

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

ESTUDO DO PROCESSAMENTO DE SUCO DE
CAJU (Anacardium occidentale L.)

Paulo Roberto Siqueira Telles
Engenheiro Químico

Orientador:

Prof. Dr. Roberto Hermínio Moretti

Dissertação apresentada à Faculdade de Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Mestre em Ciência em Tecnologia de Alimentos.

-1974-

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

A meus pais e irmãos

ÍNDICE

	página
RESUMO	
SUMMARY	
1. INTRODUÇÃO.	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	3
2.1. Informações gerais sobre a matéria prima	3
a) Variedades.	3
b) Colheita.	3
c) Aproveitamento.	4
2.2. Suco de caju	5
a) Composição química.	5
b) Estabilidade durante o armazenamento.	9
2.3. Suco concentrado de caju	10
3. MATERIAL E MÉTODOS.	11
3.1. Matéria prima.	11
3.2. Processamento.	11
a) Pesagem	11
b) Seleção e separação da castanha	12
c) Desintegração da maçã e extração do suco.	12
d) Pasteurização	12
e) Concentração e congelamento	13
3.3. Determinações efetuadas nos sucos.	15
3.4. Exame microbiológico	16
3.5. Análise sensorial.	16
4. RESULTADOS.	18
5. DISCUSSÃO	33
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	39
AGRADECIMENTOS.	45

RESUMO

Foram processados três tipos de suco de caju com polpa em suspensão: (a) suco simples pasteurizado, (b) concentrado congelado de 65º Brix e (c) suco simples congelado como amostra controle.

O suco foi obtido de "maçãs" do caju (pseudofrutos de Anacardium occidentale L.) em três diferentes estágios de maturação, procedentes do Estado do Ceará. As "maçãs" de cada estágio de maturação foram processadas separadamente, tendo sido usado um extrator de fuso helicoidal para a extração do suco, depois da desintegração dos pseudofrutos em desintegrador tipo "Rietz". O suco recém-extraído foi peneirado para retirar a polpa mais grosseira em suspensão.

O suco foi concentrado num evaporador centrífugo "Centri-Therm" e armazenado em câmara frigorífica. A pasteurização se processou num pasteurizador rotativo "Spin Cooker and Cooler".

Os diferentes sucos obtidos foram enlatados a vácuo em latas nº 2¹/₂ (99,5 x 188 mm) com revestimento interno de verniz sanitário. A estocagem dos sucos simples congelado e concentrado congelado foi feita a -18ºC, e a do pasteurizado à temperatura ambiente, 25ºC.

Determinações físico-químicas efetuadas periodicamente durante uma estocagem de 150 dias, mostraram que a vitamina C é o principal componente do suco a sofrer perdas significantes, e que o suco das "maçãs" semi-maduras é o mais estável em relação ao teor desta vitamina.

Foram também efetuadas análises microbiológica e sensorial, tendo a análise sensorial mostrado que não há diferença significativa entre os estágios de maturação dentro dos tratamentos. Houve diferença significativa entre os processamentos utilizados, sendo que o melhor dentre eles foi o concentrado congelado.

SUMMARY

Three types of unclarified cashew apple juice were processed: (a) pasteurized single-strength, (b) 65° Brix frozen concentrate and (c) frozen single-strength as a control sample.

The juice was obtained from cashew apples (fleshy peduncles of Anacardium occidentale L.) in three different stages of ripeness coming from the State of Ceará, Brasil and each stage separately extracted in a screw-type juice extractor, after a preliminary desintegration in a "Rietz" type desintegrator. The coarse particles in the extracted juice were removed by screening.

The juice was concentrated in a centrifugal evaporator "Centri-Therm" and stored in a freezer. The pasteurized single-strength samples were obtained by "Spin-Cooker" process.

The different types of juice obtained were canned in n° 2 ¹/₂ lacquered cans, under vacuum and stored. Storage temperature were: at room temperature, 25°C for (a) samples and -18°C for (b) and (c) samples.

Physico-chemical determinations were conducted periodically for a 150-days storage period and showed that vitamin C is the main component susceptible to changes during storage, and the juice extracted from almost ripe cashew apples was the more stable in regard to the vitamin C content.

It was also done microbiological and sensorial analysis. Sensorial analysis showed that there is no significant difference between stages of ripeness when different processes were used. It was also found that there is a significant difference between the processes used in this study, being the frozen concentrate the best.

1. INTRODUÇÃO

Uma das principais características das frutas quanto ao aspecto nutritivo, é como fonte de ácido ascórbico, a vitamina C, e geralmente as necessidades humanas diárias desta vitamina são supridas pelo consumo de frutas e legumes.

A "maçã" do caju ou caju, como é mais conhecido o pseudofruto do cajueiro (Anacardium occidentale L.) apresenta-se como uma excelente fonte de vitamina C, possuindo o suco de caju um teor de ácido ascórbico cerca de quatro a cinco vezes superior ao encontrado no suco de laranja.

No Nordeste Brasileiro, especialmente nos Estados do Ceará e de Pernambuco, atualmente os dois maiores produtores nacionais de castanha de caju, o aproveitamento industrial da "maçã" do caju para o processamento de sucos ainda é mínimo se forem comparadas a produção de "maçãs" e a de suco processado nos últimos anos. As indústrias implantadas que trabalham com os produtos do cajueiro em sua maioria beneficiam somente a castanha, para a obtenção da amêndoa e outros sub-produtos, sendo a "maçã" do caju perdida no próprio campo quase na sua totalidade.

Segundo dados do IBGE (4), em 1971 a produção brasileira de castanha de caju, foi de 28.602 ton. Estimativas mais recentes (5) para a safra de 1973/74, preveem um total de 42.298 ton. de castanhas oriundas de cajueiros nativos e de plantios organizados no Nordeste Brasileiro. Para a safra de 1987/88 está prevista uma produção regional de 222.311 ton. de castanhas de caju. Considerando que a castanha representa, em média, apenas 10% do peso do caju (castanha + pseudofruto), pode-se ter uma idéia da grande quantidade de pseudofrutos disponíveis para o processamento industrial.

Com o aumento progressivo da produção nordestina de "maçãs" de caju, graças aos incentivos governamentais na forma de financiamento de projetos agro-industriais para a implantação e exploração de cultivos organizados do cajueiro, ocorre então a necessidade de maiores estudos objetivando não só o aproveitamento integral do caju, como também o melhoramento da tecnologia já existente para a

obtenção de seus produtos. Como o cajueiro é uma árvore de cultura perene, atingindo a altura de 5 a 8 metros, todos estes projetos para a formação de cajueirais podem ser considerados projetos de reflorestamento, tornando ainda mais fácil o seu financiamento.

O presente trabalho pretende contribuir para o melhoramento da tecnologia do processamento de sucos de caju.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A bibliografia sobre o cajueiro e seus produtos, dispersa em publicações na Índia, em alguns países da África Oriental e no Brasil, já foi reunida nos trabalhos de ROCHA (34) em 1967, e de GUEDES (14) em 1974.

Nestes dois trabalhos, apesar das centenas de referências sobre os diversos aspectos da cultura do cajueiro e o aproveitamento de seus produtos, pode-se observar que as referências sobre a "maçã" do caju são em número muito reduzido.

2.1. Informações Gerais sobre a Matéria-Prima

a) Variedades

O cajueiro pertence à família Anacardiaceae a qual conta com 65 gêneros e cerca de 440 espécies. O gênero Anacardium ao qual pertence o cajueiro, apresenta 11 espécies, sendo a espécie Anacardium occidentale L. a primeira classificada botanicamente e a de maior importância econômica (29).

Em relação às variedades de Anacardium occidentale L., as classificações existentes são puramente empíricas, baseando-se na cor, na forma e na consistência dos pseudofrutos (caju amarelo, caju vermelho, caju banana, caju manteiga, etc.). Estas múltiplas variações são devidas a multiplicação por meio de sementes. Existem mais de quarenta tipos de pedúnculos ou falsos frutos que poderiam ser mantidos se se multiplicasse o cajueiro por via vegetativa (30)

Como o cajueiro é uma planta bastante heterozigótica, a propagação vegetativa (enxertia, alporquia, etc.) possibilitaria a manutenção de uniformidade genética das variedades eleitas como as mais adequadas para o processamento industrial (29).

b) Colheita

No Nordeste Brasileiro a colheita do caju tem início em mea

dos do mês de setembro prolongando-se até janeiro. O pico da safra ocorre durante os meses de novembro e dezembro, dependendo da distribuição das chuvas. O cajueiro pode iniciar sua produção aos dois anos de idade com um rendimento médio de 200 g de castanhas ou aproximadamente 2 kg (castanha + pseudofruto) (29).

De acordo com os dados obtidos na "Estação Experimental de Pacajus", no Ceará, o cajueiro atinge a estabilização de sua produção no 11º ano de vida com 16,5 kg de castanhas por árvore (5).

Em plantios organizados, com espaçamento 10m x 10m, em quadrado, cada hectare comporta 100 cajueiros e o rendimento é de 1,65 ton. de castanhas por hectare para cajueiros com produção já estabilizada.

