac{y - 60}{30}$ e y é o valor do tempo desejado.

Para o suco clarificado, a curva ideal foi a linear que apresenta 90,98% da variação total:

$$X = 57,9133 - 1,967y, \text{ onde } y = \frac{y - 60}{30} \text{ e } y \text{ é o valor do tempo desejado}$$

Analizando o comportamento da viscosidade em ambos os sucos, FIGURA 16, conclui-se que houve efeito do suco ($P = 0,000$), sendo a viscosidade maior detectada no suco polposo.

A análise dos pigmentos solúveis em água (440 nm), reflete o grau de escurecimento não enzimático, RANGANNA (1977). Conforme a FIGURA 17, denota-se que houve efeito do suco ($P = 0,000$), do tempo ($P = 0,000$) e houve interação ($P = 0,001$) entre suco e tempo de estocagem. De acordo com o teste de Tukey, a nível de 1%, observou-se que os dois tipos de sucos apresentaram diferenças entre si ao longo do tempo, sendo que a maior diferença de cor detectada, em intensidade, foi a do suco polposo. No suco clarificado, foi observado um ligeiro escurecimento, destacada pelo aumento na intensidade de cor apenas a partir dos 90 dias de armazenamento.

Segundo WOSIACKI *et al* (1992), as características do processo que intervém na intensidade de cor são aqueles entre as etapas de extração e pasteurização, onde se permite a oxidação enzimática, benéfica até certo ponto, e a precipitação com gelatina, onde se possibilita a retirada de compostos oxidados e eletrostaticamente carregados.

FIGURA 14 - Variação no teor de açúcares redutores (g% de glicose) nos sucos polposo e clarificado de cajá (*Spondias lutea*, L.) durante o período de 120 dias de estocagem.

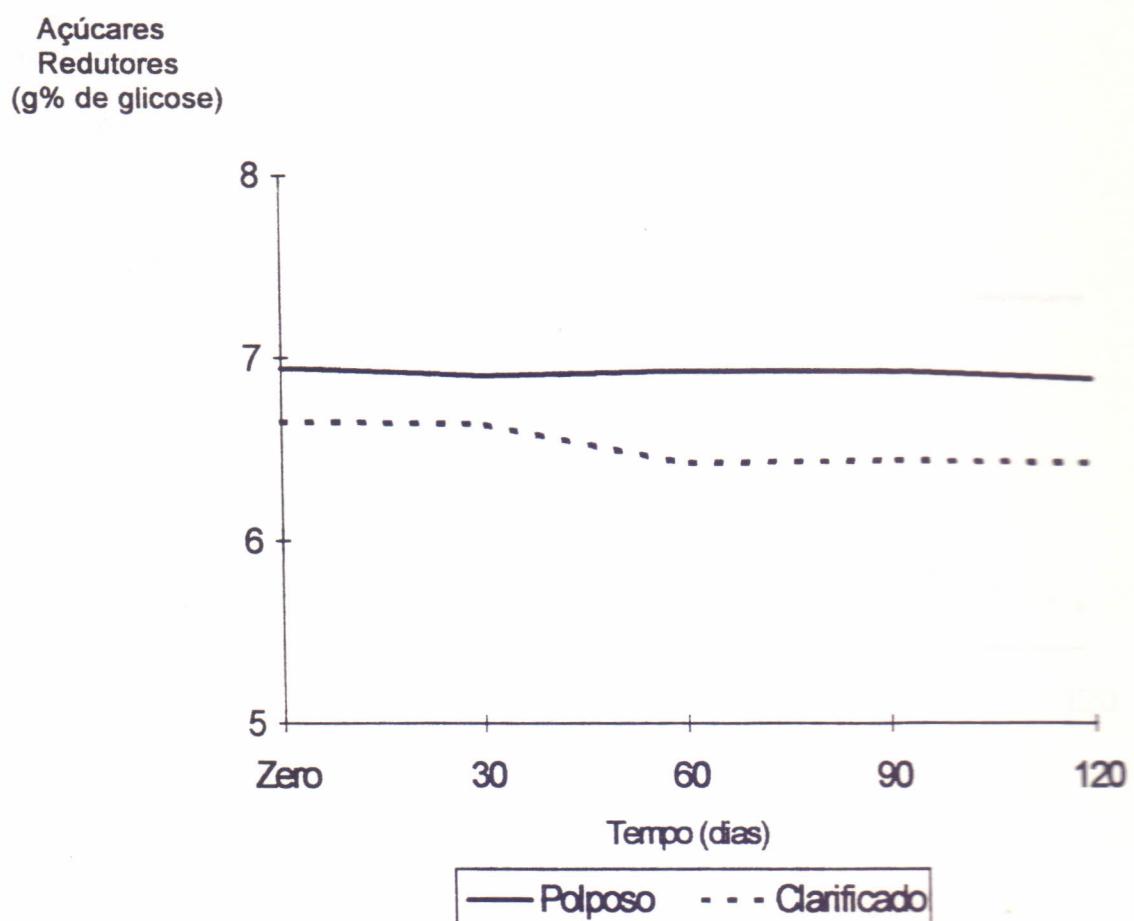


FIGURA 15 - Variação no teor de taninos (mg/100g de ácido tântico) nos sucos polposo e clarificado de cajá (*Spondias lutea*, L.) durante o período de 120 dias de estocagem.

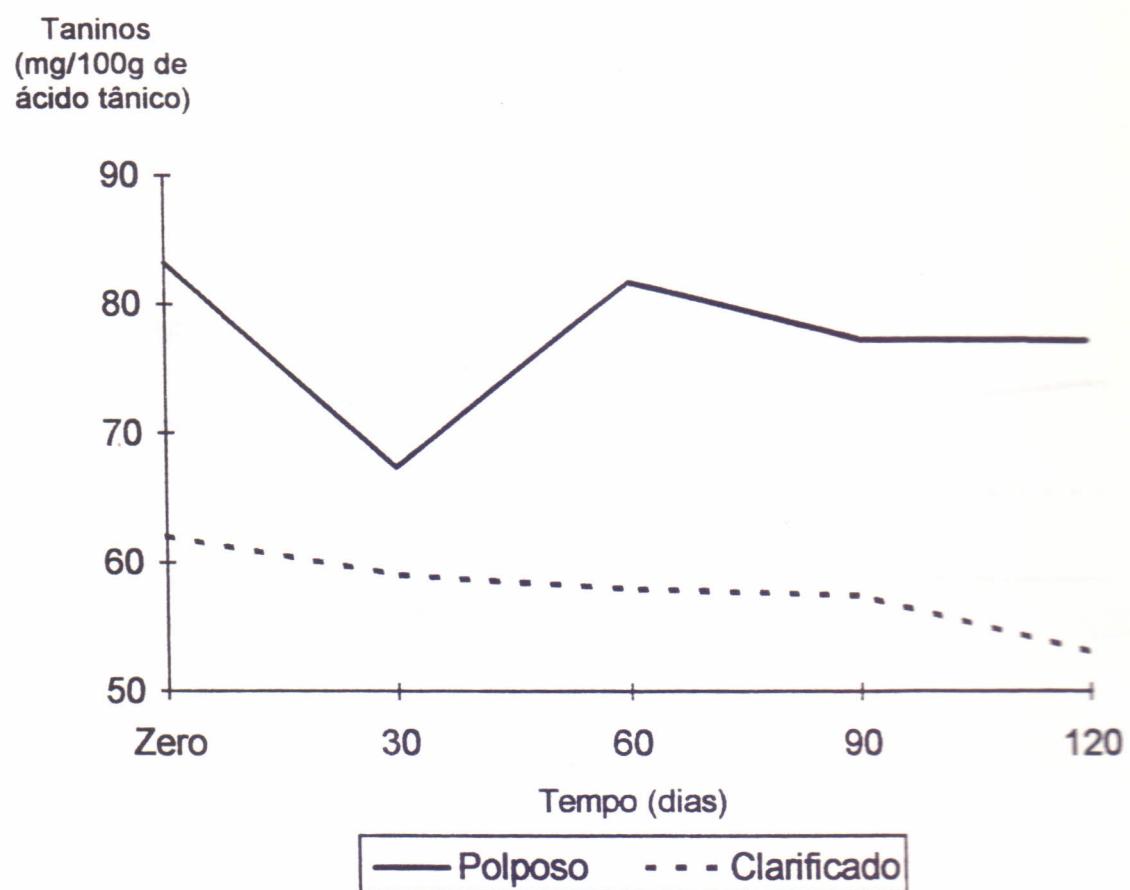


FIGURA 16 - Variação da viscosidade (cps) nos sucos polposo e clarificado de cajá (*Spondias lutea*, L.) durante o período de 120 dias de estocagem

