

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA ESTABILIZAÇÃO
FÍSICA DO SUCO DE MARACUJÁ INTEGRAL
(PASSIFLORA EDULIS F. FLAVICARPA DEG.)

27/89

27/89

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

217.6
"CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA ESTABILIZAÇÃO FÍSICA DO SUCO DE
MARACUJÁ INTEGRAL (Passiflora edulis f. flavicarpa Deg.)

Parecer

Este exemplar corresponde
a versão final da tese
defendida por Deborah dos
Santos Garruti e aprovada
pela Comissão Julgadora
em 06.11.89.

Deborah dos Santos Garruti
Engenheiro de Alimentos

Campinas, 06 de novembro de 89.

Prof. Dr. Roberto Herminio Moretti
Orientador


Presidente da Banca

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

Campinas, 1989

BANCA EXAMINADORA



Prof. Roberto Herminio Moretti
(Orientador)



Prof. William Morris Montgomery
(Membro)



Profa. Adilma Regina Pippa Scamparini
(Membro)

Prof. Heloisa Máscia Cecchi
(Membro)

Campinas, de

de 1989.

"Como a flor que a terra faz nascer,
como o sol em cada amanhecer;
como o arco-íris lá no céu;
bom sinal de Alguém que é fiel;
assim é também na novidade de viver;
a alegria de saber que Ele
faz novas todas as coisas."

Luciano Garruti Filho

O Senhor é a minha força e o
meu escudo,
nele o meu coração confia
nele fui socorrido; por isso o
meu coração exulta,
e com o meu cântico o louvarei.

Salmo 28:7

À pequena Marina,
Grande Marina!

AGRADECIMENTOS

A Deus, autor e doador da vida, pela perfeição de sua criação, e pela fidelidade do Amor com que, incondicionalmente, tem nos amado. A Ele seja toda a Honra e Glória.

Ao Professor Roberto Hermínio Moretti, pela amizade, confiança e compreensão, pelos ensinamentos profissionais e de vida, pela orientação e valiosas sugestões que me permitiram concluir este trabalho.

Ao Professor Luciano Flávio Frota de Holanda, pelas orientações, pela amizade e pelo cuidado paternal, inesquecível.

Aos Professores Hilary Castle de Menezes e Ramón Hinojosa Gutierrez, pela amizade e pela maneira desprendida com que sempre transmitiram conselhos técnicos e orientação.

À Professora Ruth dos Santos Garruti, professora e mãe, exemplo e incentivo, pela maneira firme com que me ajudou a caminhar, pela dedicação e amor. Pela valiosa orientação na etapa de avaliação sensorial.

À Professora Adilma R. P. Scamparini, pelas oportunas sugestões e orientação, pelo interesse e amizade.

À pesquisadora Emília Emico Miya Mori, do ITAL, pela orientação, auxílio e dedicação na etapa de avaliação sensorial.

À pesquisadora Vera Lúcia Puppo Ferreira, do ITAL, pela amizade, receptividade e auxílio na análise instrumental de cor.

À pesquisadora Margarete Kikuta Barbieri, do ITAL, pela amizade, dedicação e auxílio nas análises de microscopia.

Aos pesquisadores Issao Shirose e Katumi Yotsuyanagi do ITAL, e Dalton Francisco de Oliveira, do CTI-Embrapa, pela dedicação e criteriosa análise estatística.

Aos pesquisadores, técnicos, funcionários e estagiários da Seção de Avaliação e Controle de Qualidade do ITAL, e de outras seções, pelo valioso auxílio prestado nos testes sensoriais e pela amizade.

À grande "família" dos Laboratórios de Frutas e Hortalicas e de Cereais, Natalina, Ana Koon, José Luis, Ivana, Elizete e Cristina, pela solidariedade e incentivo em todos os momentos, pelas inúmeras demonstrações de amizade e amor.

Aos amigos José Gilberto Jardine, Franz Salces Ruiz e Cláudio E. M. da Silva, pelo carinho, pelos valiosos conselhos científicos e colaboração.

Aos amigos Cristina Sartoretto e Marco A. Nobre Pontes por compartilharem os sonhos.

A meu pai, Luciano Garruti, pelo apoio incondicional, pelo seu exemplo de vida, incansável batalhador, e pelo seu grande carinho.

Aos meus irmãos, Luciano e Cláudia, pela cumplicidade dos bons e maus momentos, pelas suas vidas, fiéis e consagradas a Deus, modelo e alvo para mim.

Ao Marcos Oriano, objeto do meu amor, alimento de uma esperança.

Aos funcionários da Secretaria do Departamento de Tecnologia de Alimentos e da Biblioteca da FEA, pela amizade e apoio recebidos.

Ao Marquinhos e Elci, pela eficiência e excelente qualidade dos serviços datilográficos e gráficos, respectivamente.

Ao CNPq, UNICAMP e CAPES pela bolsa de estudo concedida.

À ABIA, pela impressão da tese.

A todos que direta ou indiretamente auxiliaram o bom desenvolvimento deste trabalho, pessoas que aprendi a amar e que, por serem amigas, muito contribuíram para meu aperfeiçoamento pessoal e profissional, e hoje são parte da minha vida. Que Deus os abençoe.

CONTEÚDO

Página

RESUMO.....	
SUMMARY.....	
I- INTRODUÇÃO.....	01
II- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	06
III- MATERIAL E MÉTODOS.....	50
3.1- Material.....	50
3.2- Métodos.....	52
3.2.1- Determinações químicas, físicas e físico-químicas.....	52
3.2.2- Identificação qualitativa de espessantes nos sucos estabilizados comerciais e na mistura comercial de espessantes.....	60
3.2.3- Estudos da sedimentação da polpa do suco de maracujá integral.....	63
3.2.4- Estudo da ação estabilizante dos espessantes.....	65
3.2.5- Análise sensorial.....	68
3.2.6- Análise instrumental.....	75
3.2.7- Análises estatísticas.....	78

IV- RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	81
4.1- Determinações químicas, físicas e físico-químicas dos sucos de maracujá.....	81
4.2- Determinação da distribuição do tamanho médio das partículas insolúveis.....	87
4.3- Determinações de viscosidade.....	92
4.4- Identificação dos espessantes.....	115
4.5- Estudos da sedimentação da polpa do suco de maracujá integral.....	122
4.6- Estudo da ação estabilizante dos espessantes.....	129
4.7- Determinação de algumas características físicas e químicas dos sucos estabilizados experimentalmente.....	146
4.8- Análise sensorial.....	152
V- CONCLUSÕES.....	176
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	179
ANEXO I.....	195

ÍNDICE DE QUADROS

PÁGINA

1-	Características físico-químicas do suco de maracujá, segundo a literatura.....	11
2-	Características físico-químicas de sucos comerciais de maracujá integral, segundo a literatura.....	12
3-	Classificação das frutas de acordo com seus percentuais em algumas vitaminas.....	15
4-	Classificação das frutas de acordo com seus percentuais de cálcio, ferro e fósforo.....	16
5-	Contribuição de cada constituinte volátil no aroma total do maracujá.....	19
6-	Países importadores do suco de maracujá brasileiro e receita em US\$ no período de 1986-1988.....	31
7-	Exportação de suco de maracujá por empresa, no período de 1986-1988.....	32
8-	Classificação geral dos hidrocolóides.....	39
9-	Composição em monossacarídeos dos principais espessantes utilizados em alimentos.....	45
10-	Dispersão em água dos espessantes umedecidos com álcool.....	46
11-	Diferentes concentrações de espessantes utilizados como agente estabilizantes.....	67
12-	Diversas concentrações de misturas de gomas utilizadas como agentes estabilizantes.....	69
13-	Caracterização físico-química do suco de maracujá integral utilizado nos experimentos.....	82
14-	Características físico-químicas dos sucos de maracujá comerciais.....	85
15-	Distribuição do tamanho médio das partículas dos sucos de maracujá, coletadas na separação por peneiras.....	88
16-	Viscosidade aparente dos sucos de maracujá integral e clarificados.....	93

17- Constantes reológicas dos sucos de maracujá.....	98
18- Resultados das reações de identificação qualitativa dos espessantes presentes nos sucos C e D e na mistura comercial.....	116
19- Espessantes com maior número de resultados positivos nas reações químicas de identificação.....	118
20- Resultados da identificação qualitativa dos espessantes por cromatografia.....	121
21- Possíveis espessantes presentes nas amostras identificados pela análise cromatográfica dos açúcares.....	121
22- Ação estabilizante dos espessantes isolados.....	131
23- Ação estabilizante dos espessantes avaliada por teste de centrifugação (volume inicial = 20 mL, 3000 rpm/10 minutos).....	132
24- Ação estabilizante das misturas de espessantes.....	135
25- Ação estabilizante das misturas de espessantes avaliada por testes de centrifugação (volume inicial = 20 mL, 3000 rpm/10 minutos).....	138
26- Espessantes e misturas de espessantes que apresentaram maior poder estabilizante.....	139
27- Cotação de alguns espessantes em dólares/kg.....	141
28- Resultados dos ensaios de sedimentação e medidas de viscosidade dos sucos integral e homogeneizado estabilizados.....	145
29- Constantes reológicas dos sucos estabilizados experimentalmente.....	149
30- Resultados das determinações de acidez total titulável e fibras para os sucos dos diversos tratamentos...	153
31- Valores da estatística de F_0 da análise de variância dos dados por avaliação sensorial do suco de maracujá integral (controle), realizada em 5 dias (repetições), e suas significâncias.....	157
32- Valor da estatística de F_0 para repetição dentro de cada provador e atributo, e suas significâncias (Complementação do Quadro 29).....	158

33- Valores da estatística de F_0 da análise de variância dos dados da avaliação sensorial do suco de maracujá submetido a seis tratamentos, e suas significâncias.....	159
34- Valores médios de 40 observações dos atributos sensoriais e suas significâncias obtidas através do teste de Tukey.....	164
35- Cor no sistema Hunter dos sucos integral e diluído (1 suco + 7 água), com e sem adição de espessantes diferentes.....	170
36- Diferença de croma (ΔC) e diferença de cor (ΔE) das amostras dos sucos integral e diluído em relação ao padrão.....	171

ÍNDICE DE FIGURAS

PÁGINA

1-	Fluxograma geral do processamento de suco simples e concentrado de maracujá.....	22
2-	Balanço de massa para a extração do suco de maracujá	24
3-	Evolução das exportações brasileiras de suco de maracujá em toneladas.....	28
4-	Evolução das exportações brasileiras de suco de maracujá em quantidades exportadas (toneladas) e valores (US\$1.000) no período de 1977-1988.....	29
5-	Modelo de ficha de avaliação ou resposta do provador, usada no estudo da aparência dos sucos de maracujá..	76
6-	Modelo de ficha ou resposta do provador, usada na Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) dos sucos de maracujá.....	77
7-	Distribuição do tamanho das partículas da polpa suspensa do suco de maracujá da marca D, do suco integral e suco homogeneizado.....	90
8-	Distribuição do tamanho das partículas da polpa suspensa do suco de maracujá da marca B integral, homogeneizado e com adição de espessante.....	91
9-	Reogramas dos sucos comerciais de maracujá integral.	96
10-	Viscosidade aparente dos sucos comerciais em função da taxa de deformação ($\dot{\gamma}$).....	100
11-	Reogramas dos sucos integrais pasteurizado e homogeneizados.....	103
12-	Viscosidade aparente de sucos integrais pasteurizado e homogeneizados.....	104
13-	Viscosidade aparente das suspensões aquosas de espessantes a diversas concentrações.....	106
14-	Viscosidade aparente das suspensões aquosas de espessantes a diversas concentrações.....	107
15-	Variação da viscosidade das suspensões aquosas de espessantes, no pH do suco; em função do tempo.....	110

16- Variação da viscosidade das suspensões aquosas de espessantes, no pH do suco, em função do tempo.....	111
17- Variação da viscosidade de algumas suspensões de espessantes isolados e misturados, no pH do suco, em função do tempo.....	112
18- Variação da viscosidade de algumas suspensões de espessantes isolados e misturados, no pH do suco, em função do tempo.....	113
19- Velocidade de sedimentação de diversas concentrações da polpa integral e polpa homogeneizada, em suspensões aquosas.....	124
20- Velocidade de sedimentação de diversas concentrações da polpa integral e polpa homogeneizada, em suco clarificado.....	125
21- Velocidade de sedimentação da polpa integral a 15% p/p em diversos meios dispersantes.....	126
22- Velocidade de sedimentação da polpa homogeneizada a 15% p/p em diversos meios dispersantes.....	127
23- Reogramas dos sucos estabilizados experimentalmente	148
24- Viscosidade aparente dos sucos estabilizados experimentalmente, em função da taxa de deformação.....	151
25- Consistência da equipe de provadores em relação ao atributo separação de fases.....	161
26- Consistência da equipe de provadores em relação ao atributo adstringente.....	162
27- Configuração da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) da aparência, de diferentes adições de espessantes no suco de maracujá integral.....	166
28- Configuração da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) do sabor, de diferentes adições de espessantes no suco de maracujá integral.....	167
29- Curvas espectrofotométricas das amostras de suco integral de maracujá com diferentes adições de espessantes.....	174
30- Curvas espectrofotométricas das amostras de suco de maracujá diluído com diferentes adições de espessantes.....	175

RESUMO

Neste trabalho foi estudado, a nível de laboratório, o fenômeno da sedimentação espontânea da polpa do suco de maracujá integral (Passiflora edulis f. flavicarpa Deg.), objetivando-se uma melhor compreensão dos fatores que influenciam a sua estabilidade física.

Como matéria-prima, para os experimentos, foi utilizado suco de maracujá preservado quimicamente, processado em indústria da região de São Paulo, o qual foi denominado "suco integral". Inicialmente uma amostra desse suco integral foi homogeneizada mecanicamente, sendo chamada de "suco homogeneizado". Posteriormente foram determinados a distribuição e o tamanho das partículas suspensas.

Duas frações foram, então, separadas por centrifugação dos sucos: a polpa, e o líquido sobrenadante, denominado "suco centrifugado". A partir da "polpa integral" e da "polpa homogeneizada" preparou-se suspensões de diversas concentrações, tanto em água como em suco centrifugado (com e sem espessantes), com as quais foi realizada uma série de ensaios de velocidade de sedimentação.

Na tentativa de minimizar ou evitar a separação de fases que ocorre no suco no mercado, utilizou-se, isoladamente ou combinados entre si, nove diferentes espessantes comerciais, em concentrações variando de 0,02 a 1,0% (P/V), para que, pela modificação da viscosidade do suco centrifugado, a polpa fosse

mantida em suspensão. A eficiência da ação estabilizante desses espessantes foi avaliada através de ensaios de prateleira, bem como, testes rápidos de centrifugação.

Os resultados obtidos mostraram que tanto a concentração como o tamanho das partículas constituem-se em importantes fatores na estabilidade física do suco de maracujá. Foi possível estabilizar o suco pela adição de diversos espessantes a diferentes concentrações. Observou-se também que uma redução do tamanho das partículas da polpa, da ordem de 40%, através da homogeneização mecânica, pode reduzir a quantidade de espessante necessária.

Os perfis de aparência e sabor desenvolvidos neste trabalho, para o suco de maracujá, através do método de Análise Descritiva Quantitativa mostraram que os sucos estabilizados em laboratório não apresentaram diferenças significativas, quando comparados ao suco integral, em relação à cor, turbidez, sabor de maracujá, corpo, acidez, adstringência e impressão global.

De um modo geral a adição dos espessantes provocou uma diminuição da separação de fases e irritação da garganta pelo suco diluído, e também uma melhora na aparência geral. Por outro lado, os mesmos espessantes causaram um pequeno aumento na intensidade do sabor estranho, sensação de pulverulento e recobrimento na língua.

Dentre todos os espessantes testados recomenda-se a utilização do Amisol 4000 (amido ceroso) a 0,80%, bem como da goma guar a 0,15%, na estabilização física do suco de maracujá integral. Além de terem apresentado bons resultados nos testes de sedimentação e sensoriais, ambos são bastante econômicos e não representam aumento significativo no custo do produto.

SUMMARY

The purpose of this work was to study, in the laboratory, the spontaneous clarification which occurs in passion fruit juice (Passiflora edulis f. flavicarpa Deg.) to better understanding the factors influencing its physical stability.

The raw material used in the experiments was a chemically preserved juice, which was processed in a commercial plant in the São Paulo region, and was called "whole juice". A portion of this whole juice was homogenized mechanically and called "homogenized juice". The distribution and size of the suspended particles were determined in both the homogenized and unhomogenized juices.

These two juices were centrifuged to obtain the pulp and the supernatant liquid or "centrifuged juice". From the "whole pulp" and the "homogenized pulp" several suspensions of different concentrations in water, as well as in centrifuged juice (with and without thickeners) were prepared, and several tests of velocity of sedimentation were carried out on these preparations.

In attempts to minimize or even avoid the juice spontaneous clarification, nine different commercial thickeners were added, either isolated or combined, and in concentrations ranging from 0,02 to 1,0% (W/V). The objective of this was to modify the viscosity of the centrifuged juice to keep the particles suspended. The efficiency of the stabilizing action of these thickeners was evaluated by allowing the juice to stand on the shelf in a large test tube, as well as a quick test of centrifuging.

The results showed that the concentration and the size of the particles were important factors for the physical stability of the passion fruit juice.

Stabilization of the juice was possible using different thickeners at several concentrations. It was also observed that the reduction of 40% in the particle size by mechanical homogenization was able to diminish the amount of thickener needed.

The appearance and flavor profile, from the Quantitative Descriptive Analysis method, developed in this work for the passion fruit juice, indicated that the stabilized juices made in the laboratory did not show significant differences, when compared to the whole juice, in relation to color, turbidity, passion fruit flavor, body, acidity, adstringency and overall impression.

In general, the addition of the thickeners caused a reduction in separation of the phases and in the irritation of the throat, for the diluted juice, and improved the overall appearance. On the other hand, these additives showed a small increase in the intensity of an off-flavor, chalky sensation and recovery of a film on the tongue.

From these observations of all the thickeners tested, it can be recommended, for the physical stabilization of the passion fruit juice, 0.80% Amisol 4000 (waxy starch), as well as 0.15% guar gum, since they showed the best overall results in the sedimentation and sensory tests and also, both of them are very economic and do not represent a significant increase in the product's cost.

I- INTRODUÇÃO

Observa-se atualmente ao nível mundial e nacional uma maior conscientização da população em relação ao valor nutritivo dos alimentos naturais. Disso tem resultado uma crescente procura de frutas, tanto para seu consumo "in natura" quanto para sua utilização em produtos derivados, principalmente em sucos e bebidas.

Os sucos de frutas são uma fonte natural de muitos nutrientes, entre os quais destacam-se as vitaminas, ácidos orgânicos, minerais, açúcares, aminoácidos, compostos flavonóides e outros componentes.

As frutas tropicais, em geral, tem evoluído bastante na preferência do consumidor, pois apresentam boas características sensoriais como cor, aroma e sabor, além de apresentar maior suculência e maciez no estágio ideal de maturação do que as frutas de zona temperada.

O suco de maracujá, em particular, tem conquistado, a cada dia, mais espaço no mercado de sucos devido a suas características únicas, como sabor exótico, forte acidez, elevado teor de polpa e forte aroma, tipicamente tropical.

O consumo interno do suco deste fruto, bem como sua exportação vem justificando, cada vez mais, a implantação de mais áreas cultivadas, bem como a expansão e instalação de novas indústrias de extração de sucos de frutas tropicais. No Brasil, a aceitação do suco de maracujá é bastante grande, enquanto que

outros países considerados grandes consumidores desse suco como o caso dos Estados Unidos, preferem utilizá-lo em misturas com outros sucos.

As principais indústrias de beneficiamento do suco localizam-se no nordeste do país, destacando-se os estados do Ceará, Paraíba, Alagoas, Bahia, Rio Grande do Norte.

Segundo dados da CARTEIRA DE COMÉRCIO EXTERIOR - (CACEX) DO BANCO DO BRASIL S/A (1989), o suco de maracujá ocupava em 1986, o terceiro lugar nas exportações nacionais de sucos de frutas, representando 8 milhões de dólares, e logo em 1987 passou para o segundo lugar com quase 24 milhões de dólares, perdendo apenas para o suco de laranja concentrado.

O suco de maracujá pode ser comercializado nas formas de suco simples integral com 12 - 16° Brix, concentrado com 35 a 55° Brix, ou formulado, pronto para beber.

Segundo MORETTI e CANTO (1980), existem certos obstáculos à expansão do suco de maracujá no mercado internacional, entre os quais pode-se destacar: preço sensivelmente elevado em relação aos sucos cítricos e outros tradicionais; incerteza por parte das empresas importadoras quanto à disponibilidade do produto em termos de manutenção da qualidade e quantidades requeridas; falta de conhecimento a respeito do produto; deficiência dos métodos de comercialização; falta de homogeneização de alguns sucos.

Nota-se, então, a importância de se dispor, cada vez mais, de produtos que se enquadrem em um alto padrão de qualidade, principalmente produtos destinados à exportação, visto que o mercado internacional é extremamente rigoroso e exigente.

Além do sabor, cor e aroma, a viscosidade e aparência física constituem-se em importantes fatores de qualidade de sucos de frutas.

Na maioria dos sucos de maracujá integral, após certo tempo de prateleira, ocorre uma nítida separação e sedimentação da polpa, tornando o aspecto do produto pouco atrativo.

Esse problema pode ser contornado de duas maneiras: 1) através da clarificação total do suco, ou seja, a retirada da polpa; 2) a estabilização física da suspensão pela adição de espessantes (hidrocolóides).

Entretando, as partículas coloidais que causam a turvação no suco das frutas tropicais são portadoras de substâncias voláteis e oxidantes naturais. É a polpa, portanto que retém os sabores típicos da fruta e os pigmentos carotenóides, responsáveis pela cor atrativa do suco e por parte de seu conteúdo vitamínico, pois alguns de seus carotenóides são precursores de vitamina A.