Quando além da castanha objetiva-se o aproveitamento do pseudofruto para sua industrialização, a colheita deverá ser processada com os devidos cuidados a fim de não danificar os pseudofrutos. Devido a sua alta perecibilidade, deverão ser colhidos, diariamente, ao atingirem ponto de maturação adequado para o consumo (29).

Para evitar o esmagamento dos pseudofrutos, o acondicionamento durante a colheita deve ser feito em caixa de pouca altura. Logo após os cajus serem colhidos e acondicionados, transporta-se imediatamente ao local onde se opera o seu processamento industrial, o mais rápido possível. Na seleção para o processamento de sucos, se a colheita não foi feita de maneira adequada, chega-se a eliminar até 60% dos cajus (43).

Com relação a perecibilidade da "maçã" do caju, estudos realizados por SINGH e MATHUR (39) mostraram que os pseudofrutos podem ser estocados a 0-2°C e 85-90% de umidade relativa por aproximadamente cinco semanas.

c) Aproveitamento

A "maçã" do caju pode ser utilizada tanto para o processamento de sucos como para a fabricação de doce em massa, compota, caju cristalizado, caju tipo ameixa, geléia, cajuína (28), vinho (6) e aguardente. Os resíduos ou bagaço do processamento para obtenção

de suco pode ser usado como complemento para ração animal.

A literatura cita ainda sua utilização no preparo de molho do tipo "fruit chutney" (15) e a possibilidade de liofilização do suco (31).

Em trabalho publicado pela SUDENE em 1972 (8) mostra-se a produção de doces e sucos de frutas regionais de vários Estados Nordestinos, de 1966 a 1969.

Em relação ao Estado do Ceará, os dados referentes ao ano de 1969 para doces e sucos de caju, são:

Caju cristalizado.....	350,0 ton.
Caju em massa.....	487,4 ton.
Caju em calda.....	100,9 ton.
Geléia de caju.....	14,0 ton.
Suco de caju	1.200.000 garrafas de 500 ml.

Considerando-se a produção de "maçãs" do caju neste mesmo ano como aproximadamente 125.000 ton (4), verifica-se que somente uma pequena porcentagem da produção de "maçãs" foi aproveitada.

2.2. Suco de Caju

a) Composição química

VENTURA e LIMA (44) identificaram glicose, frutose e sacarose no suco de caju empregando cromatografia de partição sobre papel, e observaram que os teores de glicose e frutose tendiam para os mesmos valores, ao mesmo tempo que aumentava a concentração de sacarose durante o processo de maturação dos pseudofrutos.

GONÇALVES de LIMA et al. (13) estudando diferentes variedades de cajus de Pernambuco encontraram valores entre 9 e 12% de açúcares redutores, e notaram que geralmente não havia aumento no teor de redutores após a hidrólise ácida da amostra, o que indicaria quantidades mínimas de açúcares não redutores no suco de caju. Comprovaram também a existência de ácido málico como principal responsável pela acidez do suco, determinando ainda a presença, em pe

quena quantidade, de ácido oxálico. A acidez, expressa em ácido málico, oscilava entre 0,1 e 0,5%.

MAIA et al. (22, 23) estudando as características físicas e químicas do caju em três estágios de maturação (caju verde, caju de vez, caju maduro) constataram um decréscimo no valor da acidez titulável expressa em ácido málico, com o progresso da maturação, e um decréscimo de pH do estágio "verde" para o "de vez", seguido de um acréscimo no caju maduro.

SASTRY et al. (35) por meio de cromatografia em papel identificaram no suco de caju os polifenóis antocianidina, leucodelphinidina e polímeros deste último.

XAVIER FILHO et al. (45). não especificando o estágio de maturação e coloração da "maçã" do caju, identificaram e estimaram semi-quantitativamente através de cromatografia em papel, os seguintes aminoácidos livres no suco: α - alanina, arginina, ácido aspártico, ácido α - aminobutírico, cistina/cisteína, glicina, ácido glutâmico, glutamina, leucina, lisina, ornitina, fenilalanina, prolina, serina, treonina, triptofano, tirosina. O teor de nitrogênio total encontrado na polpa fresca da "maçã" do caju foi de 14,9 mg/100 g.

MARVALDI GARCIA (25) em estudo tecnológico sobre a industrialização do caju mostrou que o suco com polpa em suspensão retém em maior quantidade substâncias (ésteres, aldeídos, etc) relacionados com o aroma e sabor do pseudofruto, e portanto do suco, comparado com o suco clarificado. Entre estes dois tipos de suco, o suco turvo com polpa em suspensão, por oferecer ao consumidor um produto de sabor e cor mais agradável, seria o mais indicado para a industrialização.

MAGALHÃES NETO (21) pesquisando os carotenóides dos caju amarelos e vermelhos encontrou um valor médio de 21,2 microgramas por grama de pseudofruto fresco, expresso em beta-caroteno. Cita o autor que do ponto de vista biológico, este teor de caroteno não apresentava nenhum valor, estando classificado entre as fontes insignificantes de vitamina A.

Estudos realizados por LOPES (19) sobre a composição química e aproveitamento de maçãs do caju de diferentes regiões de Moçam

bique, mostraram através de análise estatística que não havia diferenças significativas entre a composição química dos cajus amarelos e vermelhos exceto no que se referia a taninos, para os quais o caju amarelo apresentava valores significativamente mais altos que o vermelho, ao nível de 5%, na polpa, e para o suco nem esta diferença existia. Verificou-se também, comparando a composição da polpa com a do respectivo suco, que os taninos se distribuíam especialmente no suco, tendo sido encontrados valores médios de 0,11% de taninos na polpa e 0,37% no suco. A análise das cinzas mostrava a presença, na concentração de mg por 100 g de polpa fresca, de cálcio (1,0 mg%) sódio (18,8 mg%), potássio (119,2 mg%), fósforo (29,2 mg%), ferro (0,29 mg %) e magnésio (14,36 mg%) e foi observado que a baixa concentração de ferro encontrada contrariava algumas referências que atribuíam propriedades antianêmicas ao caju. Com relação à vitamina C, o suco apresentava um teor mais baixo que na polpa e o autor sugeria a hipótese que esta vitamina podia existir em maior concentração no epicarpo do pseudofruto, o que já tinha sido anteriormente observado no trabalho de MAIA e SOARES (24).

Quanto ao teor de vitamina C, GONÇALVES de LIMA et al (13) em trabalho já referido anteriormente, também não encontraram diferença sensível na composição dos cajus amarelos e vermelhos, observando porém que os cajus verdes apresentaram um teor médio de ácido ascórbico mais elevado que os maduros. Outros pesquisadores no entanto mostram que a concentração de vitamina C aumenta durante a maturação (9, 22, 23), e que os cajus amarelos e vermelhos apresentam valores diferentes para esta vitamina (27).

SOARES e MAIA (40) investigando o teor de ácido ascórbico em frutos regionais, e realizando uma média de 15 determinações para cada fruto encontraram para o suco de caju os valores: máximo 387 mg/100 ml, médio 261 mg/100 ml e mínimo 151 mg/100 ml.

Na figura 1 mostra-se os teores de vitamina C para várias frutas, sobressaindo-se a "maçã" do caju pelo alto teor apresentado.