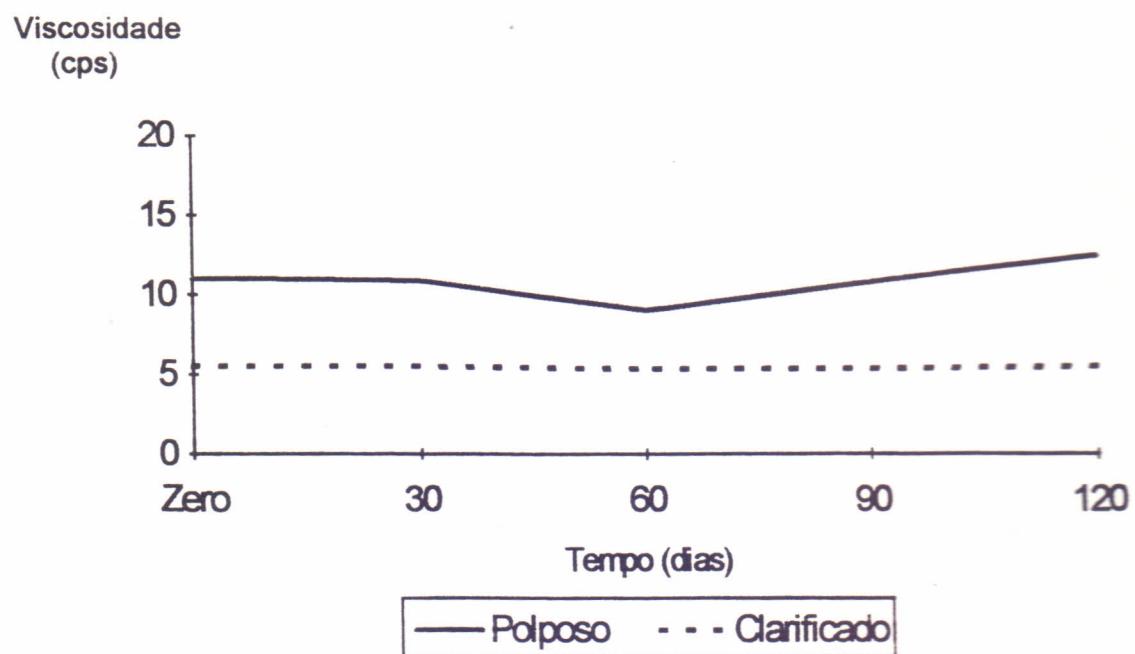


FIGURA 17 - Variação nos pigmentos solúveis em água (440 nm) nos sucos polposo e clarificado de cajá (*Spondias lutea* L.) durante o período de 120 dias de estocagem.

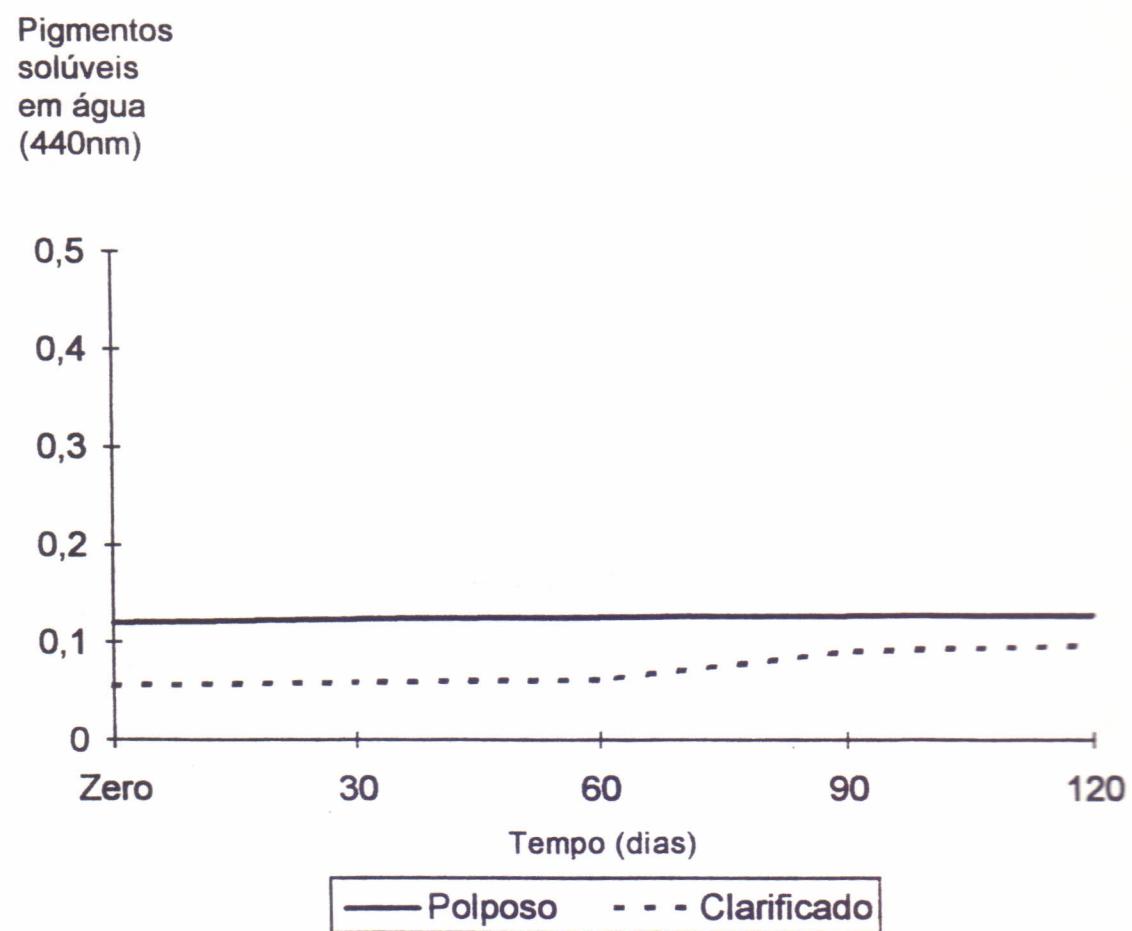
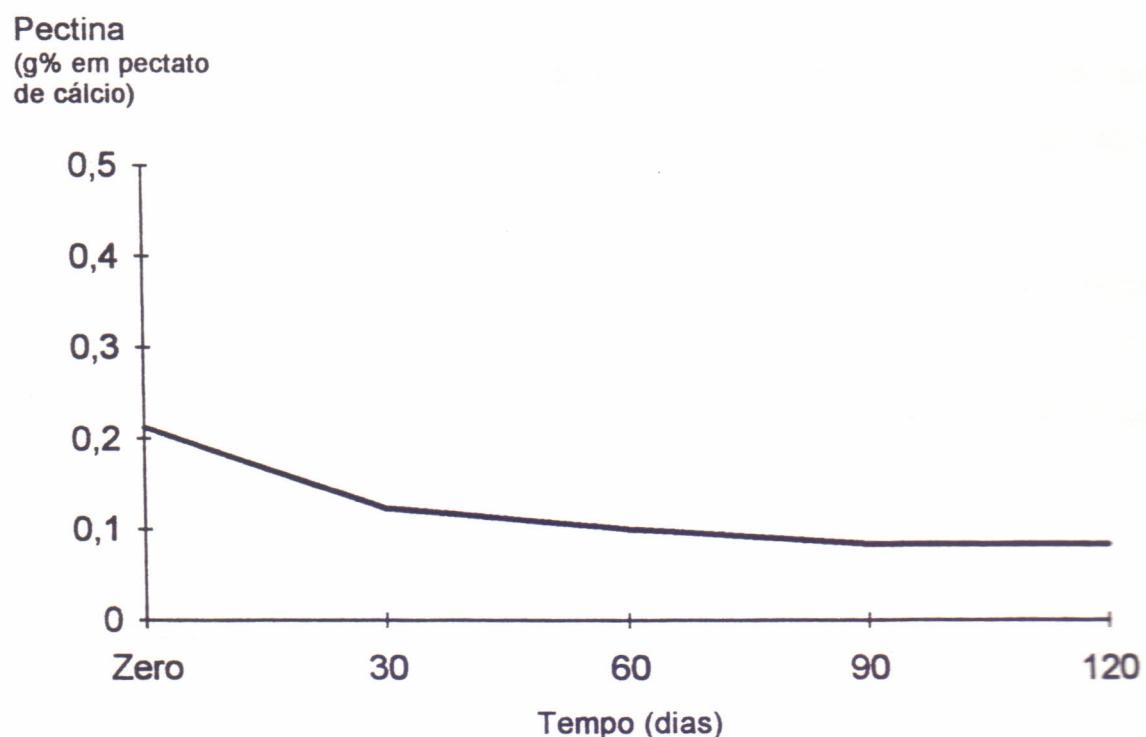


FIGURA 18 - Variação do teor de pectina (g% em pectato de cálcio) no suco polposo de cajá (*Spondias lutea*, L.) durante o período de 120 dias de estocagem.



De acordo com a FIGURA 18, os teores de pectina, em pectato de cálcio, sofreram variações significativas ao longo do tempo ($P=0,0004$) no suco polposo. Do ponto de vista estatístico, conclui-se que os teores médios a partir do 30º dia, são considerados iguais a nível de 1%. A melhor curva é a quadrática que representa 97,5% da variação total. A curva ajustada foi dada por:

$$X = 0,0941 - 0,003y + 0,0133y^2 \text{, onde } y = \underline{y-60} \text{ e } y \text{ é o valor do tempo desejado.}$$

30

No que se refere ao comportamento da turbidez (660 nm), no suco clarificado, observou-se que ao longo do tempo não ocorreram modificações significativas, FIGURA 19.

Confrontado-se os parâmetros estudados no suco polposo com os limites fixados pelo MINISTÉRIO DA AGRICULTURA DO BRASIL (1977), observou-se que os valores detectados estão de acordo com a composição exigida pelos referidos padrões.

