

MODIFICAÇÕES NO SUCO DE MARACUJÁ RECONSTITUÍDO

ANA LUCIA DA SILVA TUMA

Tese apresentada ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como parte dos Requisitos para a Obtenção do Grau de "Mestre em Tecnologia de Alimentos".

Fortaleza - Ceará

OUTUBRO/1980

DECLARAÇÃO DO AUTOR

Esta tese faz parte dos requisitos exigidos pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Permite-se a reprodução total ou parcial deste trabalho, desde que seja citado o autor e a fonte.

ANA LUCIA DA SILVA TUMA

Aprovada em 2 de outubro de 1980.

Prof. LUCIANO FLÁVIO FROTA DE HÓLANDA
Orientador

Prof. GERALDO ARRARES MAIA - Ph. D.

Prof. HUMBERTO FERREIRA ORIA - M.S.

À meus pais,
à meus irmãos
e à minha filha *Cynthia*

DEDICO este trabalho

AGRADECIMENTOS

A FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, a oportunidade e apoio financeiro concedidos para a realização do Curso de Pós-graduação.

Ao Professor LUCIANO FLÁVIO FROTA DE HOLANDA, pela orientação criteriosa, estímulo e apoio permanente no desenvolvimento deste trabalho.

Aos Professores GERALDO ARRAES MAIA e HUMBERTO FERREIRA ORIÁ, pelas valiosas sugestões e ajuda prestadas na redação do presente trabalho.

A Caju do Brasil S/A Agroindústria-CAJUBRAZ, pelo fornecimento de matéria-prima e uso dos equipamentos, objeto de estudo deste trabalho.

As Bibliotecárias HELENA MATTOS DE CARVALHO MENDES, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará e LUÍZA MARIA DE ALCÂNTARA SARAIVA LEÃO, da Biblioteca Central da Universidade Federal do Ceará, pela ajuda e revisão das referências bibliográficas.

Aos Professores e colegas do Curso de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, pela colaboração e amizade.

Finalmente, o Autor agradece, de modo especial, à CARBENE FRANÇA LOPES que, direta ou indiretamente, colaborou na realização deste trabalho.

Í N D I C E

	<u>Página</u>
1- INTRODUÇÃO	1
2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1- Aspectos gerais	4
2.1.1- Aspectos botânicos	4
2.1.2- Armazenamento	6
2.1.3- Polpa, suco e produtos	8
2.1.3.1- Composição química ...	8
2.1.3.2- Aspectos tecnológicos .	9
2.1.4- Resíduos	13
2.1.4.1- Cascas	13
2.1.4.2- Sementes	15
2.1.5- Aspectos farmacológicos	15
2.2- Perdas de nutrientes	17
2.3- Concentração de sucos	18
3- MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1- Material	21
3.2- Métodos	21
3.2.1- Determinações analíticas	21
3.2.1.1- Densidade	21
3.2.1.2- Viscosidade	22
3.2.1.3- pH	22
3.2.1.4- Sólidos solúveis (°Brix)	22
3.2.1.5- Extrato seco	23
3.2.1.6- Acidez titulável total	23
3.2.1.7- Resíduo mineral fixo .	24
3.2.1.8- Açúcares redutores, em glicose	24

Página

3.2.1.9-	Açúcares não redutores, em sacarose	25
3.2.1.10-	Amido	26
3.2.1.11-	Proteína	26
3.2.1.12-	Extrato etéreo	27
3.2.1.13-	Ácido ascórbico	28
3.2.2-	Experimentos tecnológicos	31
3.2.3-	Análise estatística	36
4-	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5-	CONCLUSÕES	46
6-	SUMMARY	47
7-	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

RESUMO

Utilizou-se como matéria-prima *Passiflora edulis* F. *flavicarpa*, conhecida vulgarmente como maracujá amarelo, proveniente do município de Ubajara, Estado do Ceará.

Suco de maracujá foi concentrado a 32°Brix, em concentrador vertical, de camada fina, à temperatura de 58°C e vácuo de 55/58 cm de Hg.

Estudo comparativo entre o suco de maracujá integral a 15°Brix e suco de maracujá reconstituído a 15° Brix, com relação as determinações analíticas, acompanhadas por teste "t de student", não revelou modificações no que diz respeito a: pH, densidade, acidez, extrato seco, açúcar não redutor, amido, resíduo mineral fixo, proteína e extrato etéreo.

Diminuição no conteúdo de açúcar redutor e ácido ascórbico e aumento na viscosidade do suco foram observadas, revelando efeito da concentração sobre o suco de maracujá.

1- INTRODUÇÃO

O maracujá, fruto tropical nativo do Brasil, com produção mais elevada nos Estados de Alagoas, Minas Gerais, Pará, Pernambuco, São Paulo e Sergipe, estimada em 42.170 ton no ano de 1978, como mostrado na Tabela 1 (41).

O suco de maracujá é um dos sucos mais nutritivos, sendo boa fonte de carboidratos, pro-vitamina A, niacina, riboflavina e ácido ascórbico (38).

É uma fruta conhecida por possuir suco atrativo e de sabor exótico, sendo principalmente consumida em forma de suco, sorvetes e néctares, com boa aceitação nos países não tropicais, de clima frio e temperado. Contrariamente, o consumo de sucos de frutas é inexpressivo no mercado nacional, onde problemas de renda do consumidor e hábitos de consumo, estão aliados. O suco de maracujá é o mais aceito nas regiões sul e sudeste, estimado em 56% (41).

A industrialização do suco de maracujá no nor-

deste, se faz presente nos Estados do Ceará, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Bahia, que juntamente com o suco de abacaxi, são os mais vendidos no mercado externo, participando respectivamente com 33,2% e 58,4%, do volume exportado em 1971/1974 (41).

O objetivo desse trabalho foi de estudar as perdas dos constituintes químicos que ocorrem no suco de maracujá reconstituído, obtido a partir do suco concentrado, fornecendo desta maneira, subsídios para otimização de uma metodologia que tenha os mínimos efeitos sobre a qualidade do suco de maracujá.

Tabela 1 - Produção estimada de maracujã em 1978 (41)

Estado	Produção estimada (ton)
São Paulo	-
Sergipe	8.000
Minas Gerais	17.000
Pará	4.200
Alagoas	10.400
Pernambuco	2.570

2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1- Aspectos Gerais

2.1.1- Aspectos botânicos

O maracujazeiro é uma planta originária do Brasil, nome de origem indígena, maracujá ou comida preparada em cuia, é nome geral de várias plantas do gênero *Passiflora*, da família *Passifloraceae* (20).

O gênero *Passiflora* consiste de cerca de 530 espécies tropicais e subtropicais (45), das quais mais de 150 espécies são representantes indígenas (23). Dessas, somente doze espécies dão frutos comestíveis (Tabela 2). Apenas duas espécies são economicamente viáveis: a *Passiflora edulis* Sims., de casca roxa e a *Passiflora edulis* F. *flavica* Deg., de casca amarela. A primeira é quase que exclusivamente cultivada na Austrália, Nova Zelândia e África do Sul, enquanto que a segunda é cultivada no Havaí (1).

Tabela 2 - Espécies de *Passiflora* de frutos comestíveis (38)

Nome vulgar	Nome botânico	Cor	Características do fruto		
			Forma	Diâmetro máximo (cm)	Peso (g)
Maracujá roxo	<i>P. edulis</i> Sims.	roxo	ovóide	4-5	28-43
Maracujá amarelo	<i>P. edulis</i> F. <i>flavicarpa</i> Deg.	amarelo-canário	ovóide	5-9	45-75
Maracujá assu	<i>P. quadrangularis</i> L.	verde-pálido	ovóide, oblongo ou elíptico	20-25	1800-4100
"Sweet granadilla or water-lemon"	<i>P. ligularis</i> Juss.	pardo-laranja c/manchas brancas	oval-oblongo	8	não disponível
Maracujá-de-folhas-de-loureiro	<i>P. laurifolia</i> L.	amarelo-laranja	elipsoidal ou ovóide	5-8	" "
"West Indian sweet calabash"	<i>P. maliformis</i> L.	pardo-amarelado	globoso	4,5	" "
Maracujá banana	<i>P. (Tacsonia) mollisoma</i> Bailey	verde pálido-amarelado	oblongo-alongado	8	28-57
Maracujá catinga	<i>P. foetida</i> L.	vermelho	globoso	2,5	não disponível
"White flowered passion vine"	<i>P. alba</i> Link e Otto	amarelo	ovóide	3,5	" "
"Inkberry"	<i>P. suberosa</i>	roxo	oval	2,0	" "
Maracujá vermelho	<i>P. incarnata</i> L.	amarelo	oval	5,0	" "
Maracujá flor da paixão	<i>P. caerulea</i> L.	laranja	ovóide	2,5-3,5	" "

Segundo AKAMINE et alii (1), o maracujá amarelo é uma trepadeira com gavinhas axilares e hastes semi-lenhosas. Suas folhas são trilobadas com bordos dentados. Suas flores localizadas uma em cada nódulo, tem 5 sépalas formando o cálice, 5 pétalas e duas fileiras de filamentos que constituem a corola. Os estames são em número de 5 com grandes anteras cobertas de pólen. O ovário encontra-se no centro da flor, e prolonga-se por um estilete tripartido com um estigma viscoso para receber o pólen. O néctar encontra-se na base da flor, distante da papila do estigma. A flor do maracujá não se autofecunda, apesar de ser hermafrodita, depende de polinização cruzada para que haja frutificação. O tempo entre a polinização e a queda do fruto maduro é de aproximadamente 65 a 80 dias (2).