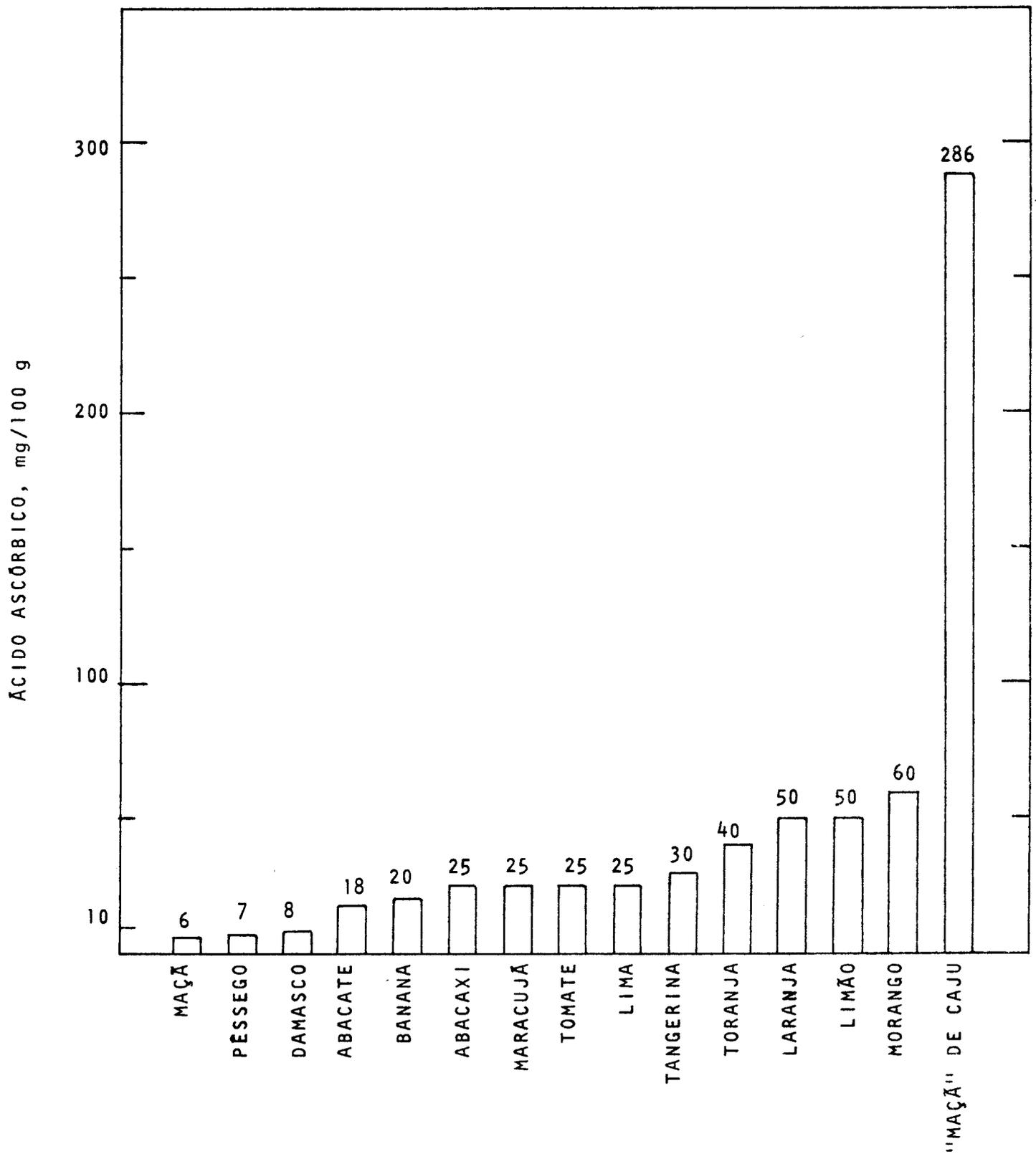


FIGURA 1 - VALORES MÉDIOS DE ÁCIDO ASCÓRBICO NA FRAÇÃO COMESTÍVEL DE DIVERSOS FRUTOS (19)

b) Estabilidade durante o armazenamento

SASTRY et al. (36) estudando o efeito da armazenagem sobre o teor de ácido ascórbico no suco de caju clarificado e pasteurizado, observaram no fim de um período de 32 semanas uma perda entre 49 e 66% a 37°C e de 29 a 53% à temperatura ambiente. No fim deste período o suco clarificado e sua mistura com suco de abacaxi eram inteiramente aceitáveis do ponto de vista de gosto e sabor. O escurecimento durante a armazenagem foi comparativamente menor no suco enlatado do que no engarrafado.

MARVALDI GARCIA (25) observou uma ótima estabilidade do teor de vitamina C para dois tipos de suco de caju processados, clarificado e não clarificado (com polpa em suspensão) durante um período de armazenagem de 2 meses.

BERNHARDT et al. (3) fizeram um estudo do processamento para a obtenção de suco e compota de caju, recomendando que a matéria prima para suco deveria ser descascada para evitar problemas de escurecimento e de depósitos de material ceroso no espaço livre das latas. Comparando as amostras de suco com polpa, pasteurizadas pelos processos de enchimento a quente e de pasteurizador rotativo ("spin-cooker") este último mostrava ligeira superioridade na avaliação sensorial, embora ambas as amostras não fossem comercializáveis aos 180 dias de armazenagem. Outra observação feita neste trabalho é que a obtenção de suco com polpa em suspensão, em relação a do suco clarificado seria bem mais problemática do ponto de vista de conservação e concentração exigindo ainda maiores estudos sobre sua estabilidade.

HOLANDA et al. (17) empregando processo tecnológico em escala industrial, obtiveram suco de caju com polpa em suspensão, que apresentava uma boa estabilidade nas diversas características físico-químicas estudadas durante um período de armazenagem de quatro meses. É recomendado então o delineamento de um experimento mais prolongado com maior número de repetições de amostras analisadas. O processamento utilizado para obtenção do suco incluía as operações de pré-aquecimento do suco extraído, desaeração, homogeneização, pasteurização em trocador de calor de placas, acondicionamento a

quente em garrafas de 500 ml, resfriamento e armazenagem à temperatura ambiente.

2.3. Suco Concentrado de Caju

Uma das raríssimas referências encontradas na literatura sobre a concentração do suco de caju é o trabalho de PRUTHI et al. (33). Foi estudado o efeito da concentração do suco de caju clarificado e não clarificado sobre as características físico-químicas: % Brix, pH, ácido ascórbico, viscosidade, cor e sabor do concentrado. Independentemente do sistema de evaporação utilizado, observou-se que a retenção de ácido ascórbico era ligeiramente melhor no suco não clarificado do que no clarificado, embora este último produzisse um concentrado de melhor cor e sabor.

Constatou-se que a retenção de cor, sabor, e ácido ascórbico durante a armazenagem era algo melhor em latas envernizadas do que em garrafas, embora algumas latas tivessem estado em apenas 16 semanas a 37°C. Após 36 semanas à temperatura ambiente (24-30°C) a perda de ácido ascórbico no suco clarificado concentrado (70% Brix), engarrafado e pasteurizado foi de 39,2%, enquanto no suco concentrado não clarificado (77% Brix) e não pasteurizado esta perda foi de 53,3%.

Foi verificado também o escurecimento dos concentrados, que ocorria durante a concentração e armazenagem, sendo apontado como uma desvantagem na concentração do suco de caju. Segundo os autores este escurecimento seria devido a uma reação do tipo Maillard ou por causa da presença de leucoantocianinas ou polifenóis no suco.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Matéria-Prima

Foram utilizados cajus (pseudofrutos de Anacardium occidentale L.) procedentes do Estado do Ceará, transportados de avião e acondicionados em caixas de isopor (dimensões: 30cm x 35cm x 20cm) à temperatura aproximada de 5°C. Logo após a chegada destas amostras em Campinas, eram imediatamente processadas ou então mantidas sob refrigeração (0° a 5°C) até o dia seguinte antes de iniciar o processamento. O período entre colheita e processamento atingiu no máximo 24 horas, tendo em vista a alta perecibilidade da matéria-prima.

As "maçãs" do caju foram classificadas em três diferentes estágios de maturação, conforme a coloração da casca, aparência externa e consistência. Os estágios considerados foram:

Semimaduro, pseudofruto matizado de verde-amarelo ou vermelho conforme a variedade.

Maduro, pseudofruto completamente amarelo ou vermelho, consistência firme.

Bem Maduro, pseudofruto completamente amarelo ou vermelho, consistência mais branda.

3.2. Processamento

a) Pesagem

A fim de determinar o rendimento na extração de suco e a relação entre peso de castanhas e pseudofrutos para os diferentes estágios de maturação considerados, pesava-se inicialmente as caixas com as amostras.

b) Seleção e Separação da Castanha

Após a pesagem os cajus eram colocados sobre mesa de aço inoxidável onde eram lavados com jatos de água e em seguida selecionados.

As castanhas foram destacadas dos pseudofrutos manualmente, sendo então pesadas para que se pudesse determinar a relação castanhas: pseudofrutos.

c) Desintegração e Extração do Suco

As "maçãs" do caju selecionadas foram desintegradas em desintegrador do tipo "Rietz". A seguir o suco era extraído num extractor de fuso helicoidal com chapa perfurada (orifícios de 0,02 polegada de diâmetro). O suco obtido era então pesado e o peso do bagaço calculado por diferença. Para retirar a polpa mais grosseira contida no suco, efetuava-se um peneiramento por malha de 1,0 mm de abertura.

Este suco peneirado fornecia as amostras para as análises químicas do suco recém-extraído e foi usado para se obter os três diferentes tipos de sucos de caju processados (simples pasteurizado, concentrado congelado e simples congelado).

d) Pasteurização

O suco recém-extraído era enlatado a frio em latas nº 2 1/2 (99,5 X 118 mm) envernizadas. A reconvacuação foi feita a frio e a vácuo de 20 polegadas de Hg. A pasteurização se processou em pasteurizador rotativo "Spin Cooker and Cooler" a 200 r.p.m. durante 4,5 minutos na fase de aquecimento e aproximadamente o mesmo tempo para o resfriamento.

Estas amostras de suco simples pasteurizado foram estocadas à temperatura ambiente (aproximadamente 25°C), e durante o estudo feito, algumas delas eram retiradas ao acaso e periodicamente analisadas.

e) Concentração e Congelamento

O suco de caju recém-extraído, com polpa em suspensão, foi concentrado para aproximadamente 65% Brix num evaporador centrífugo CENTRI-THERM CT-1B ALFA LAVAL (1).

As condições de trabalho durante a concentração foram:

- 1) Temperatura de evaporação = 38°C a 40°C
- 2) Uma só passagem
- 3) Pressão absoluta = 0,1 kg_f/cm²
- 4) Vazão do concentrado \approx 75 ml/min.
- 5) Vazão do condensado \approx 570 ml/min.
- 6) Volume de cada lote = 22 l de suco de aproximadamente 10% Brix.