Outra característica da polpa dos frutos é apresentar um conteúdo razoável de fibra alimentar. Segundo OLIVEIRA e col. (1982), na fração fibra das frutas aparece significativa fração não celulósica, com abundante presença de ácidos urônicos. Atualmente tem-se tomado consciência da relação existente entre a ingestão diminuída de fibras e a incidência de muitas doenças como problemas

gastrointestinais, prisão de ventre, câncer de colon, diabetes, arterosclerose, obstrução das artérias coronárias, veias varicosas, apendicite, cálculos biliares, hérnia e obesidade.

Tem sido indicado o uso de hidrocolóides (fontes de fibra solúvel) em alimentos como sucos, pudins e outros, não só como coadjuvante de tecnologia, mas também para aumentar o conteúdo final de fibra alimentar no produto, sendo que a solubilidade dessas fibras torna-se especificamente importante para a adição em bebidas, sopas e líquidos de baixa viscosidade (ANDON, 1987).

Pretende-se, neste trabalho, tentar resolver o problema da sedimentação da polpa do suco de maracujá pela adição de agentes estabilizantes, visto que, com a retirada da polpa o suco estaria perdendo muito de suas qualidades sensoriais e de seu valor nutritivo.

O uso de estabilizantes e emulsificantes é bastante conhecido e definido na indústria de alimentos, porém a utilização desses aditivos em novas formulações exige um estudo específico e detalhado, principalmente em se tratando de suco de frutas, onde o aumento da viscosidade não deve ser significativo.

É importante ressaltar que, quando se trabalha com produtos alimentícios, torna-se imprescindível buscar aditivos de atoxicidade comprovada, utilizando-os em proporções que não excedam os limites estipulados por lei, a fim de zelar pela segurança da saúde pública.

Portanto, através do estudo dos fatores que influenciam e determinam a sedimentação da polpa no suco de maracujá integral, bem como da utilização de estabilizantes hidrocolóides em concentrações definidas, objetiva-se a estabilização física do suco, desenvolvendo uma tecnologia nacional e mais barata.

Além disso o trabalho visa fazer uma comparação das propriedades físicas, químicas e físico-químicas dos sucos de maracujá integral comerciais, estabilizados e não estabilizados.

Outro objetivo deste trabalho é desenvolver uma metodologia avançada para a avaliação das características sensoriais dos sucos de maracujá estabilizados, a fim de fornecer às indústrias do setor uma técnica que permita avaliar a qualidade global do produto.

II- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Generalidades:

No Novo Mundo as flores exóticas do maracujá logo chamaram a atenção dos jesuítas durante os séculos XVI e XVII, os quais enxergaram em diferentes partes da flor, símbolos da Paixão de Cristo, como a coroa de espinhos, a cruz, as cinco chagas, etc. Isso valeu à flor o nome de "Flor das cinco chagas" ou "flor da paixão", Passiflora, mais tarde conservado no nome oficial desta família de plantas - Passifloraceae.

As flores são comumente cultivadas para fins ornamentais, devido a sua beleza, variedade de cores e exotismo de sua morfologia. Seu uso medicinal é também muito difundido. Além de possuírem propriedades bem conhecidas como calmante, vermífugo e antitérmico, estas plantas têm sido cotadas como abortivos de gado, anticoncepcionais no homem, diuréticas antiblenorrágicas, narcóticas e hipnóticas (SEMIR & BROWN, 1975).

A utilização do maracujá pelo homem é bastante grande e diversificada. Contudo, a principal aplicação do maracujá se encontra no uso como alimento. Devido à natureza da sua porção comestível, o maracujá é utilizado principalmente na forma de suco. Segundo MEDINA (1980), o maracujá não é muito utilizado como fruta fresca para o consumo ao natural, pois seu sabor, embora excelente, tende a ser superconcentrado. Em virtude ao exotismo e intensidade de seu sabor, bem como de sua elevada acidez, o suco de maracujá

tem sido descrito como um "concentrado natural" (LUH, 1971). Quando adoçado e diluído produz uma bebida bastante saborosa e o seu sabor combina facilmente com outras frutas.

A polpa do maracujá pode ser aproveitada em diversos produtos como doces, sorvetes, iogurtes, refrescos e refrigerantes, porém os produtos de maior importância econômica são o suco integral, o suco concentrado e o néctar.

A família dos maracujazeiros é largamente distribuída nos trópicos. Inclui um total de 700 espécies, das quais 400 (quase todas do gênero Passiflora) habitam a América tropical, sendo que cerca de 200 são nativas do Brasil. A palavra "maracuja" vem do tupi-guarani, sendo interpretada como corruptela de maraú-yá, ou seja, fruto do maraú. Por sua vez, maraú pode significar "coisa de sorver" ou "coisa que se toma de sorvo" (SEMIR & BROWN, 1975).

Das 50 espécies comestíveis somente duas são produzidas comercialmente, o maracujá-roxo, Passiflora edulis Sims, e a sua variedade botânica, a Passiflora edulis f. flavicarpa Degener. A variedade roxa apresenta frutos de forma ovóide, de casca rija, vermelho-violácea quando madura, suco de cor amarelo-alaranjado e sementes pretas (CASIMIR e col., 1981). O P. edulis f. flavicarpa é muito semelhante ao anterior, porém apresenta frutos maiores, de casca mais macia, de cor amarelo-canário, suco de cor amarela intensa e acidez mais elevada que o P. sims, sendo as sementes de coloração pardo-escuras.

Existem ainda outras importantes diferenças entre os frutos do maracujá roxo e do maracujá amarelo. Segundo CASIMIR e col. (1981), a forma "flavicarpa" é mais resistente aos fungos do

solo, especialmente ao "Fusarium", adapta-se melhor a condições tropicais de baixa altitude, possui safra mais longa, sua produção é mais abundante e proporciona mais suco por unidade. Por outro lado, a forma roxa é mais resistente à injúria do frio e é superior em qualidades sensoriais, possuindo aroma mais intenso, e agradável sabor mais doce.

Quanto à origem do maracujá amarelo, STOREY em 1950 sugeriu que essa variedade é provavelmente uma mutação da variedade roxa, e não um híbrido resultante do cruzamento do P. edulis Sims com outra espécie, possivelmente o P. ligularis proposto originalmente.

O maracujá amarelo é mais cultivado no Brasil, Havai, Fiji, Quênia, Papua, Nova Guiné, Tailândia, Colômbia, Peru e Venezuela, sendo as culturas da Austrália, África do Sul e Nova Zelândia, baseadas quase exclusivamente no maracujá-roxo (GEIDA, 1972; JAGTIANI e col., 1988).

Atualmente o Brasil é um dos maiores produtores mundiais de maracujá e suco para exportação. No Brasil, o cultivo do maracujá está localizado nos estados da Bahia, Sergipe, Paraíba, Pernambuco, Ceará, Alagoas, São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Pará.

A quantidade produzida, bem como a área plantada em cada estado, sofrem grandes variações anuais, principalmente devido aos preços pagos pela fruta, que sofrem grandes alterações. A produtividade também varia muito de região para região, desde 6 até 45 ton./ha ano, sendo a média nacional assumida como 10 ton./ha (SÃO JOSÉ, 1986).

A produção brasileira ressenete-se de alguns problemas crônicos. São muitos os fatores que têm contribuído para a redução da produtividade como falhas de polinização, doenças, fungos e má aplicação de tratos culturais (SÃO JOSÉ, 1986). Além disso, por falta de maior organização, os agricultores da maioria dos estados submetem-se aos interesses de um pequeno número de compradores e industriais.

Apesar desses baixos índices, a cultura do maracujazeiro vem se expandindo em diversas regiões do País, como nos cerrados, no sertão, e em várias áreas do Norte e Sul do Brasil.

2.2. O Suco de Maracujá:

Em sua ampla revisão sobre o maracujá, PRUTHI em 1963 cobriu a fisiologia e a estocagem da fruta, e a composição química e tecnológica da polpa, suco, sementes e casca. LUH (1971) escreveu um capítulo sobre a tecnologia do suco de maracujá e mais recentemente CASIMIR e col. (1981), apresentam novas informações sobre a composição do maracujá e a tecnologia de extração e concentração do suco. O autor ainda faz uma importante revisão sobre os constituintes voláteis que dão ao maracujá seu aroma característico. Em seu livro sobre "Processamento de Frutas Tropicais", JAGTIANI e col. (1988) dedicam um capítulo sobre o maracujá, resumindo informações desde a botânica da planta até

formulações que empregam o maracujá como base para diversos tipos de bebidas. Esse autor também acrescenta resultados recentes sobre a química do aroma do maracujá.

2.2.1. Composição Química do Suco de Maracujá:

A composição química do maracujá pode variar em função de vários fatores, tais como: espécie, época de colheita, tamanho do fruto, estágio de maturação, estágio de desenvolvimento, fertilidade do solo, condições climáticas, manuseio pós-colheita, etc (GARCIA, 1981; PRUTHI, 1963).

As revisões citadas acima relacionam diversos trabalhos sobre a composição química do maracujá, tanto da variedade roxa quanto da variedade amarela; porém, são mais numerosas as pesquisas com o maracujá-roxo. No Brasil, as características químicas do suco de maracujá amarelo (*P. edulis* f. *flavicarpa*) foram estudadas por FONSECA (1976); TUMA e col. (1980); SESSA (1985) e GUIMARÃES (1985). O Quadro 1 resume os resultados obtidos por alguns desses autores.

SOUZA e col. (1974) realizaram estudos no ITAL com o objetivo de caracterizar as diferentes marcas de sucos de maracujá encontradas no mercado, quanto à sua composição química e condições microbianas. Os resultados das análises químicas dos sucos integrais encontram-se no Quadro 2.

Quadro 1 - Características físico químicas do suco de maracujá segundo a literatura.

	A	B	C	D
Sólidos totais (%)	18	----	14,28	----
Sólidos solúveis (Brix)	15,0	15,0	15,0	14,0
pH	3,0	2,9	3,0	2,9
Acidez total (% ác. cítrico)	4,0	4,26	3,58	4,23
Brix/Acidez	3,75	3,52	4,19	3,31
Açúcares redutores (%)	7,0	6,27	6,52	4,50
Açúcares não redutores (%)	3,0	1,57	1,78	2,04
Açúcares totais (%)	10,0	7,84	8,30	6,54
Cinzas (%)	----	----	----	0,60
Fibras (%)	0,2	----	----	0,12
Ácido Ascórbico (mg/100 g suco)	12,0	29,1	12,10	18,0
Proteína (N x 6,25)	0,8	----	----	----
Gordura (%)	0,6	----	----	----
Pectina (%)	----	0,03	----	0,06
Amido (%)	----	2,76	0,31	0,03

A = BOYLE e col. (1955)

B = FONSECA (1976)

C = TUMA (1980)

D = SESSA (1985)

Quadro 2- Características físico-químicas dos sucos comerciais de maracujá integral, segundo a literatura.

	Marca A	Marca B	Marca C
pH	3,18	3,10	3,25
Brix (%)	12,8	9,74	9,02
Acidez Total (% ácido cítrico)	1,53	4,17	2,08
Vitamina C (mg/100 g)	9,2	20,3	13,2
Acúcares redutores (%)	9,68	4,01	3,53
Acúcares totais (%)	11,74	4,65	4,10

Fonte: SOUZA e col. (1974).

A concentração de açúcar em termos de sólidos solúveis na variedade roxa varia de 14,4 a 21,9% com uma média de 17,3% (PRUTHI, 1963) e na variedade amarela varia de 13 a 18% com uma média de 15% (BOYLE e col., 1955). Devido o maior conteúdo de açúcar e menor teor de acidez no maracujá roxo, sua relação Brix/Acidez é maior que na variedade amarela, possuindo portanto, sabor mais doce.

A composição dos açúcares do maracujá de ambas variedades foi identificada por CHAN & KWOK (1975) utilizando cromatografia de camada delgada em celulose e a cromatografia gasosa. Encontrou-se que ambas as variedades possuem praticamente a mesma distribuição dos açúcares frutose, glucose e sacarose (3,24; 3,59 e 2,85%, respectivamente para o maracujá roxo e 3,04; 3,94 e 3,35% para o amarelo).

O conteúdo de pectina no suco de maracujá é bastante baixo, sendo que PRUTHI & LAL (1959) encontraram cerca de 0,04-0,06% de compostos pécticos (pectato de cálcio) no suco. O mesmo resultado (0,06%) foi confirmado para o maracujá amarelo brasileiro, por SESSA (1985).

Já o amido está presente no suco de maracujá em quantidades razoáveis. PRUTHI (1963) relatou um teor de amido de 1,0-3,7% para o maracujá roxo. KWOK e col. (1974) isolaram e caracterizaram os grânulos do amido de ambas as variedades roxa e amarela cultivadas no Havai. Encontrou-se que em geral, a variedade roxa possui maior conteúdo de amido (0,74%) que a variedade amarela (0,06%). O conteúdo de amilose do amido das duas variedades (5,8 e 8,7%, respectivamente) confirmou a observação de CILLIE & JOUBERT (1950) de que o amido do maracujá era composto principalmente de amilopectina (1,2% amilose), ou seja, um amido ceroso.

A temperatura de gelatinização também foi determinada e mostrou ser quase idêntica para os amidos dos dois tipos de maracujá (58,5 - 67°C). Segundo observações feitas por FONSECA (1976) no amido do maracujá amarelo cultivado no Brasil a gelatinização completa se dá após 5 minutos a 80°C.

Devido a baixa temperatura de gelatinização (55 - 58°C) do amido do maracujá encontra-se grandes dificuldades nos processamentos térmicos do suco, como pasteurização e concentração. O alto conteúdo de amido provoca um aumento de viscosidade com os tratamentos térmicos, resultando na diminuição da taxa de transferência de calor e na deterioração do aroma e sabor do suco,

limitando a concentração do suco por evaporação a um teor final de 40% de sólidos solúveis, quando outros sucos como de laranja, abacaxi e uva podem alcançar 65°B ou mais.

CHAN e col. (1972), utilizando cromatografia em camada delgada e gasosa, isolaram e identificaram os ácidos orgânicos não voláteis no suco de maracujá. O ácido cítrico foi predominante, contribuindo, no maracujá amarelo, com 83% da acidez total, seguindo-se o ácido málico com 15,9%, ácido láctico com 0,87%, o ácido malônico com 0,20% e o ácido succínico, presente em traços. Para o maracujá roxo foram encontrados os mesmos ácidos, porém em quantidades relativas diferentes. O ácido cítrico constitui 41,0% da acidez total, o láctico 23,4%, o malônico 15,5%, o málico 12,1% e o succínico 7,56%. O conteúdo de ácidos livres no maracujá é bastante elevado, podendo variar entre 2,4-4,8% para a variedade roxa (PRUTHI, 1963) e entre 3,0-5,0% para a amarela (BOYLE e col., 1955).

O suco de maracujá é um suco de fruta bastante nutritivo, uma vez que apresenta teores significativos de vitaminas. É uma das frutas mais ricas em riboflavina (0,100 a 0,175 mg%), niacina (1,5 a 2,24 mg%), provitamina A (1-2,4 mg %) e é uma boa fonte de ácido ascórbico (15-40 mg%) (USDA Handbook 8-9 apud JAGTIANI e col., 1988; OLIVEIRA e col., 1982). ROSS e CHANG (1958) encontraram que o ácido ascórbico no suco do maracujá era comparável, quanto à sua estabilidade aos sucos cítricos. O Quadro 3 traz uma classificação das frutas quanto aos teores das principais vitaminas, segundo BAZORI e ROBBINS (1936) apud GUIMARÃES (1981).

A forte cor amarela do suco de maracujá é devida a uma mistura de pigmentos carotenóides. PRUTHI (1963), estudando os pigmentos do suco de maracujá roxo reportou a ausência de antocianinas e a presença de quantidades traços de flavonas. Os principais pigmentos foram identificados como os carotenóides α , β , e γ caroteno. Em 1981, CECCHI e RODRIGUEZ-AMAYA identificaram os seguintes carotenóides em marcas comerciais brasileiras de suco de maracujá integral: α -caroteno, β -caroteno, ζ -caroteno (maior quantidade), cis-neurosporeno, licopeno, aurocromo, criptocromo, γ -caroteno e auroxantina. Os valores de vitamina A encontrados foram de 0,6 g/g para o suco da marca A e 1,2 g/g para o suco da marca B.

Quadro 3 - Classificação dos frutos de acordo com os seus percentuais em algumas vitaminas.

Vitamina (mg/100g)	Excelente	Bom	Regular	Fraco
A	1,0	0,5-1,0	0,1-0,5	0,1
Tiamina	0,2	0,1-0,2	0,05-0,1	0,05
Riboflavina	0,2	0,1-0,2	0,05-0,1	0,05
Niacina	2,0	1,0-2,0	0,5-1,0	0,5
Ácido Ascórbico	4,0	25-40	10-25	10

Fonte: BAZORI & ROBBINS (1936) apud GUIMARÃES (1981).

Segundo a classificação das frutas feitas por BAZORI e ROBBINS (1936) apud GUIMARÃES (1981), quanto aos teores de

minerais, o maracujá pode ser enquadrado como uma boa fonte de ferro, uma fonte regular de fósforo e uma fraca fonte de cálcio (Quadro 4).

Quadro 4 - Classificação das frutas de acordo com seus percentuais de cálcio, ferro e fósforo.

MINERAL	BOM	REGULAR	FRACO
Cálcio (mg/100g)	30	15-30	15
Ferro (mg/100g)	1	0,5-1	0,5
Fósforo (mg/100g)	40	25-40	25

Fonte: BAZORI e ROBBINS (1936) apud GUIMARÃES (1981).

Em suas revisões sobre enzimas em sucos de maracujá CASIMIR e col. (1981) e JAGTIANI e col. (1988) relataram a presença da catalase (rapidamente destruída pelo calor) e fenolase (estável ao calor e responsável pelo escurecimento do suco concentrado) na variedade amarela. Somente no maracujá roxo foi observada a presença da pectinametilesterase, a qual é destruída a 80°C em 60-75 segundos, e de duas proteases.

HIU e SCHEUER (1961) foram os primeiros a estudar a composição dos voláteis do maracujá amarelo, relatando que o aroma do maracujá é devido a um óleo insolúvel em água, que constitui cerca de 36 ppm do suco, sendo que 95% da sua composição compreende 4 ésteres: etilbutirato, etil-caproato, hexilbutirato e hexil-

caproato, sendo este último o constituinte principal (70% da essência volátil). Muitos trabalhos têm sido desenvolvidos no sentido de identificar e quantificar todos os constituintes voláteis do maracujá, como os de MURRAY e col. (1972) e PARLIMENT (1972) na variedade roxa; HUET (1973) em sucos de ambas as variedades e de diversas procedências, pasteurizados e in natura; CHEN e col. (1982) que coletaram e identificaram os componentes voláteis do espaço livre dos sucos de 3 variedades diferentes. Outros autores (HEINZ e TRESSL, 1983; KUO e col., 1985) estudaram o efeito do processamento e tratamento térmico sobre os componentes voláteis do suco de maracujá.

CASIMIR e col. (1981) afirmaram que os voláteis presentes em maiores quantidades são os ésteres C-2 e C-8 dos ácidos graxos de C-2 a C-8, os quais são comuns em muitas outras frutas. Porém os autores também listaram um grande número de compostos encontrados no maracujá pela primeira vez em uma fonte natural, os quais, sem dúvida alguma, contribuem muito para o aroma único do maracujá. Produtos de degradação dos carotenóides, compostos sulfurados e ésteres alifáticos incomuns também contribuem em grande parte para o delicado aroma do maracujá.

MURRAY e col. (1972) detectaram quatro importantes componentes voláteis presentes em traços no maracujá com aromas bastante atrativos, os quais foram chamados de edulans I, II, III e IV, e posteriormente identificados como sendo epiméricos de tetrametil-tetrahidrobenzopiranos. WHITFIELD e col. (1977) identi-

ficaram mais dois novos e importantes compostos chamados de megastigmatrienos, ou seja, estereoisômeros do 6-(but-2'-enilideno)-1,5,5-trimetilciclohex-1-eno.

CASIMIR e col. (1981) apresentaram um extenso quadro relacionando todos os compostos já identificados no maracujá, em número de mais de 200 compostos.

Atualmente o maior objetivo da maioria das pesquisas com aromas consiste em reproduzir o aroma do produto pela composição dos compostos voláteis que foram identificados como contribuintes do aroma total. CASIMIR & WHITFIELD (1978) apud CASIMIR e col. (1981) elaboraram um método para determinar o valor do aroma em cada componente volátil, ao qual eles deram o nome de "valor impacto do aroma". Dos 300 voláteis do maracujá, somente 22 dos picos apresentaram aroma de maracujá. Foi calculada uma regressão linear para cada um desses picos, com respeito à concentração de cada componente em relação à nota obtida para a bebida. Foram estabelecidas somente 15 regressões significativas. A inclinação da reta representava a resposta do incremento no aroma por incremento de concentração e foi chamado de valor impacto do aroma. O Quadro 5 mostra o valor impacto do aroma dos 15 principais compostos responsáveis pelo aroma do maracujá, bem como sua concentração no suco e a contribuição em porcentagem que cada componente traz para o aroma total.

Quadro 5 - Contribuição de cada constituinte volátil no aroma total do maracujá.

Compostos	Valor Impacto (1)	Conc. (ppm) (2)	Contribuição aroma (%) (1)
6 (but-2'-enilideno) 1-5,5-trimetil ciclohexi-1-eno	79	1,1	30(a)
(Z)-Hex-3-enil butanoato	41	0,8	11
Hexil butanoato	6,8	4,1	9
Etil (Z)-oct-4-enoato	62	0,4	8
β -ionona	410	0,05	7
Edulan I	23	0,8	6(b)
Etil (Z)-octa-4,7-dienoato	239	0,06	5(c)
Linalol	30	0,5	5
Etil-hexanoato	1,3	7,6	3
Heptan-2-ol	1,7	5,3	3
(Z)-Hex-3-enol	26	0,3	3
Compostos sulfurados (não identificados)	76	0,1	3
Hexanol/nonan-2-ona	1,8	4,0	3
"óxido de rosa"	45	0,2	2
Metil butanoato	0,7	8,3	2

Fonte: CASIMIR e col. (1981) apud CASIMIR e col. (1981).

(a) aroma de rosa ou fambroesa.

(b) forte aroma floral de rosa.