O maracujazeiro não tem grandes exigências, os solos devem ser profundos, férteis e bem drenados, não tolerando por tempo prolongado terrenos encharcados ou que acumulem água após a chuva (37).

O maracujá desenvolve-se bem em quase todas as regiões do Brasil, exceto aquelas sujeitas as geadas e ventos frios. Comporta-se de maneira ideal entre 100 e 200 m acima do nível do mar e em clima seco e quente, que facilita a polinização pelos insetos (47).

2.1.2- Armazenamento

Segundo PRUTHI (38), o maracujá não deve ser armazenado à temperatura ambiente, devido ocorrer murchamento, apodrecimento e fermentação da polpa. A aparência, peso do fruto, sabor, aroma e valor nutricional da polpa são prejudicados, tornando-o impróprio à comercialização ou pro

cessamento. Devido a essas limitações, armazenagem sob refrigeração é necessária.

A temperatura ótima de armazenagem é $6,5^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa entre 85 a 90%; sob essas condições, a vida de prateleira do fruto é de 4 a 5 semanas. A temperatura abaixo de $6,5^{\circ}\text{C}$, danos são visíveis com o aparecimento de coloração vermelha intensa, seguida de murchamento e ataque de mofos. A temperatura acima de $6,5^{\circ}\text{C}$, os frutos perdem mais peso e aroma e, são atacados por mofos em grande extensão ao final de 4 a 5 semanas de armazenagem (38).

Testes mostraram que os frutos, embalados em sacos porosos de polietileno e tratados com lisol a 5% e, armazenados em cestos ou caixas tratados com a mesma solução, deram máxima proteção contra o ataque de fungos. Estes tratamentos químicos não mostraram efeito significativo sobre a composição química ou qualidade do suco extraído da fru-ta. Durante as 4 semanas de armazenagem à temperatura de $6,5^{\circ}\text{C}$, não houve alteração no conteúdo de sólidos solúveis totais ($^{\circ}\text{Brix}$), relação $^{\circ}\text{Brix}/\text{acidez}$, acidez e caroteno do suco. Gradual decréscimo foi verificado no conteúdo em áci-do ascórbico, proteína, sacarose e amido. Por outro lado, aumento em açúcares redutores e totais foi verificado (38).

Os efeitos da irradiação ionizante com raios gama sobre a respiração de frutos frescos, foram investigados por AKAMINE & GOO (3). A velocidade de amadurecimento foi acelerada de acordo com a dose crescente de raios gama. O maracujá amarelo no estágio pré-climatérico à 75°F (24°C), tolerou irradiação até 100 Krad, sem afetar sua vida de prateleira.

2.1.3- Polpa, suco e produtos

2.1.3.1- Composição química

Sob o ponto de vista qualitativo e botânico, a variedade amarela apresenta características superiores a da variedade roxa, quanto à: acidez, beta-caroteno e produtividade, é resistente e cresce bem em uma grande variedade de solos. Todavia, sobre os aspectos aroma e sabor, a variedade roxa tem considerável superioridade, é um dos sucos mais nutritivos e é boa fonte de carboidratos, pro-vitamina A, niacina, riboflavina e ácido ascórbico (38).

PRUTHI & SRIVAS (39) separaram os aminoácidos livres do suco de maracujá roxo, incluindo leucina, valina, tirosina, prolina, treonina, glicina, ácido aspártico, arginina e lisina. Este estudo demonstrou que metionina, fenilalanina e triptofano estavam ausentes.

O aroma e sabor dos frutos são devido a muitas substâncias voláteis e não voláteis, encontradas em diversas partes da fruta. Nem todas essas substâncias foram identificadas. Estando presentes em mínimas quantidades e não são facilmente isoláveis (16).

HIU & SCHEUER (22), identificaram quatro componentes voláteis no óleo que está presente na proporção de 36 ppm no suco. N-hexil caproato, n-hexil butirato, etil caproato e etil butirato perfazem cerca de 95% do óleo do suco de maracujá. O n-hexil caproato é responsável por 70% da essência volátil do suco de maracujá.

WINTER & KLÖTI (53) investigando por cromatogra

fia gasosa e espectrometria de massa, o concentrado volátil do aroma do suco de maracujá (*Passiflora edulis* F. *flavicarpa*), conduziu a investigação de 165 compostos, 161 dos quais ainda não haviam sido previamente identificados em maracujá. Quatorze substâncias representam 80% da fração molecular neutra (Tabela 3). Os microcomponentes permitiram afirmar a existência de relações com outros aromas de frutas, como abacaxi e framboesa.

WINTER et alii (52), reportaram a identificação e síntese dos compostos 3-metil-tio-hexanol e uma mistura de cis e trans-2-metil-4-propil-1,3-oxatiano, no concentrado de aroma do suco de maracujá.

O sabor ácido, doce e adstringente de uma fruta é principalmente devido aos ácidos orgânicos, açúcares e taninos presentes (16). Determinação qualitativa dos ácidos orgânicos não voláteis por cromatografia de camada fina e cromatografia gasosa (12), mostrou que o ácido cítrico é o ácido predominante no suco de maracujá, constituindo cerca de 83% dos ácidos, seguido de: ácido málico, 15,9%; ácido láctico, 0,87%; ácido malônico, 0,20% e ácido succínico.

A composição química de uma fruta pode ser afetada por fatores tais como: variedade, grau de maturação, posição da planta, data de colheita, estação, localidade ou região (38). A Tabela 4 mostra a composição química do suco de maracujá, segundo PRUTHI (38) e BOYLE et alii (9).

2.1.3.2- Aspectos tecnológicos

Devido ao seu sabor e aroma, o suco puro ou concentrado de maracujá, é muito usado para acentuar o sabor

Tabela 3 - Constituintes voláteis do aroma do suco de maracujá (53)

Compostos	%
Isopentanol	1,06
Cis-3-hexen-1-ol	1,71
1-hexanol	22,47
Benzilálcool	2,10
Feniletilálcool	2,10
1-octanol	1,52
Alfa-terpinol	1,80
Linalol	2,06
Benzaldeído	18,59
Ciclopentanona	1,91
Lactatoetiléster	5,90
Caproatoetiléster	15,76
Lactatohexiléster	1,33
Caproato-n-hexiléster	0,78

Tabela 4 - Composição química do suco de maracujá

Determinações	PRUTHI (38)	BOYLE <u>et</u> <u>alii</u> (9)
Umidade %	81,5	82,0
Extrato etéreo %	-	0,6
Fibra bruta %	-	0,2
Sólidos solúveis (°Brix)	14,5	15,0
Acidez (ácido cítrico %)	6,0	4,0
pH	2,82	3,0
Açúcar redutor %	1,6	7,0
Açúcar não redutor %	4,8	-
Açúcar total %	6,7	10,0
Proteína %	-	0,8
Cálcio-mg %	-	5,0
Fósforo-mg %	-	18,0
Ferro-mg %	-	0,3
Ácido ascórbico-mg %	12,6	12,0
Caroteno (U.I. de vitamina A/100 g)	-	570,0

de sucos e refrigerantes de frutas menos aromáticas, como também na produção de geléias. O sabor de sorvetes e saladas de frutas também pode ser aprimorado com adição de suco de maracujá (48).

Recentemente apareceu o maracujá no mercado europeu, não na forma da fruta, mas como suco congelado ou pasteurizado. Além de seu consumo em forma de suco, o suco de maracujá é usado em misturas com sucos menos aromáticos, em recheios de doces e chocolate e como adicional em vitaminas e iogurte (7).

SALOMÓN et alii (42) estudaram o processamento e a vida de prateleira em condições ambientais, do néctar de abacaxi-maracujá e abacaxi-laranja, durante um período de seis meses e concluíram que, a mistura de sucos de frutas para obtenção de diversos tipos de néctares, mostrou resultado muito satisfatório. As frutas tropicais apresentam características excepcionais para este tipo de produto, especialmente sob o ponto de vista da composição química. Nas condições de armazenamento, a cor do néctar foi influenciada, em todas as formulações por escurecimento, quando deixados por longos períodos à temperatura ambiente. Estudaram ainda formulações à base de mamão-maracujá por um período de 180 dias de armazenagem. As formulações, 17,5% de maracujá e 82,5% de mamão e 12,5% de maracujá e 87,5% de mamão, obtiveram igual preferência (43).

Experiências industriais mostraram que, para fabricar 1,0 Kg de geléia de abacaxi, goiaba ou maracujá, foi necessário usar 0,7 a 0,75 kg de polpa e 10 a 15 g de pectina cítrica ou de maçã a índice de 100 a 150 (16). Estudos posteriores com maracujá foram feitos para manufatura de vinhos, doces e semi-secos, com cor e sabor específicos da

fruta.

Segundo MOY (34), sucos de maracujá e abacaxi e purês de goiaba e manga desidratados por "vacuum puff freeze drying", mantiveram boa cor e solubilidade em água fria; suco de maracujá reteve suficiente sabor e aroma da fruta.

Perdas de vitamina C e beta-caroteno durante a liofilização e posterior armazenamento por 210 dias, foram estudados por FONSECA et alii (18) em duas variedades, de mamão, maracujá e morango. As perdas de vitamina C durante a liofilização variaram entre 0 a 7%, exceto para o morango, onde alcançaram valores de 36,7 a 41,6%. Perdas em beta-caroteno não foram observadas, exceto no maracujá amarelo que foi de 4,8%. Por ocasião da armazenagem, as maiores perdas mensais de vitamina C variaram entre 1,6 a 3% com resultados semelhantes para beta-caroteno, exceto no maracujá, onde 75% foi perdido durante os primeiros trinta dias.