O concentrado obtido era resfriado para 25°C, imediatamente enlatado, recravado como descrito no item anterior e estocado em congelador a -18°C (suco concentrado congelado). Após 150 dias de estocagem estas amostras foram analisadas.

O suco simples recém-extraído, sem sofrer qualquer espécie de tratamento térmico foi também acondicionado em latas da mesma forma que os outros 2 tipos de suco e mantido em congelador a -18°C. Estas amostras de suco simples congelado serviram como controle nas análises químicas, sensorial e microbiológica que foram efetuadas posteriormente.

O fluxograma das linhas de processamento de suco de caju utilizado está representado na figura 2.

Não foram realizadas as fases de pré-aquecimento, desaeração e homogeneização, por não haver facilidades necessárias na ocasião que os trabalhos foram realizados.

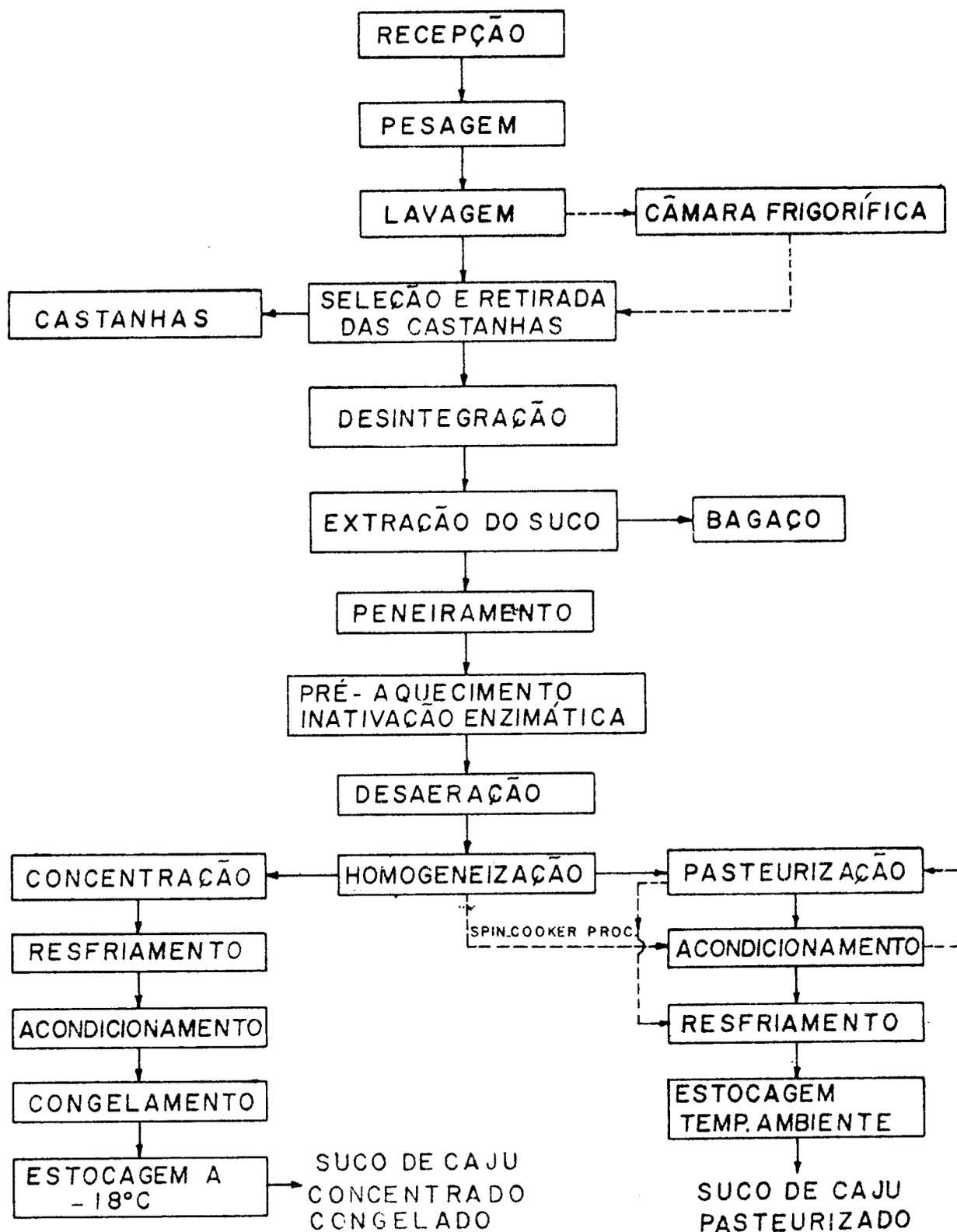


FIGURA 2 - FLUXOGRAMA DE UMA LINHA DE PROCESSAMENTO PARA SUCO DE CAJU.

3.3. Determinações físico-químicas efetuadas nos sucos

As determinações efetuadas nos sucos recém-extraído, simples pasteurizado, concentrado congelado e simples congelado foram: pH, sólidos solúveis, acidez total titulável, açúcares redutores e totais, ácido ascórbico, tanino, polpa em suspensão e atividade enzimática de pectinesterase. Foi efetuada também cromatografia em papel para a identificação de ácidos orgânicos fixos no suco pasteurizado.

Os sucos concentrado congelado e simples congelado, a fim de que se pudesse proceder as análises eram inicialmente descongelados em "Spin-Cooker". A reconstituição para 12º Brix do suco concentrado foi feita utilizando-se o método gráfico "Pearson square" (42).

Os métodos empregados nas análises foram os seguintes:

pH- determinação pelo emprego de um potenciômetro (pH meter H-5 HORIBA) calibrado com soluções - tampão de pH = 7 e pH = 4.

Sólidos solúveis - por refratometria (refratômetro de Abbé CARL ZEISS modelo A), fazendo-se as devidas correções nas leituras observadas em relação à temperatura de referência do aparelho Método A.O.A.C. (2) seções 20.016, 29.011 e 43.009. Resultados expressos em graus Brix.

Acidez total titulável - por titulação com solução decinormal de NaOH usando fenolftaleína como indicador. Método A.O.A.C. (2) seção 20.042. Resultados expressos em ml de NaOH 1N por 100 g de suco.

Açúcares redutores e totais: por titulometria utilizando-se o método de Eynon-Lane. Método A.O.A.C. (2) seções 29.035 a 29.037 Para a determinação de açúcares totais fazia-se um tratamento de hidrólise ácida das amostras. Resultados expressos em % peso/peso de glicose.

Ácido ascórbico - método titulométrico (26) com o sal sódico do 2,6 diclorofenol indofenol. Método A.O.A.C. (2) seções 39.040 e 39.041. Resultados expressos em mg de ácido áscorbico por 100 g de suco.

Tanino - método fotocolorimétrico (fotocolorímetro Spectronic - 20 BAUSCH - LOMB) usando o reagente de Folin-Denis. Método A.O.A.C. (2) seções 9.061 a 9.063. Resultados expressos em mg de ácido tânico por 100 ml de suco.

Polpa em suspensão - por contrifugação em tubos de centrífuga graduados, de 50 ml, com fundo cônico (12). Resultados expressos em % v/v de polpa suspensa.

Atividade de Pectinesterase - método para determinação de PEu em suco de laranja (16).

Cromatografia - método para determinação qualitativa de ácidos orgânicos por cromatografia de papel (20).

3.4. - Exame microbiológico

Efetuuou-se uma contagem total de aeróbios (38) em meio para contagem total (Plate Count Agar - DIFCO), incubando as placas de Petri a 32°C por 72 horas. Para as amostras de "suco simples pasteurizado" obtido de "maçãs" do caju em diferentes estágios de maturação usou-se 1 ml do suco nas placas, e para a amostra controle de "suco simples congelado" 1 ml e 0,1 ml do suco. Os resultados foram expressos como número total de microrganismos viáveis por mililitro de suco. Nas placas com 1 ml de "suco simples congelado" foram feitas identificações de alguns fungos por exame microscópico direto.

3.5. Análise Sensorial

Foram avaliadas nos sucos de caju as qualidades sensoriais

de odor, gosto e preferência, empregando-se uma equipe de 10 prova
dores (não treinados). O delineamento estatístico empregado foi um
"lattice" balanceado 3 x 3 com 4 repetições (7), dando um total de
40 determinações por tratamento. O método sensorial escolhido para
o estudo foi o de Escala Hedônica (32), atribuindo-se posterior
mente para a obtenção das médias, valores de 1 a 9, que correspon
diam respectivamente na escala aos graus "muito desagradável" e
"muito agradável" para odor, "muito ruim" e "muito bom" para gosto
"desgostei muito" e "gostei muito" para preferência. A figura 3 mos
tra a ficha modelo empregada nas avaliações sensoriais. As médias
obtidas nestas avaliações sensoriais receberam um tratamento de
análise de variância e na comparação entre estas médias empregou
se o teste de "Student".

As amostras dos sucos de diferentes tratamentos foram servi
das em diluições 1:1 com água, dando aproximadamente 5º Brix, sem
adição de açúcares e a temperatura aproximada de 20º C.

Todas as amostras utilizadas na análise sensorial tinham 3
meses de estocagem.