(c) aroma de abacaxi.

Obs.: Segundo MURRAY e col. (1972) muitos compostos foram descritos como tendo aroma de maracujá, de pêssego, cânfora, floral, eucalipto, etc.

2.2.2. Processamento do Suco de Maracujá:

Segundo os padrões de identidade e qualidade para sucos de frutas do Ministério da Agricultura, o suco de maracujá é, por definição, o líquido extraído 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.

A produção brasileira de suco de maracujá é constituída pelos seguintes produtos:

a) produtos mais adequados à comercialização interna:

- suco integral esterilizado.
- suco integral preservado por aditivos químicos.
- suco diluído, adoçado e esterilizado.

b) produtos mais adequados à exportação:

- suco concentrado congelado.
- suco integral congelado.

A indústria nacional ainda está envolvida com a tecnologia de extração convencional ou mecânica e não dispõe de uma tecnologia muito bem definida (LARA e col., 1980). O fluxograma geral do processamento do suco de maracujá integral e concentrado é mostrado na Figura 1.

Matéria-prima:

Como o maracujá, ao atingir a maturação cai da planta, recomenda-se que a colheita consista na catação dos frutos caídos, uma vez por semana, ou preferivelmente duas, nas épocas mais chuvosas do ano, quando a incidência de podridão é grande.

Quando o maracujá é destinado à industrialização, pode ser transportado em caixas abertas de 18 kg, ou a granel, o que vem sendo mais frequentemente empregado.

Se o maracujá não for processado assim que chegar à indústria, deve ser estocado sob refrigeração, pois é uma fruta de fácil deterioração (conservação por uma semana à temperatura ambiente). PRUTHI (1963) recomendou temperatura média de estocagem de 6,5°C e umidade relativa entre 85-90%. Sob estas condições, o período de conservação foi de 3-4 semanas para o maracujá amarelo. Temperaturas abaixo de 6,5°C causaram danos pelo frio e à temperaturas acima de 6,5°C a fruta sofreu ataques de fungos.

Extração:

Após serem devidamente lavadas e selecionadas, as frutas são conduzidas para o sistema de extração do suco.

Um dos maiores problemas de todos os sistemas de extração está ligado à operação do corte, no que se refere ao contato do suco com a casca e no corte das sementes. Quando a polpa entra em contato com a casca ela pode ser contaminada pelas enzimas e aromas da casca, além do problema microbiológico. Também, dependendo do tipo de cortador utilizado, pode haver uma maior ou menor quebra das sementes, as quais são de difícil remoção,

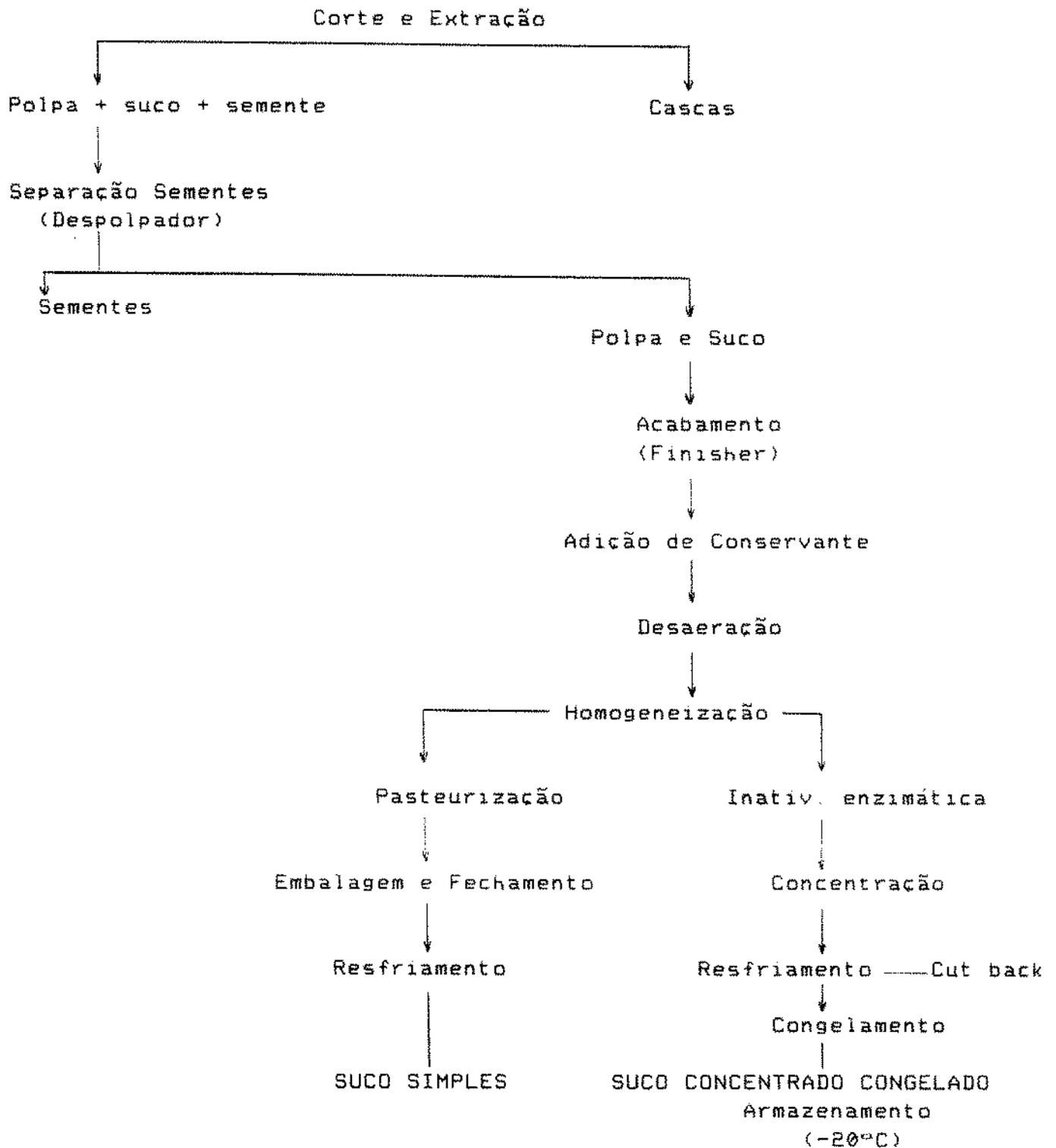


Figura 1 - Fluxograma geral do processamento de suco simples e concentrado de maracujá.

necessitando de uma peneira muito fina. Problema semelhante é encontrado nos diversos tipos de separadores, onde as sementes também podem ser quebradas e passadas para o suco, resultando em um produto defeituoso, que apresenta partículas escuras.

De acordo com as revisões feitas por CASIMIR e col. (1981) e JAGTIANI e col. (1988), existem vários métodos para a extração da polpa e suco de maracujá:

- 1) O método manual usado por pequenos fabricantes, que consiste em retirar a polpa do fruto cortado ao meio com uma colher e separar as sementes por meio de uma peneira ou pano.
- 2) O método havaiano (BOYLE e col., 1955), com um rendimento de 33%, que consiste em fatiar a fruta por meio de lâminas rotativas e alimentar as fatias em um extrator centrífugo provido de um cesto perfurado, com paredes inclinadas. A força centrífuga força a polpa, suco e sementes através dos orifícios, enquanto que as cascas são forçadas para cima e para fora. O suco pode ser separado das sementes por meio de despoldadores tipo Bertuzzi, constituídos de peneiras cilíndricas com um eixo de aço inóx no seu interior, equipado com escovas de nylon que friccionam o material contra as peneiras.
- 3) Na Austrália, o método mais comumente usado consiste em espremer a fruta entre dois rolos até que a casca se rompa e a polpa e sementes sejam lançadas para fora.

4) Na Austrália também utiliza-se um extrator de dois rolos, sendo um de borracha e outro com dentes de aço inóx. A fruta passa entre os rolos, é rompida e o rolo denteado pressiona a fruta contra uma tela (CASIMIR e col., 1981).

Acabamento:

Segundo LARA e col. 1980, existe muita relutância em se fazer o acabamento do suco (retirada da parte da polpa), principalmente devido ao rendimento de extração relativamente baixo (28-35%).

Nas operações do "finishing" procura-se retirar toda a polpa grosseira que prejudica a qualidade da bebida e o aspecto visual do produto.

Na Figura 2 é apresentado um diagrama de balanço de massa para a extração da polpa e suco de maracujá.

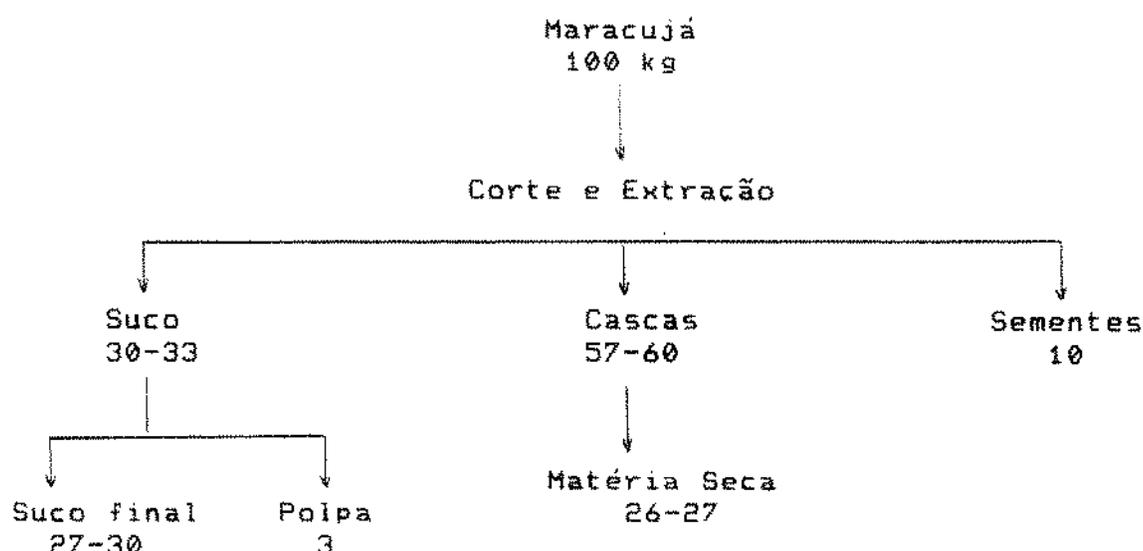


Figura 2 - Balanço de massa para a extração do suco de maracujá.

Fonte: LARA e col., 1980.

Para completar o acabamento recomenda-se efetuar sua homogeneização, preaquecendo o suco a uma temperatura não superior a 50°C e passando o produto em desaeradores e homogeneizadores. Essa operação conjunta, quando bem executada, melhora sensivelmente as características do suco, oferecendo as seguintes vantagens:

- evita o escurecimento enzimático e não enzimático (oxidação dos pigmentos);
- melhora o aspecto visual do suco pela redução das partículas a um mesmo tamanho;
- diminui a sedimentação da polpa;
- evita a oxidação da vitamina C e outros compostos químicos naturais da fruta;
- evita a presença de sabor estranho e alteração do aroma.

Tratamento térmico:

Essa operação tem por finalidade a inibição dos microrganismos deterioradores, bem como a inativação das enzimas presentes.

O suco de maracujá por possuir elevada acidez dificulta bastante a ação de muitos microrganismos, principalmente bactérias. Tendo um pH baixo, entre 2 e 3 e contendo uma quantidade razoável de açúcar (7 a 13%), o suco torna-se um meio muito seletivo.

O uso de calor na preservação do suco de maracujá, mesmo em processos de aquecimento acelerado, resultam em produtos que perderam muito das suas qualidades de frescor, uma vez que os constituintes responsáveis pela pigmentação do suco, sabor e aroma

são por demais termossensíveis (PRUTHI, 1963; CASIMIR e col., 1981).

O tratamento térmico é dado em função do produto obtido, mas de um modo geral recomendam-se temperaturas superiores a 85°C (LARA e col., 1980). GEIDA (1972) descreve pasteurização em trocador de calor de placas, à temperatura de 90-92°C por 30-40 segundos.

O suco de maracujá também pode ser preservado pela adição de conservadores químicos como benzoato de sódio (0,1%), sorbato de potássio (0,1%) e metabissulfito de sódio ou potássio (0,02%) (FREITAS LEITÃO e col., 1977).

2.2.3. Aspectos Econômicos:

A falta de dados estatísticos precisos e detalhados dificulta a quantificação da produção mundial de maracujá, bem como o dimensionamento do mercado potencial do suco (CACEX, 1986). Ainda assim podemos afirmar que o Brasil é hoje o maior fabricante mundial de suco de maracujá, com cerca de 8.000 toneladas anuais. Peru, Colômbia e Quênia são outros grandes produtores, sendo que até 1985 somaram pouco mais que a produção isolada do Brasil (CACEX, 1986).

De acordo com a FAO citada por SÃO JOSÉ (1986), a produção mundial de suco de maracujá em 1970 foi de 2.576 toneladas. Até então o Brasil não figurava entre os principais produtores, que eram a Austrália, Quênia, Estados Unidos (onde o Estado do Havai destacava-se como o maior produtor), Sri-Lanka e outros.

Somente a partir de 1972 é que o Brasil iniciou seu período de produção ativa de maracujá, atingindo já em 1982 seu primeiro pico de exportação, com 7.784 toneladas, quantidade três vezes superior à produção mundial de 1970.

A Figura 3 apresenta a evolução das exportações brasileiras de suco de maracujá e a Figura 4 mostra a evolução dessas exportações, tanto em quantidades quanto em relação à receita auferida em dólares.

Nota-se que em 1977 o total exportado não atingia mil toneladas, mas a partir do ano seguinte foi aumentando e obteve, no período de 1979 a 1982 um índice de crescimento médio de 60% ao ano, atingindo o pico anteriormente citado, com renda de US\$16,5 milhões para o País.

Esta rápida expansão pode ser explicada pela introdução no mercado europeu dos sucos e vitaminas misturados, denominados "mixed fruits juice" e "multiple fruits juice", com cerca de dez diferentes sabores de frutas, escolhidas obedecendo à estrutura vitamínica, incluindo o maracujá que tem participação relevante e indispensável em razão de seu forte e agradável aroma, bonita coloração e saboroso paladar (CACEX, 1982).

Após um período de retração (1983-1985) decorrente da crise recessiva da economia internacional e conseqüente queda das cotações, as exportações brasileiras de suco de maracujá voltam a aumentar a partir do ano de 1986 atingindo seu maior pico em 1987, chegando a quase US\$24 milhões, ou seja, triplicando o valor atingido em 1986 (cerca de US\$8 milhões).

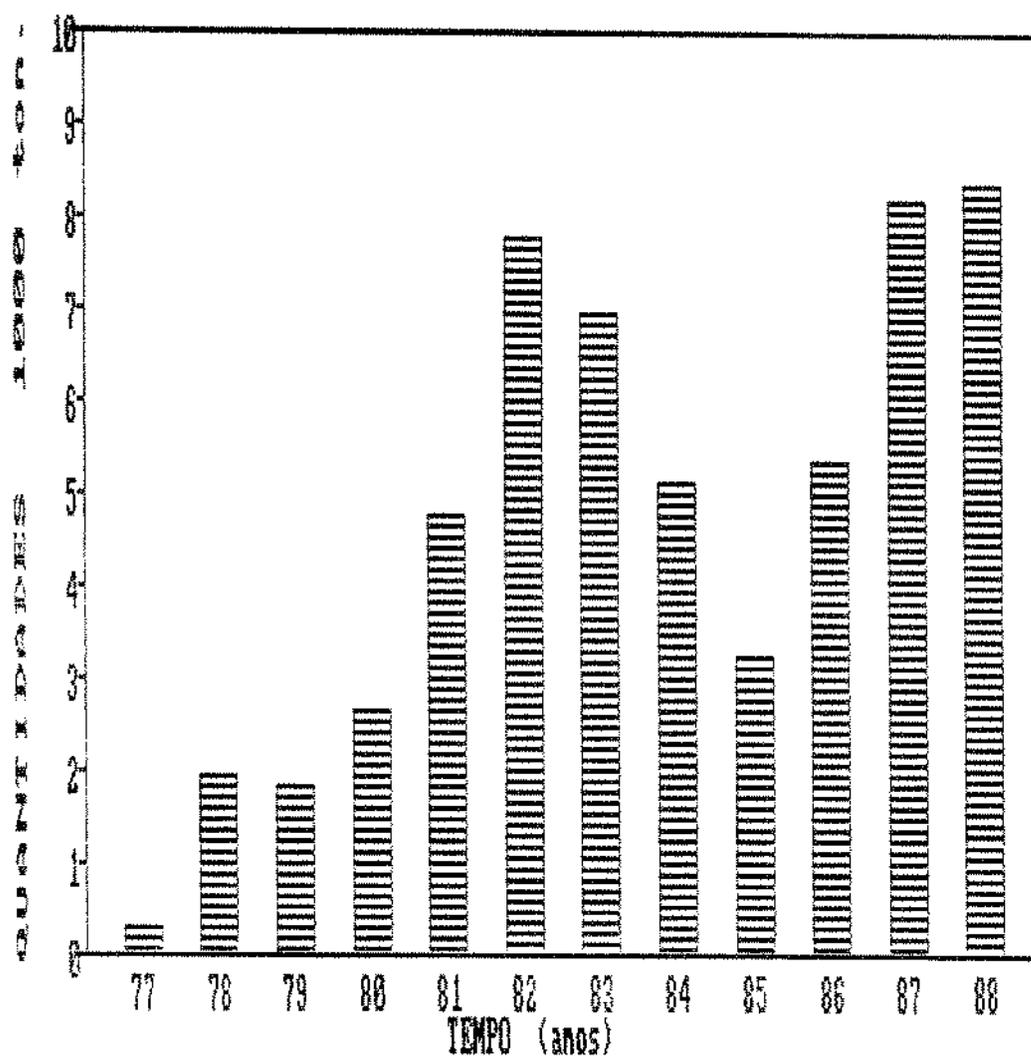


Figura 3 - Evolução das exportações brasileiras de suco de maracujá em toneladas

Fonte: Cacex (1988) e São José (1986)

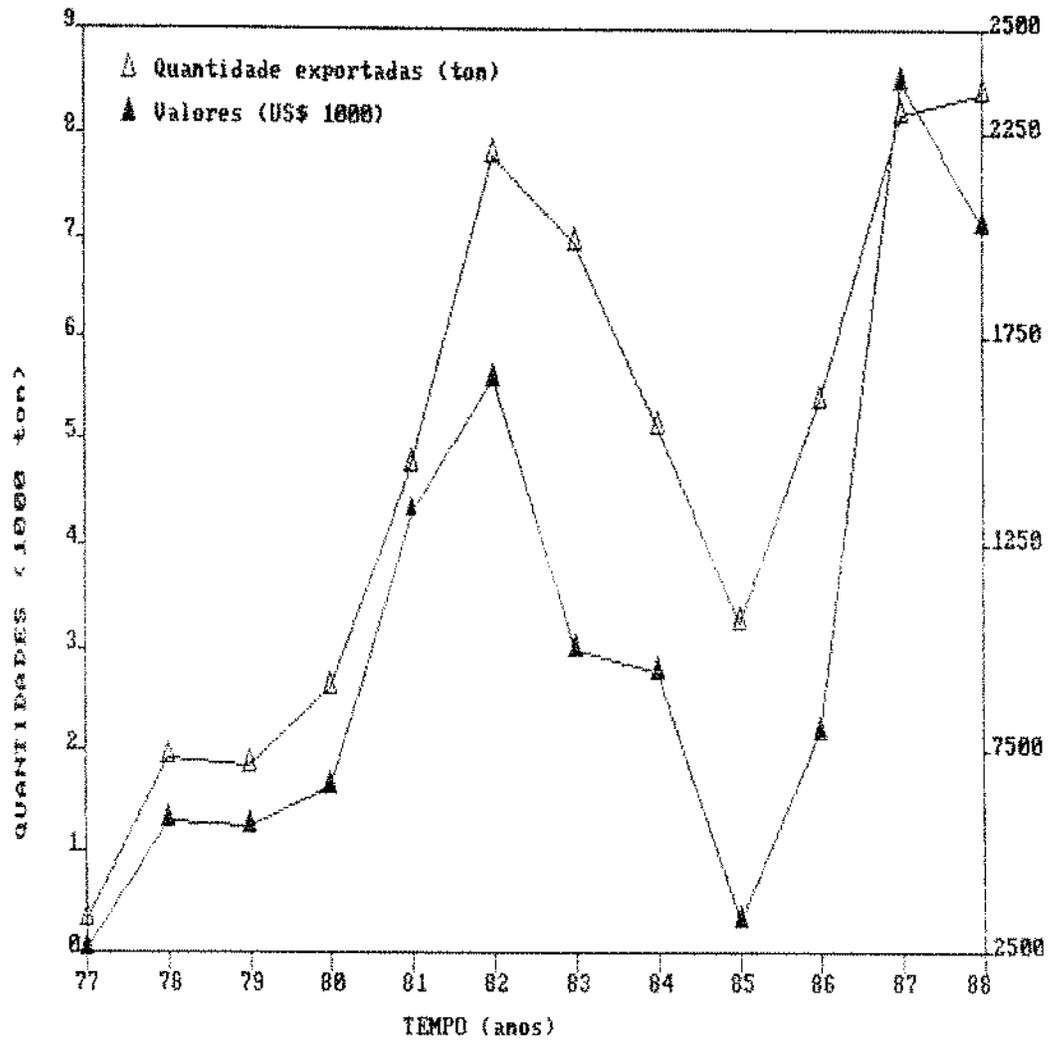


Figura 4 - Evolução das exportações brasileiras de suco de maracujá em quantidades exportadas (toneladas) e valores (US\$ 1000) no período de 1977-1988

Porém observa-se que as vendas brasileiras são descontínuas, provocando desestímulo no consumo externo do produto. É considerada boa a qualidade do suco brasileiro, mas no entanto, a confeção de misturas em alguns mercados como o holandês, tem prejudicado essa reputação. Além disso a larga utilização em misturas de diferentes frutas, na proporção de apenas 2%, afasta as possibilidades de ocupação do mercado europeu como suco principal (CADEX, 1986).