4.6 - Análise Sensorial

Os sucos, polposo e clarificado, foram diluídos para utilização em testes sensoriais, tendo em vista a sua elevada acidez.

A avaliação estatística correspondente à definição da melhor formulação quanto ao sabor, a ser utilizada nos métodos "perfil de características" e "escala de ação", foi feita pelo teste de Friedman, conforme MONTEIRO (1984). Os dados revelaram que houve diferença significativa no sabor entre as formulações cujas proporções de suco e água foram, respectivamente : 1:1 (Formulação 1); 1:2 (Formulação 2) e 1:3 (Formulação 3). Em ordem crescente, a preferência foi F_1 , F_2 , F_3 , ou seja, a formulação 3 foi a mais preferida.

FIGURA 19 - Variação da turbidez (660 nm) no suco clarificado de cajá (*Spondias lutea*, L.) durante o período de 120 dias de estocagem.

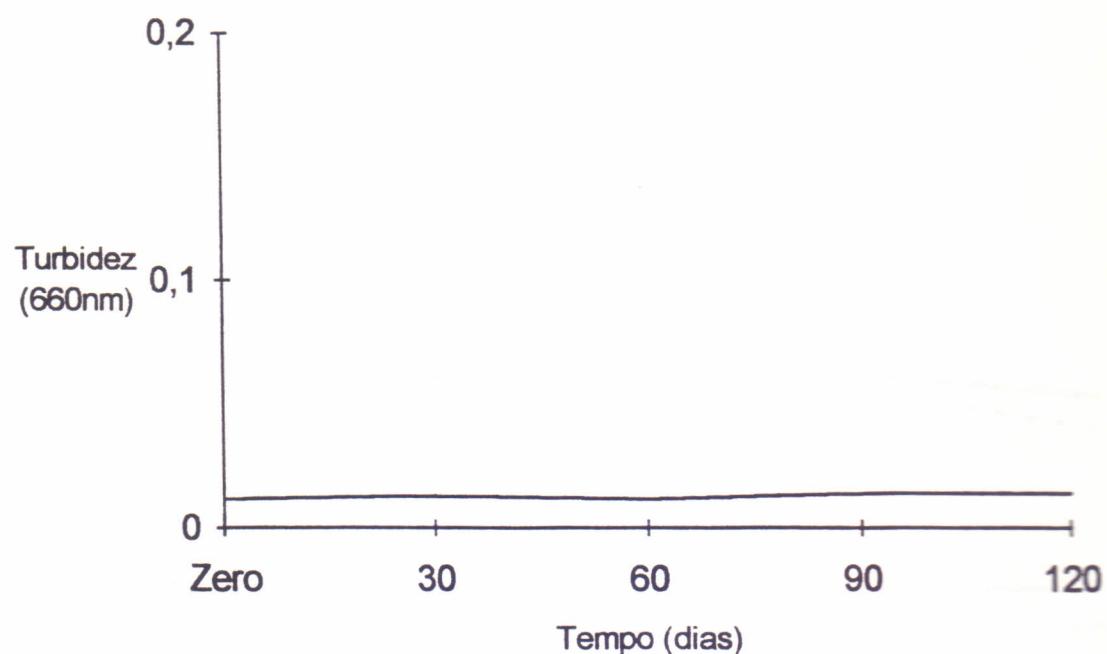


FIGURA 20 - Avaliação sensorial dos sucos polposo e clarificado de cajá (*Spondias lutea*, L.), quanto ao parâmetro odor, durante 120 dias de estocagem.

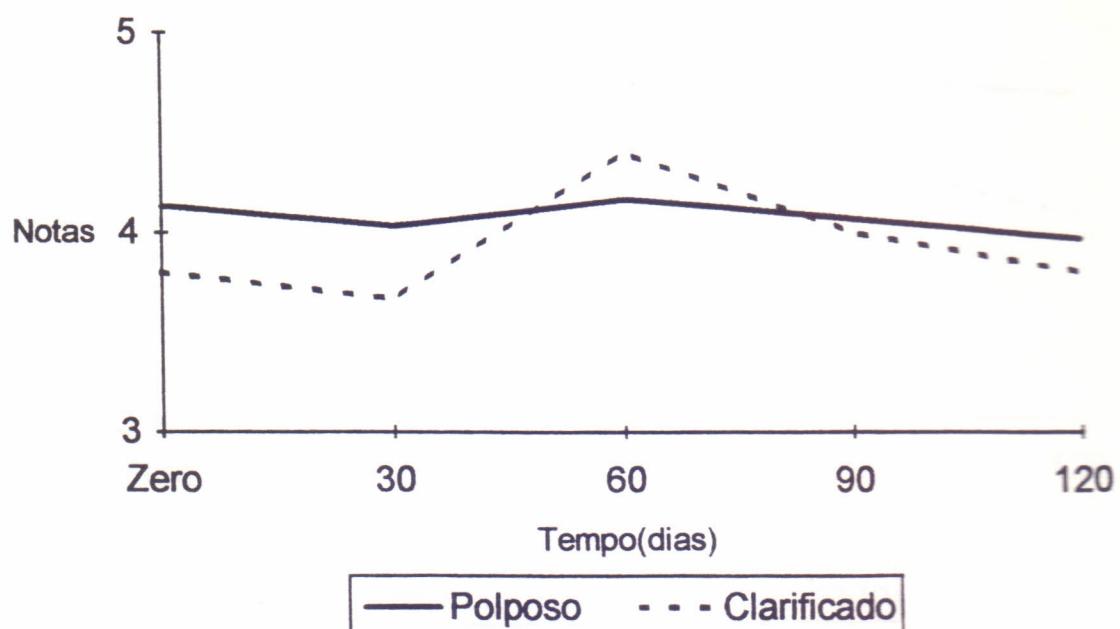


FIGURA 21 - Avaliação sensorial dos sucos polposo e clarificado de cajá (*Spondias lutea*, L.) , quanto ao parâmetro aparência, durante 120 dias de estocagem..

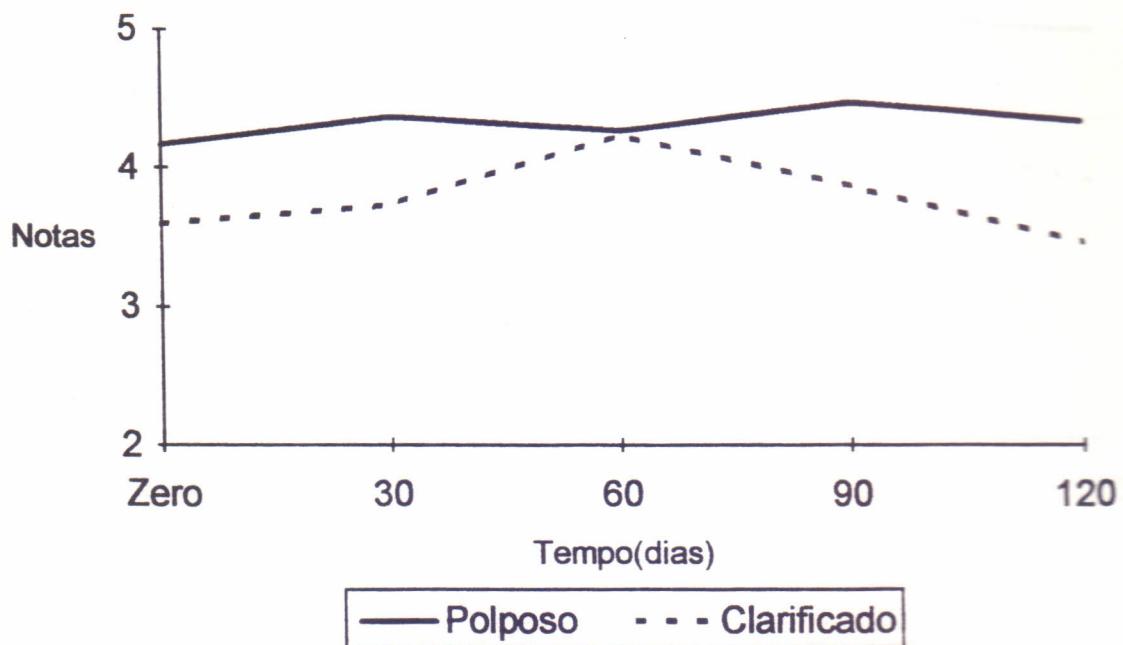


FIGURA 22 - Avaliação sensorial dos sucos polposo e clarificado de cajá (*Spondias lutea*, L.), quanto ao parâmetro cor, durante 120 dias de estocagem.