4. RESULTADOS

a) Extração do suco

O quadro I mostra os rendimentos médios obtidos na extração do suco e a porcentagem em peso de castanhas em relação ao peso de pseudofrutos+ castanhas.

Os cálculos dos rendimentos estão baseados nas médias dos pesos dos sucos obtidos na extração e dos pseudofrutos que foram processados de cinco diferentes lotes de caju recebidos em cinco semanas consecutivas.

Para o cálculo da porcentagem em peso de castanhas, consideraram-se os dados obtidos do processamento de cada um desses lotes.

b) Determinações nos sucos recém-extraídos e nos diferentes tipos processados.

No quadro II estão as médias dos resultados obtidos nas diversas determinações efetuadas nos sucos recém-extraídos de cinco diferentes lotes de caju.

No quadro III estão os resultados das determinações para o lote de caju processado como suco simples pasteurizado. Neste quadro encontram-se os valores obtidos para o suco recém-extraído e processado após estocagem de um, três e cinco meses, à temperatura ambiente.

O quadro IV mostra a porcentagem de perda de vitamina C no suco simples pasteurizado durante a estocagem, tomando como referência o teor inicial de ácido ascórbico no suco recém-extraído.

No quadro V estão os resultados para o suco utilizado como amostra controle (suco simples congelado). A perda de vitamina C após cinco meses de estocagem a -18°C , para os sucos extraídos de "maçãs" semimaduras e maduras foram respectivamente 9,4 e 6,5%.

Nos quadros VI e VII estão os resultados das determinações feitas no suco de caju concentrado congelado reconstituído a 12° Brix e ao mesmo Brix do suco recém-extraído.

A figura 4, mostra o resultado da cromatografia de papel para identificação de ácidos orgânicos fixos no suco de caju. Os cromatogramas obtidos após várias repetições com amostras de suco recém-extraído, suco pasteurizado e concentrado reconstituído de diferentes estágios de maturação indicaram a presença de ácido málico, e embora não muito bem caracterizada, a de ácido tartárico.

c) Exame microbiológico

Nas amostras dos três tipos de suco simples pasteurizado obtido de "maçãs" de caju de diferentes estágios de maturação, o exame das placas revelou uma total ausência de microrganismos viáveis. Na amostra controlé considerada (suco simples congelado obtido de pseudofrutos semimaduros) a contagem total de microrganismos viáveis (bactérias e fungos) foi de 380 por mililitro de suco.

O exame direto em microscópio de algumas destas placas mostrou a presença dos fungos dos gêneros: Penicillium spp, Aspergillus spp. e Rhizopus spp.

d) Análise Sensorial

No quadro VIII estão as médias dos resultados da análise sensorial quanto a odor, gosto e preferência, baseadas em 40 determinações para cada tratamento.

Os quadros IX, X, e XI mostram os resultados obtidos, pelo Teste de "Student", para verificar o nível de significância das diferenças entre as médias dos tratamentos, para odor, gosto e preferência, respectivamente.

No quadro XII, também empregando-se o teste de "Student", encontram-se os resultados das diferenças entre as médias dos estágios de maturação da "maçã" do caju e as médias dos tipos de processamento, para as três qualidades sensoriais estudadas: odor, gosto e preferência.

Estágio de Maturação	Rendimento Médio na Extração de Suco	Porcentagem de Castanhas em Peso de Pseudofrutos + Castanhas				
		Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5
SEMI MADURO	61,8%	11,9	12,7	14,3	11,8	8,3
MADURO	69,1%	9,8	10,5	12,4	10,8	-
BEM MADURO	63,1%	8,4	8,2	10,2	9,1	8,4

QUADRO I - Rendimentos médios na extração de suco e porcentagem de castanhas em peso, de pseudofrutos + castanhas, para diferentes estágios de maturação.

Estágio de Maturação	pH	Brix Refrato métrico	Acidez Total Titulável ml NaOH N/100 g	Brix		Polpa em Suspensão % v/v	Ácido Ascórbico mg/100 g	Açúcares Redutores g/100 g	Açúcares Totais g/100 g	Tanino mg ac.tânico /100 ml	Atividade Pectines-terase PE u
				Acidez em Ácido Málico	Ácido Málico						
SEMI MADURO 4,1		10,4	5,0	31,0	18	192	9,1	9,6	94	0,60	
MADURO 4,1		10,4	4,3	36,1	17	164	9,3	9,8	92	0,73	
BEM MADURO 4,2		10,8	4,4	36,6	18	169	9,4	10,1	84	0,60	

QUADRO II - Médias das determinações efetuadas nos sucos recém-extraídos de cinco lotes de caju em diferentes estágios de maturação.

ESTÁGIO DE MATURAÇÃO E TEMPO DE ESTOCAGEM

Determinações	SEMI MADURO				MADURO				BEM MADURO					
	Recém Extraído		3 meses		5 meses		Recém Extraído		1 mês		3 meses		5 meses	
	1 mês	3 meses	1 mês	3 meses	1 mês	3 meses	1 mês	3 meses	1 mês	3 meses	1 mês	3 meses	1 mês	3 meses
PH	4,1	4,2	4,2	4,2	4,1	4,1	4,2	4,2	4,1	4,2	4,1	4,1	4,2	4,2
Brix	10,4	10,2	10,1	10,2	11,0	11,1	11,0	11,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,0	10,0
Refratométrico														
Acidez														
Total Titulável														
ml NaOH N/100 g	4,1	4,3	4,9	4,6	4,0	4,7	4,2	4,7	4,6	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
Ácido Ascórbico mg/100 g	207	195	182	162	207	188	188	180	152	138	122	110		
Açúcares Redutores g/100 g	9,2	8,5	9,2	8,9	10,0	9,0	9,0	10,0	9,4	8,7	9,3	9,1		
Açúcares Totais g/100 g	9,3	8,7	9,2	9,0	10,3	9,3	9,3	10,1	9,8	9,0	9,5	9,2		
Tanino mg ac. tânico / 100 ml	88	86	122	142	81	90	90	113	78	84	105	118		
Atividade Pectinesterase PE u	0,48	0,96	2,3	2,3	0,47	1,0	1,0	2,3	0,48	1,2	2,1	1,5		

QUADRO III - Determinações efetuadas no suco simples pasteurizado de diferentes estágios de maturação durante a estocagem.

Estágio de Maturação	Porcentagem de perdas em vitamina C e tempo estocagem		
	1 mês	3 meses	5 meses
SEMI MADURO	5,9	12,2	22,0
MADURO	9,3	13,1	24,8
BEM MADURO	9,1	19,8	27,7

QUADRO IV - Perda de vitamina C no suco simples pasteurizado durante a estocagem.

DETERMINAÇÃO	SEMI MADURO		MADURO		BEM MADURO	
	Recém-Extraído	5 meses Estocagem	Recém-Extraído	5 meses Estocagem	Recém-Extraído	5 meses Estocagem
pH	4,1	4,0	4,1	3,9	4,3	-
Brix Refratométrico	10,3	10,2	10,0	9,8	11,3	-
Acidez Total Titulável ml NaOH N/100 g	5,5	5,3	4,7	4,7	4,4	-
Ácido Ascórbico mg/100 g	207	188	139	130	211	-
Tanino mg/100 ml	72	130	74	110	93	-
Açúcares Redutores g/100 g	9,5	8,9	9,0	8,6	9,8	-
Açúcares Totais g/100 g	9,8	9,0	9,5	8,6	10,6	-

QUADRO V - Determinações efetuadas no suco simples congelado (amostra controle) de diferentes estágios de maturação.