Atualmente a Europa Ocidental é o principal mercado para o produto brasileiro, adquirindo cerca de 85% nas nossas exportações globais. Os Países Baixos (Holanda) absorvem cerca de 80% e a Alemanha Ocidental cerca de 5% do total exportado. Em seguida destacam-se a França, Israel, Canadá, Suíça e África do Sul.

O Quadro 6 apresenta os principais mercados do suco de maracujá brasileiro e no Quadro 7 estão relacionadas as principais empresas exportadoras no período 1986/1988.

2.3. Sedimentação:

No seu sentido mais amplo, o termo sedimentação é usado para descrever o movimento de partículas sólidas através de um fluido devido a forças impostas, as quais podem ser gravitacional, centrífuga, eletromotriz e outras. Entretanto, a definição mais comum é aplicada à sedimentação gravitacional que ocorre em suspensões sólido-líquido.

Quadro 6- Países importadores do suco de maracujá brasileiro e receita em US\$ no período de 1986-1988.

Países	US\$		
	1986	1987	1988
Países Baixos	6.966.061	19.541.658	16.081.092
Estados Unidos	402.305	2.374.650	2.097.765
República Federal da Alemanha	66.120	30.000	942.964
França	124.305	265.688	276.626
Israel	0.000	24.024	268.637
Canadá	0.000	713.321	196.734
Suíça	0.000	0.000	144.028
Austrália	0.000	0.000	60.569
Barbados	1.366	103.200	55.000
África do Sul	286.034	337.713	44.735
Áustria	0.000	0.000	41.593
Portugal	1.393	3.984	25.054
Angola	8.231	38.620	24.776
Itália	0.000	9.631	13.144
Porto Rico	0.000	17.660	12.547
Guadalupe	0.000	15.650	12.128
Guiana Francesa	0.000	0.000	880
Bolívia	0.000	164	195
Cabo verde	0.000	0.000	194
Japão	17.309	159.873	120
Argentina	30.134	6.216	0.000
Bélgica	0.000	108.206	0.000
Espanha	184	0.000	0.000
Jamaica	0.000	15.200	0.000
Malásia	1.000	0.000	0.000
Nova Zelândia	48.492	0.000	0.000
Panamá	357	0.000	0.000
Paraguai	1.950	0.000	0.000
Romênia	0.000	274	0.000
Singapura	4.111	0.000	0.000
Total	7.961.028	23.765.732	20.298.781

Fonte: CACEX-DEPEC (1989)

Quadro 7- Exportação de suco de maracujá por empresa, no período de 1986-1988.

Empresas	US\$		
	1986	1987	1988
Amafrutas S.A.	1.302.704	3.557.250	6.182.380
Utiara S.A. Agro Ind. e Com.	419.731	3.550.239	3.448.877
Frutas Tropicais S.A.	1.454.904	2.375.272	2.693.282
Ind. Alimentícias Maguary S.A.	773.933	367.508	1.787.952
MARAU S.A. Agro Ind. e Com.	712.894	6.660.644	1.657.084
Cajuba - Caju da Bahia S.A.	1.697.542	3.152.105	1.378.682
Maisa Ind. Com. S.A.	249.732	1.201.377	1.049.862
Cargill Trading S.A.	0.00	0.00	724.576
Arpac Assessoria Rep. Part. Com Ltda.	512.125	1.220.831	529.800
Frutene Ind. Frutas do Nordeste S.A.	689.784	1.476.723	433.230
Aurora Ind. e Com. de Prod. Alim. Ltda.	91.007	33.945	195.910
Outras	56.672	169.838	217.146
Totais	7.961.028	23.765.732	20.298.781

Fonte: CADEX (1989)

O princípio básico que governa o processo de sedimentação é dado pela lei do movimento de partículas sólidas (suspensões) ou líquidos (emulsões) em um líquido, sob a força da gravidade, conhecido como Lei de Stokes. A velocidade de sedimentação é expressa pela seguinte equação:

$$V = \frac{2}{9} \frac{r^2 (d_1 - d_2) \times g}{\eta} \quad (1)$$

onde:

V = velocidade de sedimentação da partícula dispersa (cm/s).

d1 = densidade específica da fase dispersa.

d2 = densidade específica do meio dispersante.

r = raio da partícula dispersa.

η = viscosidade do meio dispersante.

g = constante de gravidade (980 cm/s² ao nível do mar).

Quanto menor a diferença de densidade entre as fases, menor será a velocidade de sedimentação. No caso de emulsões, como por exemplo emulsões de óleos aromatizantes para refrigerantes, a densidade da fase oleosa pode ser ajustada pela adição de óleos de alta densidade ou de substâncias completamente miscíveis com o óleo aromatizante (emulsificantes) (MELLILO, 1977).

O tamanho das partículas é, sem dúvida, o fator mais importante que influencia a velocidade de sedimentação. É representado na Equação de Stokes como r², onde r é o raio médio das partículas dispersas. A velocidade de sedimentação é diretamente proporcional ao quadrado do raio das partículas. Isto

indica que pequenas variações no raio das partículas causam grandes variações na velocidade de sedimentação.

A velocidade de sedimentação é inversamente proporcional à viscosidade do meio dispersante. Quanto mais viscosa a fase aquosa, mais lentamente as partículas sedimentarão.

De acordo com MELLILO (1977), a estabilização dos sucos turvos é obtida pelo ajuste destes três parâmetros especificados na Equação de Sedimentação de Stokes, porém, segundo o mesmo autor existem ainda outros importantes fatores que afetam a estabilidade de emulsões e suspensões, tais como a temperatura, movimento Browniano, fenômeno eletrocinético (potencial zeta) e a complexação da substância estabilizante com a fase dispersa.

Em alimentos, as suspensões são constituídas de partículas cujos tamanhos variam de 1 a 500μ e formam o que poderiam ser chamadas "dispersões grosseiras", nas quais as partículas tendem a se separar e depositar, ocorrendo mudanças na textura, aparência e às vezes no sabor e aroma dos alimentos (BOBBIO & BOBBIO, 1984).

Um suco recentemente extraído contém quantidades variáveis de fragmentos celulares finos com material coloidal, substâncias pécticas, gomas, proteínas e outros componentes. O sistema é inicialmente estabilizado por hidratação das partículas e por cargas elétricas nas partículas ou cargas devido a íons adsorvidos e pela presença de pectina solúvel (MONTGOMERY, 1988).

Os hidrocolóides usualmente presentes em sucos consistem essencialmente de partículas coloidais que são circundadas por uma camada de água adsorvida e são carregadas pela adsorção seletiva de

ions ou por ionização de grupos carbonílicos livres. Essa camada de água e suas cargas geralmente evitam a associação das partículas em agregados maiores e a conseqüente precipitação. Adsorção, ionização e natureza de interação com outros colóides afetam a estabilidade. Portanto, a precipitação de agregados pode ser afetada por neutralização de cargas elétricas, desidratação, e por desnaturação superficial por aquecimento. Um colóide pode afetar um outro por sensibilizá-lo e então torná-lo mais fácil para precipitar por eletrólitos; um colóide pode proteger ou estabilizá-lo; ou então, se colóides de cargas opostas são misturados em proporções apropriadas eles podem se precipitar mutuamente (TRESSLER & JOSLYN, 1971).

Segundo MONTGOMERY (1988), a clarificação espontânea (sedimentação) dos sucos geralmente começa após a formação de um complexo proteína-tanino, pectatos insolúveis ou cargas que aumentam o tamanho das partículas suspensas até o ponto que elas precipitam. O autor também esclarece que essa clarificação pode ser catalisada pelas enzimas pectinases naturais, que são ativas imediatamente após a estrutura celular da fruta ser rompida.

Os resultados obtidos por ENDO (1965) suportam a proposta de muitos pesquisadores de que a pectina solúvel atua como um colóide protetor e que a hidrólise parcial da pectina permite que partículas insolúveis floculem. O autor também observou que um elevado decréscimo de viscosidade acompanha o processo da clarificação.

Maçã, uva, laranja, tomate são exemplos de produtos que contém quantidade razoável de pectina, a qual promove uma

característica de corpo e contribui para a turvação. Agindo como um estabilizante ela ajuda a manter os materiais do suco em suspensão. Porém essas frutas também possuem enzimas pécnicas, as quais provocam a clarificação espontânea dos sucos (REED, 1975; ENDO, 1965; ROTHSCHILD & KARSENTY, 1977).

Segundo MONTGOMERY (1988) a estabilidade da polpa dos sucos de frutas também pode ser afetada pelo pH, sendo que os sucos com pH maiores tendem a ter maior estabilidade, pois com o aumento do pH a pectina torna-se mais ionizada com carga negativa, induzindo a repulsão entre as partículas coloidais. De maneira inversa, os sucos com pH menores tendem a ter uma polpa mais instável.

Com muitos sucos onde a turvação é desejável como o suco de tomate, laranja e muitos sucos de frutas tropicais, é feito um tratamento térmico efetivo num estágio inicial do processamento para inativar as enzimas existentes, como o aquecimento da fruta antes do esmagamento ou do suco imediatamente após sua extração.

O uso do método "hot break" de aquecimento do fruto antes do esmagamento é o método mais eficiente e seguro para inativar as enzimas. Porém, devido a sua estrutura e presença de compostos fenólicos na pele e/ou sementes, algumas frutas não se prestam a este método (MONTGOMERY, 1988).

ROBINSON e col. (1956), determinando os fatores que influenciam o grau de sedimentação em sucos de tomate, observaram que, de um modo geral, há um relacionamento inverso entre o grau de sedimentação e a viscosidade do suco. O grau de sedimentação é determinado pela quantidade de sólidos suspensos e pelo tamanho

destas partículas. Os autores ainda ressaltam que o fenômeno da separação de fases em sucos de tomate não é um processo simples de sedimentação, mas envolve também a aglomeração entre si das partículas insolúveis suspensas no suco.

Já GATCHALIAN e CONTRERAS (1981), estudando a sedimentação do néctar de mamão concluíram que essa sedimentação pode ser devido o tamanho das partículas que não se aproximam da faixa de tamanho coloidal e à baixa viscosidade do soro, onde as partículas estão suspensas.

LUIZ MARIA e col. (1983) estudaram a estabilidade física do suco de cajú e concluíram que, tanto a concentração quanto o tamanho das partículas da polpa constituem um dos fatores mais importantes na estabilidade física do suco. LUIZ MARIA (1981) concluiu que a redução da ordem de 40% no tamanho das partículas suspensas através da homogeneização mecânica, foi um o único processo que permitiu manter as partículas em suspensão com maior eficiência, permitindo a aplicação de uma menor concentração de estabilizantes. A viscosidade do meio dispersante (soro) demonstrou ser também outro importante parâmetro na estabilização do produto. As partículas da polpa mantiveram-se em suspensão mais facilmente quando a viscosidade do soro foi aumentada pela adição de estabilizantes.

2.4. Agentes Estabilizantes e sua Utilização em Bebidas:

2.4.1. As Gomas e suas Propriedades:

A importância dos polissacarídeos ou hidrocolóides, é devido à sua propriedade hidrofílica, a qual proporciona importantes características funcionais como agente espessante, estabilizante, gelificante, emulsificante e formadores de filme. Sua inclusão nos alimentos processados permite a produção de uma vasta gama de produtos que não são estáveis ao transporte e armazenamento sob diversas condições e também para dar as qualidades desejadas pelos consumidores (SANDERSON, 1981).

Quando se tem partículas maiores que as de tamanho coloidal, dispersas num meio aquoso, a adição do polissacarídeo adequado para conferir viscosidade à fase aquosa pode estabilizar o sistema de um modo puramente físico, não somente pela alta viscosidade da fase líquida, mas também pela existência de um valor mínimo crítico ("yield value"), definido como a força de atrito ou força aplicada abaixo da qual a solução não escoará. Se as partículas suspensas não exercerem uma força maior que o "yield value" elas não podem sedimentar e se manterão em suspensão (SANDERSON, 1981; GLICKSMAN, 1969).

Diversos autores (GLICKSMAN, 1969; WHISTLER, 1973); SIMÃO, 198) concordam com uma classificação geral dos polissacarídeos estruturais, a qual considera três categorias, a saber: naturais, modificados e sintéticos, relacionadas no Quadro 8.

As gomas de exudados de vegetais são heteropolissacarídeos complexos obtidos de certos arbustos que crescem na África e

Quadro 8 - Classificação geral dos hidrocolóides.

1. Naturais (como encontrados na natureza)

Exudados e extratos de plantas.	arábica, gatti, karaia, tragacante, larch
Extratos marinho (algas)	agar-agar, carragena, alginatos, furcelaram
Extratos de sementes	locusta (algarroba ou jataí), guar, goma de tamarindo
Outros	pectina, celulose, hemicelulose, amido.

2. Modificados ou Sintéticos

Fermentação microbiana	xantana (<u>X. campestris</u>) dextrana (<u>L. mesenteróides</u>)
Derivados de celulose	carboximetilcelulose (CMC) metilcelulose, celulose microcristalina
Amidos modificados	amidos modificados quimicamente amido pré-gelatinizado, fosfatos e acetatos de amido e outros

Derivados de pectina, alginatos, guar

3. Gomas Sintéticas (síntese química total)

Derivados de polímeros vinil e acrílico - Não são utilizados em alimentos.

Fonte: SIMÃO (1980)

Ásia. A goma ARÁBICA (Acácia), a mais importante entre elas, é única entre os hidrocolóides naturais por permitir soluções de concentração até 50%. Devido a sua baixa viscosidade a baixas concentrações é utilizada juntamente com outras gomas como agente espessante e ligante. Também é ótimo agente encapsulante para óleos aromatizantes utilizados em bebidas.

A goma TRAGACANTE é bastante resistente a baixo pH, portanto é de grande aplicação em alimentos ácidos como molhos contendo vinagre. Atualmente, devido ao custo e pouca disponibilidade da goma, há uma tendência em substituí-la por goma xantana e alginato de propileno glicol.

As gomas de sementes permitidas em alimentos são galactomananas e, devido a ausência de cargas são pouco afetadas por baixos pH e podem ser utilizadas em alimentos ácidos. As gomas GUAR e LOCUSTA apresentam soluções altamente viscosas a baixas concentrações, sendo solúveis em água fria. Ambas são compatíveis com muitos polissacarídeos e apresentam nítido efeito sinérgico com xantana e carragena. Essas gomas são bastante utilizadas em sorvetes, bebidas e molhos para saladas (ANTUNES & CANHOS, 1983; KLOSE & GLICKSMAN, 1968). A goma guar é usada como promotor de viscosidade em muitas bebidas e néctares de frutas. Sua propriedade de máxima hidratação em meio ácido é um fator importante para o seu uso (GOLDSTEIN & SEAMAN, 1973).

AGAR, FURCELARAM e CARRAGENA são polímeros extraídos de algas marinhas vermelhas (Rhodophyceae). Todos são polímeros de galactose e possuem estruturas similares. A CARRAGENA é a mais importante, sendo bastante utilizada pela maneira como reage com as

proteínas do leite agindo como agente estabilizante, espessante e gelificante. Na água também mostra típicas propriedades hidrocolóides. Em alguns casos a carragena é usada em combinação com outros espessantes como amido, locusta, guar e carboximetilcelulose (CMC), balanceando e melhorando suas propriedades (TOWLE, 1973). A carragena é usada em sucos de tomate para manter as partículas finas da polpa uniformemente distribuídas (KLOSE & GLICKSMAN, 1968).

Os ALGINATOS são extraídos das algas marrom (Phaeophyceae) e sua molécula é um polímero linear de ácido D-manurônico e L-glucurônico. Sua eficácia como agente de suspensão é devido à sua alta viscosidade a baixas concentrações e a seu caráter aniônico e tamanho coloidal, os quais facilitam a formação de uma cobertura protetora sobre as partículas (Mc NELLI & KANG, 1973). Podem ser usados em sorvetes, molhos, bebidas de leite, recheios de tortas, etc. Porém, a baixo pH os alginatos podem precipitar e deve-se então usar o ALGINATO DE PROPILENO GLICOL, no qual os grupos carboxílicos são parcialmente esterificados com óxido de propileno (SANDERSON, 1981).

A carboximetilcelulose (CMC), é sem sombras de dúvidas, o derivado de celulose mais importante para aplicação em alimentos. Sua função básica é ligar água ou conferir viscosidade à fase aquosa estabilizando os outros componentes ou prevenindo a sinerese. É geralmente usada como complemento das propriedades funcionais de outros hidrocolóides. Uma desvantagem da CMC é sua perda de viscosidade e tendência a precipitar a baixo pH.

A goma XANTANA é um heteropolissacarídeo biossintético extracelular, que se obtém da cultura da bactéria Xantomona campestris, de elevado peso molecular. Sua vasta aplicação em produtos alimentícios é consequência de sua estrutura molecular e da conformação que as moléculas adquirem em solução, a qual lhe proporciona muitas propriedades importantes para um hidrocolóide, tais como: a) fácil dissolução em água quente ou fria, resultando em soluções de alta viscosidade a baixas concentrações; b) praticamente estável sob variação de temperatura; c) apresenta excelente estabilidade em meio alcalino; d) excelente solubilidade e estabilidade em meio ácido; e) altamente estável na presença de sais e alta temperatura (120-130°C/15 minutos); f) apresenta excelente propriedade de fluxo, pois é de natureza altamente pseudoplástica; g) excelente agente estabilizador de suspensões e emulsões. A goma xantana apresenta nítido efeito sinérgico com as gomas locusta (algarroba) e guar e, dependendo da proporção, forma gel de firmeza variável (ROCKS, 1971; SANDERSON, 1981 e 1982; SOUZA, 1984). Um importante fator para a limitação do seu uso, principalmente no Brasil, é o seu custo elevado.

A PECTINA, um componente natural de frutas e sementes, é usada como agente gelificante e espessante. As pectinas são ácidos pectínicos (cadeias de ácidos galacturônicos com certo número de metoxilas na forma de ésteres) solúveis em água, com número de metoxilas e grau de esterificação variáveis.

As pectinas de alta metoxilação (12% de grupos metoxílicos esterificados) formam géis muito estáveis na presença de sacarose e ácido. Já as pectinas de baixa metoxilação (abaixo de

7%) gelificam na presença de íons bivalentes sem adição de ácido e sacarose, sendo muito utilizadas em alimentos dietéticos.

A pectina de baixa metoxilação é comparada à gelatina e ao amido como agente espessante em leite, sucos de tomate e de uva (GLICKSMAN, 1969).

A pectina tem várias funções, das quais as mais importantes são as de agente estabilizante de suspensões e de emulsões de óleos essenciais, e como agente de suspensão de partículas.

O AMIDO constitui a mais importante reserva de nutrição de todas as plantas superiores ocorrendo principalmente em sementes, tubérculos, rizomas e bulbos. É constituído por uma mistura de dois polissacarídeos denominados amilose e amilopectina, em proporções que variam entre os amidos procedentes de diferentes espécies vegetais, ou de diferentes estágios de maturação. As proporções de amilose e amilopectina influem na viscosidade e no poder gelificante do amido. Algumas espécies também produzem amido ceroso, ou seja, com 100% de amilopectina, como o arroz e algumas variedades de milho. O intervalo de temperatura de gelatinização do amido de milho ceroso é entre 63 a 72°C (BOBBIO & BOBBIO, 1989).

O amido ceroso é mais resistente à retrogradação que o amido comum, pois as ramificações da amilopectina dificultam a aproximação das cadeias e a formação de ligações intermoleculares.

A presença de ácidos durante a gelatinização causa hidrólise e provoca uma queda na viscosidade da pasta. Em alimentos com pH menores que 4 a ação de ácidos provoca um maior entumescimento do grânulo, causando uma diminuição na temperatura

de pasta e aumenta a fragilidade do grânulo entumescido. Os molhos e recheios de tortas com pH abaixo de 4 e à base de amido se liquefazem com o tempo, comprometendo a qualidade do produto. Esse efeito de ácidos no amido pode ser evitado por meio de modificações químicas no amido como as ligações cruzadas, que conferem uma maior resistência à hidrólise, produzindo géis mais estáveis (CIACCO & CRUZ, 1982).

O Quadro 9 resume a composição de açúcares dos espessantes mais utilizados em alimentos e o Quadro 10 mostra as suas características de solubilidade em água, propriedade muito importante na seleção do espessante mais apropriado para determinado uso tecnológico.

2.4.2. Utilização dos Espessantes em Sucos de Frutas e Outras Bebidas:

De acordo com GLICKSMAN (1969), a goma guar possui muitas aplicações como agente espessante ou controlador de viscosidade em várias bebidas. Níveis de 0,25 - 0,75% de goma guar são usados em néctares de frutas, produtos feitos pela combinação de polpa ou purê de frutas, sucos de frutas naturais ou artificiais, açúcar, ácido ascórbico, ácido cítrico e água. A goma guar também é muito utilizada em bebidas dietéticas em concentrações de 0,1 - 0,15%, para conferir corpo ao produto. O autor ainda cita o uso de misturas de goma guar e carragena em bebidas de chocolate.

STEVENS e PRITCHETT em 1956, citados por GLICKSMAN (1969), usaram goma locusta para estabilizar produtos de sucos de

Quadro 9 - Composição em monossacarídeos dos principais espessantes utilizados em alimentos.

Espessante	Monossacarídeos										
	Glicose	Galact.	Manose	Arabinose	Xilose	Ramnose	Fucose	Ác. Galacturônico	Ác. Glucurônico	Ác. Gulu-rônico	Ác. Manu-iônico
Arábica	+			+		+				+	
Gatti	+		+	+	+			+			
Karaia	+					+		+			
Tragacante	+			+	+		+	+			
Locusta	+										
Guar	+										
Pectina	(+)			(+)					+		
Larch	+				+						
Agar	+						+				
Carragena	+				(+)						
Furcellaran	+										
Alginatos										+	+
Amido	+										
Xantana	+				+					+	
CMC	+										

Fonte: SCHMIDT-HEBBEL (1981)

Quadro 10 - Dispersão em água dos espessantes umedecidos com álcool.