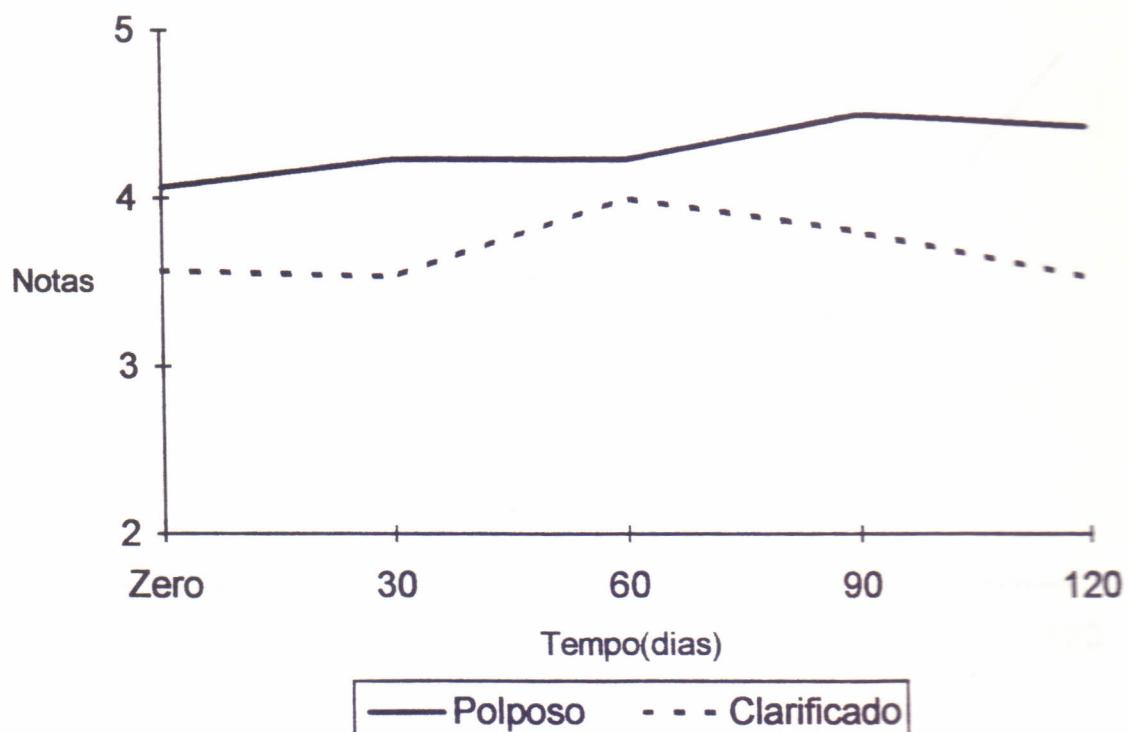


FIGURA 23 - Avaliação sensorial dos sucos polposo e clarificado de cajá (*Spondias lutea*, L.), quanto ao parâmetro sabor, durante 120 dias de estocagem.

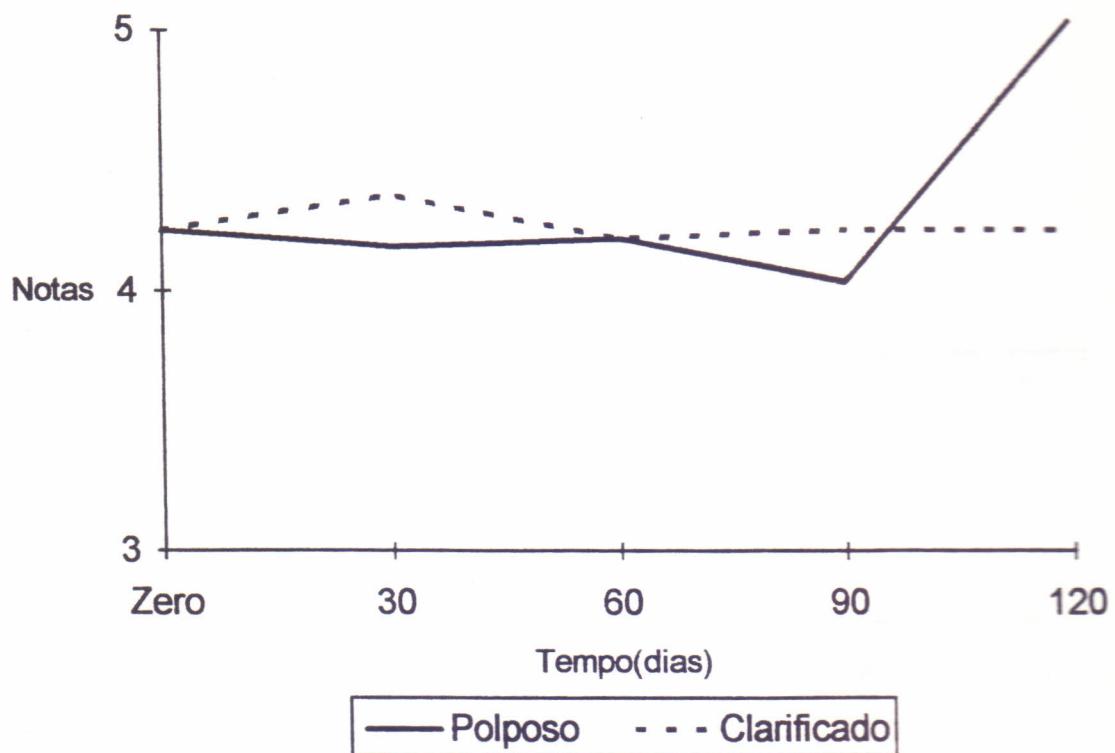


FIGURA 24 - Avaliação sensorial dos sucos polposo e clarificado de cajá (*Spondias lutea*, L.), quanto ao parâmetro corpo, durante 120 dias de estocagem..

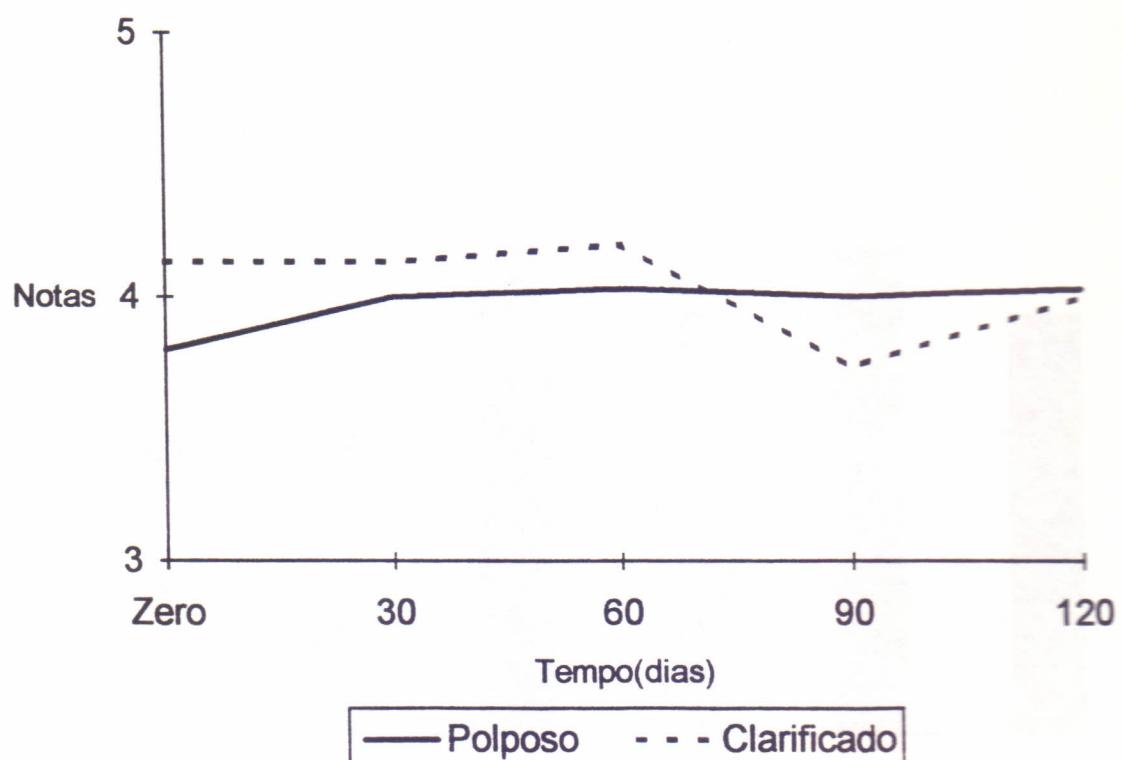
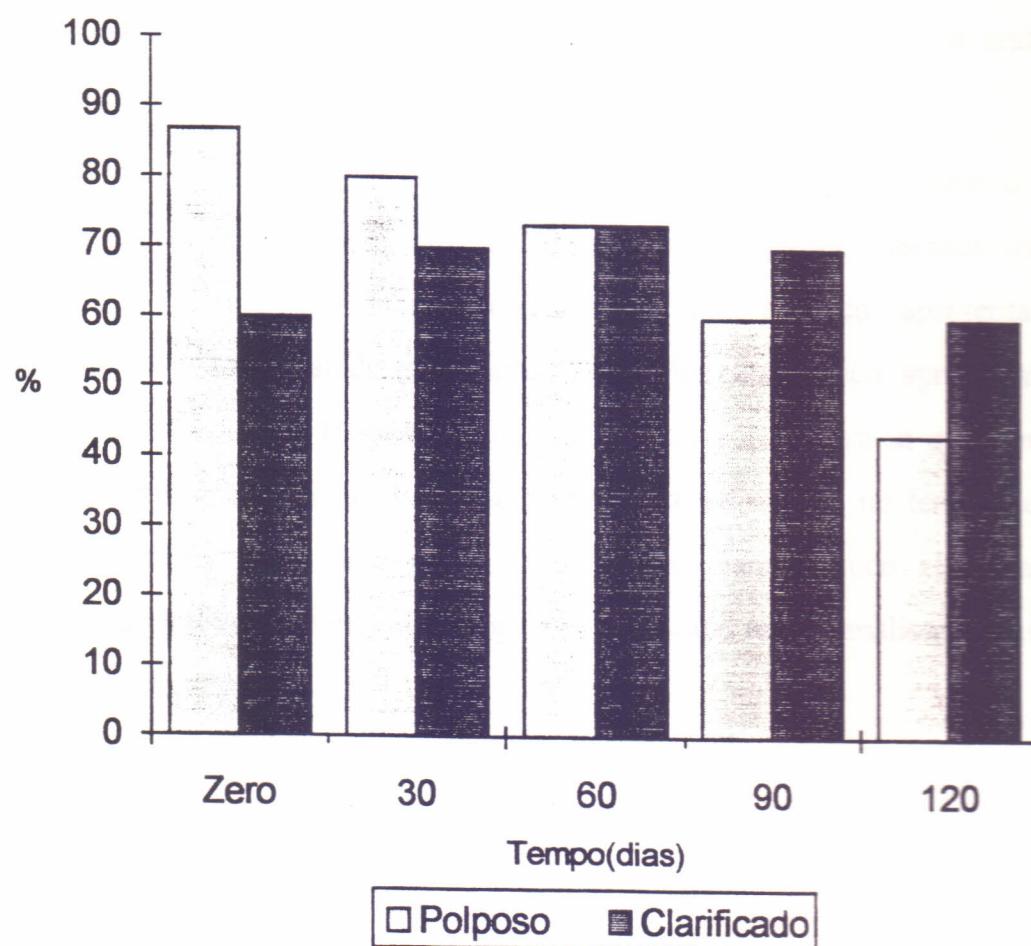