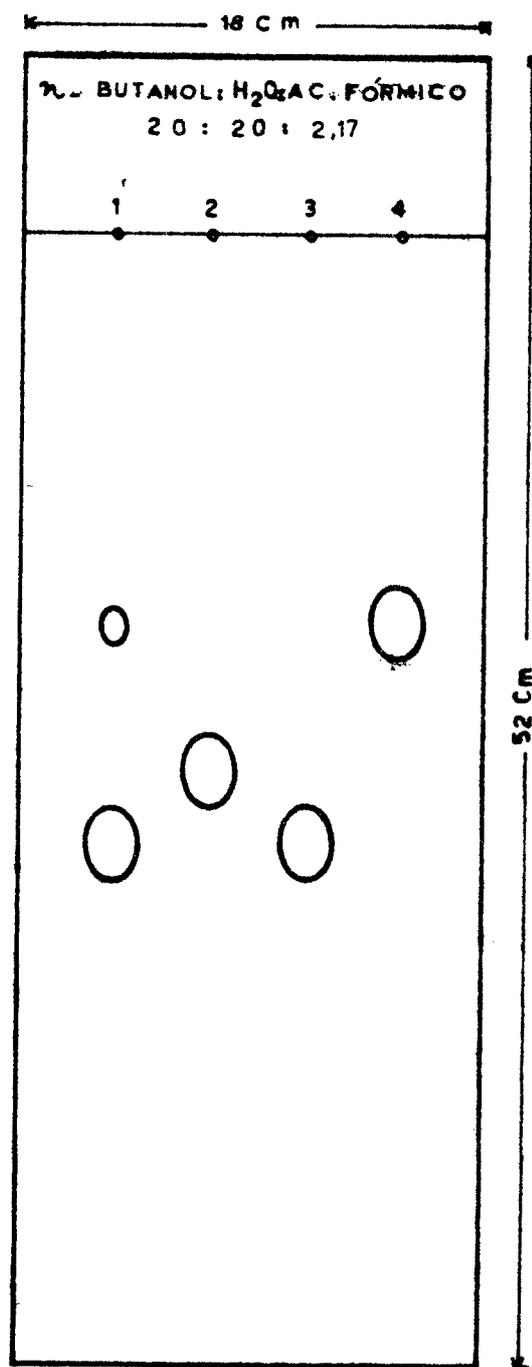
Determinações	SEMI MADURO			MADURO			BEM MADURO		
	Recém Extraído	Concentrado e Reconstituído	5 meses Estocagem	Recém Extraído	Concentrado e Reconstituído	5 meses Estocagem	Recém Extraído	Concentrado e Reconstituído	5 meses Estocagem
pH	4,0	4,0	4,1	4,2	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1
Brix									
Refratométrico	10,0	12,3	11,6	10,2	11,9	12,3	10,7	11,9	11,8
Acidez									
Total Titulável	5,6	6,2	5,7	4,2	5,3	6,2	4,4	5,0	5,1
mL NaOH N/100 g									
Ácido Ascórbico mg/100g	165	200	194	145	171	180	146	170	169
Açúcares Redutores g/100g	9,0	10,9	10,3	9,0	10,4	10,1	9,1	9,9	10,4
Açúcares Totais g/100 g	9,4	11,0	10,3	9,5	11,1	10,2	9,5	10,6	10,6
Tanino mg ac. tânico 100 mL	134	107	152	121	89	146	85	108	134
Atividade pectinesterase PE u	0,89	0,75	0,89	1,0	0,96	0,93	0,83	1,08	0,83

QUADRO VI - Determinações efetuadas no suco concentrado congelado.

(As determinações foram efetuadas no suco reconstituído a 12º Brix)

DETERMINAÇÃO	SEMI MADURO		MADURO		BEM MADURO	
	Recém- Extraído	5 meses Estocagem	Recém- Extraído	5 meses Estocagem	Recém- Extraído	5 meses Estocagem
Ácido Ascórbico mg/100 g	165	161	145	150	146	141

QUADRO VII - Teor de ácido ascórbico nos sucos recém extraídos e nos sucos concentrados congelados após 5 meses de estocagem (concentrado congelado reconstituído ao mesmo Brix do suco recém-extraído).



1. 10 μ l DE SUCO DE CAJU
2. 5 μ l DE ÁCIDO CÍTRICO 2% P/V
3. 5 μ l DE ÁCIDO MÁLICO 2% P/V
4. 5 μ l DE ÁCIDO TARTÁRICO 2% P/V

FIGURA 4 - CROMATOGRAFIA DE PAPEL PARA IDENTIFICAÇÃO DE ÁCIDOS ORGÂNICOS NO SUCO DE CAJU

PROCESSO, ESTÁGIO DE MATURAÇÃO* E TRATAMENTO			ODOR	GOSTO	PREFERÊNCIA
SUCO	SM	1	5,66	4,52	4,52
SIMPLES	M	2	6,02	4,94	4,88
CONGELADO	BM	3	5,77	5,23	5,23
SUCO	SM	4	5,31	4,50	4,34
CONCENTRADO	M	5	5,03	4,23	4,16
CONGELADO	BM	6	5,37	4,70	4,55
SUCO	SM	7	3,98	3,04	2,89
SIMPLES	M	8	4,41	4,03	3,95
PASTEURIZADO	BM	9	4,27	3,29	3,07

* SM = SEMI MADURO
M = MADURO
BM = BEM MADURO

QUADRO VIII - Médias dos resultados da análise sensorial quanto a odor, gosto e preferência. (Total de 40 repetições para cada tratamento)

TRATAMENTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	x	NS	NS	NS	*	NS	**	**	**
2		x	NS	**	**	*	**	**	**
3			x	NS	*	NS	**	**	**
4				x	NS	NS	**	**	**
5					x	NS	**	*	*
6						x	**	**	**
7							x	NS	NS
8								x	NS
9									x

N.S. = não significativo

* = significativo a 5 %

** = significativo a 1 %

QUADRO IX - Significância das diferenças entre as médias dos tratamentos para odor pelo teste de "Student".

TRATAMENTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	x	NS	NS	NS	*	NS	**	**	**
2		x	NS	NS	*	NS	**	**	**
3			x	*	**	NS	**	**	**
4				x	NS	NS	**	*	**
5					x	*	**	NS	**
6						x	**	**	**
7							x	*	NS
8								x	**
9									x

NS = não significativo

* = significativo a 5 %

** = significativo a 1 %

QUADRO X - Significância das diferenças entre as médias dos tratamentos para gosto pelo teste de "Student".

TRATAMENTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	x	NS	NS	NS	*	NS	**	**	**
2		x	NS	NS	*	NS	**	**	**
3			x	*	**	*	**	**	**
4				x	NS	NS	**	*	**
5					x	*	**	NS	**
6						x	**	*	**
7							x	**	NS
8								x	**
9									x

NS = não significativo
 * = significativo a 5 %
 ** = significativo a 1 %

QUADRO XI - Significância das diferenças entre as médias dos tratamentos para preferência pelo teste de "Student"

ESTÁGIO DE MATURAÇÃO E TIPO DE PROCESSAMENTO		Estágio de Maturação			Tipo de Processamento		
		\overline{SM}	\overline{M}	\overline{BM}	\overline{SC}	\overline{CC}	\overline{SP}
O D O R	\overline{SM}	x	NS	NS			
	\overline{M}		x	NS			
	\overline{BM}			x			
	\overline{SC}				x	**	**
	\overline{CC}					x	**
	\overline{SP}						x
G O S T O	\overline{SM}	x	NS	NS			
	\overline{M}		x	NS			
	\overline{BM}			x			
	\overline{SC}				x	**	**
	\overline{CC}					x	**
	\overline{CP}						x
P R E F E R Ê N C I A	\overline{SM}	x	NS	NS			
	\overline{M}		x	NS			
	\overline{BM}			x			
	\overline{SC}				x	**	**
	\overline{CC}					x	**
	\overline{SP}						x

\overline{SM} = SEMI MADURO

\overline{M} = MADURO

\overline{BM} = BEM MADURO

\overline{SC} = SUÇO SIMPLES CONGELADO

\overline{CC} = SUÇO CONCENTRADO CONGELADO

\overline{SP} = SUÇO SIMPLES PASTEURIZADO

NS = não significativo

* = significativo a 5%

** = significativo a 1%

QUADRO XII - Significância das diferenças entre as médias dos resultados das avaliações sensoriais quanto ao estágio de maturação das "maçãs" do caju, e quanto ao processamento.

(Teste de "Student")

5. DISCUSSÃO

Neste trabalho, ao se estudar o processamento para suco de caju, procurou-se determinar qual seria o estágio de maturação mais adequado para a obtenção do suco, e que diferenças importantes poderiam existir entre dois processos (suco pasteurizado e suco concentrado congelado) quando comparados sensorialmente e quanto a retenção da vitamina C durante a estocagem. Pretende-se nesta discussão geral dos resultados esclarecer essas questões acima levantadas ou pelo menos contribuir para encontrar algumas soluções ao problema em questão.

Analisando-se os rendimentos obtidos na extração de suco (Quadro I) observa-se que o processamento da "maçã" do caju para a obtenção de sucos resultam num alto aproveitamento da matéria-prima. Enquanto muitas frutas tropicais retêm mais firmemente a fase líquida de sua fração comestível (manga, goiaba, banana, etc.) a "maçã" do caju, o abacaxi e o mamão podem ser consideradas como frutas sucosas com um rendimento na extração de suco da ordem de 70 % (10).

Verificou-se que as maçãs de caju, quando processadas num estágio de maturação menos avançado, apresentaram um rendimento em suco, superior aos estágios mais avançados (Quadro I). Este fato é explicado pela consistência das maçãs que varia com a maturação. Quando amadurecem, essa consistência, diminui e o pseudofruto fica mais brando. No separar manualmente as castanhas, forçosamente ocorre uma perda de suco, resultante da compressão dos pseudofrutos que são menos resistentes. Ao passo que quando os mesmos estão menos maduros, são mais resistentes e na separação das castanhas não ocorre perda de suco por compressão. Donde se conclui que o estágio de maturação "Maduro" é o ideal para obter-se rendimentos maiores.

No estágio semi maduro, não houve ainda uma completa matura
ção e como resultado o pseudofruto não apresenta o máximo de desen-
volvimento para a obtenção de suco.

O suco de caju com 17 a 18% de polpa (Quadro II) é possível
de ser concentrado até 65º Brix no evaporador Centri-therm sem
maiores problemas.

Foi notado que com a estocagem, o suco concentrado congelado
apresentou formação de grânulos (provavelmente complexos de tanino)
que se formavam logo no início do congelamento. É possível a elimi-
nação desses grânulos, fazendo-se uma peneiragem do suco concentra-
do em peneira 0,020".