2.1.4- Resíduos

2.1.4.1- Cascas

A composição química da casca do maracujá revelou 17 a 20% de matéria seca, elevada fonte em carboidratos e fibra, baixa fonte em substâncias solúveis em éter, boa fonte de pectina, proteína e matéria mineral. De acordo com OTAGAKI & MATSUMOTO (36), as cascas amarelas contêm 45,9% em carboidratos e 15,7% em pentosanas (Tabela 5).

A produção de pectina é elevada (20%), entretanto apresenta 8,9 a 9,2% em conteúdo metoxílico, 76,6 a 78,0% em ácido galacturônico e grau de esterificação acima de

Tabela 5 - Composição química da casca desidratada do maracujá (36)

Determinações	%
Umidade	16,8
Extrato etéreo	0,3
Fibra bruta	25,7
Pectina (pectato de cálcio)	20,0
Proteína (N x 6,25)	4,6
Carboidrato	45,9
Pentosanas	15,7
Lignina	6,5
Cinzas	6,8

200 (38). O conteúdo em proteína bruta varia de 4,6 a 9,2% (36).

OTAGAKI & MATSUMOTO (36) estudaram o valor nutritivo das cascas desidratadas do maracujá amarelo como alimento para vacas leiteiras e outros animais, e concluíram que as cascas desidratadas foram altamente palatáveis, quando incorporadas nas rações de vacas leiteiras a nível de 22%. Os coeficientes de digestibilidade foram: proteína bruta, 45,23%; fibra bruta, 76,42%; carboidratos, 84,92%; e nutrientes digestíveis totais 60,7%.

2.1.4.2- Sementes

Óleo da semente do maracujá amarelo foi descolado por aquecimento a 92°C e carvão ativado. A mistura foi centrifugada e o óleo sobrenadante filtrado. Seu coeficiente de digestibilidade, 98,4%, quando ratos albinos foram alimentados com dieta com 20% de óleo em leite desnatado. A digestibilidade do óleo da semente do maracujá amarelo e maracujá roxo é comparável ao do óleo da semente de algodão. A Tabela 6 mostra as características do óleo da semente do maracujá (36).

2.1.5- Aspectos farmacológicos

Algumas das espécies de *Passiflora*, particularmente *Passiflora incarnata* e *Passiflora caerulea* são conhecidas por possuírem propriedades sedativas e outras propriedades medicinais (35).

LUTOMSKI (30) demonstrou a presença de 5 alcalóides na *Passiflora incarnata*: harmol, 39%; harman, 27% ;

Tabela 6 - Características físicas e químicas do óleo da semente de maracujá (36)

Determinações	
Gravidade específica (d 25 ^o)	0,9208
Índice de refração (25 ^o)	1,5729
Índice de iodo	137,5
Índice de tiocianogênio	84,20
Índice de saponificação	191,30
Índice de Reichert-Meissel	0,17
Índice de Polenske	0,25
Índice de acetyl	14,9
Matéria insaponificável %	0,77
Ácidos graxos saturados %	16,00
Ácidos graxos insaturados %	83,10
Ácido oleico %	13,00
Ácido linoleico %	67,50
Ácido linolênico %	2,60
Ácido araquidônico %	0,90

harmina, 22% e outros dois designados por A e B, 12,5%.

Segundo WUCHERPFENNIG (54), o suco de maracujá roxo contém 0,05 a 0,1 mg/l de harman, identificado por cromatografia de camada fina.

2.2- Perdas de nutrientes

Durante o processamento de alimentos, há perdas de voláteis e nutrientes qualquer que seja o método de preservação. A esterilização pelo calor, o processo mais efetivo de preservação de alimentos, tem severo efeito sobre nutrientes lábeis ao calor, particularmente vitaminas, e reduz principalmente pela reação de Maillard, a qualidade nutricional da proteína (27).

Preservação a baixa temperatura, particularmente por congelamento, é o método menos prejudicial de conservação de alimentos em muitos aspectos. A baixa temperatura, inibe o crescimento microbiano e diminui as velocidades das reações químicas e enzimáticas. Perdas de vitaminas são mínimas quando comparadas a outros métodos de preservação de alimentos. Perdas totais na qualidade do produto ocorre principalmente através de condições desfavoráveis de congelamento, armazenagem e descongelamento. As perdas de nutrientes através do processo de fermentação é pequena; em alguns casos, o nível de nutrientes pode ser aumentado, particularmente através de sínteses microbianas de vitaminas e proteínas. O efeito da preservação por aditivos químicos sobre os nutrientes é variável, mas geralmente pequeno. A irradiação, também chamada esterilização fria e pasteurização fria, é o método mais recente de preservação de alimentos. Devido a uma irradiação mais elevada produz, através

de radicais livres altamente reativos, novas substâncias no alimento irradiado. Os mecanismos dos radicais livres não são apenas letais aos microrganismos, são também prejudiciais aos nutrientes, principalmente vitaminas. A esterilização fria não inativa as enzimas, entretanto, as enzimas devem ser inativadas pelo calor. Outra desvantagem desse método é a alteração no sabor, considerada prejudicial ao alimento (27).

O efeito da remoção de água nas alterações nutricionais dos alimentos desidratados, de acordo com KARMAS (27), é relativamente pequena se a temperatura de desidratação é moderada e o alimento adequadamente embalado. Segundo BLUESTEIN & LABUZA (8), o processo de desidratação parece oferecer boa retenção de nutrientes, com exceção das perdas de ácido ascórbico e beta-caroteno. Perdas na qualidade da proteína devido aos processos de desidratação ou evaporação são mínimas. De um modo geral, perdas de valores nutritivos durante os processos de desidratação e concentração são menores em relação as perdas durante o processo de cozimento.

2.3- Concentração de sucos

A evaporação é um método seguro e econômico de concentração que é aplicado grandemente nos alimentos e processos industriais. A evaporação é um processo de separação física na qual transferência de calor e massa tem lugar simultaneamente (44).

MEFFERT (32) concluiu que a qualidade dos sucos de frutas pode ser afetada por altas temperaturas, como um resultado de reações químicas indesejáveis, afetando o sabor ou a cor dos produtos. A perda da qualidade é um pro

cesso de deterioração relacionado com o tempo e temperatura e os evaporadores devem ser considerados como catalizadores químicos, nos quais o tempo de residência e a temperatura de evaporação são os parâmetros mais importantes. Essas condições são encontradas em evaporadores de simples efeito, tais como filme descendente e ascendente e em evaporadores de filme agitado.

Segundo SARAVACOS (44), curto tempo de residência e baixa temperatura são necessários para produtos sensíveis ao calor. As propriedades reológicas (viscosidade, constantes viscosimétricas) são muito importantes na evaporação de sucos de fruta, porque estão diretamente relacionados à transferência de calor e a formação de camadas incrustantes na superfície do evaporador.

O evaporador de película fina, tipo LUWA, consiste de um tubo circundado por uma jaqueta aquecedora, acima da qual existe um separador e através de ambos trabalha um rotor sobre o eixo vertical. A utilidade desse rotor é dupla, no tubo evaporador forma uma camada fina de alta turbulência e o separador expulsa as gotículas que são transportadas com vapor ou partes dispersas da espuma que elevam-se juntas. O líquido a ser evaporado é introduzido acima da jaqueta aquecedora e por meio de um dispositivo adequado é distribuído uniformemente sobre a circunferência. As lâminas do rotor distribuem um filme fino, uniforme de alta turbulência sobre a superfície aquecida. O filme turbulento cai sobre a influência da gravidade e ao mesmo tempo sofre evaporação muito intensa, produzida por meio de um adequado aquecimento aplicado à jaqueta. O curto tempo de residência é uma das características do evaporador de camada fina, podendo ser utilizado em diferentes aplicações industriais (31).

A raspagem contínua da superfície de transferência de calor, evita o depósito do produto sobre ela e aumenta a taxa global de transferência de calor. Devido a raspagem e agitação contínua da superfície, a transferência de calor é aumentada e o produto nunca é excessivamente aquecido junto à superfície (40).

3- MATERIAL E MÉTODOS

3.1- Material

Foi utilizada como matéria-prima *Passiflora edulis* F. *flavicarpa*, conhecida vulgarmente como maracujã a marelo ou maracujã-peroba, proveniente do município de Ubajara*, Estado do Ceará.

3.2- Métodos

3.2.1- Determinações analíticas

3.2.1.1- Densidade

A densidade foi determinada por leitura direta

* Situado a 847 m acima do nível do mar, suas coordenadas geográficas são ao sul 3° 51' e longitude a W. de gr. 40° 56'. No inverno de 1974, as precipitações pluviométricas foram de 2.399,5 mm e em 1975 2.092,2 mm.

em tabela que relaciona densidade e °Brix (15).

3.2.1.2- Viscosidade

As medidas de viscosidade foram feitas em viscosímetro CONTRAVES, à temperatura de 20°C. A amostra homogeneizada foi transferida para o copo do aparelho, adaptando-o em seguida ao viscosímetro. Procedeu-se a leitura da viscosidade convertendo-a em centipoise, usando um gráfico fornecido pelo fabricante do aparelho. Para o suco concentrado usou-se o copo MS-r3 e o MS-r2, para o suco integral e reconstituído.

3.2.1.3- pH

Transferiu-se cerca de 50 ml da amostra homogeneizada, para um becker de 100 ml, mergulhando-se em seguida, o eletrodo na amostra. O pH foi medido por leitura direta em potenciômetro COLEMAN modelo 39, à temperatura de 27°C, calibrado com solução tampão de pH 4,0.