Goma	Modo de dispersão na água
Pectina Alginato	Entumece em água fria e dissolve com aquecimento. Dissolve vagarosamente em água fria e rapidamente com aquecimento formando solução viscosa.
Carragena	Dissolve vagarosamente em água fria e rapidamente sob aquecimento formando solução viscosa.
Agar	Entumesce em água fria, dissolve com aquecimento e gelifica com o resfriamento.
Tragacante	Entumesce formando dispersão viscosa em água quente ou fria, mas não forma solução verdadeira.
Metilcelulose	Dissolve vagarosamente em água fria, mas torna-se turva ou gelifica sob aquecimento.
Amido	Dispersa a frio.
CMC	Dissolve vagarosamente em água fria, rapidamente sob aquecimento, formando solução viscosa límpida.
Locusta	Forma suspensão viscosa, mas não solução verdadeira.
Guar	Dissolve rapidamente em água fria, formando soluções viscosas.
Karaia	Forma suspensão viscosa. Partículas insolúveis sedimentam no repouso.
Arábica	Dissolve em água fria formando uma solução límpida.
Gatti	Dissolve formando solução quase límpida, mas algum material insolúvel pode remanescer como uma suspensão fina.

Fonte: GLICKSMAN (1969).

frutas cítricas. Para concentrados, os autores recomendaram níveis de 1 - 30 ppm de goma locusta, de preferência combinada com 20 - 40 ppm de hexametáfosfato de sódio.

JAGTIANI e col. (1988) citam formulações de concentrados de maracujá elaboradas por BREKKE (1973) no Laboratório de Frutas do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, contendo cerca de 0,20% de goma tragacante. Também STAUFFER (1980) apud GLICKSMAN (1983) cita, como um dos importantes usos da goma tragacante, as bebidas como refrigerantes contendo polpa de frutas, sucos de frutas e néctares e misturas em pó para bebidas. GLICKSMAN (1983a) ainda apresenta um quadro onde mostra que o nível máximo permitido para o uso da goma tragacante em frutas processadas e sucos de frutas é de 0,2% de acordo com FDC Law Reports, dos Estados Unidos, 1980.

A goma carragena, tem sido empregada em muitas misturas em pó para bebidas conferindo corpo ao produto. Foi também patenteado o uso dessa goma para produzir características de polpa em algumas misturas para bebidas de frutas cítricas (GLICKSMAN e FARKAS, 1968 apud GLICKSMAN, 1983).

Sucos de frutas também tem sido estabilizados com 0,05 - 0,1% de goma furcelaram, bem como polpa de frutas e purês de tomate (BJERRE-PETERSON & HENNINGSEN, 1973).

MONCRIEFF, 1953 apud GLICKSMAN (1969) conseguiu evitar a separação da polpa de bebidas de frutas contendo polpa, como concentrado de laranja para refrigerantes e laranjadas pela adição de 0,1 - 0,2% de alginato de sódio ou alginato de propileno glicol.

O mesmo autor também verificou que este efeito estabilizante pode ser intensificado pela adição de uma parte de hexametáfosfato de sódio para cada 10 partes de alginato.

Diversos autores relatam a habilidade da goma xantana de suspender sólidos ou polpa em sucos ou bases para refrigerantes como uma de suas importantes propriedades. A níveis de concentração muito baixos a goma também pode contribuir ao excelente "mouthfeel" (sensação na boca) dessas bebidas (ROCKS, 1971; KENNEDY & BRADSHAW, 1984; SOUZA, 1984). JACKMAN (1979) apud PETITT (1983), patenteou o uso de 0,02 - 0,06% de xantana combinados com 0,02 - 0,14% de CMC para estabilizar a polpa de sucos cítricos. Segundo McNEELI & KANG (1973) a xantana também é usada como estabilizante de emulsões de óleos essenciais empregados em certas bebidas, sendo a concentração da goma, no produto final, entre 0,001 a 0,15%.

PADIVAL e col. (1980) conseguiram estabilizar a polpa de bebidas cítricas pela adição de 0,05 - 0,1% de pectina de baixa metoxilação e 2 - 6 mg de cálcio por 100 g de bebida.

Após o estudo de sedimentação com néctar de mamão, citado anteriormente, GATCHALIAN & CONTRERAS (1981) determinaram o melhor tipo e quantidade de estabilizante necessário para a estabilização da polpa. Os estabilizantes testados foram: pectina de maçã, CMC e alginato de propileno glicol (PGA) em níveis de 0,01; 0,05; 0,1 e 0,3%. Os resultados mostraram que o suco com PGA 0,3% apresentou a polpa mais estável, recebendo maior valor no teste sensorial de aceitação.

Estudando a estabilização física do suco de cajú, LUIZ MARIA (1981), testou diversos estabilizantes: goma arábica, goma

guar, locusta, pectina cítrica, gelatina, alginato de sódio, CMC, metilcelulose, xantana e carragena. A aplicação das gomas no suco de caju mostrou-se efetiva somente quando usados em misturas e, das misturas de estabilizantes utilizadas, somente a mistura de 67% de goma guar com 33% de carragena, numa concentração total de 0,3%, mostrou um poder estabilizante efetivo.

SOLER e col. (1986) estudaram a estabilidade física do leite de côco esterilizado, testando CMC, Tween 80, carragenato puro, carragenato com goma guar e amido modificado (100% amilopectina). O melhor resultado obtido foi a combinação de 0,20% de CMC com 0,06% da mistura de carragenato e guar.

No estudo da formulação do leite de côco com suco de abacaxi para o preparo de "Pina Colada", SOLER e NISIDA (1986) estabeleceram as seguintes proporções: 17% de leite de côco com 20% de gordura, 66% de suco simples de abacaxi e 17% de açúcares. A estabilidade da emulsão foi conseguida com uma mistura de 0,20% de CMC e 0,25% de goma xantana.

III. MATERIAL E MÉTODOS:

3.1. Material:

Para a comparação das características químicas, físicas e físico-químicas de sucos comerciais foram utilizadas duas marcas de suco de maracujá não estabilizado (Suco A e Suco B) e duas marcas de suco estabilizado (Suco C e Suco D). Todas as marcas correspondiam a sucos integrais, pasteurizados e engarrafados.

As garrafas de suco foram adquiridas no mercado local, sendo ainda utilizado um lote do Suco D cedido pelo fabricante. De cada marca foram analisadas duas (2) amostras, cada uma adquirida em local e época distintos.

No estudo da estabilidade física do suco de maracujá foi utilizado suco de maracujá processado, preservado por adição de benzoato de sódio e SO_2 , adquirido a granel, em garrafas de 5 L. O suco foi gentilmente cedido por um fabricante localizado na região de São Paulo, marca distinta das outras quatro anteriores. Para simplificar a denominação repetida desse produto ele será chamado de "suco integral preservado".

Para os testes sensoriais com adição de gomas foi utilizado o mesmo suco, porém não adicionado de conservadores químicos, transportado e acondicionado congelado. Esse suco foi denominado "Suco Integral".

Os estabilizantes utilizados nos ensaios de sedimentação foram os seguintes:

- 1) Alginato de sódio (SOBALG FD 100) - GRINDSTED do Brasil.
- 2) Amisol 4000 Waxy (amido de milho ceroso) - Refinações de Milho Brasil Ltda.
- 3) Goma Arábica (Acácia).
- 4) CMC.
- 5) Goma Guar (GELODAN U) - GRINDSTED do Brasil.
- 6) K-carragena (CIAGEN-K LG), baixa força de gel - CIALGAS.
- 7) Goma Locusta (LBG - Locust Bean Gum) - CIALGAS.
- 8) Goma Locusta (CARUDAN 147) - GRINDSTED do Brasil.
- 9) Pectina cítrica HM 8104 (NFX) - alto metoxil.
- 10) Pectina cítrica HM 8106 (VIS) - alto metoxil.
- 11) Pectina cítrica LM 8000/2 (LMP) - baixo metoxil, todas da BRASPECTINA, fornecidas pela ESKISA S.A.
- 12) Goma Xantana - HÉRCULES.
- 13) GELODAN 543 - Mistura de gomas especiais para sucos de frutas - GRINDSTED - será denominada "mistura comercial".

3.2. Métodos:

3.2.1. Análises químicas, físicas e físico-químicas:

3.2.1.1. Determinação do pH:

O pH foi medido em potenciômetro B 374, digital da Micronal, sendo a calibração feita com os tampões de pH 7,0 e 4,0, de acordo com a temperatura dos padrões e amostras.

3.2.1.2. Determinação dos Sólidos Solúveis (° Brix):

O Brix foi lido no refratômetro PZO Warszawa, modelo RL 1 Np 1001, utilizando-se tabelas de correção em relação à temperatura e ao teor de ácido cítrico, segundo método da AOAC 1984, nº 22.026.

3.2.1.3. Determinação da Acidez Total Titulável:

Para essa determinação foi utilizado método recomendado pela AOAC 1984, nº 22.038.

A titulação foi feita com 1 g de amostra usando-se NaOH 0,1N padronizado e solução alcoólica de fenolftaleína a 1%, como indicador.

Os resultados foram expressos em porcentagem do ácido predominante, o ácido cítrico.

3.2.1.4. Relação Brix/Acidez:

Resultado encontrado através da divisão direta entre os resultados dos itens 2.1.2. e 2.1.3.

3.2.1.5. Determinação de Sólidos Totais:

O teor de sólidos totais foi determinado utilizando-se 25 g de amostras, os quais foram parcialmente evaporados em banho-maria e secos em estufa a vácuo a 70°C por 6 horas, segundo método da AOAC 1984, nº 22018. Os resultados foram expressos em gramas de peso/100 g da amostra.

3.2.1.6. Determinação de Açúcares Redutores e não Redutores:

Foi utilizado o método volumétrico de Eynon-Lane, segundo a AOAC 1984, nº 22.083, utilizando-se 10 g da amostra para a determinação de açúcares redutores. Os resultados foram expressos em g glicose/100 g amostra.

Para a determinação dos açúcares não redutores fez-se a hidrólise de uma alíquota de 60 mL da solução utilizada para açúcares redutores com 5 mL de ácido clorídrico concentrado a 70°C/30 min. A solução hidrolisada foi diluída até 100 mL e seguido o mesmo procedimento que para os açúcares redutores. Do valor encontrado em glicose % foi subtraído o valor obtido para açúcares redutores, e o resultado foi transformado para sacarose % através do fator 0,95.

3.2.1.7. Determinação de Amido:

Utilizou-se a técnica descrita pela AOAC 1984, nº 8.019. Após sucessivas lavagens em centrífuga a 2000 rpm/10 min., adicionou-se 200 mL de água destilada, 20 mL de ácido clorídrico concentrado, aquecendo-se a solução sob refluxo. Após resfriamento

e neutralização, diluiu-se, filtrou-se e determinou-se a glicose pelo método descrito para açúcares redutores. Expressou-se os resultados corrigindo-se o valor encontrado para glicose com o fator = 0,9.

3.2.1.8. Determinação do Teor de Cinzas:

Nesta determinação seguiu-se o método da AOAC 1984, nº 22.027. Utilizando-se banho-maria, evaporou-se 20 g da amostra, para em seguida carbonizá-la diretamente em chama e incinerá-la em mufla a 550°C até completo desaparecimento de carvão. Relacionou-se a quantidade de cinzas em g para 100 g de amostra.

3.2.1.9. Determinação de Fibras:

Para a determinação de fibras foi utilizado o método de detergência ácida descrito por GOERING e VAN SOEST (1970).

Utilizou-se 10 g da amostra líquida, 100 mL do detergente ácido (Hexacetiltrimetil brometo de amônia em H₂SO₄ 1N) e 2 mL de decalina para a digestão, e após filtração em cadinho previamente tarado procedeu-se a secagem do resíduo em estufa por 8 h/100°C. Expressou-se os resultados em g fibras/100 g de amostra.

3.2.1.10. Determinação de Ácido Ascórbico:

Foi utilizado o método que emprega o sal sódico de 2,6 diclorofenolindofenol, segundo o método descrito por National Canners Ass. Res. Lab. (1968), porém utilizando-se solução de ácido oxálico a 1% ao invés de ácido metafosfórico, como é sugerido no método.

a) Padronização da Solução de 2,6 diclorofenolindofenol de sódio:

Titulou-se 25 g da solução padrão de ácido ascórbico (Solução B) com a solução do corante (Solução A) até o aparecimento da cor rósea persistente por 15 segundos. Titulou-se a duplicata e calculou-se o título desta Solução A em mg de ácido ascórbico correspondente a 1 mL.

b) Determinação de Ácido Ascórbico na Amostra:

Pipetou-se quantidade suficiente da amostra para consumir 25-30 mL da solução A, adicionou-se 2,5 mL de acetona e 50 mL de ácido oxálico 1%, e titulou-se com a solução A até coloração rosada persistente por 15 segundos.

Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g de amostra.

Solução corante (A):

Dissolver 50 mg de 2,6 diclorofenolindofenol de sódio e 20 mg de bicarbonato de sódio em água quente e filtrar em um balão volumétrico de 100 mL. Lavar o papel de filtro até que a cor azul seja removida completamente. Completar a 100 mL com água destilada e agitar. Esta solução permanecerá boa por cerca de uma semana, se conservada em geladeira, devendo ser padronizada frequentemente.

Solução padrão de ácido ascórbico (B):

Pesar exatamente \pm 50 mg de ácido ascórbico e levar a 250 mL com ácido oxálico 1%. Esta solução é instável e deve ser usada imediatamente.

3.2.1.11. Prova de Fehling:

A reação de Fehling foi efetuada segundo procedimento descrito por LITWACK (1960).

3.2.1.12. Prova para Ácidos Urônicos:

Essa prova foi efetuada de acordo com método descrito por McCOMB e McCREADY (1952).

Adicionou-se sob agitação 12 mL de ácido sulfúrico previamente esfriado em banho de gelo, a 2 mL da solução do polissacarídeo a 0,01%, aquecendo-se a mistura por 5 minutos em banho em ebulição. Após resfriar novamente para 20°C em banho de gelo, adicionou-se 1 mL da solução de carbazol 0,15% (p/v), agitou-se e deixou-se por 30 minutos para o desenvolvimento da cor (rosa). Foi feito um branco, substituindo-se a solução teste por água destilada, e um padrão utilizando-se uma solução de ácido galacturônico 0,2%.

3.2.1.13. Determinação da Viscosidade:

As medidas de viscosidade foram realizadas com viscosímetro rotacional (cilindro concêntrico) marca CONTRAVES AG, modelo EPPRECHT-RHEOMAT 15, com temperatura controlada em 25°C por um banho FANEM-UNITEMP. Devido a baixa faixa de viscosidade das amostras analisadas, o sistema de medida (conjunto de copo e rotor) MS-A mostrou ser o mais adequado.

Homogeneizada a amostra, tomou-se aproximadamente 150 mL, transferiu-se para o copo do aparelho e introduziu-se o rotor apropriado, conectando-se, em seguida, o conjunto ao

viscosímetro. Após a amostra ter atingido a temperatura do banho, procedeu-se à leitura da deflexão do ponteiro de torção para cada velocidade utilizada do cilindro interno (rotor).

A tensão de cisalhamento (τ) foi calculada a partir da deflexão do ponteiro de torção lida, utilizando-se as tabelas fornecidas pelo fabricante.

A taxa de deformação ($\dot{\gamma}$) corrigida para os modelos não Newtonianos, também é fornecida pelo fabricante, em função da escala de velocidades.

A viscosidade (η) foi calculada por $\tau/\dot{\gamma}$, e foi expressa em centipoise.

3.2.1.14. Determinação do Teor de Polpa:

O teor de polpa foi determinado por centrifugação em centrífuga marca SORVALL RC2-B em rotor de ângulo fixo tipo 55-34/55-1, a 8.000 x g por 30 minutos, devido à difícil separação dos sucos estabilizados.

Como os tubos para a centrífuga de alta velocidade não são graduados, mediu-se o volume da polpa pela diferença entre o volume inicial do suco e o volume do sobrenadante, medidos em proveta de 25 mL. Os resultados foram expressos em mL por 100 mL de suco.

3.2.1.15. Determinação do tamanho médio das partículas insolúveis:

3.2.1.15.1. Determinação preliminar do tamanho das partículas em microscópio:

Para se avaliar a faixa de dimensão das partículas suspensas no suco de maracujá, foram feitas algumas medidas diretamente em microscópio ótico comum, com ocular graduada, utilizando-se de um corante para evidenciar as estruturas mucilaginosas da polpa.

O método utilizado foi desenvolvido conjuntamente com os técnicos do Laboratório de Microscopia da Seção de Avaliação e Controle de Qualidade, do Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL.

Inicialmente tomou-se 0,5 mL do suco e diluiu-se com 7 partes de água destilada. Adicionou-se então o mesmo volume de acetona, para descorar os pigmentos carotenóides, e centrifugou-se por 5 minutos a 3000 rpm em tubo graduado de fundo cônico. Em seguida a polpa foi lavada com água e novamente centrifugada.

A polpa livre de acetona foi ressuspensa em água destilada e corada com 0,5 mL de vermelho de rutenium, sendo novamente centrifugada. Descartado o sobrenadante, a polpa corada foi diluída até 2 mL com água destilada.

Uma gota dessa suspensão foi colocada sobre o centro de uma lâmina quadriculada e coberta por lamínula (31 x 24 mm). Com a sobreposição da lamínula a gota foi totalmente espalhada, ocupando exatamente a área da lamínula.

A lâmina foi então observada em microscópio óptico marca Olympus sob o aumento de 70 vezes, sendo feitas as medidas do maior comprimento de todas as partículas presentes.

A partir dessa lamínulas também foram tiradas fotografias das partículas sob o aumento de 15 vezes a fim de ilustrar o tamanho e formato das partículas suspensas no suco de maracujá, de acordo com estudos microscópicos realizados por HAND e col. (1951) e WHITTENBERGER e NUTTING (1957) em sucos de tomate.

3.2.1.15.2. Determinação da distribuição do tamanho das partículas suspensas:

Foi utilizada a metodologia descrita por KIMBALL e KERTESZ (1952) para suco de tomate.

A separação das partículas insolúveis do suco de maracujá de diferentes tamanhos foi feita pela passagem do suco através das peneiras 45, 100, 150, 200 e 250 Mesh e lavagem com água destilada corrente.

As partículas retiradas em cada peneira foram coletadas com auxílio de pequena quantidade de água e armazenadas em provetas. O volume de cada fração separada foi lido diretamente em tubos graduados de fundo cônico (capacidade para 50 mL), após centrifugação a 1600 rpm por 10 minutos. Trabalhou-se com duplicatas.

A distribuição do tamanho das partículas foi expressa em % do volume acumulado e também pelo valor "P", que significa o diâmetro médio das partículas presentes nas 5 frações. O valor "P" foi calculado multiplicando-se o volume das partículas pelo

diâmetro médio assumido para as partículas de cada fração. A soma total desses 5 resultados foi então dividida pela soma total do volume dos precipitados encontrados para as 5 frações.

As especificações das peneiras utilizadas e os diâmetros médios assumidos para as partículas retidas por cada peneira estão relacionados a seguir:

Peneira Nº (Mesh)	Abertura nominal (mm)	Diâmetro médio assumido para as partículas (mm)
42	0,350	0,525
100	0,150	0,250
150	0,105	0,127
200	0,074	0,089
250	0,062	0,068

Para a peneira superior foi assumido um diâmetro médio para as partículas de valor 50% maior que a sua abertura nominal, e para as demais peneiras foi assumido o valor médio entre a abertura da peneira superior e da peneira inferior.

3.2.2. Identificação Qualitativa de Espessantes nos Sucos Estabilizados Comerciais e na Mistura Comercial de Espessantes:

3.2.2.1. Extração dos Espessantes:

Os sucos comerciais de maracujá estabilizados, ou seja, sucos C e D, foram centrifugados a 12.000 x g por 30 minutos, separando-se a polpa do suco centrifugado. O clarificado foi dialisado em água destilada por 48 horas à temperatura de refrigeração ($\pm 10^{\circ}\text{C}$) com frequentes trocas de água, para a

eliminação dos sólidos solúveis. Em seguida os polissacarídeos presentes no clarificado foram precipitados por adição de 4 volumes de etanol comercial a 96%. O precipitado foi deixado em repouso por 24 horas e depois filtrado em pano fino, lavado três vezes com o etanol filtrado, uma vez com etanol absoluto, algumas porções de acetona e finalmente seco à temperatura ambiente por uma noite.

Nos produtos obtidos, bem como na mistura comercial de espessantes, foram feitas reações de Fehling para detectar a presença de açúcares antes da hidrólise, e reação para ácidos urônicos, a fim de detectar a presença de substância péctica ou de outras gomas que possuem ácidos urônicos em sua estrutura.

3.2.2.2. Identificação dos Polissacarídeos:

3.2.2.2.1. Identificação por cromatografia descendente em papel:

a) Hidrólise total dos polissacarídeos:

Os polissacarídeos extraídos e a mistura comercial foram hidrolisados com HCl 1N na proporção de 95 mL/g de amostra, a 70°C por 16 horas, sob refluxo, segundo procedimento descrito por SCAMPARINI (1980). Os materiais resultantes da hidrólise ácida foram liofilizados e utilizados na identificação dos açúcares.

b) Cromatografia dos produtos da hidrólise:

Os monossacarídeos obtidos na hidrólise total dos polissacarídeos foram identificados por cromatografia descendente durante 12 horas em papel Whatman nº 1 da Klabin. O solvente empregado foi acetato de etila, piridina e água, na proporção de 8:2:1 (v/v) (ASPINALL e JIANG, 1974) e os reveladores usados foram

solução saturada de AgNO_3 em acetona e NaOH 2% em metanol, na etapa inicial das análises e p-anisidina - ácido ftálico (ZWEIG e SHERMA, 1972) na etapa final da identificação.

Os padrões de açúcares utilizados foram arabinose, xilose, galactose, manose, glicose, ramnose, ácido galacturônico e ácido glucurônico.

3.2.2.2.2. Identificação dos polissacarídeos por reações químicas:

Com os polissacarídeos obtidos da extração e com a mistura comercial foram preparadas soluções a 1,0% em água destilada. Com porções de 3 - 5 mL dessas soluções foi observado o comportamento das gomas na presença de diversos reagentes, seguindo-se métodos descritos em GLICKSMAN (1969), pág. 509-550, como uma tentativa de identificação dos compostos.