FIGURA 25 - Avaliação sensorial dos sucos polposo e clarificado de cajá (*Spondias lutea* L.), durante 120 dias - Percentual de provadores que beberiam os sucos "frequentemente" e "muito frequentemente".



No método "perfil de características" analisou-se o odor, a aparência, a cor, o sabor e o corpo. Comparou-se assim a evolução dos sucos ao longo do tempo e a relação entre os dois tipos de sucos, FIGURAS 20 a 25.

Observou-se que não ocorreram alterações significativas em cada tempo de estocagem, ao nível de 1%, do ponto de vista organoléptico, em relação aos atributos em análise, haja vista que, foram atribuídas classificações entre "bom" e "muito bom" em todos os intervalos de tempo. Por outro lado, destaca-se que, as notas médias atribuídas ao suco polposo, referentes aos atributos odor, aparência e cor, foram maiores que as do suco clarificado. Quanto aos atributos sabor e corpo, não foram verificadas diferenças significativas entre as médias de ambos os sucos.

No método "escala de ação", foi apresentado um questionário a 30 provadores, de acordo com o item 3.2.3.8., envolvendo questionamentos sobre preferências e conveniências em relação a tomar o suco apresentado. Considerando o percentual de provadores que beberiam o suco apresentado, "frequentemente" e muito frequentemente", FIGURA 25, destaca-se que houve diferenças significativas, a nível de 5%, entre os sucos apenas no tempo zero, onde a preferência pelo suco polposo foi maior. Para o suco clarificado, entretanto, não houve diferença nas proporções em cada tempo analisado a nível de 5% de significância.

5 - CONCLUSÕES

A estimativa do peso da polpa do cajá em relação às variáveis peso do fruto, peso da casca e peso do caroço, pode ser feita pela equação $PPo = PF - PCo - PCA$, a qual representa bem os dados de pesos obtidos neste estudo.

O rendimento em polpa com base no fruto "in natura", na ordem de 62,40%, obtido a nível de escala piloto, pode ser considerado bastante satisfatório.

A adição de 120 ppm de enzima (Pextinex Ultra SP-L) à polpa, foi eficiente para elevar o rendimento médio de suco polposo, com base na polpa, de 65,017% para 85,908%.

O tratamento enzimático do suco polposo com a enzima Pectinex AR, na concentração de 500 ppm, por 120 minutos e temperatura de 45°C, em pH natural do suco, foi eficiente no que se refere a degradação completa da pectina, oferecendo as condições propícias para se experimentar o processo de clarificação.

Levando-se em conta os aspectos físico-químicos e químicos do suco clarificado de cajá, o uso de gelatina e de Baykisol 30, como agentes clarificantes, pode ser considerado satisfatório, sugerindo viabilidade de emprego em escala industrial.

As características físico-químicas e químicas observadas durante o estudo da estabilidade dos sucos polposo e clarificado, permaneceram sem alterações

significativas, indicando que os mesmos apresentam boa estabilidade frente às condições de processamento e armazenamento.

Os sucos polposo e clarificado, do ponto de vista sensorial, obtiveram uma aceitação classificada entre "boa" e "muito boa", observando-se ainda que, houve apenas uma pequena diferença significativa entre os sucos no tempo inicial de estocagem, onde a preferência pelo suco polposo foi maior que pelo suco clarificado entre os provadores que tomariam os suco "frequentemente" e "muito frequentemente".

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLERGRONE, G & BARBENI, M. Identification of components of caja fruit (*Spondias lutea*, L.) and chiral analysis of 3 hydroxy aliphatic esters. *Flavour and Fragrance Journal*, 7 (6): 337-342, 1992.
- A.O.A.C. - ASSOCIATION OFFICIAL OF ANALYTICAL CHEMISTRY. Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry. 20 ed., Washington, 1975. 1094p.
- ASKAR, A; EL-ASHWAH, F.A.; OMRAN, H.T. & LABIB, A.A.S. Color stability of tropical nectars and a simple method of its determination. *Fruit Processing*, 4(1): 14-20, 1994.
- BEER, O.P.; RAGHURAMAINAH, B. & KRISHNAMURTY, G. V. Utilization of mango waste. Recovery of juice from the wast pulp and peel. *J. Food Sci. Technol.*, 13 (3): 138-141, 1976.
- BELITZ, H. *Química de los alimentos*. Zaragoza, Acribia, 1988. 813p.
- BINNIG, R. Light colour - stable cloudy apple juices. *Fruit Processing* (special report), nº IV: 11 - 15, 1993.
- BRAGA, R. *Plantas do nordeste, especialmente do Ceará*. 2 ed. Rio de Janeiro, Imprensa Oficial, 103, 1960.

BRASIL, I.M. *Utilização de pectinases e agentes "fining" no processamento do suco polposo de goiaba (Psidium guajava, L. var Pomifera)*. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 1993, 164p. (Tese de Mestrado).

BUTLER, D. World trade is set to climb, says FAO. *Fruit Processing*, 4 (1): 21-22, 1994.

CAMPOS, F.A. de M. PECHNIK, E. & SIQUEIRA, R. Valor nutritivo de frutas brasileiras. *Arquivos Brasileiros de Nutrição*, 6 (2): 100-101, 1951.

CAVALCANTE, P.B. Frutas comestíveis da Amazônia. Belém. *Publicações avulsas do Museu Emílio Goeldi*, 17: 21-22, 1972.

CHAN, H.T. Jr & RANAMA, J.K.H. Enzimatic deoxygenation of aseptically packaged papaya puree during storage. *Asean Food Journal*, 7 (1): 47-50, 1992.

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

COX, H. & PEARSON, D. *The chemical analysis of the foods*. New York, Chem. Publ. Co., Inc. 1962, 479p.

ENDO, A. Studies on pectolytic enzymes of mads-clarification of apple juice by the joint action of purified pectolytic enzymes. *Agr. Biol. Chem.*, 29 (2): 129-36, 1965.

FENEMA, O.R. *Química de los alimentos*. Zaragoza, Acribia, 1993. 1098p.

FIGUEIREDO, R.W. de . *Estudo da industrialização do jenipapo (Genipa americana, L.)*, Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 1984. 171p. (Tese de Mestrado).

FLORES, J.H. & GAYTAN, J.H. Ultrafiltration of fruit juice and wine.

Dissertation Abstracts International. B: 49(6): 2009-2010, 1988.

FOGARTY, W. M. & WARD, O.P. Pectic substances and pectinolytic enzymes.

Process Biochemistry, 7: 13-11, 1972.

FRANCO, G.V.E. *Nutrição - texto básico e tabela de composição química dos alimentos*. 6. ed. Rio de janeiro, Atheneu, 1982.

FRAZIER, W.C. *Microbiología de los alimentos*. 2 ed. Zaragoza, Acribia, 1981. 512p.

GAHLMANN, M. BUHLER, K.D.; BREITHAUP, E. & GIERSCHNER, K. Possibilities of decontamination of fruit juices containing ^{134}Cs and ^{137}Cs . *Fruit Processing* (special report). n° IA: 2-15, 1993.

GARRIDO, V.M. Factors influencing ellagic acid precipitation in muscadine grape juice during storage. *Journal of Food Science*, 58 (1): 193-196, 1993.

GOMES, R.P. Cajá. In: *Fruticultura brasileira*. 6 ed. Fortaleza, Nobel, p. 135-136, 1980.

GUIMARÃES, A.C.L. *Utilização de enzimas pectolíticas no processamento de suco de maracujá polposo (passiflora edulis f. flavicarpa Dun.)*. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 1985. 97p. (Tese de Mestrado).

HEATHERBELL, D.A. Fruit juice clarification and fining. *CONFRUCTA*, 28: 192-197, 1984.

HOFFMANN, R. & VIEIRA, S. *Análise de regressão*. 2 ed., São Paulo, Hocitec, 1983. 379p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3 ed. São Paulo, 1985, Vol. I, 533p.