3.2.1.4- Sólidos solúveis (°Brix)

A amostra foi homogeneizada, e com auxílio de um bastão de vidro deixou-se cair uma gota de suco sobre o prisma do refratômetro. O teor de sólidos solúveis foi determinado por leitura direta em refratômetro aus JENA model I, expressando-se os resultados em graus Brix e fazendo-se as necessárias correções das leituras observadas a 27°C para 20°C, temperatura de referência do aparelho.

3.2.1.5- Extrato seco

Pesou-se 20 g de amostra em cápsula de porcelana, previamente tarada, evaporada em banho-maria e levada a dessecar em estufa a vácuo, à temperatura de 60-70°C, sob pressão de 25 mm de Hg. Pesagens consecutivas foram feitas de 2 em 2 h, até peso constante (4).

$$\frac{N \times 100}{P}, \text{ onde}$$

N = peso do resíduo

P = peso da amostra

3.2.1.6- Acidez titulável total

Pesou-se 10 g da amostra e diluiu-se com aproximadamente 250 ml de água destilada, recentemente fervida e fria, seguindo-se de titulação com solução 0,1 N de hidróxido de sódio, usando-se fenolftaleína como indicador. O final da titulação foi observado pelo aparecimento de coloração rósea tênue (4). Os resultados expressos em ácido cítrico % foram obtidos de acordo com a fórmula:

$$\frac{100 \times 0,006404 \times N \times f}{P}, \text{ onde}$$

N = nº de ml de solução 0,1 N de hidróxido de sódio gasto na titulação.

f = fator da solução 0,1 N de hidróxido de sódio.

P = peso da amostra.

3.2.1.7- Resíduo mineral fixo

Foi pesada cerca de 2 g da amostra dessecada, em cadinho previamente tarado, carbonizada à temperatura de mais ou menos 200°C, e incinerada em mufla à temperatura de 500-550°C até completa eliminação do carvão. Resfriou-se em dessecador e pesou-se (4). Relacionou-se para 100 g de amostra integral, os resultados obtidos na amostra dessecada.

$$\frac{100 \times N}{P}, \text{ onde}$$

N = nº de g de cinzas

P = nº de g de amostra dessecada

3.2.1.8- Açúcares redutores, em glicose

Com auxílio de 50 ml de água destilada, cerca de 10 g da amostra previamente homogeneizada, foram transferidas para balão volumétrico de 100 ml. Adicionou-se aproximadamente 1 ml de solução saturada de acetato de chumbo. Completou-se o volume com água destilada e filtrou-se em papel de filtro quantitativo. Ao filtrado recebido em frasco seco, foi adicionado sulfato de sódio anidro até completa precipitação do excesso de chumbo. Filtrou-se, sendo o filtrado transferido para bureta de 25 ml.

Transferiu-se para erlenmeyer de 250 ml, com auxílio de pipetas, 10 ml de cada solução de Fehling. Adicionou-se 40 ml de água destilada e aqueceu-se à ebulição. Gotejou-se a solução contida na bureta até descoloramento total e formação de precipitado vermelho-tijolo, colocando-se

próximo ao final da titulação, algumas gotas do indicador azul de metileno à 0,2%, para melhor visualização do ponto final da titulação. Anotou-se o volume gasto e os resultaados expressos em glicose % calculou-se pela fórmula (26):

$$\frac{100 \times 100 \times 0,05}{P \times V}, \text{ onde}$$

P = peso da amostra

V = volume gasto de solução

3.2.1.9- Açúcares não redutores, em saca-rose

Transferiu-se 25 ml da solução obtida como descrita em açúcares redutores, para balão volumétrico de 100 ml. Juntou-se 0,5 ml de ácido clorídrico concentrado e aqueceu-se em banho-maria à temperatura de 70-80°C durante 30 min. Depois de frio, foi neutralizado com carbonato de sódio anidro, completando-se o volume com água destilada. A solução foi transferida para uma bureta e procedeu-se como descrito em açúcares redutores. Os resultados expressos em sacarose % foram calculados pela fórmula (26):

$$\frac{100 \times 100 \times 0,05 - A}{P \times V} \times 0,95, \text{ onde}$$

P = peso da amostra

V = volume gasto de solução

A = percentagem de glicose obtida em açúcares redutores.

3.2.1.10- Amido

Cerca de 2,5 a 3,0 g de amostra foram transferidas para um becker de 250 ml com auxílio de 50 ml de água destilada. Deixou-se em repouso durante 1 h, agitando ocasionalmente, com auxílio de um bastão de vidro. Filtrou-se em seguida, lavou-se o resíduo com 250 ml de água destilada. Aqueceu-se o resíduo insolúvel com 200 ml de água destilada e 20 ml de ácido clorídrico concentrado (d 1,125), durante 2 h e 30 min em erlenmeyer adaptado a um condensador de refluxo. Depois de frio foi neutralizado com solução de hidróxido de sódio. Após transferir para balão volumétrico de 250 ml, completou-se o volume com água destilada e filtrou-se. Glicose foi determinada numa alíquota do filtrado, empregando-se o método de redução descrito em açúcares redutores (4). Os resultados foram obtidos pela fórmula:

$$\frac{100 \times 250 \times 0,9 \times A}{P \times V} \quad , \text{ onde}$$

A = nº de g de glicose correspondente a 10 ml da solução de Fehling

P = nº de g da amostra

V = volume de solução gasto na titulação

0,9 = fator de conversão de glicose em amido

3.2.1.11- Proteína

Aproximadamente 1 g de amostra dessecada foi transferida para balão de Kjeldahl com 0,5 g de sulfato de cobre, 20 ml de ácido sulfúrico concentrado e 10 g de sulfa

to de sódio. A amostra foi digerida até o aparecimento de coloração clara. Após resfriamento, transferiu-se o material digerido para um frasco de destilação de Kjeldahl, adicionou-se cuidadosamente e com agitação, solução concentrada de hidróxido de sódio a 40%, até mudança de coloração de azul claro a azul mais intenso e finalmente pardo, o que indicou a alcalinidade do meio. Cerca de 2/3 do volume inicial foi destilado e recebido em frasco erlenmeyer contendo 50 ml de ácido sulfúrico 0,1 N e gotas do indicador vermelho de metila. Antes de dar por terminada a destilação, foi verificado se ainda havia presença de amônia no destilado, usando-se papel indicador. O excesso de ácido sulfúrico foi determinado por titulação com solução de hidróxido de sódio 0,1 N. A quantidade de proteína (4) foi determinada pela fórmula:

$$\frac{V \times 0,14 \times 6,25}{P}, \text{ onde}$$

V = quantidade de ácido sulfúrico consumida

P = nº de g de amostra dessecada

Relacionou-se para 100 g da amostra integral, os resultados obtidos na amostra dessecada.

3.2.1.12- Extrato etéreo

Transferiu-se quantitativamente 2 g de amostra dessecada para um cartucho de Soxhlet. Procedeu-se a extração em aparelho Soxhlet, com balão previamente tarado, durante 8 h, usando-se éter etílico como solvente. Após evapo

ração do solvente, o balão contendo o resíduo foi mantido em estufa à temperatura de 105°C por 1 h. Pesou-se após ser resfriado em dessecador (26). A quantidade de substâncias lipídicas presentes na amostra foi determinada pela diferença em peso pela fórmula:

$$\frac{100 \times N}{P}, \text{ onde}$$

N = nº de g de lipídios

P = nº de g da amostra dessecada

Relacionou-se para 100 g da amostra integral, os resultados obtidos na amostra dessecada.

3.2.1.13- Ácido ascórbico

Reagentes especiais:

- (a) Solução padrão de ácido ascórbico - Foi preparada uma solução de ácido ascórbico a 0,1 % em uma solução de ácido oxálico a 0,4%.
- (b) Solução de trabalho - Tomou-se 5, 10, 15, 20 e 25 ml da solução padrão de ácido ascórbico e transferiu-se para balão volumétrico de 500 ml, completando-se o volume com solução de ácido oxálico 0,4%. Estas soluções continham respectivamente 1, 2, 3, 4 e 5 mg de ácido ascórbico por 100 ml.

(c) Solução corante padrão — solução contendo 12 mg de 2-6-diclorofenolindofenol /l.

(d) Curva padrão — para 4 tubos do colorímetro acrescentou-se:

Tubo 1 - 10 ml de água destilada.

Tubo 2 - 1,0 ml de ácido oxálico a 0,4% e 9 ml de solução corante padrão.

Tubo 3 - 1,0 ml de solução contendo 1,0 mg de ácido ascórbico por 100 ml e 9 ml de água destilada.

Tubo 4 - 1,0 ml de solução contendo 1,0 mg de ácido ascórbico por 100 ml e 9 ml de solução corante padrão.

As leituras das absorvâncias foram realizadas em colorímetro SPECTRONIC 20, Baush & Lomb à 520 nm.

Ajustou-se o colorímetro ao zero com o Tubo 1. Procedeu-se a leitura L_1 com o Tubo 2, exatamente 15 seg após a adição da solução corante padrão. Reajustou-se o aparelho ao zero com o Tubo 3. A leitura L_2 foi executada com o Tubo 4, 15 seg após a adição da solução corante padrão.

As leituras L_1 e L_2 foram repetidas para as demais concentrações de ácido ascórbico (mg/100 ml). A curva padrão foi construída com as concentrações de ácido ascórbico (mg/100 ml) nas abcissas e $(L_1 - L_2)$, para cada solução de trabalho, nas ordenadas (Figura 1).