Nas determinações efetuadas nos sucos, os métodos emprega
dos para determinar ácido ascórbico, tanino e acidêz total titulá
vel merecem alguns comentários. Na determinação do ácido ascórbico,
as substâncias interferentes, que geralmente existem, reagem com o
2,6 di-cloro-fenolindofenol (sal sódico) mais lentamente do que o
ácido ascórbico e portanto a titulação não é seriamente afetada
devido aos interferentes se for realizada suficientemente rápida
(26). Já na determinação de tanino, os resultados obtidos especial-
mente durante a armazenagem parecem indicar a presença de interfe-
rentes que seriam responsáveis pelos valores aparentemente absur
dos encontrados. Estes resultados mostram que o método utilizado,
da mesma forma que outros métodos disponíveis para dosagem dos ta-
ninos não são específicos, pois o reagente de Folin-Denis pode rea-
gir com muitas outras substâncias (37). Quanto ao método para de-
terminação de acidêz total titulável, deve-se levar em considera-
ção que o ponto final da titulação usando fenolftaleína como indi-
cador nem sempre representa um valor real dos ácidos totais pre-
sentes em frutas e vegetais devido a ação tamponante de substân-
cias presentes, tais como fosfatos, carbonatos, etc. (26).

Os resultados da acidez total titulável estão expressos em ml NaOH normal por 100 g suco. Como o resultado da cromatografia de papel (Figura 4) parece indicar o ácido málico como predominante no suco de caju, corroborando com os resultados obtidos por outros investigadores (13) e traços de, provavelmente, ácido tartárico, poder-se-ia expressar a acidez total titulável em ácido málico.

O teor de ácido ascórbico no suco recém-extraído (Quadro II) mostrou-se mais elevado no estágio menos avançado de maturação o que confirma os resultados obtidos por Gonçalves de Lima et al (13) e contradiz os resultados obtidos por Costa e Carvalho (9), Maia et al (22,23).

A retenção de ácido ascórbico durante a estocagem do suco pasteurizado também foi mais elevada para o suco obtido de caju "se mi maduro", tendo ocorrido uma perda de 22,0% desta vitamina após 5 meses de estocagem, enquanto no estágio "bem maduro" esta perda foi de 27,7% (Quadro IV).

No suco concentrado congelado (Quadro VI) verificou-se que a estocagem a -18°C garantiu praticamente uma total retenção de vitamina C, quando os sucos recém-extraídos e concentrado congelado reconstituído são comparados nos mesmos valores de Brix (Quadro VII). A concentração do suco no evaporador "Centri-Therm" não modificou o teor de ácido ascórbico presente no suco recém-extraído.

Portanto, no que diz respeito a retenção de vitamina C durante a armazenagem o processo para suco de caju concentrado congelado é bem superior ao processo de preservação na forma de suco simples pasteurizado.

O exame microbiológico realizado no suco pasteurizado teve por finalidade testar a eficiência da pasteurização no "Spin-

Cooker". Da mesma forma, a determinação da atividade de pectinesterase (PEu) foi feita pensando-se na possibilidade de um controle mais rápido da pasteurização com base na atividade enzimática residual, como é feito no suco de laranja (18). Entretanto, além dos valores obtidos de PEu do suco de caju serem muito baixos, para se chegar a qualquer resultado definitivo são necessários ainda maiores estudos visando a indispensável caracterização bioquímica da enzima pectinesterase nesse suco.

A pasteurização em "Spin-Cooker" para suco de caju também mereceria maiores estudos como os já existentes para purê de mamão e suco de maracujá (46), para se obter dados de penetração de calor em latas de diferentes tamanhos e número ótimo de rotação, objetivando reduzir ao mínimo indispensável o tempo de tratamento térmico.

Uma observação acidental de certa importância sobre a cor do suco de caju enlatado e estocado merece ser discutida. Observou-se durante o estudo de estocagem, que após a abertura das latas de suco pasteurizado e imediata transferência para copos de vidro, em pouco tempo ocorria um escurecimento do suco.

Pesquisando na literatura uma explicação para este fenômeno, encontrou-se que este tipo de descoloração seria devido a combinação química de pequenas quantidades de ferro da lata com taninos presentes no suco. Quando a lata é aberta a oxidação do ferro do complexo ferro-tanino (incolor) formaria um complexo colorido, escurecendo o suco (26).

Para o suco de caju o emprego de latas sem revestimento de verniz sanitário talvez poderia evitar ou pelo menos reduzir este problema, pois o complexo estanho-tanino que se formaria é incolor (26).

Outros autores (11) também opinam que há uma maior retenção de vitamina C em latas sem revestimento, quando existem quantidades apreciáveis de oxigênio dissolvido no produto ou retido no espaço livre da lata. Haveria então uma competição entre produto e estanho da lata para reagir com o oxigênio livre no recipiente fechado. Para alguns alimentos, com alto teor de vitamina C, o enlatamento em latas não revestidas internamente com verniz sanitário seria preferível em vez de recipientes de vidro ou latas envernizadas.

A análise de variância das avaliações sensoriais mostrou que houve diferenças entre tratamentos ao nível de significância de 1% para odor, gosto e preferência.

Quanto ao odor (Quadro VIII) os melhores tratamentos foram 1, 2 e 3 (amostras-controle) que alcançaram médias correspondentes ao grau "regularmente agradável" de escala hedônica (Figura 3). Os piores tratamentos foram os sucos pasteurizados nos 3 estágios de maturação, correspondendo ao grau "ligeiramente desagradável" da escala. A análise estatística dos resultados para odor (Quadro IX) revelou que os tratamentos 1, 2, 3 não diferiam entre si, o mesmo acontecendo para os tratamentos 4, 5, 6 e 7, 8, 9. As amostras-controle (tratamentos 1, 2 e 3) diferiram dos sucos pasteurizados ao nível de 1%. As diferenças encontradas entre os sucos pasteurizado e concentrado congelado reconstituído em diferentes estágios de maturação foram significativas aos níveis de 5% e 1%.

Quanto ao gosto (Quadro VIII), o suco simples congelado "bem maduro" alcançou a maior média mas não diferiu significativamente dos sucos simples congelado "semi maduro" e "maduro" (Quadro X). Também para gosto as amostras-controle diferiram dos sucos pasteurizados ao nível de 1%. Os piores tratamentos foram novamente os sucos pasteurizados nos 3 estágios de maturação. De um modo geral, os sucos concentrados congelados reconstituídos diferiram dos sucos pasteurizados aos níveis de 5% e 1%.

Em relação a preferência (Quadros VIII e XI) o tratamento mais preferido foi o suco simples congelado "bem maduro" mas não diferiu do suco simples congelado "semi-maduro" e "maduro", diferenciando dos demais aos níveis de significância de 5 % e 1 %. Novamente evidenciou-se que de uma maneira geral, o suco concentrado congelado reconstituído é significativamente superior, quanto a preferência, ao suco pasteurizado.

Resumindo, a análise estatística que foi efetuada para todos os tratamentos mostrou que não há diferenças significativas entre as médias de estágios de maturação dentro dos nove tratamentos analisados e sim entre os processos (Quadro XII), sendo que o melhor processamento para suco de caju entre os dois processos estudados é o concentrado congelado.

Como foi discutido anteriormente o suco obtido de "maçãs" de caju "maduros", apresentou maior rendimento de extração e quanto ao seu teor de vitamina C não diferiu do estágio "bem maduro". Isto leva a concluir que o melhor estágio de maturação para processamento de suco de caju entre os três estágios considerados, é o "maduro", visto que apresentou facilidade de separação das castanhas, ótimo rendimento na extração, teor elevado de vitamina C, e ótima estabilidade desta vitamina durante o armazenamento, não diferenciando sensorialmente do suco obtido de maçãs "semi maduras" e "bem maduras".

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALFA LAVAL, Sweden - Instruction Book: Evaporating Plant, Type Centri-Therm CT-1B.
2. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS, Washington, D. C. - Methods of Analysis, A.O.A.C. 10th edition, 1965.
3. BERNHARDT, L.W., DE MARTIN Z. e ANGELUCCI, E. - Industrialização do Pseudofruto do Cajueiro. Coletânea do ITAL (Campinas) 4 : 47 - 61, 1971/72.
4. BRASIL. MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL - Anuário Estatístico do Brasil - 1973. Rio de Janeiro, I.B.G.E., 1973.
5. CAVALCANTE, R.N.F. e LOPES NETO, A. - A Agro-Indústria do Caju no Nordeste: Situação Atual e Perspectivas. Fortaleza, Departamento de Estudos Econômicos do Nordeste, Banco do Nordeste do Brasil S.A. 1973.
6. CERQUEIRA, P.O. - Sobre o Caju. Contribuição para o Estudo dos Cajus de Pernambuco. Recife, 1951. (Tese de Livre Docência Escola de Engenharia da Universidade de Recife).
7. COCHRAN, W.G. and COX, G.M. - Experimental Designs. 2nd edition New York, John Wiley and Sons, Inc, 1957. p. 396-438.
8. CORREIA, R.N. - Doces e Sucos de Frutas Regionais. Subsídios para a Programação Industrial. Recife, Departamento de Industrialização da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, SUDENE, 1972.
9. COSTA, D. e CARVALHO, M.C. - Contribuição ao Estudo do Caju e Doces de Caju. Revista Brasileira de Medicina 5:81-88 ,1948.