ITPS - INSTITUTO DE TECNOLOGIA E PESQUISA DE SERGIPE. Cajá. In: *Aproveitamento industrial de frutos do estado de Sergipe*, 89 - 92, 1984.

JAGTIANI, J.; CHAN, H.T. & SAKAI, W.S. Guava . In: *Tropical Fruit Processing*. New York, Academic Press, p. 27, 1988.

JAIN, S.; DURAND, H. & TIRABY, G. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 34 (3): 308-12, 1990.

JOSLYN, M. A. Preparation of fruit and vegetable juices In. *Fruit and Vegetable Juice Production*. AVI. Publishing Company, Inc. New York, 1961, p. 53-97.

KORTBECH, O.R. Spectacular growth in major markets for fruit juices. *Internacional Trade Forum*, nº 3 : 4-9, 1991.

KORTBECH, O. R. Rising demand for tropical fruit juices and pulp. *International Trade Forum*, 26(4); 12-17, 1990.

LEAAL - LABORATÓRIO EXPERIMENTAL DE ANÁLISE DE ALIMENTOS
- frutos regionais: composição média por 100 gramas de porção comestível.
Recife, Universidade Federal de Pernambuco, (s.n.). Publicação não impressa.

LINARDI, V.R. & PARK, Y.K. Uso de pectinas e enzimas pectinolíticas na indústria de alimentos. *Higiene Alimentar*, 1(3/4): 159-162, 1982.

McLALLAN, M.R.; KIME, R.W. & LIND, L.R. Apple juice clarification with the use of honey and pectinase. *J. Food Sci.*, 50 (1): 206-8, 1985.

MARTINS, M.H. de S. *Valor nutritivo de alimentos definido por pesos médios, frações e medidas caseiras*. Recife, ed. Universitária UFPE, 1982, 109p.

MASSIOT, P.; BARON, A.; FARMASMANE, L. & PARFAIT, A. Evolucion of cell wall polysacharides of cytherea plum (*Spondias cytherea*) during extraction and clarification of juice. *Sciences des Aliments*, 11(3): 477-89, 1991.

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.

MOHSEININ, N.N. *Physical properties of plant and animal materials*. Vol. I. Gordon and Breach. 1970.

MONTEIRO, C.L.B. *Técnicas de avaliação sensorial*. 2 ed. Curitiba, CEPPA-UFP, 1984. 100p.

MONTGOMERY, D.C. *Desing and analysis of experimentes*. New York, John W. Hoy, 1976. 418p.

NARAIN, N. & BORA, P.S. Estudo do rendimento do suco de banana extraído por tratamento enzimático. *V. Congresso Brasileiro de Ciências e Tecnologia de Alimentos*. (resumo de temas livres), Viçosa, p.76, 1981.

NNFCH - Novo Nordisk Ferment Ltd. Pectinex AR. Bagsvaerd, 1992a. [Ficha técnica].

NNFCH - Novo Nordisk Ferment Ltd. Pectinex Ultra SP-L. Bagsvaerd, 1992b.
[Ficha técnica].

NNFCH - Novo Nordisk Ferment Ltd. Información sobre las enzimas: la aplicación de las enzimas pectolíticas em la industria de los zumos de frutas. Bagsvaerd, 1987a. 13p.

NNFCH - Novo Nordisk Ferment Ltd. Información sobre las enzimas: enzimas pectolíticas. Bagsvaerd, 1987b, 15p.

NNFCH - Novo Nordisk Ferment Ltd. The clarification of juices for the production of clear stable juices and concentrates: guidelines for control of the prodution. Bagsvaerd, 1987c. 12p.

NOETHER, G.E. *Introdução à estatística - uma abordagem não paramétrica*. 2 ed. Rio de Janeiro, Guanabara, 1983. 256p.

PEARSON, D. *The chemical analysis of food*. 6 ed., London. J. & A. Churchill, 1970.

PETER, J. Enzymic treatment of tropical fruit for improvmnt of concentraction capability and sediment stability of pulp and juice. *Int. Bruchtsalf-Union, Wiss-Tech. Komm.*, 19: 81-7, 1986.

PILNIK, W. & VORANGE, A.G.J. Effect of enzyme treatment on the quality of processed fruit and vegetables. *ACS Symp. Ser.*, 405: 250-69, 1989.

POTTER, N. N. *Foof Science*. Wesport, Connecticut, AVI Publishing Co., Inc., 1973, 553p.

RANGANNA, M. *Manual of analysis of fruit and vegetable products*. New Delhi, Mac Graw-Hill Publishing Company Limited, 1977, 643p.

ROBINSON, D.S. *Bioquímica y valor nutritivo de los alimentos.* Zaragoza, Acribia, 1991, 516p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. & KIMURA, M. Carotenóides e valor nutritivo de vitamina A em cajá (*Spondias lutea*, L.). In: *Ciência & Tecnol. Alimentos*, 9 (2): 148-162, 1989.

ROMBOUTS, F.M. & PILNIK, W. Enzymes in fruit and vegetables juice technology. *Process Biochemistry*, 13 (8): 9-13, 1978.

SCHMITT, R. Enzymes in the fruit juice industry. *CONFRACTA*, 32: 188, 1988.

SAMPAIO, D. *Anuário do Ceará 92/93.* Fortaleza, Anuário do Ceará Publicações Ltda. p.80. 1992/93.

SANTOS, S.B. Cajá. In: GRANDE manual Globo de Agricultura, pecuária e Receituário Industrial. Porto Alegre, 3:190-91, 1978.

SCHÖTTLER, P. HAMATSCHEK, J. Application of decanters for the production of tropical fruit juices. *Fruit Processing*, 4(1): 198-301, 1994.

SILVA, A.Q. da; SILVA, H.; NÓBREGA, J.P. da & MALAVOLTA, E. Conteúdo de nutrientes por ocasião da colheita em diversas frutas da região Nordeste. *Anais do VII Congresso Brasileiro de Fruticultura*, 1: 136-140, 1984.

SOUZA FILHO, M.S.M. *Aspectos da avaliação física, química, físico-química e aproveitamento industrial de diferentes clones de caju.* (*Anacardium occidentale*, L.). Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 1987. 196p. (Tese de Mestrado).

- STROHM, G. ; WUCHERPENNIG, K & OTTO, K. Fining and clarification of plant-derived beverages. *GER. DE.* 3: 614-57, 1987.
- TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M. & BARBETTA, P.A. *Análise sensorial de alimentos*. Florianópolis. Ed. UFSC., 1987 180p.
- TRESSLER, D.K. & JOSLYN, M.A. *Fruit and vegetables juice processing Technology*. Westport, AVI Publ. Co. Inc., 1971.
- TROOST, T. *Technologie des Weines*. Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer, 1980. 1057p.
- VÍQUEZ, F.; LASTRETO, C. & COOKE, R.D. A study of the production of clarified banana juice using pectinolytic enzymes. *J. Food Technol.*, 16: 115-125, 1981.
- WOSIACKI, G.; CHIQUETTO, N. C. & KIRCHNER, C. L. Avaliação do uso de maçã nacional para fins industriais: parte II - características de qualidade de sucos clarificados de cinco variedades: Anna, Gala, Ohhio beauty e Pome-3, plantas colhidas na safra 89/90. In: *Ciência tecnol. Aliment.* 12 (2): 160-173, 1992.

7 - ANEXOS

TABELA 1A - Correlações entre as variáveis analisadas de acordo com o modelo de regressão linear pelo método "Stepwise Selection".

		PESOS		
	Fruto	Casca	Caroço	Polpa
Fruto	1	0,591	0,733	0,927
Casca	0,591	1	0,562	0,330
Caroço	0,733	0,562	1	0,464
Polpa	0,927	0,330	0,464	1

A equação final é dada por :

$$PPO = PF - PCO - PCA \quad (P = 0,000)$$

FIGURA 1A - Quadro da análise de variância referentes ao percentual de rendimento do suco polposo obtido pela prensagem da polpa tratada enzimaticamente.

FV	gl	SQ	MSQ	F	P
Concentração	4	4155,03	1038,76	453,24**	0,000
Tempo	3	19,52	6,51	2,84 n.s.	0,050
C x T	12	32,36	2,70	1,18 n.s.	0,332
Resíduo	40	91,67	2,29		
Total	59			CV = 1,86%	

FIGURA 2A - Quadro da análise de variância referente à viscosidade da polpa após tratamento enzimático, durante o estudo de rendimento do suco polposo.

FV	gl	SQ	MSQ	F	P
Concentração	4	733839,17	183459,79	36,14**	0,000
Tempo	3	36608,33	12202,78	2,40 n.s.	0,082
C x T	12	27237,50	2269,79	0,45 n.s.	0,933
Resíduo	40	203033,33	5075,83		
Total	59			CV = 4,15%	

FIGURA 3A - Quadro da análise de variância referente aos sólidos solúveis (°Brix) do suco polposo de cajá obtido com tratamento enzimático da polpa.

FV	gl	SQ	MSQ	F	P
Concentração	4	0,58	0,15	18,59**	0,000
Tempo	3	0,02	0,01	1,00	0,401
C x T	12	0,12	0,01	1,29	0,264
Resíduo	40	0,31	0,01		
Total	59			CV = 0,83%	

FIGURA 4A - Quadro da análise de variância referente ao pH do suco polposo de cajá obtido com tratamento enzimático da polpa.