- Procedimento

Cerca de 25 ml da amostra foi homogeneizada com

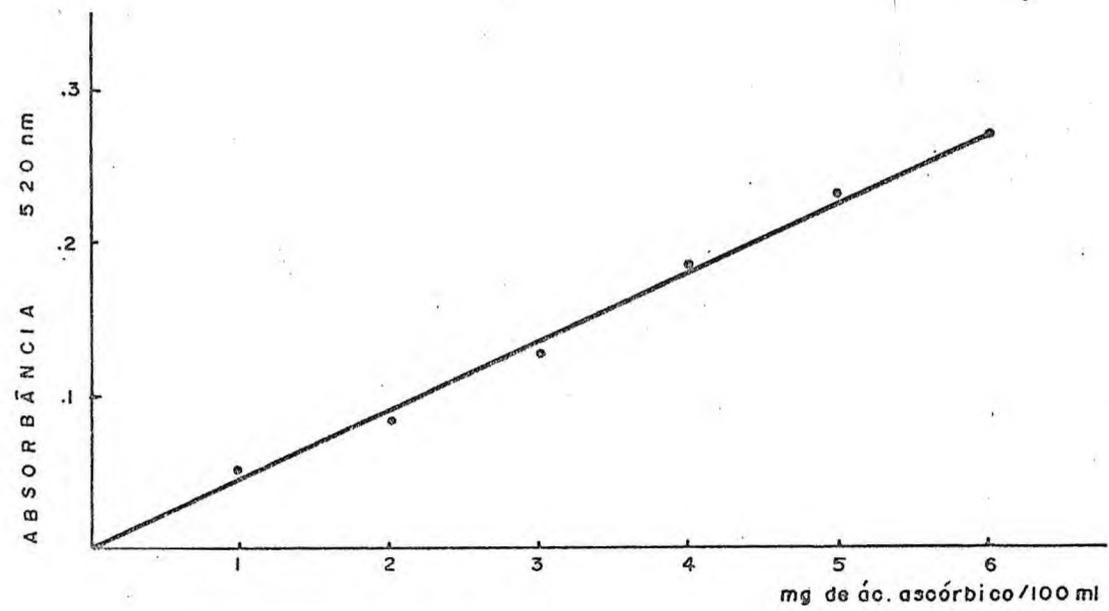


Figura 1. Curva Padrão Para Ácido Ascórbico

150 ml de ácido oxálico a 0,4% em liquidificador durante 3 min. e filtrou-se. L_1 foi obtido pela leitura de 1,0 ml de ácido oxálico a 0,4% e 9 ml de solução corante padrão. O colorímetro foi zerado com 1,0 ml do filtrado e 9 ml de água destilada. L_2 foi obtido pela leitura de 1,0 ml do filtrado e 9 ml da solução corante padrão. Calculou-se ($L_1 - L_2$) e determinou-se a concentração de ácido ascórbico por leitura direta na curva padrão. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100 ml de amostra (14).

3.2.2- Experimentos tecnológicos

Os frutos foram submetidos a processamento para obtenção de suco integral, suco concentrado e suco reconstituído, como mostrado nas Figuras 2 e 3.

Suco de maracujá integral — De acordo com os padrões de identidade e qualidade, do Ministério da Agricultura, suco de maracujá integral é o líquido límpido ou turvo extraído do maracujá (*Passiflora* sp.) por processo tecnológico adequado, não fermentado, de cor, aroma e sabor característicos, submetido a tratamento que assegure a sua apresentação e conservação até o momento do consumo.

Os frutos ao chegarem a fábrica foram pesados, sendo em seguida lavados com água clorada (3 a 5 ppm), para retirada de impurezas e resíduos de defensivos agrícolas; após a lavagem seguiu-se a seleção, descartando-se os frutos que não apresentavam condições normais aparente; após a seleção foram cortados e o conjunto constituído de casca, suco e semente, centrifugado, separando-se então a casca; suco e semente foram separados na operação de despolpa. O suco obtido foi acondicionado em garrafas de 200 ml, capsu-

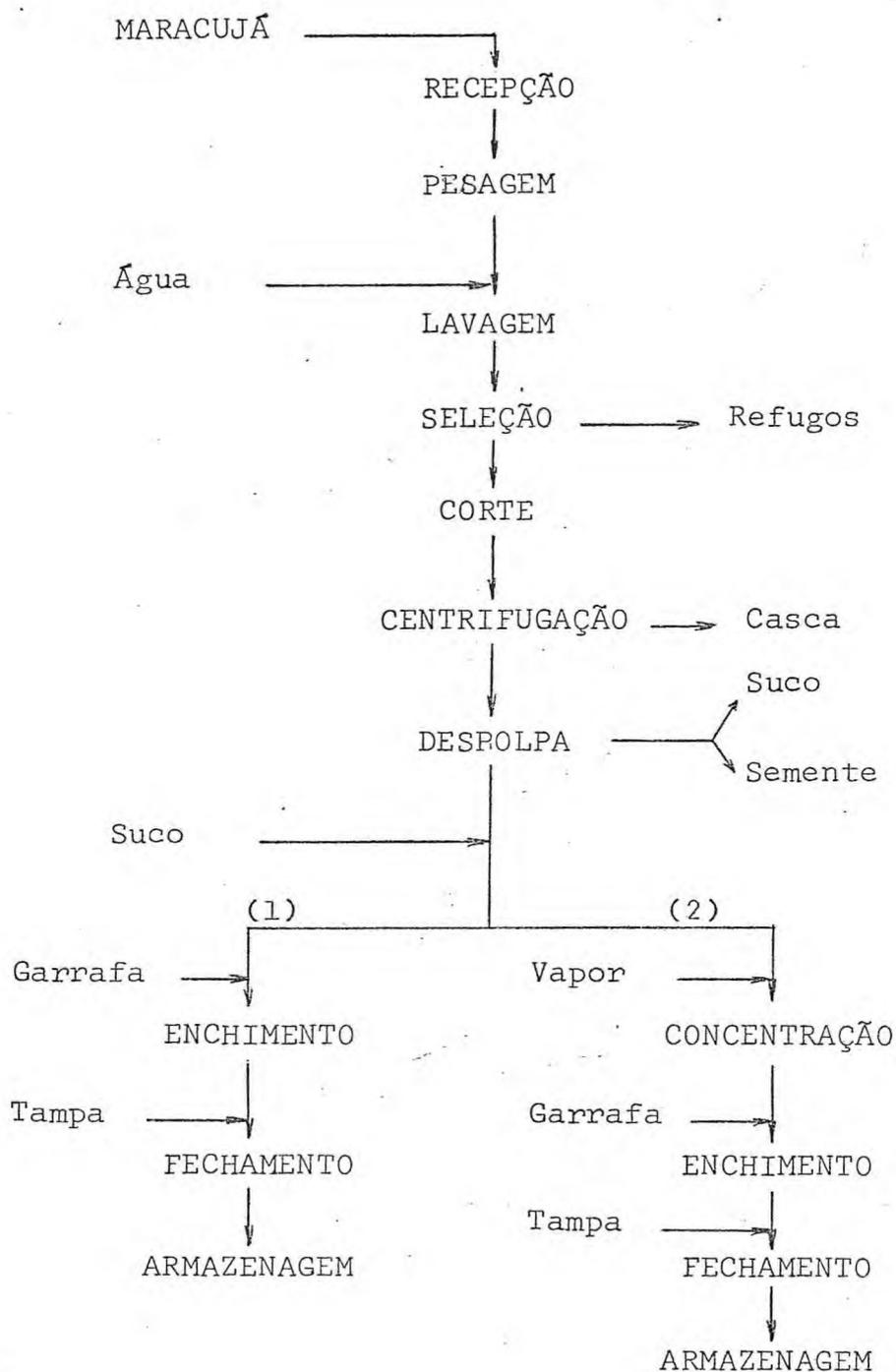


Figura 2 - Fluxograma de obtenção de suco de maracujá integral (1) e suco de maracujá concentrado (2).

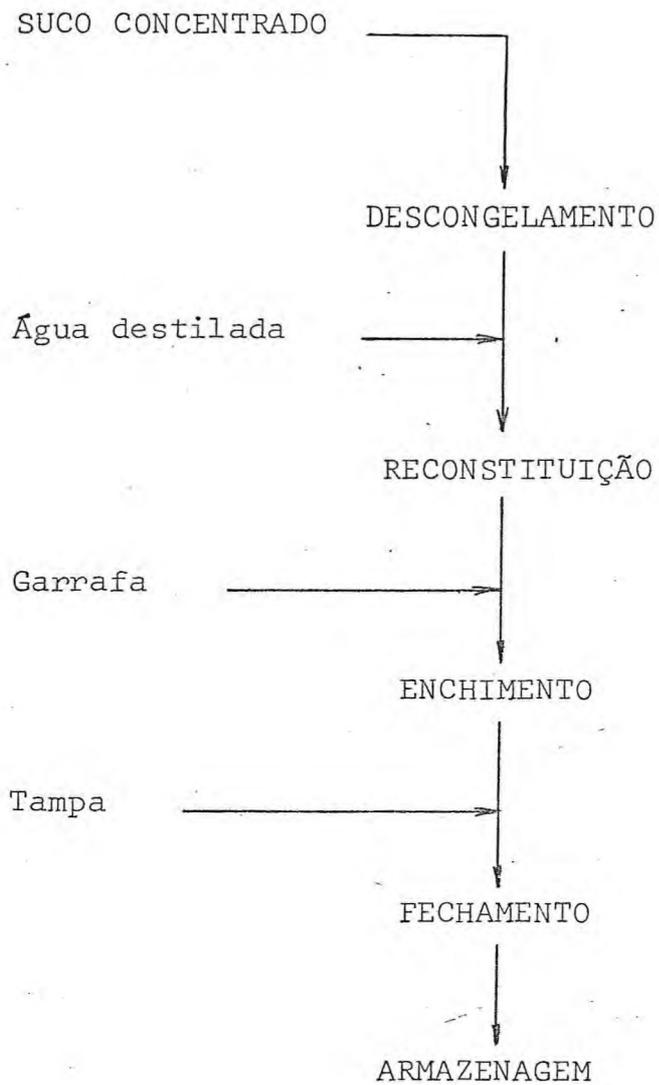


Figura 3 - Fluxograma de obtenção de suco de maracujá reconstituído.

ladas com tampas metálicas possuindo plástico interno protetor e armazenados a -18°C .