10. CZYHRINCIW, N. - Tropical Fruit Technology. In: Advances in Food Research 17: 153-214. New York, Academic Press, 1969.
11. FEASTER, J.F., TOMPKINS, M.D., and PEARCE, W.E. - Effect of Storage on Vitamins and Quality in Canned Foods. Food Research 14 : 25-39, 1949.
12. FMC CORPORATION, Lakeland, Florida - Procedures for Analysis of Citrus Juices. Revision nº 4, Research Department, 1964 p. 12.
13. GONÇALVES DE LIMA, P., MAGALHÃES NETO, B., FARIAS, L., ALBUQUERQUE, I.V. e SIMÕES FILHO, S. - Introdução ao Estudo Químico dos Cajus de Pernambuco (A. occidentale L.). Recife, Monografia nº 1 da Escola de Química da Universidade do Recife, 1952.
14. GUEDES, R.C. B. - Contribuição à Bibliografia sobre o Cajueiro (Anacardium occidentale L.). Fortaleza, Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, 1974.
15. HAENDLER, L. et DUVERNEUIL, G. - Note sur les Possibilites de Transformation des Fruits et des "Faux Fruits" de L' anacardier (Anacardium occidentale). Fruits (Paris) 25:379-384, 1970.
16. HENDRIX, C.M. JR and JEFFERSON, J.E. - Quality Control Manual for Citrus Processing Plants. Safety Harbor, Florida, REDD Laboratories, Inc. p. 67-69.
17. HOLANDA, L. F.F., MOURA FÉ, J.A., MARTINS, C.B. e MAIA, G. A - Resultados Preliminares sobre Estabilidade do Suco de Caju Anacardium occidentale L. Cien. Agron. (Fortaleza) 2:45-47, 1972.

18. KEW, T.J. and VELDHUIS, M.K. - An Index of Pasteurization of Citrus Juices by a Rapid Method of Testing for Residual Enzyme Activity. Florida State Hort. Soc. Proc. 1950 :162-165, 1950.

19. LOPES, M.H.C. - Composição Química e Aproveitamento da "Pera" de Caju de Moçambique . Agron. Moçamb. (Lourenço Marques) 6: 119-131, 1972.

20. LUGG, J.W. H. and OVERELL, B.T. "One" and "Two" - Dimensional " Partition Chromatographic Separation of Organic Acids on an Inert Sheet Support. Australian J. Scien. Res. Ser. A1 :98-111, 1948.

21. MAGALHÃES NETO, B. - Introdução ao Estudo dos Carotenóides do Caju. Recife, 1952. (Tese de Livre Docencia, Escola de Química da Universidade do Recife).

22. MAIA, G.A., HOLANDA, L. F.F. e MARTINS,C.B. - Características Físicas e Químicas do Caju (Anacardium occidentale L.). Cien. Agron. (Fortaleza) 1 : 115 - 120, 1971.

23. MAIA, G.A., HOLANDA, L.F.F. e MARTINS,C. B. - Estudo Químico e Tecnológico da Banana e do Caju. Pesq. Agrop. Nord. (Recife) 3 : 31-47, 1971.

24. MAIA, G.A. e SOARES, J. B. - Gradientes de Acidez, Açúcares e Ácido Ascórbico no Caju. Bol.Cear. Agron. (Fortaleza) 11: 25-29, 1970.

25. MARVALDI GARCIA, E. J. - Industrializacion del Merey. Caracas, 1966. (Trabajo especial de grado para optar al Título de Licenciado en Biología. Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela).

26. NATIONAL CANNERS ASSOCIATION, Research Laboratories, U.S.A.—
Laboratory Manual for Food Canners and Processors (Volume
Two). 3rd edition, Westport, Connecticut, The AVI Publ.
Comp. Inc., 1968. p. 199 - 204; 184; 410 - 412.
27. ORSINI, D. e PAULA SANTOS, O. - Determinação da Vitamina C em
alguns Frutos Brasileiros pelo Colorímetro Fotoelétrico, Re
senha Clínica - Científica do Instituto Lorenzini (São Pau
lo) 12 : 461 - 469, 1943.
28. PARENTE, E. - Normas para a Elaboração da Cajuína. Fortaleza ,
Inspetoria Regional de Fomento Agrícola no Ceará (publica
ção nº 15), 1958.
29. PARENTE, J.I.G., MACIEL, R. F. P. e VALE, E. C. - Cajueiro ,
Aspectos Econômicos e Agronômicos. 2a. edição, Estação Expe
rimental de Pacajus, Ceará, Instituto de Pesquisa Agropecuá
ria do Nordeste (circular nº 19), 1972.
30. PEIXOTO, A. - Caju. Rio de Janeiro, Serviço de Informação
Agrícola do Ministério da Agricultura, 1960.
31. PEREIRA JR., A. e GRAÇA, J.B. da - Estudo do Suco da Maçã de
Caju (Anacardium occidentale L.) da Guiné Portuguesa. III - Lio
filização e Determinação de Vitamina C no Produto Liofiliza
do. Garcia de Orta (Lisboa) 14 : 499 - 501, 1966.
32. PERYAM, D.R. and PILGRIM, F. J. - Hedonic Scale Method of Mea
suring Food Preferences. Food Technology. 11(9): 9 - 14 ,
1957.
33. PRUTHI, J. S. , CHAKRABORTY, R.N., SONDHI, S.P., SASTRY, L.V.L
and SIDDAPPA, G. S. - Studies on Concentrating the juice
of the Cashew Apple (Anacardium occidentale). Food Techno
logy 17 (11) : 95 - 98, 1963.

34. ROCHA, I.J. - Contribuição para uma Bibliografia do Caju. Lourenço Marques, Serviços de Agricultura e Veterinária da Província de Moçambique (separata nº 41), Edição da Gazeta do Agricultor, 1967.
35. SASTRY, L.V. , SETTY, L. , SATYAVATHI, V.K., PRUTHI, J.S. and SIDDAPPA, G. S. - Polyphenol Constituents in Cashew Apple juice as Influenced by Region, Strain and Selection. Indian J. Appl. Chem. 25 : 119 - 122, 1962; Chem. Abstr.
36. SASTRY, L. V., CHAKRABORTY, R.N., PRUTHI, J.S. and SIDDAPPA, G.S. - Preservation and Storage of Cashew Apple Juice and its Blends. Indian J. Technol. 1 (11) : 431 - 433, 1963; Chem. Abstr.
37. SGARBIERI, V.C. e HEC, M. - Bioquímica dos Compostos Fenólicos e Adstringência das Frutas. Boletim do Centro Trop. de Pesq. e Tecnol. de Alim. (Campinas) 11 : 35 - 60, 1967.
38. SHARF, J. M. - Métodos Recomendados para o Exame Microbiológico de Alimentos. São Paulo, Editora Polígono, 1972. p. 122-123. (Trad. do inglês).
39. SINGH, K.K. and MATHUR, P.B. - The Cold Storage of Cashew Apples. Indian J. Hort. 10 : 115 - 121, 1953; Chem. Abstr.
40. SOARES, J.B. e MAIA, G.A. - Determinação Colorimétrica de Ácido Ascórbico em alguns Frutos Regionais. Pesq. Agrop. Nord. (Recife) 2 : 79-81, 1970.
41. SOUZA, A.H. - Caju e Cajuína. Rev. Tecnol. Bebidas. (Rio de Janeiro) 7(5) : 9-15, 1955.
42. TRESSLER, D.K. and JOSLYN; M.A. - Fruit and Vegetable Juice Processing Technology. Westport, Connecticut, The AVI Publ. Comp. Inc. 1961. p. 595.

43. TREVAS FILHO, V. - Informações Tecnológicas sobre Processamento de Sucos (Caju, Maracujá e Abacaxi). Pesq. Agrop. Nord, (Recife) 3 : 49 - 62, 1971.
44. VENTURA, M.M. e LIMA, I. H. - Estudo Cromatográfico Quantitativo dos Glicídios Solúveis no Curso da Maturação do Caju (Hipocampo de Anacardium occidentale L.) Portugaliae Acta Biologica (Lisboa) 5 : 297 - 304, 1958.
45. XAVIER FILHO, J., LIMA, I.H. and VENTURA, M.M. - Free Amino Acids in some Brazilian Fruits. Phyton (Buenos Aires) 19: 121 - 125, 1962.
46. WANG, J. K. and ROSS, E. - Spin Processing for Tropical Fruit Juices. Agricultural Engineering 46 (3) : 154 - 156, 1965.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Roberto Hermínio Moretti por sua orientação durante a elaboração desta tese de mestrado.

Ao Professor Doutor André Tosello, Diretor da Faculdade de Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas e fundador dos Cursos de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos desta Universidade.

À Professora Ruth dos Santos Garruti pela colaboração na parte referente à análise sensorial.

Ao Conselho Nacional de Pesquisas pelo auxílio financeiro concedido através de bolsa de pós-graduação.

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma para que este trabalho pudesse ser realizado.