Os reagentes utilizados foram os seguintes:

- Ácido fosfórico 85%.
- Ácido tânico 10%.
- Ácido sulfúrico concentrado.
- Hidróxido de potássio 10%.
- Hidróxido de bário saturado.
- Hidróxido de sódio 3N.
- Borax 4%.
- Acetato básico de chumbo saturado.
- Acetato neutro de chumbo 20%.
- Cloreto de cálcio 2,5%.
- Cloreto de bário saturado.
- Cloreto de ferro neutro 5%.

- Cloreto de ferro acidificado 5%.
- Sulfato de cobre 1M.
- Sulfato de amônia saturado.
- Reagente de Millon.
- Reagente de Stokes (nitrato ácido de mercúrio).
- Reagente de Stokes diluído.
- Solução iodeto-iodato de potássio.
- Azul de metileno 0.1%.
- Etanol.

3.2.3. Estudos da Sedimentação da Polpa do Suco de Maracujá Integral:

3.2.3.1. Preparo do Material:

O suco integral de maracujá foi centrifugado a 1.800 x g por 15 minutos em centrífuga Fanem, modelo FR-22 em copos de 1 L, obtendo-se duas frações: a fração sólida - polpa, e a fração líquida - sobrenadante, a qual foi chamada de "suco centrifugado". A polpa foi redispersa em água destilada e centrifugada por duas vezes. A polpa assim obtida foi denominada "polpa integral".

Também utilizou-se suco integral homogeneizado no laboratório, em liquidificador BRITÂNIA, modelo L, de 3 velocidades por 5 minutos. Da mesma forma a polpa foi separada por centrifugação e lavada duas vezes, sendo denominada "polpa homogeneizada".

3.2.3.2. Influência da Concentração das Partículas na Velocidade de Sedimentação:

Com a polpa integral foram preparadas suspensões nas concentrações de 1, 5, 10 e 15% p/p, em água destilada e em suco centrifugado. Aliquotas de 40 mL de cada uma dessas suspensões foram colocadas em tubos de vidro de 235x20 mm, com tampa de rosca, correspondendo à uma altura do líquido de 160 mm.

Após um repouso de 24 horas, as suspensões foram agitadas e, nesse momento, iniciadas as medições da velocidade de sedimentação. A zona de separação foi determinada medindo-se a altura do sobrenadante (clarificado) em milímetros, a partir da superfície. As medidas foram feitas inicialmente a intervalos de 15 e 30 minutos até 2 horas, de hora em hora até 5 horas, com 12 horas e depois a cada 24 horas até completar 10 dias de ensaio (240 horas).

3.2.3.3. Influência do Tamanho das Partículas na Velocidade de Sedimentação:

Com a polpa homogeneizada foram preparadas suspensões a 1, 5, 10 e 15% p/p em água destilada e em suco centrifugado. As medições da velocidade de sedimentação foram feitas como descrito no item 3.2.3.2.

3.2.3.4. Influência da Viscosidade do Meio Dispersante na Velocidade de Sedimentação:

Com a polpa integral e a polpa homogeneizada foram preparadas suspensões a 15% p/p em:

- a) água destilada;
- b) suco centrifugado;
- c) suco centrifugado com adição de 0,2% CMC e 0,2% de goma guar.

As medições da velocidade de sedimentação foram feitas como descrito no item 3.2.3.2.

3.2.4. Estudo da Ação Estabilizante dos Espessantes:

3.2.4.1. Caracterização da Viscosidade e Estabilidade das Soluções Aquosas dos Espessantes:

Foram preparadas soluções aquosas de todos os espessantes utilizados nos ensaios de sedimentação, nas concentrações de 0,05; 0,10; 0,15; 0,20; 0,30; 0,40 e 0,60% p/v, e medida a viscosidade como descrito no item 3.2.1.13. Essas soluções foram preparadas com adição lenta dos espessantes, sob vigorosa agitação mecânica e aquecimento em torno de 50°C.

Com as soluções a 0,20% foi ainda efetuado um estudo de estabilidade, acertando-se o pH para o pH médio encontrado para o suco de maracujá e estocando-se em geladeira por 120 dias. As medidas de viscosidade foram feitas a cada 30 dias.

3.2.4.2. Estudo do Sinergismo entre os Espessantes:

Foi estudado o sinergismo entre quatro diferentes espessantes, a saber, carragena, CMC, arábica e guar, combinados dois a dois. Aproveitou-se essas soluções para efetuar um estudo da estabilidade por 30 dias.

3.2.4.3. Preparo dos Ensaio de Sedimentação:

Para o estudo da influência da ação isolada ou combinada dos espessantes foi utilizado o suco integral preservado como meio dispersante.

As suspensões utilizadas nos ensaios de sedimentação foram preparadas misturando-se os espessantes a seco com açúcar na proporção de 1:2 e dissolvendo-os em 25 mL de suco por adição lenta, sob agitação mecânica vigorosa. Em seguida colocou-se as suspensões em tubos de vidro de 235 x 20 mm, com tampa de rosca, e procedeu-se à pasteurização.

A pasteurização foi feita em banho em ebulição até que o suco atingisse 70°C, ou seja, 1 minuto. Após esse tempo as tampas foram apertadas, os tubos foram invertidos por 15 segundos, agitados para melhor dissolução dos espessantes e depois esfriados em água corrente.

As suspensões foram então deixadas em repouso por 24 horas para permitir a hidratação completa dos espessantes. Terminado o tempo de hidratação as suspensões foram vigorosamente agitadas e, nesse momento, iniciadas as medições da velocidade de sedimentação. A zona de separação foi determinada medindo-se a altura do sobrenadante (clarificado) em milímetros a partir da

superfície. As medidas foram feitas inicialmente a intervalos de até 1 hora, dependendo da velocidade de sedimentação observada, e após 4 horas de ensaio os intervalos de leitura foram de 24 horas (Foto 1 - Anexo I).

3.2.4.4. Estudo da Ação Isolada dos Espessantes na Estabilização Física do Suco de Maracujá Integral:

Com o suco integral foram preparadas as suspensões que constam do Quadro 11, e a sedimentação da polpa foi medida como descrito no item 3.2.3.2.

Quadro 11 - Diferentes concentrações de espessantes utilizados como agentes estabilizantes.

Estabilizante	Concentrações (% p/v)					
Pectina	0,3	0,4	0,5	1,00		
Carragena	0,3	0,2	0,05	0,02		
Locusta	0,10	0,15	0,20			
Guar	0,10	0,15	0,20	0,30		
CMC	0,05	0,10	0,15	0,20		
Alginato de Sódio	0,05	0,10	0,20	0,30		
Xantana	0,05	0,10	0,20			
Amisol 4000	0,20	0,30	0,40	0,50	0,80	1,00

3.2.4.5. Estudo da Ação Combinada dos Espessantes na Estabilização Física do Suco:

Com o suco integral, foram preparadas as suspensões que constam no Quadro 12, sendo a sedimentação da polpa medida como descrito em 3.2.3.2.

3.2.5. Análise Sensorial:

3.2.5.1. Material:

Foram escolhidos 4 sucos adicionados de espessantes entre aqueles que apresentaram melhor estabilidade da polpa, para a avaliação sensorial. Juntamente com essas formulações foi incluída uma formulação da mistura comercial de espessantes para efeito de comparação, e o suco integral, sem nenhuma adição de espessante como controle. A relação de tratamentos foi a seguinte:

A = Suco integral (controle).

B = Mistura comercial (Gelodan 543 0,20%).

C = Amisol 4000 0,80%.

D = Guar 0,15%.

E = Xantana 0,20%.

F = CMC 010%/Xantana 0,05%.

3.2.5.2. Método:

O método utilizado foi a Análise Descritiva Quantitativa desenvolvido por STONE e col., 1974.

Quadro 12 - Diversas concentrações de misturas de gomas utilizadas como agentes estabilizantes.

Estabilizantes	Concentrações (% p/v)						
Pectina	0,20	0,20	0,20	0,30	0,30	0,30	0,50
Guar	0,05	0,10	0,20	0,05	0,10	0,10	0,10
Pectina	0,10	0,20	0,20	0,30	0,40	0,40	0,40
CMC	0,05	0,05	0,10	0,05	0,05	0,10	0,15
Pectina	0,30	0,40					
Locusta	0,10	0,10					
Pectina	0,20	0,20	0,50	0,50			
Carragena	0,02	0,05	0,05	0,08			
Pectina	0,20						
Alginato	0,05						
CMC	0,05	0,10	0,05	0,10	0,10	0,15	
Carragena	0,02	0,02	0,05	0,05	0,10	0,05	
CMC	0,10						
Alginato	0,10						
CMC	0,10						
Locusta	0,10						
CMC	0,05	0,05	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15
Guar	0,05	0,10	0,05	0,10	0,15	0,10	0,15
Carragena	0,02	0,02	0,04	0,05	0,10		
Guar	0,10	0,15	0,15	0,10	0,20		
Carragena	0,05	0,05	0,08				
Locusta	0,10	0,15	0,10				
Carragena	0,05						
Alginato	0,10						
Guar	0,10	0,10	0,10	0,15			
Alginato	0,10	0,15	0,20	0,10			
Guar	0,15						
Arábica	0,50						
Guar	0,10						
Locusta	0,10						

Continuação Quadro 12.

Estabilizantes		Concentrações (% p/v)				
Locusta	0,10					
Alginato	0,10					
Arábica	0,60	0,40	0,60			
Carragena	0,05	0,05	0,08			
Amisol	0,50	0,60				
Carragena	0,02	0,02				
Amisol	0,30	0,50	0,60	0,30	0,30	0,40
CMC	0,05	0,05	0,05	0,10	0,15	0,10
Amisol	0,50	0,50	0,60	0,60	0,70	
Guar	0,10	0,20	0,10	0,15	0,10	
Amisol	0,50	0,50	0,60			
Locusta	0,10	0,20	0,10			
Amisol	0,50					
Alginato	0,05					
Amisol	0,50					
Pectina	0,30					
Xantana	0,10					
Carragena	0,05					
Xantana	0,10	0,10	0,15			
Guar	0,10	0,15	0,10			
Xantana	0,15					
Locusta	0,10					

3.2.5.2.1. Seleção dos provadores e treinamento:

A equipe de provadores foi constituída de 3 homens e 9 mulheres, na faixa etária entre 20 e 40 anos, entre pesquisadores e técnicos com boa acuidade sensorial, anteriormente selecionados como tendo boa percepção ao sabor ácido, e que participam com frequência de testes sensoriais de sabor, cor e textura no Laboratório de Análise Sensorial, da Seção de Avaliação e Controle de Qualidade do Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL.

Com esta equipe foram feitos, inicialmente, esclarecimentos sobre os objetivos do estudo e o reconhecimento do sabor, corpo (viscosidade), cor e sedimentação do suco de maracujá.

Para tanto usou-se amostras referências, relacionadas abaixo:

- Suco integral de maracujá preservado.
- Suco integral de maracujá (sem conservador).
- Suco natural de maracujá, extraído no laboratório.
- Sucos comerciais estabilizados e não estabilizados.
- Sucos adicionados de gomas em níveis de concentração baixos, médios e excessivos.
- Sucos preparados sem adição de açúcar para evidenciar a acidez do produto.
- Soluções diluídas dos conservadores benzoato de sódio e bissulfito de potássio, a fim de reconhecer seu sabor e aroma.
- Suco com excesso de tratamento térmico.

Foram também testados diferentes diluições e concentrações de açúcar.

Após 10 sessões de treinamento foram então selecionados os atributos usados na avaliação sensorial, de acordo com a terminologia descritiva escolhida pela equipe, para a caracterização do aroma + gosto (sabor), sensação na boca e sensação residual do suco de maracujá estabilizado. Foi elaborada a ficha de avaliação usada no estudo sensorial, após terem sido desenvolvidas os termos que definiriam os pontos extremos das escalas. Por fim, os provadores foram treinados para quantificar a intensidade das sensações percebidas (conceito da escala) e a ordem em que foram percebidas.

3.2.5.2.2. Preparo das amostras:

Para a avaliação sensorial as formulações de gomas no suco foram preparadas da mesma forma como descrito no item 3.2.4.3., para os ensaios de sedimentação, utilizando-se, porém, o suco integral (congelado) como matéria-prima, a fim de evitar que o sabor do conservador interferisse nas avaliações. Essas formulações eram preparadas exatamente 24 horas antes do teste sensorial ser conduzido.

Os sucos a serem provados eram diluídos no momento do teste com água destilada à temperatura ambiente. A diluição escolhida pelos provadores foi a de 1 parte de suco para 7 partes de água, e a concentração de açúcar a de 5%.

3.2.5.2.3. Delineamento experimental:

Foi utilizado o delineamento em blocos completos com 4 repetições, usando-se a técnica de apresentação monádica. Portanto, foi apresentada uma amostra de cada vez, sendo que cada provador recebia três (3) amostras por sessão de prova. A ordem de apresentação das amostras foi sorteada de forma a evitar vícios nos resultados (AMERINE e col., 1965).

A fim de avaliar a consistência da equipe de provadores incluiu-se maior número de repetições para o tratamento A (controle), sendo que, em cada sessão que esse tratamento aparecia ele era apresentado duas vezes. Portanto o esquema do sorteio ao acaso foi o seguinte:

Sorteio ao acaso dos tratamentos

A	F
F 1ª Sessão de prova	C 6ª Sessão de prova
<u>A</u>	<u>E</u>
D	B
A 2ª Sessão de prova	D 7ª Sessão de prova
<u>A</u>	<u>C</u>
A	A
E 3ª Sessão de prova	B 8ª Sessão de prova
<u>A</u>	<u>A</u>
F	B
D 4ª Sessão de prova	F 9ª Sessão de prova
<u>C</u>	<u>E</u>
E	C
A 5ª Sessão de prova	B 10ª Sessão de prova
<u>A</u>	<u>D</u>

Os testes sensoriais foram conduzidos durante 5 semanas, 2 vezes por semana, sempre no período da tarde, a partir das 15 horas.

3.2.5.2.4. Avaliação da aparência:

Nos testes de aparência as três amostras de cada sessão eram colocadas juntas, em dois conjuntos de 3 tubos, inclinados com ângulo de 45° (FERREIRA, 1981), contendo 100 mL de suco. O primeiro destinava-se à medida da cor, e o segundo para a separação de fases. Esse segundo conjunto era agitado e a leitura da intensidade da separação das fases era feito após 30 minutos (Foto 2). Os conjuntos eram colocados em uma cabine de luz própria, SUPER SKYLIGHT, da marca MACBETH, que imita a luz do dia.

Na avaliação da aparência foi medida a intensidade da cor amarela, cor laranja, separação de fases e aparência geral, utilizando-se escala linear não estruturada de 100 mm, delimitada nas extremidades a 10 e 90 mm. Os provadores marcavam um traço vertical num ponto da linha horizontal que melhor descrevesse a intensidade do atributo percebida. O modelo de ficha de avaliação é apresentado na Figura 5.

3.2.5.2.5. Avaliação do sabor e sensação na boca:

Os provadores receberam amostras de aproximadamente 40 mL, servidas em copos formato tulipa, como mostra a Foto 3, codificados com números de três dígitos, por meio de etiquetas. As amostras foram servidas em cabinas individuais dotadas de bebedouro

com água corrente e luz vermelha. Para eliminar o gosto adstringente do suco foi servido pão de forma branco fresco de padaria, cortado em quadradinhos de 4 cm.

Na avaliação dos atributos de sabor, sensação na boca, corpo, sabor residual e impressão global, a medida da intensidade de cada atributo foi obtida utilizando-se o método de escala linear não estruturada de 100 mm, delimitada nas extremidades nos pontos 10 e 90 mm, onde os provadores marcavam um traço vertical num ponto da linha horizontal que melhor descrevesse a intensidade percebida de cada atributo. O modelo de ficha de avaliação utilizado é apresentado na Figura 6.

3.2.6. Análise Instrumental:

3.2.6.1. Avaliação da Cor:

Foram medidas as cores das amostras de suco de maracujá integral e diluído (1 parte de suco:7 partes de água destilada).

As determinações foram feitas por meio do espectrofotômetro MS 1500 Plus (Comexim Matérias-Primas Ind. e Comércio Ltda - Brasil) por reflexão, empregando-se a camada de 5 mm de espessura para o suco integral e de 15 mm de espessura para o suco diluído (FERREIRA e col., 1988). O fundo branco utilizado para permitir as medições por reflexão apresentou os seguintes valores para os parâmetro de cor: luminosidade $L_{\text{Hunter}} = 89,25$; intensidade de vermelho $a_{\text{Hunter}} = 1,31$ e intensidade de amarelo $b_{\text{Hunter}} = 2,13$.

SUCO DE MARACUJÁ

APARÊNCIA

NOME: _____ DATA: _____ AMOSTRA: _____

INSTRUÇÕES: Homogeneize a amostra sem incorporar bolhas de ar. Observe a cor das amostras sob um ângulo de aproximadamente 45°. Marque, nas escalas de cor, conforme seja laranja ou amarelo, a intensidade de cor das amostras. Observe a turbidez e a separação de fases e marque sobre a linha correspondente o ponto que expressa a intensidade de cada um

1. COR

_____ | _____
 Amarelo fraco | Amarelo forte

_____ | _____
 Laranja fraco | Laranja forte

2. TURBIDEZ

_____ | _____
 Ligeiramente turvo | Extremamente fraco

3. SEPARAÇÃO
DE FASES

_____ | _____
 Nenhuma | Grande

4. APARÊNCIA
GERAL

_____ | _____
 Muito ruim | Muito boa

Figura 5 - Modelo de ficha de avaliação ou resposta do provador, usada no estudo da aparência dos sucos de maracujá.

SUCO DE MARACUJÁ
ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA

NOME: _____ DATA: _____ AMOSTRA: _____

INSTRUÇÕES: Por favor, prove a amostra e faça sua avaliação colocando um traço vertical no ponto da linha horizontal que melhor expressa a intensidade percebida de cada atributo.

- | | | | |
|-------------------------------|---------------|-------|-----------|
| 5. MARACUJÁ | | ----- | |
| | Fraco | | Forte |
| 6. ACIDO | | ----- | |
| | Fraco | | Forte |
| 7. ESTRANHO | | ----- | |
| | Não percebido | | Forte |
| 8. ADSTRINGENTE | | ----- | |
| | Fraco | | Forte |
| 9. PULVERULENTO | | ----- | |
| | Não percebido | | Forte |
| 10. CORPO | | ----- | |
| | Pouco | | Muito |
| 11. RECOBRIMENTO
NA LINGUA | | ----- | |
| | Não percebido | | Forte |
| 12. IRRITAÇÃO NA
GARGANTA | | ----- | |
| | Não percebido | | Forte |
| 13. IMPRESSÃO
GLOBAL | | ----- | |
| | Muito ruim | | Muito boa |

COMENTÁRIOS:

Figura 6 - Modelo de ficha de avaliação ou resposta do provador usada na Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) dos sucos de maracujá.

A fonte de luz empregada foi o iluminante C (FERREIRA, 1981), ângulo da amostra de 10° e a configuração DOEON do espectrofotômetro.

3.2.7. Análises Estatísticas:

3.2.7.1. Avaliação da Consistência da Equipe de Provadores:

O desempenho dos provadores foi testado através da técnica estatística de análise da variância, conforme o esquema abaixo:

Fonte de Variação (F.V.)	Grau de Liberdade (G.L.)
Provadores (P)	11
Repetições (R)	4
Interação (P x R)	44
Resíduo	60
Total	119

3.2.7.2. Análise Sensorial:

Os dados obtidos na avaliação sensorial foram armazenados em arquivo no computador, perfazendo um total de 240 respostas a cada atributo (6 tratamentos x 4 repetições x 10

provadores). O número de provadores considerado na análise estatística foi menor que o número original mencionado para os componentes da equipe porque, após a análise dos resultados da consistência da equipe, foram desconsideradas as avaliações de 2 provadores.

A partir desse arquivo foram feitas análises da variância univariada para os seguintes atributos: cor amarela, cor laranja, turbidez, separação de fases, aparência geral, maracujá, ácido, estranho, adstringente, pulverulento, corpo, recobrimento na língua, irritação na garganta e impressão global.

O esquema utilizado para a análise da variância é mostrado a seguir:

Fonte de Variação FV	Grau de Liberdade GL
Provadores (P)	9
Tratamentos (T)	5
Interação (P x T)	45
Resíduo	180
Total	239

A hipótese H_0 foi testada contra H_1 , sendo:

- H_0 = não existe diferença entre as médias dos tratamentos para os parâmetros avaliados.

- H_1 = pelo menos duas médias diferem entre si.

No caso em que H_0 foi rejeitada, as comparações múltiplas das médias dos tratamentos foi realizada utilizando-se o teste de Tukey.

O nível de erro para os testes estatísticos foi fixado em 5%.

3.2.7.3. Correlação entre Medidas Sensoriais e Instrumentais:

Obtidos os valores dos coeficientes de correlação linear entre as medidas sensoriais e instrumentais, para viscosidade, cor e acidez, a hipótese H_0 foi testada contra H_1 através do teste t de Student, sendo:

- H_0 = não existe correlação entre as medidas sensoriais e instrumentais.

- H_1 = existe correlação entre as medidas sensoriais e instrumentais.

IV- RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Determinações Químicas, Físicas e Físico-Químicas dos Sucos de Maracujá:

Os resultados obtidos para a caracterização físico-química do suco de maracujá integral preservado, utilizado nos experimentos estão expressos no Quadro 13.

No Quadro 14 estão relacionados os resultados das determinações físico-químicas do suco de maracujá de diversas marcas comerciais.

Todos os valores da literatura apresentados no Quadro 1 para as características físico-químicas do suco de maracujá, referem-se a sucos naturais, recém-extraídos e não submetidos a armazenamento. No entanto, o suco de maracujá integral analisado trata-se de suco processado, preservado quimicamente. Ainda assim, muito dos valores obtidos experimentalmente estão próximos dos valores citados pela literatura.