Suco de maracujá concentrado — De acordo com os padrões de identidade e qualidade, do Ministério da Agricultura, suco de maracujá concentrado é o suco de maracujá parcialmente desidratado, através de processamento tecnológico adequado, apresentando concentração mínima equivalente a 24° (vinte e quatro) Brix em sólidos naturais da fruta.

O suco de maracujá integral obtido, foi concentrado a 32° Brix, em concentrador vertical de camada fina, de fabricação Suíça, marca LUWA (Figura 4), com superfície de aquecimento de 8 m^2 , com temperatura na camada dupla de vapor de 191°C , equivalente a 12 atmosferas, pressão interna de aproximadamente 1 mm de Hg e com rotor de velocidade a 400 r.p.m. As condições de trabalho foram:

Temperatura de entrada do produto: 28°C

Temperatura de saída do produto: 58°C

Vácuo inicial: 57 cm de Hg

Vácuo de trabalho: 57 cm de Hg

Pressão de vapor na linha: $6,0\text{ Kg/cm}^2$

Pressão de vapor no concentrador: $1,8-2,0\text{ Kg/cm}^2$

O suco de maracujá concentrado a 32° Brix foi acondicionado e armazenado nas mesmas condições do suco de maracujá integral.

Suco de maracujá reconstituído — De acordo com os padrões de identidade e qualidade, do Ministério da Agricultura, suco de maracujá reconstituído é o suco de maracujá obtido pela diluição do concentrado e/ou desidratado até

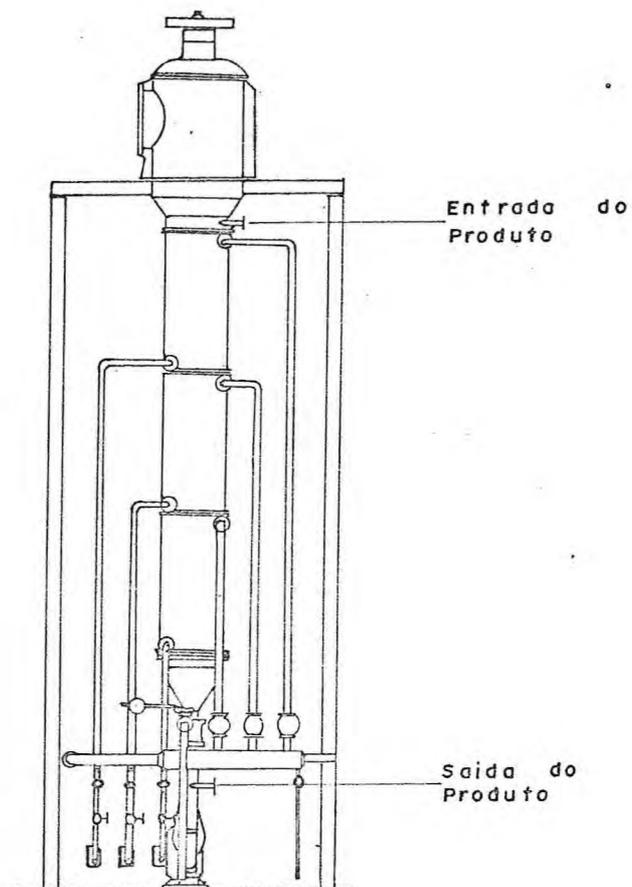


Figura 4. Concentrador Vertical de Camada Fina

sua concentração natural.

O suco de maracujá concentrado foi diluído com água destilada até atingir a concentração, em graus Brix, do suco de maracujá integral, sendo então acondicionado e armazenado nas mesmas condições dos anteriores. A reconstituição do suco obedeceu a seguinte fórmula de diluição (51):

$$W_w = \frac{W_s \cdot (B - b)}{b}, \text{ onde}$$

W_w = peso de água

W_s = peso de suco

B = Brix inicial

b = Brix final

As amostras foram descongeladas à temperatura ambiente, e para cada determinação foi utilizada uma garrafa de suco, que uma vez aberta, era descartada.

3.2.3- Análise estatística

A análise estatística dos resultados analíticos do suco integral e do suco reconstituído, foi feita através de comparações por teste de significância (t de student), com probabilidade de 99% de acerto (49). As fórmulas usadas foram as seguintes:

$$\text{Média } (\bar{x}) \quad \bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Desvio padrão (s) $s = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum \bar{x})^2}{n}}{n - 1}}$

Coeficiente de variação % (c.v.) $c.v. = \frac{s}{\bar{x}} \times 100$

4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 7, são apresentadas as médias dos resultados obtidos nas determinações analíticas do suco de maracujá, *Passiflora edulis* F. *flavicarpa* Deg. Comparando-se esses resultados entre o suco de maracujá integral e o suco de maracujá reconstituído, verifica-se ligeira diferença entre as médias das seguintes análises: acidez, extrato seco, açúcar não redutor, amido, resíduo mineral fixo, proteína e extrato etéreo. Constata-se diferença mais acentuada nos resultados analíticos com relação à viscosidade, açúcar redutor e ácido ascórbico.

Na Tabela 8, são apresentados os resultados da análise estatística sobre as determinações analíticas. Confrontando-se os resultados estatísticos entre o suco de maracujá integral e suco de maracujá reconstituído, verifica-se que as determinações de viscosidade, açúcar redutor e ácido ascórbico entre os dois sucos, diferem significativamente a nível de 99% de acerto.

Tabela 7 - Determinações analíticas no suco de maracujá

Determinações	S U C O		
	Integral	Concentrado	Reconstituído
pH	3,0	3,0	3,0
Sólidos solúveis (°Brix)	15	32	15
Densidade	1,3555	1,3845	1,3555
Viscosidade (cp)	210	375	230
Acidez (ácido cítrico %)	3,58	7,55	3,64
Extrato seco %	14,28	29,55	14,18
Açúcar redutor (glicose %)	6,52	12,47	5,89
Açúcar não redutor (sacarose %)	1,80	3,71	1,90
Amido %	0,31	0,68	0,30
Resíduo mineral fixo %	0,77	1,80	0,73
Proteína %	1,21	2,63	1,23
Extrato etéreo %	0,60	1,10	0,58
Ácido ascórbico mg %	12,10	26,11	10,32

Tabela 8 - Teste "t de student" entre médias das determinações analíticas do suco de maracujá integral e do suco de maracujá reconstituído.

Determinações	Média (\bar{x}) ¹		Desvio padrão (s)		Coeficiente de variação % (c.v.)		t
	S U C O		S U C O		S U C O		
	Integral Reconstituído	Integral Reconstituído	Integral Reconstituído	Integral Reconstituído	Integral Reconstituído	Integral Reconstituído	
Viscosidade	210	230	0,707	0,705	0,33	0,31	S
Acidez	3,58	3,64	0,044	0,090	1,24	2,49	N.S.
Extrato seco	14,28	14,18	0,58	0,62	4,06	4,37	N.S.
Açúcar redutor	6,52	5,89	0,413	0,324	6,33	5,50	S
Açúcar não redutor	1,8	1,9	0,055	0,017	2,99	0,867	N.S.
Amido	0,31	0,30	0,010	0,013	3,22	4,43	N.S.
Resíduo mineral fixo	0,77	0,73	0,074	0,065	9,70	8,90	N.S.
Proteína	1,21	1,23	0,120	0,149	9,90	12,11	N.S.
Ácido ascórbico	12,10	10,32	0,590	0,272	5,12	2,63	S

¹Corresponde a média de 20 determinações

S Significativo a nível de 1%

N.S. não significativo a nível de 1%

Conforme dados da Tabela 7, pode-se observar um aumento em 9,5% na viscosidade do suco reconstituído em relação a do suco integral.

Purês de goiaba tiveram a consistência de seus concentrados diminuída pelo tratamento com pectinol, antes do processo de concentração. Purês de goiaba, concentrados não tratados com enzimas pectinolíticas foram mais viscosos do que purês de goiaba tratados com enzima (11).

Tratamento pelo calor de frutos cítricos, antes de concentrar, melhora a estabilidade do concentrado devido à inativação da pectinesterase, que segundo ATKINS et alii (6), é o agente causador da clarificação e gelatinização. O grau de clarificação e gelatinização em concentrados de laranja valência e grapefruit duncan, foi principalmente dependente da quantidade de pectinesterase que permaneceu ativa nos sucos.