FV	gl	SQ	MSQ	F	P
Concentração	4	0,000250	0,0000625	1,07	0,383
Tempo	3	0,000540	0,0001800	3,09*	0,038
C x T	12	0,000977	0,0008140	1,40	0,208
Resíduo	40	0,002333	0,0000580		
Total	59			CV = 0,26%	

FIGURA 5A - Quadro da análise de variância referente à acidez titulável total (g018% de ácido cítrico) do suco polposo de cajá obtido com tratamento enzimático da polpa.

FV	gl	SQ	MSQ	F	P
Concentração	4	0,0009067	0,000227	0,78	0,547
Tempo	3	0,0009120	0,000304	1,04	0,384
C x T	12	0,0028130	0,000230	0,80	0,645
Resíduo	40	0,0116670	0,000292		
Total	59			CV = 1,36%	

FIGURA 6A - Quadro da análise de variância referente aos açúcares redutores (g% de glicose) do suco polposo de cajá obtido com tratamento enzimático da polpa.

FV	gl	SQ	MSQ	F	P
Concentração	4	0,02	0,0050	0,42	0,794
Tempo	3	0,02	0,0067	0,68	0,570
C x T	12	0,07	0,0058	0,63	0,805
Resíduo	40	0,38	0,0095		
Total	59			CV = 1,67%	

TABELA 2A - pH médio por suco e tempo de estocagem.

Tempo (dias) Suco	Zero	30	60	90	120	Médias
Polposo	2,807	2,800	2,790	2,787	2,720	2,781
Clarificado	3,083	3,107	3,107	3,117	3,143	3,111
Médias	2,945	2,953	2,948	2,952	2,932	2,946

FIGURA 7A - Quadro de análise de variância referente ao pH, por suco e tempo de estocagem.

FV	gl	SQ	MSQ	F	P
Suco	1	0,82005	0,82005	3843,99**	0,000
Tempo	4	0,001787	0,000447	2,09	0,120
S x T	4	0,018416	0,0046	21,58	
Resíduo	20	0,004267	0,000213		
Total	29	0,84452		CV = 0,5%	

TABELA 3A - Médias do °Brix por suco e tempo de estocagem.

Tempo (dias)	Zero	30	60	90	120	Médias
Suco						
Polposo	11,267	11,233	11,233	11,200	11,033	11,193
Clarificado	10,267	10,000	10,033	10,067	10,033	10,080
Médias	10,767	10,617	10,633	10,633	10,533	10,637

FIGURA 8A - Quadro de análise de variância do °Brix por suco e tempo de estocagem

FV	gl	SQ	MSQ	F	P
Suco	1	9,30	9,30	2535,35**	0,000
Tempo	4	0,17	0,04	11,45**	0,000
S x T	4	0,07	0,02	4,95**	0,006
Resíduo	20	0,07	0,00*		
Total	29			CV = 0,56%	

Teste de Tukey para comparar tempo em cada suco :

$$\Delta_{5\%} = 0,144 \quad \Delta_{1\%} = 0,181$$

Suco	5%					1%				
	T5	T4	T3	T2	T1	T5	T4	T3	T2	T1
Polposo										
Clarificado										

As médias sobre o mesmo traço são iguais no nível especificado.

Teste de Tukey para comparar suco em cada tempo :

$$\Delta_{5\%} = 0,101 \quad \Delta_{1\%} = 0,137$$

Tempo	5% e 1%
Zero	I > C
30 dias	I > C
60 dias	I > C
90 dias	I > C
120 dias	I > C

I - suco polposo

C - suco clarificado

TABELA 4A - Médias dos valores de acidez por suco e tempo de estocagem.

Tempo (dias)	Zero	30	60	90	120	Médias
Suco						
Polposo	1,467	1,467	1,470	1,440	1,470	1,463
Clarificado	1,320	1,333	1,237	1,243	1,277	1,282
Médias	1,393	1,400	1,353	1,342	1,373	

FIGURA 9A - Quadro da análise de variância da acidez por suco e tempo de estocagem.

FV	gl	SQ	MSQ	F	P
Suco	1	0,2466	0,2466	1088,70	0,000
Tempo	4	0,0145	0,00362833	15,89	0,000
S x T	4	0,00945	0,002363	10,43	0,000
Resíduo	20	0,00453	0,000227		
Total	29	0,27508		CV = 1,09%	

Teste de Tukey para comparar suco em cada tempo :

$$\Delta_{5\%} = 0,0257 \quad \Delta_{1\%} = 0,035$$

Tempo	5% e 1%
Zero	I > C
30 dias	I > C
60 dias	I > C
90 dias	I > C
120 dias	I > C

I - suco polposo

C - suco clarificado

Teste de Tukey para comparar tempo em cada suco :

$$\Delta_{5\%} = 0,0368 \quad \Delta_{1\%} = 0,046$$

Suco	5%					1%				
	T4	T1	T2	T3	T5	T4	T1	T2	T3	T5
Polposo										
Clarificado	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2

As médias sobre mesmo traço são iguais no nível especificado.

TABELA 5A - Valores médios da relação °Brix/acidez por suco e tempo de estocagem

Suco	Tempo (dias)	Zero	30	60	90	120	Médias
Polposo	7,682	7,659	7,642	7,780	7,506	7,6537	
Clarificado	7,778	7,500	8,114	8,099	7,859	7,8701	
Médias	7,7301	7,5797	7,8780	7,9394	7,6824	7,7619	

FIGURA 10A - Quadro da análise de variância referente com a relação °Brix/acidez.

FV	gl	SQ	MSQ	F	P
Suco	1	0,35	0,35	35,47	0,000
Tempo	4	0,51	0,13	12,95	0,000
S x T	4	0,37	0,09	9,46	0,000
Resíduo	20	0,20	0,01		
Total	29			CV = 1,29%	

Teste de Tukey para comparação de suco em cada tempo :

$$\Delta_{5\%} = 0,170$$

$$\Delta_{1\%} = 0,232$$

Tempo	5% e 1%
Zero	I = C
30 dias	I = C
60 dias	I < C
90 dias	I < C
120 dias	I < C

I - suco polposo

C - suco clarificado

Teste de Tukey para comparar tempo em cada suco :

$$\Delta_{5\%} = 0,244$$

$$\Delta_{1\%} = 0,305$$

Suco	5%					1%				
	T5	T3	T2	T1	T4	T5	T3	T2	T1	T4
Polposo										
Clarificado	T2	T1	T5	T4	T3	T2	T1	T5	T4	T3

As médias sobre mesmo traço não diferem estatisticamente.

TABELA 6A - Valores da relação °Brix/acidez estimados pela curva para o suco clarificado de cajá

Tempo	Observado	Estimado
Zero	7,778	7,7510
30 dias	7,500	7,4851
60 dias	8,114	8,1141
90 dias	8,099	8,1140
120 dias	7,859	7,8890

TABELA 7A - Valores médios dos açúcares redutores por suco e tempo de estocagem.

Suco	Tempo (dias)	Zero	30	60	90	120	Médias
Polposo	Zero	6,940	6,900	6,927	6,923	6,880	6,914
Clarificado	Zero	6,650	6,637	6,423	6,440	6,423	6,515
	Médias	6,795	6,768	6,675	6,682	6,652	6,714

FIGURA 11A - Quadro da análise de variância relacionado com os açúcares redutores por suco e tempo de estocagem.

FV	gl	SQ	MSQ	F	P
Suco	1	1,20	1,20	38,46**	0,000
Tempo	4	0,10	0,02	0,77	0,557
S x T	4	0,08	0,02	0,62	0,652
Resíduo	20	0,62	0,03		
Total	29			CV = 2,62%	

TABELA 8A - Valores médios de taninos (ácido tântico), por suco e tempo de estocagem

Tempo (dias)	Zero	30	60	90	120	Médias
Suco						
Polposo	83,217	67,390	81,720	77,253	77,197	77,36
Clarificado	62,060	59,063	57,967	57,440	53,037	57,91
Médias	72,64	63,23	69,84	67,35	65,12	67,63

FIGURA 12A - Quadro da análise de variância relacionado com os taninos por suco e tempo de estocagem.

FV	gl	SQ	MSQ	F	P
Suco	1	2834,94	2834,94	399,87**	0,000
Tempo	4	334,61	83,65	11,80**	0,000
S x T	4	251,21	62,80	8,86**	0,000
Resíduo	20	141,79	7,09		
Total	29			CV = 3,94%	

Teste de Tukey para comparação de suco em cada tempo :

$$\Delta_{5\%} = 4,54 \quad \Delta_{1\%} = 6,18$$

Tempo	5% e 1%
Zero	I > C
30 dias	I > C
60 dias	I > C
90 dias	I > C
120 dias	I > C

I - suco polposo

C - suco clarificado

Teste de Tukey para comparar tempo em cada suco :

$$\Delta_{5\%} = 6,50 \quad \Delta_{1\%} = 8,13$$

Suco	5%					1%				
	T2	T5	T4	T3	T1	T2	T5	T4	T3	T1
Polposo										
Clarificado	T5	T4	T3	T2	T1	T5	T4	T3	T2	T1

As médias sobre o mesmo traço são iguais no nível especificado.

TABELA 9A - Valores de taninos (%ácido tântico) estimados pela curva para o suco polposo de cajá.