O teor de sólidos totais determinado (13,56%) foi perfeitamente coerente com os resultados encontrados por SESSA (1985) e TUMA (1980), mas difere um pouco do valor obtido por BOYLE e col. (1985), 18,00%.

Quanto ao valor do pH (2,60), este foi ligeiramente menor que os valores citados no Quadro 1 (2,90-3,00). Já o teor de sólidos solúveis (13,35%) apresentou uma diferença maior em relação aos valores da literatura (14,00 - 15,00%).

Quadro 13 - Caracterização físico-química do suco de maracujá integral utilizado nos experimentos.

Determinações	Resultados ^{<1>}
Sólidos Totais (%)	13,56
Polpa Suspensa (% v/v)	13,50
Brix (20°C)	13,35
pH	2,60
Acidez Total Titulável (% ácido cítrico)	3,64
Brix/Acidez	3,67
Acúcares redutores (%)	5,60
Acúcares não redutores (%)	0,57
Acúcares Totais (%)	6,17
Cinzas (%)	0,67
Ácido Ascórbico (mg/100 ml)	6,20
Viscosidade (cP) ^{<2>}	7,68
Fibras (%)	0,17
Amido (%)	0,09

^{<1>} média de 3 determinações.

^{<2>} viscosidade a 352 rpm, a 25°C.

Com relação à acidez total titulável, o percentual determinado, 3,64 expresso em ácido cítrico, encontra-se dentro da faixa apresentada pelos autores citados no referido Quadro (3,58 - 4,26%), favorecendo, assim, a afirmação de que o teor de ácido do suco de maracujá é comparativamente alto e sua principal característica (CHAN e col., 1972).

A partir das médias determinadas para sólidos solúveis e acidez total titulável, calculou-se a relação Brix/Acidez, encontrando-se valor (3,67) coerente com os valores da literatura expressos no Quadro 1 (3,31 - 4,19).

O teor médio de cinzas (0,67%) também apresentou-se pertinente à faixa média encontrada na literatura, aproximando-se mais do valor de 0,60% obtido por SESSA (1985) e diferindo mais dos valores de 0,77 e 0,56% encontrados por TUMA (1980) e GUIMARÃES (1985), respectivamente.

O resultado obtido na determinação de fibra (0,17%) foi semelhante aos resultados apresentados por SESSA (1985) e BOYLE e col. (1955), 0,12 e 0,20%, respectivamente; porém mostrou-se bastante inferior ao valor (0,37%) obtido por GUIMARÃES (1985).

Os teores de açúcares redutores e não redutores em sucos de maracujá constituem-se em uma das suas características químicas que mais apresentam variação na literatura (Quadro 1). O valor determinado experimentalmente para açúcares redutores (5,60%) encontra-se dentro da faixa esperada (4,50 - 7,00%) e coincide com o valor encontrado por SALOMON e col. (1977).

No entanto, o valor encontrado para o teor de açúcares não redutores (0,57%) foi bastante baixo, quase três vezes menor

que o menor valor citado para açúcares não redutores, de 1,57%, obtido por FONSECA (1976). Esse valor (0,57%) mostrou-se porém, análogo aos encontrados por SOUZA e col. (1974) para alguns sucos de maracujá comerciais (0,57 e 0,64%). Também os sucos comerciais analisados neste estudo (Quadro 14) apresentaram valores semelhantes para o teor de açúcares não redutores: 0,62; 0,04; 0,65 e 0,54 para as marcas A, B, C e D, respectivamente.

Podemos então concluir que quase todo o açúcar não redutor existente no suco de maracujá foi hidrolisado durante o armazenamento à temperatura ambiente, devido à alta acidez do produto, e que, portanto, quase todo o açúcar presente encontra-se na forma de açúcares redutores.

Grandes variações também podem ser observadas entre os resultados obtidos por diversos pesquisadores (Quadro 1) para o teor de ácido ascórbico em sucos de maracujá amarelo natural, sendo comum encontrar valores de 12 mg% (BOYLE e col., 1955; PRUTHI, 1963; TUMA, 1980); 18 mg% (SESSA, 1985 e SALDMON e col., 1977) e até níveis de 29 mg% (FONSECA, 1976)

Porém, o valor determinado para o suco preservado (6,20 mg%) mostrou-se muito baixo, representando a metade do menor valor citado. Isso pode ser explicado pelas perdas de ácido ascórbico ocorridas por oxidação da vitamina durante o processamento e armazenamento.

FONSECA (1976) observou uma queda de 43% no conteúdo de ácido ascórbico do suco de maracujá pasteurizado, após 43 dias de armazenamento a -35°C. Também GUIMARÃES (1985) observou uma perda de 33% no teor de vitamina C do suco de maracujá amarelo integral,

Quadro 14 - Características físico-químicas dos sucos de maracujá comerciais.

Determinações	Não Estabilizados		Estabilizados	
	Marca A	Marca B	Marca C	Marca D
Sólidos Totais (%)	14,81	13,86	13,15	14,06
Polpa Suspensa (% v/v)	12,50	18,12	25,83	36,87
Brix (20°C)	14,33	12,97	12,54	13,99
pH	2,01	2,65	2,63	2,76
Acidez Total Titulável (% ácido cítrico)	2,73	4,09	3,46	3,47
Brix/Acidez	5,25	3,17	3,62	4,03
Açúcares Redutores (%)	3,33	3,97	3,30	3,53
Açúcares não Redutores (%)	0,62	0,04	0,65	0,54
Açúcares Totais (%)	3,95	4,01	3,95	4,07
Cinzas (%)	0,87	0,54	0,51	0,73
Ácido Ascórbico (mg/100 ml)	10,83	11,92	9,11	17,59
Viscosidade (cP) ^(*)	7,29	8,60	11,12	15,92

^(*) viscosidade a 352 rpm, a 25°C.

obtido por extração enzimática, preservado quimicamente, em 120 dias de armazenamento. Ainda assim, o valor determinado experimentalmente (6,20 mg%) foi bastante superior ao encontrado por CECCHI (1978), de 1,59 mg%.

Observando-se o Quadro 14 nota-se que a maior parte dos resultados obtidos para os sucos comerciais, encontra-se dentro das faixas apresentadas pela literatura já mencionada.

É importante ressaltar que a sensível diferença observada entre os valores de teor de polpa para os sucos estabilizados (25,83 e 36,87%) e os não estabilizados (12,50 e 18,12%) não pode ser atribuída somente à variações reais no teor de polpa de um suco para outro, mas sim, também devido à presença dos espessantes, os quais aumentam muito a viscosidade do suco, dificultando a separação da polpa e conseqüentemente, aumentando o volume final do sedimento.

Quanto aos teores de açúcares redutores e totais, nota-se que são bastante baixos, inferiores ainda aos menores valores citados na literatura, no Quadro 1 (4,50 e 6,54%, respectivamente), segundo SESSA (1985) para o suco natural. Porém, os valores determinados estão de pleno acordo com os valores encontrados por SOUZA e col. (1974) para sucos comerciais, apresentados no Quadro 2, e também por CECCHI (1978), de 3,57 e 3,61%, para açúcares redutores e totais, respectivamente.

Comparando-se a acidez total titulável e o teor de açúcares não redutores de todos os sucos analisados, chega-se a suspeitar da existência de uma relação inversa entre elas, ou seja,

quanto maior o conteúdo de ácido cítrico no suco, menor o teor de sacarose, pois, teoricamente, maior teria sido sua hidrólise.

Pelos resultados obtidos para todos os sucos integrais analisados, constatou-se que existem variações em algumas características químicas dos sucos de diferentes marcas. Tais variações podem ser decorrentes de uma tecnologia de processamento não muito bem definida e de uma grande variação na matéria-prima, a qual, muito provavelmente, originou-se de diferentes regiões, para as diversas empresas, provindo de diferentes lavouras, sob diferentes condições de clima, solo, adubação, diferentes estádios de maturação na época de colheita, etc.

4.2. Determinação e Distribuição do Tamanho Médio das Partículas Insolúveis em Sucos de Maracujá:

O Quadro 15 mostra o volume, em água, das partículas da polpa, retidos em cada uma das peneiras utilizadas. Neste Quadro está indicado o tamanho médio assumido para cada fração separada, bem como o diâmetro médio "P" das partículas de polpa de um determinado suco (ver item 3.2.1.15.2).

Comparando-se os resultados obtidos para o suco integral com os resultados dos demais sucos, nota-se que os dois sucos comerciais analisados (marcas B e D) parecem ter sido homogeneizados durante seu processamento.

Quadro 15 - Distribuição do tamanho médio das partículas dos sucos de maracujá, coletadas na separação por peneiras.

Sucos	Mesh Diâmetro médio assumido	Volume partículas retidas nas peneiras (mL)					Volume Total (mL)	Diâmetro Médio das Partículas "P" (mm)
		42	100	150	200	250		
Marca B (estabilizado)	0,525mm	0,250mm	0,127mm	0,089mm	0,068mm			
Integral	1,75	3,25	7,75	9,75	6,75	29,25	0,138	
Integral Homogeneizado	6,5	5,0	5,5	4,0	3,0	24,00	0,247	
Marca B (não estabilizado)	T	1,0	0,75	0,5	0,5	2,75	0,154	
Marca B Homogeneizado	T	2,0	4,5	4,0	5,5	16,00	0,113	
Marca B + espessante	0	T	0,75	0,87	0,45	2,07	0,098	
	T	2,0	3,25	4,75	3,75	13,75	0,116	

T = traços.

O cálculo do diâmetro médio das partículas indicou que a homogeneização em laboratório do suco integral diminuiu cerca de 40% o tamanho de suas partículas.

Observa-se que o volume total para os sucos homogeneizados no laboratório foi bastante reduzido, sugerindo que essa homogeneização reduziu uma grande parte das partículas a tamanhos inferiores a $0,068$ mm, as quais passaram pela última peneira e não entraram no cálculo do tamanho médio. Portanto, o tamanho médio "P" das partículas dos sucos homogeneizados em laboratório deve-se, na realidade, bem menos que o valor determinado.

Pelo Quadro 15 nota-se também que a adição de espessante ao suco de maracujá não modificou a distribuição do tamanho das partículas, em relação ao suco original, sem espessante.

As Figuras 7 e 8 mostram, graficamente, a distribuição das partículas insolúveis, por tamanho, em sucos de maracujá.

Na Figura 7 verifica-se que mais de 83% da polpa do suco da marca D é constituída por partículas cujos tamanhos são inferiores a $0,127$ mm, o que sugere que esse suco realmente sofreu um processo de homogeneização. Na mesma Figura observa-se que o suco integral homogeneizado apresentou distribuição do tamanho das partículas bem diferente do suco D, apresentando apenas 64% de suas partículas com dimensões inferiores a $0,127$ mm, mas não apresentando nenhuma partícula com dimensão superior a $0,250$ mm.

Nota-se ainda que a distribuição do tamanho das partículas do suco integral homogeneizado começa a diferir mais acentuadamente da distribuição do suco integral original a partir

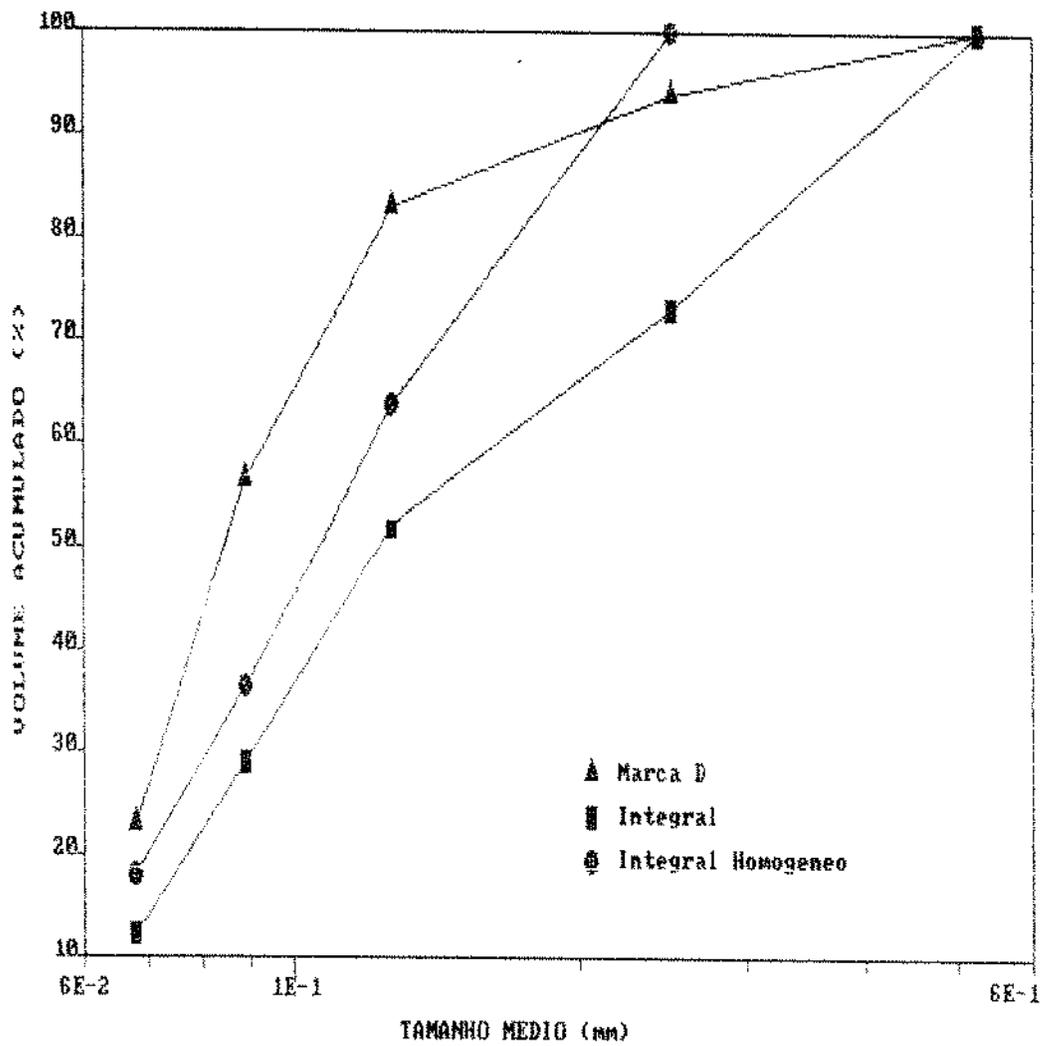


Figura 7 - Distribuição do tamanho das partículas da polpa suspensa do suco de maracujá da marca D, do suco integral e suco homogeneizado

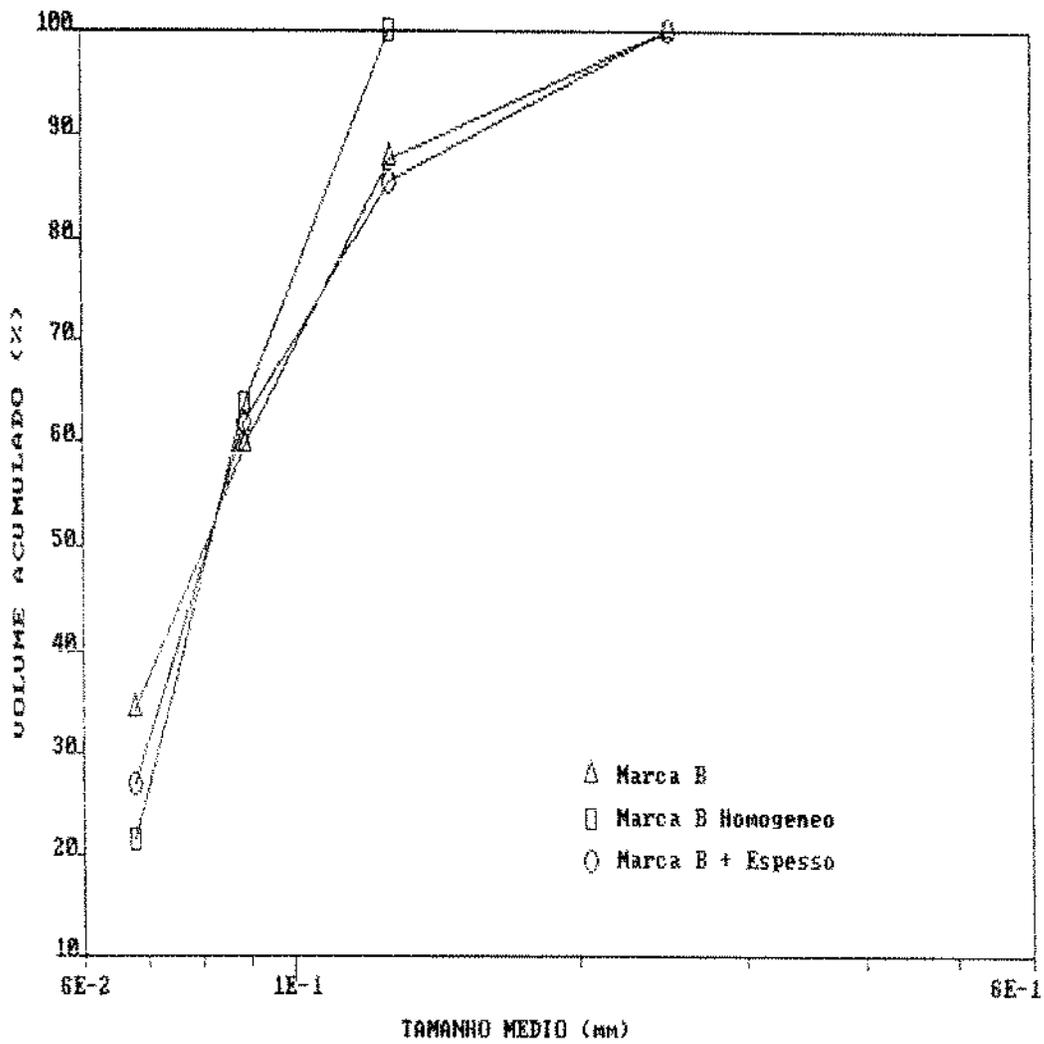


Figura 8 - Distribuição do tamanho das partículas da polpa suspensa do suco de maracujá da marca B integral, homogeneizado e com adição de espessante

de dimensões superiores a 0,127 mm, mostrando que as partículas de grandes dimensões foram quebradas e reduzidas a diversos tamanhos, mas que a maior parte dessas partículas ($\pm 36\%$) possuem dimensões entre 0,127 e 0,250 mm.

A Figura 8 mostra que o suco da marca B possui 87% das partículas da polpa com tamanho inferior a 0,127 mm, sugerindo que este suco, apesar de não estabilizado pela adição de espessantes, sofreu um processo de homogeneização.

Nesta Figura ainda verifica-se que a homogeneização em laboratório desse suco não alterou muito a distribuição das partículas, mas eliminou as partículas de tamanhos superiores a 0,127 mm.

As fotos 4 e 5 mostram a diferença do tamanho das partículas do suco integral e do suco homogeneizado. Nota-se que o suco integral apresenta partículas de vários tamanhos, sendo que o suco homogeneizado já apresenta uma maior uniformidade na distribuição dos tamanhos das partículas.

4.3. Viscosidade:

4.3.1. Propriedades Reológicas dos Sucos Comerciais de Maracujá Integral e Suco Preservado:

4.3.1.1. Dados comparativos:

A viscosidade aparente de diversos sucos de maracujá, tanto integrais quanto clarificados é mostrada no Quadro 16.

Quadro 16 - Viscosidade aparente dos sucos de maracujá integral e clarificados.

Suco	Viscosidade aparente (cP) ⁽¹⁾	
	Integral	Clarificado
In natura	7.93	4.89
Integral Preservado	7.68	4.74
Marca A	7.29	4.21
Marca B	8.60	5.98
Marca C	11.82	6.30
Marca D	15,92	6.89

⁽¹⁾ Média de 3 determinações.

Viscosidade a 352 rpm, a 25°C.

Esses valores devem ser considerados apenas como parâmetros de comparação entre os diversos sucos, e não como valores absolutos, devido ao comportamento não newtoniano do produto.

Observa-se no Quadro 16 que as viscosidades do suco integral preservado e do suco da marca A foram praticamente iguais à viscosidade determinada para o suco "in natura", tanto para os sucos integrais, quanto para os mesmos sucos clarificados. Já o suco B, apesar de também não ser um suco estabilizado, apresenta valores de viscosidade um pouco maiores que os demais.

O alto valor (5,98 cP) encontrado para a viscosidade do suco B clarificado, já próximo da viscosidade de um suco estabilizado (6,30 cP para o suco C), não pode ser interpretado como discrepante, visto que GARCIA e col. (1974) encontraram valores bastantes diferentes para sucos de maracujá, com o mesmo "Brix", clarificados por centrifugação. Os autores citados obtiveram valores de 2,06 a 4,55 cP a 30°C, e concluíram que o grau de maturação da fruta no momento em que o suco é extraído, e a diferença nas práticas agrícolas de cultivo possuem grande influência nas propriedades reológicas do suco.

Em função dessas observações fica difícil traçar comparações precisas entre a viscosidade de sucos estabilizados e não estabilizados que não foram extraídos do mesmo lote de matéria-prima. No entanto, pelo Quadro 16 pode-se notar que a viscosidade dos sucos integrais estabilizados é bastante maior que a dos demais sucos, sendo que o suco D chega a apresentar uma viscosidade

(15,92 cP) 2 vezes maior que a maioria dos sucos não estabilizados (7,29 a 7,93 cP).

Já as diferenças observadas para a viscosidade dos sucos estabilizados clarificados não acompanham essas proporções; porém nota-se uma nítida superioridade da viscosidade desses sucos em relação aos sucos clarificados das marcas não estabilizadas, o que sugere a confirmação de que o espessamento da fase aquosa contribui em grande parte para a estabilização da polpa do suco.

Essa desproporção entre os aumentos da viscosidade dos sucos integrais em relação aos clarificados pode ser explicada pelo efeito da concentração em volume, da polpa no comportamento reológico de um sistema disperso.

Diversos autores comprovaram que um maior conteúdo de polpa em vários sucos como laranja, tomate e maçã corresponde a uma maior viscosidade aparente, além de modificar o comportamento reológico do fluido (WHITTENBERGER e NUTTING, 1957; SARAVACOS, 1970; SHI-YING XU e col., 1986; RAO e col., 1984).