Uma das alterações que se pode observar nos produtos elaborados a base de frutas e legumes é a da textura, a qual é um índice organoléptico muito importante em relação à qualidade, principalmente nos produtos concentrados a base de polpa de frutas ou legumes, néctares etc... Esta alteração é originada geralmente pela ação de enzimas hidrolíticas da pectina, especialmente a pectinesterase. GARCÉS MEDINA (19) encontrou um teor de 0,05% em pectina (ácido péctico) e atividade da pectinesterase 0,08, na *Passiflora edulis* Sims. Para inativá-la 100%, foi necessário um aquecimento à temperatura de 75°C, durante 3 min. Supõe-se que a pectinesterase do suco estudado não tenha sido inativada, uma vez que o suco foi concentrado à temperatura de 58°C e tempo de residência em torno de 1 min.

A viscosidade também é um critério útil de desagregação ou depolimerização, tais como ocorre nos estágios iniciais de hidrólise de proteínas, amido ou pectina (28).

Segundo EZELL (17), a viscosidade pode tornar-se um importante fator durante a concentração de sucos de frutas cítricas, especialmente na produção de concentrados de alta densidade, devido a ineficiência da operação quando um produto pode tornar-se altamente viscoso; um concentrado muito viscoso não reconstitui facilmente, assim a viscosidade do produto é de importância para o consumidor. Alguns dados indicaram que a viscosidade do concentrado de laranja aumenta com o grau de concentração e a razão de aumento é maior a altas concentrações. Também concentrados preparados de sucos cítricos com elevado conteúdo de polpa são mais viscosos do que os preparados de sucos contendo menores quantidades de polpa.

A viscosidade, na concentração de sucos, afeta a transferência de calor, ao líquido em ebulição. Esta dificuldade resulta em uma distribuição não uniforme de temperatura, no alimento, podendo resultar em pontos queimados decorrentes do contato com as paredes do concentrador, diminuindo desse modo, a retenção de nutrientes e resultando em grandes decréscimos na qualidade do alimento (8).

De acordo com os resultados obtidos, o teor de amido (0,3%) permaneceu constante, situando-se próximo aos 0,4% encontrados por ARAÚJO *et alii* (5), para a mesma variedade, discordando de KWOK *et alii* (29), que encontraram ... 0,06% na variedade amarela e 0,74% na variedade roxa.

MOLLENHAUER (33), notou que quando o suco de maracujá, variedade roxa, era aquecido, a viscosidade aumenta

va rapidamente entre 50-81°C, e atribuiu essas alterações à gelatinização do amido. Entretanto CILLIE & JOUBERT (13) de terminaram que os grânulos de amido do maracujá roxo gelatinizam à 30-35°C, discordando dos resultados de KWOK et alii (29) que mostraram que a gelatinização do amido ocorre à temperatura de 58,5-67,0°C na variedade roxa, e 58,5-66,5°C na variedade amarela, e que as diferenças nas viscosidades dos sucos das duas variedades são devido principalmente suas diferenças na concentração do amido e pH do suco.

Os resultados apresentados na Tabela 7, mostra ram não haver variação na densidade e pH dos sucos integral e reconstituído. Os valores de pH foram os mesmos encontra dos por BOYLE et alii (9).

Dados sobre a acidez dos sucos integral e reconstituído, mostraram não haver perda de ácidos por evapo ração durante a concentração do suco, no que concorda STOLF et alii (50), na concentração de suco de laranja em evapo rador de filme centrífugo.

Os valores obtidos para extrato seco e sólidos solúveis estão de acordo com dados de BOYLE et alii (9) e PRUTHI et alii (38). Segundo STOLF et alii (50), o proces so de concentração não afetou o teor de sólidos totais do suco de laranja, concordando com os resultados apresentados na Tabela 7.

Segundo CZYHRINCIW (16), as frutas tropicais mais ricas em proteínas são: coco com 3,5%, abacate com 1,5% e banana com 1,2%. Os resultados encontrados para pro teína, neste trabalho, mostraram estar de acordo com aque les encontrados por SEELKOPF & FEBRES (48), de 1,04-1,06 % para a variedade roxa, e BENK (7), 0,6-1,2% para a varieda-

de amarela. Confrontando-se os resultados obtidos para o suco integral e suco reconstituído, nota-se que o processo de concentração não alterou a quantidade de proteína, mas nada se pode comentar à respeito da qualidade da proteína. Deterioração na qualidade da proteína devido a processos de secagem ou evaporação são mínimas (8).

Pela Tabela 7, verifica-se que houve uma diminuição no conteúdo de açúcar redutor, enquanto que não houve alteração no teor de açúcar não redutor. HOLANDA et alii (25), estudando a estabilidade do doce de caju em calda, verificaram um ligeiro decréscimo no conteúdo de açúcar redutor durante a armazenagem, e sugeriram ser devido a ocorrência do processo de caramelização durante a armazenagem. Pesquisando ainda a estabilidade do doce de banana em massa, consideraram que a redução de açúcares totais sem alteração sensível na acidez, poderia corresponder em parte à continuação do processo de caramelização do doce, mesmo durante a armazenagem (24). As hexoses se degradam facilmente quando aquecidas em meio ácido, todos os produtos são pardos ou castanhos, devido a caramelização dos açúcares que se produz na ausência de proteínas e aminoácidos (10).

Segundo HARRIS (21), sais minerais não são significativamente afetados por tratamentos como calor e irradiações. Alguns podem ser oxidados a mais alta valência pela exposição ao oxigênio, mas não há evidência convincente que seu valor nutricional seja afetado. Os resultados da Tabela 7, mostraram que o teor de cinzas não foi afetado pelo processo de concentração; esse teor está de acordo com os dados encontrados por SEELKOPF & FEBRES (48) no maracujá roxo.

A concentração de nutrientes solúveis em gordura, tais como ácido graxo essencial e vitaminas A, D, E e K, é extremamente baixa na fase aquosa dos alimentos. Desde que grande parte desses nutrientes é encontrado na fase dispersa, suas concentrações não alteram quando a água é removida (8). Os resultados deste trabalho demonstraram não haver alteração no teor de gordura por ocasião do processo de concentração. O teor de gordura dos sucos foi semelhante ao encontrado por BOYLE et alii (9).

Grande variação no teor de ácido ascórbico ocorre no suco de maracujá. Teores variando de 3,5-24,5 mg% foram encontrados por PRUTHI (38), 7-20,2 mg% por BOYLE et alii (9) e 10,6-13,0 mg/100g em diferentes linhagens por SEALE & SHERMAN (46). Os teores de ácido ascórbico apresentados na Tabela 7, situam-se entre os valores mencionados. Concentração de suco de laranja à temperatura de 34-40°C em evaporador de filme centrífugo, praticamente não alterou o conteúdo de vitamina C (50). Perdas de ácido ascórbico durante a concentração à vácuo de suco de maracujá, foi da ordem de 6,0-10,1% e perdas na desidratação à vácuo do suco concentrado de maracujá situou-se na faixa de 5,1-10,4% ... (38). De acordo com os resultados obtidos na Tabela 7, perdas de ácido ascórbico situou-se na faixa de 14,7%. Esta perda de ácido ascórbico poderá ser diminuída com o abaixamento da temperatura de evaporação.

5- CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos, conclui-se que o processo de concentração não afetou a densidade, pH, acidez, extrato seco, açúcar não redutor, amido, resíduo mineral fixo, proteína e extrato etéreo do suco de maracujá.

Leva-se a concluir que o conteúdo de proteína do suco de maracujá é equiparado aos das frutas tropicais, com teores mais elevados em proteínas.

Pequeno aumento na viscosidade do suco, pode ter sido influenciado pela gelatinização do amido, presente no suco com baixo teor (0,3%) e pela presença de pectina.

Diminuição no conteúdo em açúcar redutor, parece estar diretamente relacionada com o processo de caramelização, por ocasião da concentração do suco.

Diminuição de aproximadamente 14,7% no conteúdo de ácido ascórbico, foi ocasionada pela temperatura de concentração do suco.

6- SUMMARY

The purpose of this work was to study the chemical changes that occurs during reconstitution of concentrated passion fruit juice (*Passiflora edulis* F. *flavicarpa*).

The raw material used was the commonly known yellow passion fruit harvested in Ubajara-State of Ceará-Brasil.

The passion fruit juice was concentrated in a thin-layer vertical concentrator at 58°C and vacuum of 55 / 58 cm Hg, to 32°Brix.

Comparasion between natural passion fruit juice (15°Brix) and reconstituted juice (15°Brix) showed that there was not significant changes in relation to pH, density, dry extract, non-reducing sugar, starch, ash, protein and fat.

However it was observed a decrease in reducing sugar, ascorbic acid and an increase in the viscosity of the juice.

7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. AKAMINE, E.K.; BEAUMONT, J.H.; BOWERS, F.A.I.; HAMILTON, R.W.; NISHIDA, T.; SHERMAN, G.D.; SHOJI, K.; STOREY, W.B.; YEE, W.W.J.; ONSDROFF, T. & SHAW, T.N. — Passion fruit culture in Hawaii. Hawaii, College of Agriculture, Univ. of Hawaii, 1956. 35p (Extension Circular, 345).
02. AKAMINE, E.K. & GIROLAMI, G. Pollination and fruit set in the yellow passion fruit. Hawaii Agric. Exp. Sta., 1959. 44 p (Tec. Bull, 39).
03. AKAMINE, E.K. & GOO, T. Respiration of gamma—irradiated fresh fruits. J. Food Sci., 36 (7): 1074-6, 1971.
04. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, Washington . Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 20. ed. Washington , 1975. 1094 p.