Tempo	Observado	Estimado
Zero	83,217	83,224
30 dias	67,390	67,394
60 dias	81,720	81,7254
90 dias	77,253	77,259
120 dias	77,197	77,203

TABELA 10A - Valores de taninos (%ácido tântico) estimados pela curva para o suco clarificado.

Tempo	Observado	Estimado
Zero	62,060	61,8470
30 dias	59,063	59,8800
60 dias	57,967	57,9133
90 dias	57,440	57,9460
120 dias	53,037	53,9790

TABELA 11A - Valores médios dos pigmentos (440 nm) por suco e tempo de estocagem.

Tempo (dias)	Zero	30	60	90	120	Médias
Suco						
Polposo	0,120	0,124	0,126	0,127	0,128	0,125
Clarificado	0,056	0,059	0,062	0,091	0,097	0,0729
Médias	0,088	0,091	0,094	0,109	0,113	0,099

FIGURA 13A - Quadro de análise de variância relacionado com os pigmentos (440 nm) por suco e tempo de estocagem

FV	gl	SQ	MSQ	F	P
Suco	1	0,020330	0,0203300	365,90**	0,000
Tempo	4	0,002948	0,0007370	13,26**	0,000
S x T	4	0,001710	0,0004280	7,69**	0,001
Resíduo	20	0,001113	0,0000557		
Total	29			CV = 7,54%	

Teste de Tukey para comparar sucos em cada tempo :

$$\Delta_{5\%} = 0,0127$$

$$\Delta_{1\%} = 0,0173$$

Tempo	5% e 1%
Zero	I > C
30 dias	I > C
60 dias	I > C
90 dias	I > C
120 dias	I > C

I - suco polposo

C - suco clarificado

Teste de Tukey para comparar tempos em cada suco :

$$\Delta_{5\%} = 0,0182$$

$$\Delta_{1\%} = 0,0228$$

Suco	5%					1%				
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
Polposo										
Clarificado										

As médias sobre mesmo traço são consideradas iguais no nível especificado.

TABELA 12A - Valores médios da viscosidade (cps) por suco e tempo de estocagem.

Tempo (dias)	Zero	30	60	90	120	Médias
Suco						
Polposo	11,00	10,83	9,00	10,77	12,43	10,81
Clarificado	5,50	5,50	5,33	5,33	5,50	5,43
Médias	8,25	8,17	7,17	8,05	8,97	8,120

FIGURA 14A - Quadro de análise de variância da viscosidade por suco e tempo de estocagem

FV	gl	SQ	MSQ	F	P
Suco	1	216,55	216,55	242,58**	0,000
Tempo	4	9,90	2,47	2,77 n.s.	0,055
S x T	4	8,05	2,01	2,25	0,099
Resíduo	20	17,85	0,89		
Total	29			CV = 11,6%	

TABELA 13A - Valores médios de pectina (g% de pectato de cálcio) do suco polposo e tempo de estocagem.

Tempo	Pectina			Médias	Valores médios estimados
Zero	0,19	0,24	0,21	0,213	0,2070
30 dias	0,12	0,10	0,15	0,123	0,1110
60 dias	0,07	0,09	0,14	0,100	0,0941
90 dias	0,06	0,09	0,10	0,083	0,0770
120 dias	0,07	0,09	0,09	0,083	0,0870

FIGURA 15A - Quadro de análise de variância da pectina do suco polposo e por tempo de estocagem.

FV	gl	SQ	MSQ	F	P
Tempo	4	0,0354	0,0089	14,1330**	0,0004
Linear	1	0,0270	0,0270	43,0850**	0,0001
Quadrático	1	0,0075	0,0075	11,9149**	0,0062
Cúbico	1	0,0008	0,0008	1,1968	0,2996
Quártico	1	0,0001	0,0001	0,159	
Resíduo	10	0,0063	0,0006		
Total	14	0,0417		CV = 20,8%	

TABELA 14A - Valores médios da turbidez (660 nm) do suco clarificado de cajá durante o tempo de estocagem.

Tempo	Turbidez			Médias
Zero	0,013	0,011	0,011	0,01170
30 dias	0,013	0,013	0,013	0,0130
60 dias	0,011	0,011	0,013	0,0117
90 dias	0,016	0,013	0,013	0,0140
120 dias	0,013	0,013	0,016	0,0140

FIGURA 16A - Quadro da análise de variância referente à turbidez durante a estocagem do suco clarificado de cajá.

FV	gl	SQ	MSQ	F	P
Tempo	4	0,00001640	0,000004100	2,3654 n.s.	0,1229
Resíduo	10	0,00001730	0,000001733		
Total	14	0,00001374		CV = 10,2%	

Não houve efeito de tempo.

Teste de Tukey para comparar sucos em cada tempo :

$$\Delta_{5\%} = 0,0674 \quad \Delta_{1\%} = 0,0889$$

Em ordem crescente temos :

T5 T4 T3 T2 T1

As médias sobre mesmo traço são consideradas iguais a nível de 1%.

TABELA 15A - Notas médias, por suco e tempo de estocagem, durante o estudo da análise sensorial ("perfil de características" - parâmetro odor).

Suco	Tempo	Zero	30	60	90	120	Médias
Polposo		4,133	4,033	4,167	4,007	3,967	4,07
Clarificado		3,800	3,667	4,400	4,000	3,800	3,93
	Médias	3,967	3,850	4,283	4,033	3,883	

FIGURA 17A -Quadro de análise de variância do método "perfil de características"- parâmetro odor.

FV	gl	SQ	MSQ	F	P
Suco	1	1,47	1,47	1,83 n.s.	0,177
Tempo	4	7,11	1,78	2,21 n.s.	0,068
S x T	4	3,51	0,88	1,09 n.s.	0,360
Resíduo	290	232,90	0,80		
Total	299			CV = 22,4%	

TABELA 16A - Notas médias, por suco e tempo de estocagem, durante o estudo da análise sensorial ("perfil de características" - parâmetro aparência.

Tempo Suco	Zero	30	60	90	120	Médias
Polposo	4,167	4,367	4,267	4,467	4,333	4,32
Clarificado	3,600	3,733	4,233	3,867	3,467	3,78
Médias	3,883	4,050	4,250	4,167	3,900	4,050

FIGURA 18A - Quadro da análise de variância do método "perfil de características" - parâmetro aparência.

FV	gl	SQ	MSQ	F	P
Suco	1	21,87	21,87	30,71**	0,000
Tempo	4	6,23	1,56	2,19	0,070
S x T	4	5,65	1,41	1,98	0,097
Resíduo	290	206,50	0,71		
Total	299			CV = 20,81%	

TABELA 17A - Notas médias, por suco e tempo de estocagem, durante o estudo da análise sensorial ("perfil de características" - parâmetro cor).

Suco	Tempo	Zero	30	60	90	120	Médias
Polposo		4,067	4,233	4,233	4,500	4,433	4,293
Clarificado		3,567	3,533	4,000	3,800	3,533	3,687
	Médias	3,817	3,883	4,117	4,150	3,983	3,990

FIGURA 19A - Quadro da análise de variância do método "perfil de características" - parâmetro cor.

FV	gl	SQ	MSQ	F	P
Suco	1	27,60	27,60	45,86**	0,000
Tempo	4	4,99	1,25	2,07	0,085
S x T	4	3,81	0,95	1,58	0,179
Resíduo	290	174,57	0,60		
Total	299			CV = 19,44%	

TABELA 18A - Notas médias, por suco e tempo de estocagem, durante o estudo da análise sensorial "perfil de características" - parâmetro sabor).

Suco	Tempo	Zero	30	60	90	120	Médias
Polposo	4,233	4,167	4,200	4,033	3,833	4,093	
Clarificado	4,233	4,367	4,200	4,233	4,233	4,253	
Médias	4,233	4,267	4,200	4,133	4,033	4,173	

FIGURA 20A - Quadro da análise de variância do método "perfil de características" - parâmetro sabor.

FV	gl	SQ	MSQ	F	P
Suco	1	0,48	0,48	0,37 n.s.	0,542
Tempo	4	9,25	2,31	1,79 n.s.	0,130
S x T	4	10,32	2,58	2,00 n.s.	0,095
Resíduo	290	379,13	1,29		
Total	299			CV = 26,6%	

TABELA 19A - Notas médias, por suco e tempo de estocagem, durante o estudo da análise sensorial ("perfil de características" - parâmetro corpo).

Tempo Sucos	Zero	30	60	90	120	Médias
Polposo	3,800	4,000	4,033	4,000	4,033	3,973
Clarificado	4,133	4,133	4,200	3,733	4,000	4,040
Médias	3,967	4,066	4,116	3,866	4,016	4,006

FIGURA 21A - Quadro da análise de variância do método "perfil de características"- parâmetro corpo.

FV	gl	SQ	MSQ	F	P
Suco	1	0,33	0,33	0,60 n.s.	0,438
Tempo	4	2,22	0,55	1,00 n.s.	0,406
S x T	4	3,10	0,78	1,40 n.s.	0,233
Resíduo	290	160,33	0,55		
Total	299			CV = 18,6%	

TABELA 20A - Percentual de provadores que beberiam o suco apresentado "frequentemente" e "muito frequentemente", método "escala de ação".

Suco	POLPOSO					CLARIFICADO				
Tempo	Zero	30	60	90	120	Zero	30	60	90	120
	86,7	80,0	73,3	60,0	43,3	60,0	70,0	73,3	70,0	60,0