05. ARAÚJO, C.M.; GAVA, A.J.; PASCHOAL, G.R.; NEVES, J.F. & MAIA, P.C.B. Características industriais do maracujá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) e maturação do fruto. Pesqui. Agropec. Bras., Ser. Agron. 9: 65-9, 1974.
06. ATKINS, C.D.; ROUSE, A.H.; HUGGART, R.L.; MOORE, E.L. & WENZEL, F.W. Gelation and clarification in concentrated citrus juices. III. Effect of heat treatment of valencia orange and duncan grapefruit juices prior to concentration. Food Technol., 7: 62-65, 1953.
07. BENK, E. Beitrag zur Kenntnis des saftes der passionsfruchte. Riechst., Aromen, Körperpflegem., 17 (5): 185-6, 1967.
08. BLUESTEIN, P.M. & LABUZA, T.P. Effects of moisture removal on nutrients. In: HARRIS, R.S. & KARMAS, E., ed. Nutritional evaluation of food processing. 2.ed. Westport, AVI, 1975, p. 289-323.
09. BOYLE, F.P.; SHAW, T.N. & SHERMAN, G.D. Efficient extraction, single strenght technique open wide uses for new passion fruit juice. Food Eng., 27 (9): 94, 1955 apud PRUTHI, J.S. Physiology, chemistry, and technology of passion fruit. Adv. Food. Res., 12: 203-83, 1963.
10. BRAVERMAN, J.B.S. Introducción a la bioquímica de los alimentos. Barcelona, Omega, 1967. p. 325-37.

11. BREKKE, J.E. & MYERS, A.L. Viscosimetric behavior of guava purees and concentrates. J. Food Sci., 43(2): 272-3, 1978.
12. CHAN Jr., H.T.; CHANG, T.S.K. & CHENCHIN, E. Nonvolatile acids of passion fruit juice. J. Agric. Food Chem., 20 (1): 110-2, 1972.
13. CILLIE, G.C. & JOUBERT, F.J. Occurrence of an amylopectin in the fruit of granadilla (*Passiflora edulis*). J. Sci. Food Agric., 1: 355-7, 1950.
14. COX, H.E. & PEARSON, D. The chemical analysis of foods. New York, Chem.Publ.Co., Inc. 1962, 479 p.
15. CRUESS, W.V. Produtos industriais de frutas e hortaliças. São Paulo, Edgard Blucher, 1973. V. 1.
16. CZYHRINCIW, N. Tropical fruit technology. Adv. Food Res., 17: 153-214, 1969.
17. EZELL, G.H. Viscosity of concentrated orange and grapefruit juices. Food Technol., 13: 9-13, 1959.
18. FONSECA, H.; NOGUEIRA, J.N. & LEME, J.J. Variação no teor de ácido ascórbico e beta-caroteno em frutas liofilizadas. O Solo, 64 (2): 53-9, 1972.
19. GARCÉS MEDINA, M. Pectina, pectinesterasa y ácido ascorbico en pulpas de frutas tropicales. Arch. Latinoam. Nutr., 18 (4): 401-12, 1968.

20. GRUPO EXECUTIVO DE IRRIGAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA (MINTER), Brasília. Contribuição ao desenvolvimento da agroindústria; abacaxi, citrus, maracujá, melão e uva. Brasília, GEIDA, Fundação Centro Tropical de Pesquisa e Tecnologia de Alimentos, FCTPTA, 1972. p. 165-98.
21. HARRIS, R.S. General discussion on the stability of nutrients. In: HARRIS, R.S. & KARMAS, E., ed. Nutritional evaluation of food processing. 2. ed. Westport, AVI, 1975. p. 1-10.
22. HIU, D.N. & SCHEUER, P.J. Volatile constituents of passion fruit juice. J. Food Sci., 26 (6): 557-63, 1961.
23. HOEHNE, F.C. Frutas indígenas. Instituto de Botânica. São Paulo, 1946. p. 62-5 (Série D).
24. HOLANDA, L.F.F.; MOURA FÊ, J.A.; MARTINS, C.B. & MAIA, G.A. Estabilidade do doce de banana em massa. Ciê. Agron., 4 (1/2): 105-8, 1974.
25. HOLANDA, L.F.F.; MOURA FÊ, J.A.; MARTINS, C.B. & MAIA, G.A. Resultados preliminares sobre a estabilidade do doce de caju em calda. Ciê. Agron., 5 (1/2): 79-81, 1975.
26. INSTITUTO ADOLFO LUTZ, São Paulo. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz; métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 2a. ed., São Paulo, 1976. V. 1.

27. KARMAS, E. Nutritional aspects of food processing methods. In: HARRIS, R.S. & KARMAS, E., ed. Nutritional evaluation of food processing. 2. ed. Westport, AVI, 1975. p. 11-5.
28. KRAMER, A. & TWIGG, B.A. Fundamentals of quality control for the food industry. 2. ed. Westport, AVI, 1966. p. 42-61.
29. KWOK, S.C.M.; CHAN Jr., H.T.; NAKAYAMA, T.O.M. & BREKKE, J.E. Passion fruit starch and effect on juice viscosity. J. Food Sci., 39 (3): 431-3, 1974.
30. LUTOMSKI, J. Qualitative and quantitative chromatographic investigations of alkaloids of *Passiflora incarnata*. Buil. Inst. Roslin Lecznicznych., 5: 182, 1959.
31. LUWA, S.A. The production of fruit juice concentrates in the thin-layer evaporator. Zurich, 1959. p.1-5.
32. MEFFERT, H.F.T. Residence times and changes in fruit juice in evaporators. International Federation of Fruit Producers. Juris Verlag. 5: 219-37, 1964.
33. MOLLENHAUER. H.P. The passion fruit. Food Manuf., 29: 149-52, 1954.
34. MOY, J.H. Vacuum puff freeze drying of tropical fruit juice. J. Food Sci., 36 (6): 906-10, 1971.

- 35- NEUGEBAUER, H. Investigation of *Passiflora* constituents having sedative properties. Pharmazie, 4: 176, 1949.
- 36- OTAGAKI, K.K. & MATSUMOTO, H. Nutritive values and utility of passion fruit by-products. J. Agric. Food Chem., 6: 54-7, 1958.
- 37- PIZA Jr., C.T. A cultura do maracujá. Divulgação Agro-nômica, 20: 22-5, 1966.
- 38- PRUTHI, J.S. Physiology, chemistry, and technology of passion fruit. Adv. Food Res., 12: 203-83, 1963.
- 39- PRUTHI, J.S. & SRIVAS, S.R. Free aminoacids in passion fruit (*Passiflora edulis*). Sci. Culture, Calcutta, 30 (1): 48-9, 1964.
- 40- QUAST, D.S. O dimensionamento dos trocadores de calor e o processamento asséptico de polpas. Bol. Inst. Tecnol. Aliment., Campinas, 35: 1-20, 1973.
- 41- REGADAS, L.C. Estudo de mercado para maracujá (*P. edulis* F. *flavicarpa*). Fortaleza, CEASA, 1978. 27 p.
- 42- SALOMÓN, E.A.G.; DE MARTIN, Z.J.; KATO, K.; SILVA, S. D.; MORI, E.E.M. & BLEINROTH, E.W. Formulações de néctares de frutas tropicais. Bol. Inst. Tecnol. Aliment., Campinas, 50: 103-21, 1977.
- 43- SALOMÓN, E.A.G.; KATO, K.; DE MARTIN, Z.J.; SILVA, S.D. & MORI, E.M. Estudo das composições (blending) do néctar de mamão-maracujá. Bol. Inst. Tecnol. Aliment. Campinas, 51: 165-79, 1977.

- 44- SARAVACOS, G.D. Rheological aspects of fruit juice evaporation. In: SPICER, A. ed. Advances in pre-concentration and dehydration. New York, John Wiley & Sons, 1974. p. 101-7.
- 45- SCHULTZ, A. Botânica sistemática. Porto Alegre, Globo, 1943. 562 p.
- 46- SEALE, P.E. & SHERMAN, G.D. Commercial passion fruit processing in Hawaii. Hawaii Agric. Exp. Sta., 1960. 18 p (Circular, 58).
- 47- SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA (SAGRI) — Projeto Maracujá. Belém, 1973/1977. p. 7.
- 48- SEELKOPF, C. & FEBRES, Y.M. Maracuja, ein neuer rohstoff fur die fruschtsaftindustrie. Lebensm-Unters. Forsch., 131: 281-4, 1966.
- 49- SPIEGEL, M.R. Estatística. 12. ed. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1977. p. 310-30.
- 50- STOLF, S.R.; SIOZAWA, Y.; MIYA, E.E. & SILVA, S.D. — Influência do teor de polpa na concentração do suco de laranja. Colet. Inst. Tecnol. Aliment., Campinas, 5: 145-70, 1973/1974.
- 51- TRESSLER, D.K. & JOSLYN, M. A. Fruit and vegetable juice processing technology, Westport, AVI, 1961 . p. 586.

52. WINTER, M.; FURRER, A.; WILLHALM, B. & THOMMEN, W.
Identification and syntesis of two new organic
sulfur compounds from the yellow passion fruit
(*Passiflora edulis* F. *flavicarpa*). Helv. Chim. Acta,
59 (5): 1613-20, 1976.
53. WINTER, M. & KLÖTI, R. Über das aroma der gelben
passionsfrucht (*Passiflora edulis* F. *flavicarpa*) .
Helv. Chim. Acta, 55 (6): 1916-21, 1972.
54. WUCHERPFENNIG, K. Ocurrence of an alkaloid 3-metil- 4-
carboline in *Passiflora edulis* fruit. Int. Fruchtsaft-
Union, Ber. Wiss. - Tech. Komm., 7: 117-124, 1966.