4.3.1.2. Comportamento reológico:

O comportamento reológico dos diversos sucos mencionados é mostrado nas Figuras 9 e 10. Na Figura 9 a tensão de cisalhamento (τ) foi plotada contra a taxa de deformação ($\dot{\gamma}$), ambas em escala logarítmica. A regressão linear dessas curvas indicou a aplicabilidade do modelo da lei de potência ou Modelo de "Ostwald-de-Waele":

$$\tau = K\dot{\gamma}^n$$

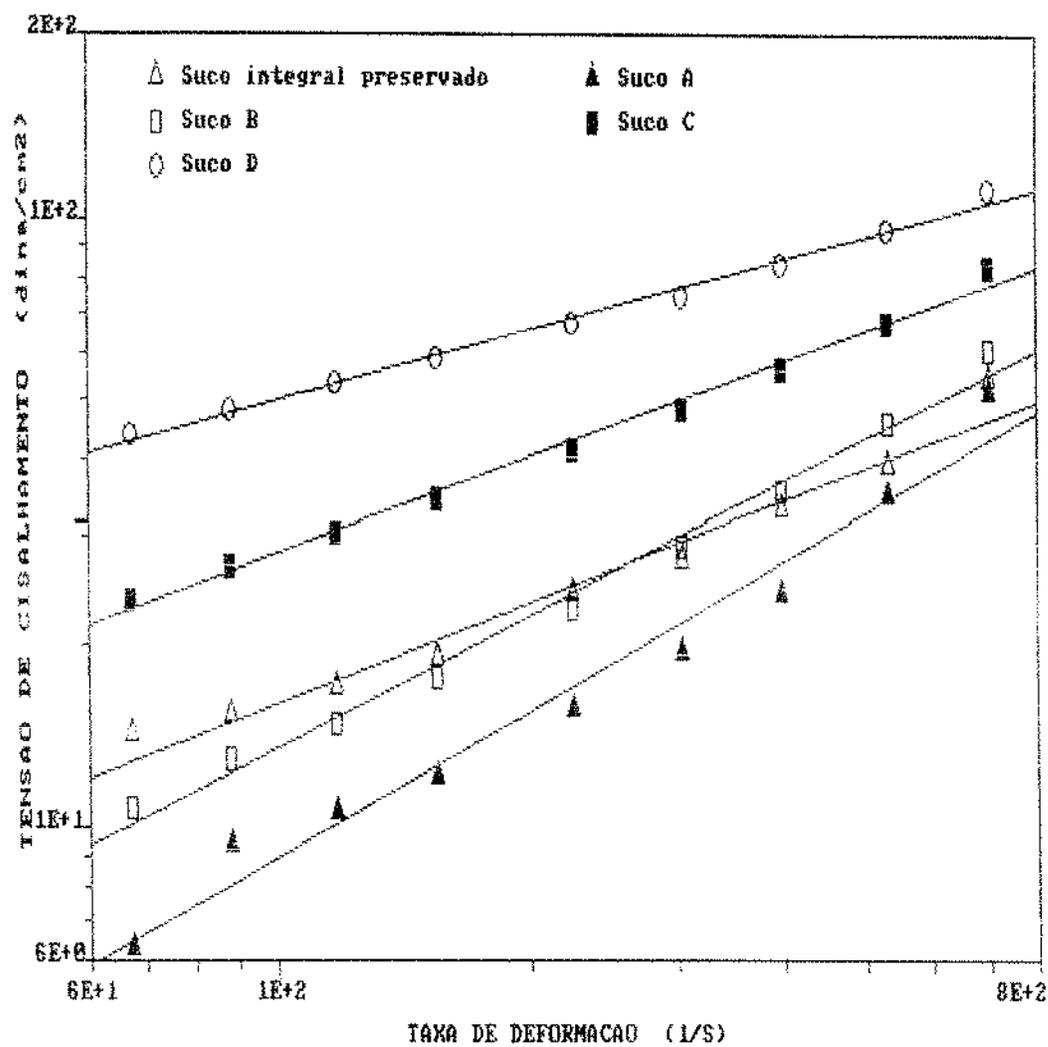


Figura 9 - Reogramas dos sucos de maracujá integrais comerciais

Viscosímetro contraves (RHEOMAT 15)

Sistema medida MSA

Temperatura 25°C

onde:

τ = tensão de cisalhamento (dina/cm²).

$\dot{\gamma}$ = taxa de deformação (S⁻¹).

K = coeficiente de consistência.

n = índice de comportamento do escoamento.

A inclinação da reta dava o valor de n e a intersecção com o eixo τ , quando $\dot{\gamma} = 1\text{s}^{-1}$ foi tomada como a constante K. O valor de n indica o comportamento do escoamento do fluido (RHA, 1978); sendo n=1 para fluidos newtonianos, n<1 para fluidos pseudoplásticos ("shear-thinning") e n>1 para fluidos dilatantes ("shear-thickening").

As constantes reológicas dos sucos analisados estão tabuladas no Quadro 17.

A viscosidade aparente μ_a é definida como:

$$\mu_a = \frac{\tau}{\dot{\gamma}} \quad (2)$$

substituindo-se (1) em (2)

$$\mu_a = K\dot{\gamma}^{n-1} \quad (3).$$

então μ_a depende da taxa de deformação.

Os valores de μ_a para várias taxas de deformação para os sucos de maracujá investigados estão na Figura 10.

Quadro 17 - Constantes reológicas dos sucos de maracujá.

Suco	Constantes reológicas	
	K (dina-s ⁿ /cm ²ⁿ)	n (1)
Integral preservado	0,6596	0,545
Marca A	0,1424	0,806
Marca B	0,4097	0,721
Marca C	0,9256	0,522
Marca D	1,3094	0,389
Integral sem conservantes	0,0	0,584
Integral pasteurizado	0,692	0,530
Integral homogeneizado	0,973	0,617
Integral homogeneizado e pasteurizado	0,941	0,498

(1) n é adimensional.

Os resultados obtidos indicaram que houve um decréscimo pronunciado da viscosidade aparente com o aumento na velocidade do eixo do viscosímetro, indicando natureza pseudoplástica para todos os casos. Os valores de n (Quadro 17) confirmam esse fato, pois apresentaram-se todos menores que a unidade.

A pseudoplasticidade do suco de maracujá também foi observada por VITALI e col. (1974), os quais investigaram o comportamento reológico dos sucos de maracujá integral e concentrado. Os valores de K e n determinados para o suco integral a 15,6 B, a 21,6°C foram de 1,1 e 0,667 respectivamente para ordem crescente das velocidades rotacionais e 0,7 e 0,737 para a ordem decrescente.

O comportamento tixotrópico (dependente do tempo) também observado por esses autores foi, da mesma forma, observado neste experimento. Porém o "loop" de histerese para o suco de maracujá integral apresentou-se muito pequeno sendo portanto, neste trabalho, desprezado.

O suco de maracujá comportou-se reologicamente de maneira semelhante a muitos outros sucos de frutas e hortaliças, como por exemplo, o suco de laranja, abacaxi e uva (VARSHNEY e KUMBHAR, 1978; MORESI e SPINOSI, 1980 e 1984), os purês das frutas tropicais mamão, goiaba, manga e banana (RAO e col., 1974; GARCIA e col., 1974; GUNJAL e WAGHMARE, 1987) e o suco de tomate (MOLWANE e GUNJAL, 1985; SHI-YING XU e col., 1986; RAO e col., 1981).

Pelas curvas da Figura 9 e as constantes reológicas delas obtidas, expressas no Quadro 17, nota-se que os sucos estabilizados (marcas C e D) apresentaram maior grau de pseudoplas-

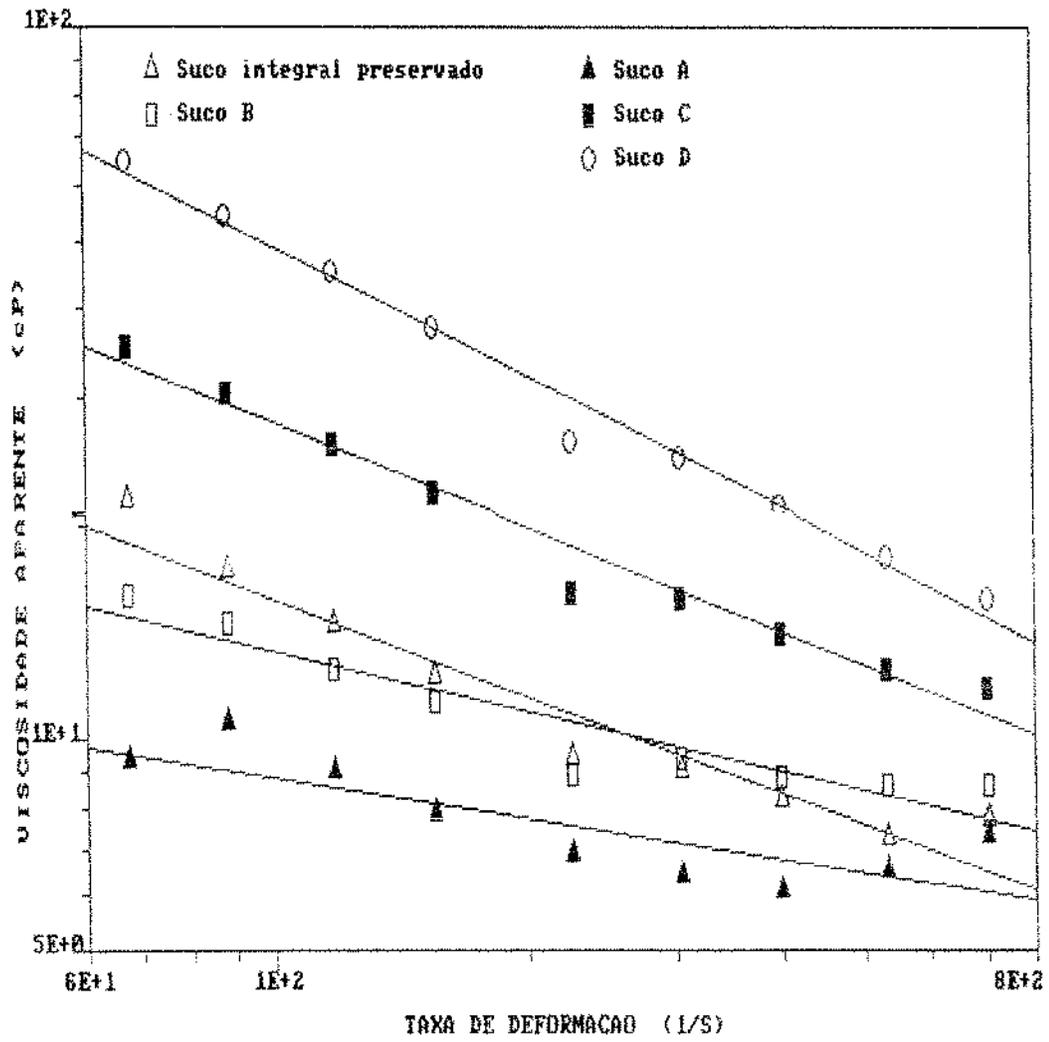


Figura 10 - Viscosidade aparente dos sucos comerciais em função da taxa de deformação ($\dot{\gamma}$)

ticidade que os sucos não estabilizados (marcas A e B). Curiosamente o suco integral preservado também mostrou-se mais pseudoplástico que os sucos A e B (n menor).

A partir dos valores do coeficiente de consistência K e das curvas de viscosidade desses sucos (Figura 10) conclui-se que os sucos estabilizados apresentaram viscosidade sensivelmente mais elevada que os sucos não estabilizados, confirmando os dados comparativos obtidos no item anterior.

No entanto observou-se que, apesar do suco B ter apresentado maior viscosidade que os demais sucos não estabilizados na velocidade nº 15 ($\dot{\gamma} = 702$) seu comportamento foi menos pseudoplástico que o suco integral preservado, o qual apresentou maiores viscosidades a taxas de deformação menores. Na faixa de entre 118 e 400 as viscosidades de ambos os sucos foram quase coincidentes, havendo um cruzamento das duas curvas. Ainda o suco integral preservado apresentou um coeficiente de viscosidade maior que o suco B.

Esse fato ilustra o perigo que se corre ao medir e comparar viscosidades de fluidos não newtonianos em apenas uma determinada taxa de deformação.

4.3.2. Efeito da pasteurização e do tamanho das partículas da polpa na viscosidade do suco de maracujá integral:

Em um mesmo experimento foi investigada a influência do tamanho das partículas da polpa na viscosidade do suco de maracujá, e o efeito que o tratamento térmico possui sobre a viscosidade desse suco.

Uma amostra de suco de maracujá integral sem conservadores foi dividida em duas partes, sendo que uma delas foi homogeneizada em liquidificador por 5 minutos, conforme procedimento descrito no item 3.2.3.1. Após serem feitas as medidas de viscosidade, ambos os sucos foram pasteurizados a 70°C/15 seg. e novamente feitas as medidas de viscosidade.

As propriedades reológicas de cada suco estão indicadas no Quadro 17. Assim como os sucos comerciais, todos os sucos investigados apresentaram comportamento pseudoplástico. Tal comportamento é também mostrado nas Figuras 11 e 12.

Nota-se que, tanto para o suco integral quanto para o suco homogeneizado, o efeito da pasteurização foi de aumentar a pseudoplasticidade (diminui o valor de n) e o coeficiente de consistência K , em relação às curvas de escoamento originais. O aumento da pseudoplasticidade foi bem maior para o caso do suco homogeneizado pasteurizado.

O aumento da viscosidade dos sucos pasteurizados pode ser constatado pela Figura 12, sendo o suco homogeneizado pasteurizado também o que sofreu maior aumento na viscosidade, para todas as taxas de deformação empregadas.

O suco homogeneizado, ou seja, aquele com as partículas da polpa em tamanho reduzido, também apresentou maior viscosidade que o suco integral original. Porém, o mesmo suco apresentou uma diminuição de sua pseudoplasticidade (Figura 11): o índice de comportamento do escoamento n foi de 0,58 para o suco integral e aumentou para 0,62 após a homogeneização.

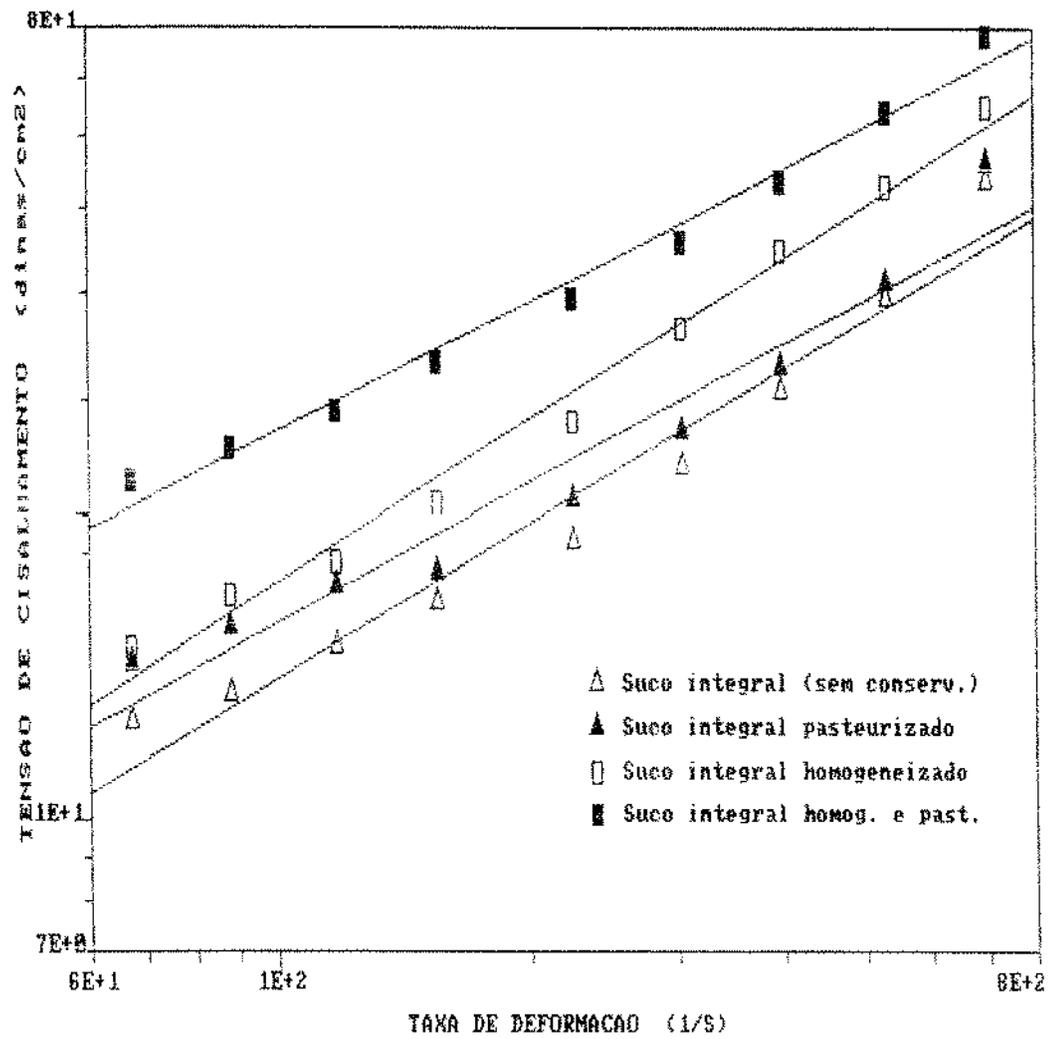


Figura 11 - Reogramas dos sucos integrais pasteurizados e homogeneizados

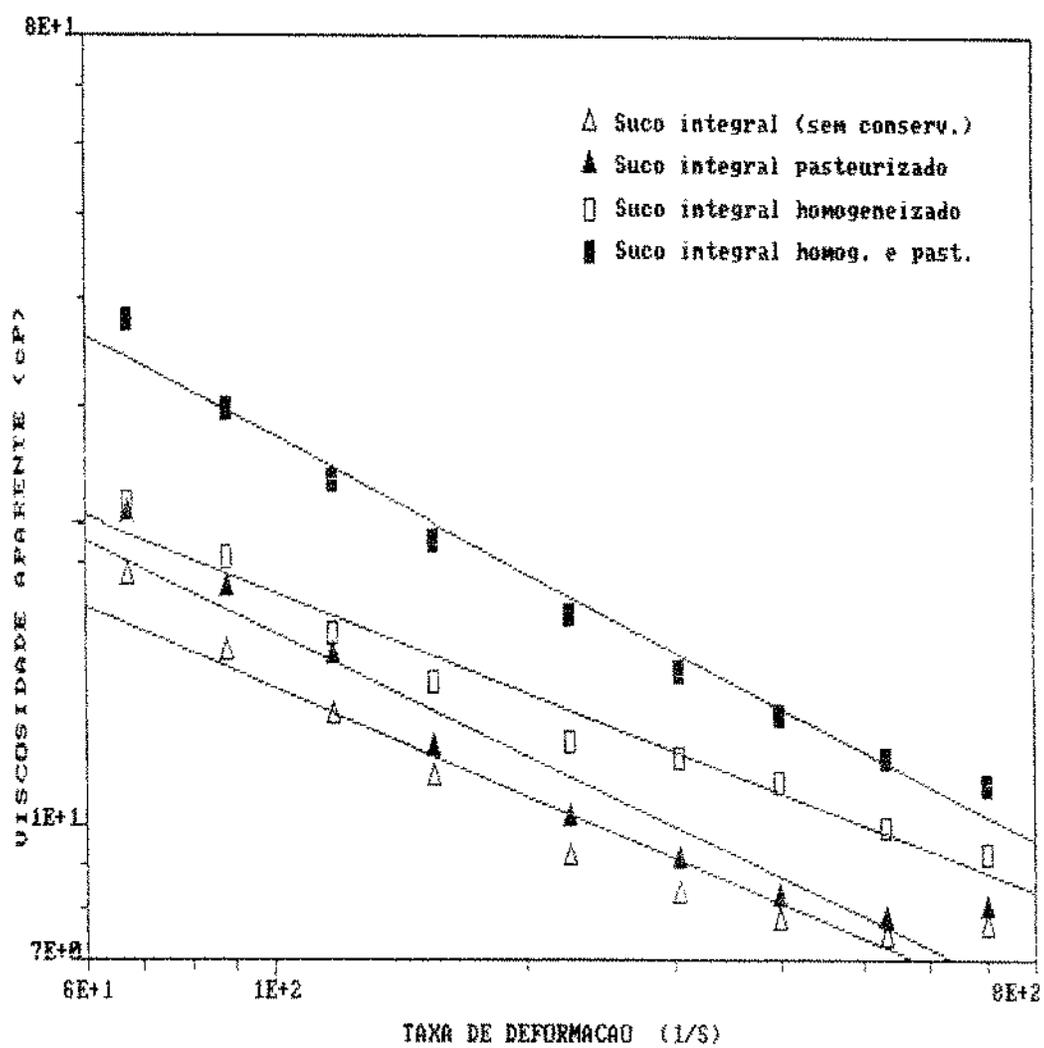


Figura 12 - Viscosidade aparente dos sucos integrais pasteurizados e homogeneizados

RAO e col. (1984), estudando as propriedades de fluxo de sucos concentrados a baixa temperatura concluiu que a distribuição do tamanho das partículas da polpa do suco de laranja concentrado, com baixo teor de polpa (fluido pseudoplástico) tinha um importante papel no comportamento de fluxo do produto.

Os sucos com tamanho das partículas da polpa menor apresentaram maior viscosidade devido ao aumento da área exposta, em um mesmo volume, aumentando assim, a possibilidade e frequência de choques e colisões entre as partículas, o que provoca o aumento da fricção e da viscosidade.

4.3.3. Caracterização da viscosidade dos espessantes:

As Figuras 13 e 14 mostram, graficamente, a viscosidade aparente de suspensões aquosas com diversas concentrações de espessantes comerciais.

Consultando-se a literatura (GLICKSMAN, 1969; GLICKSMAN, 1983 e 1983a) constatou-se que a maioria das gomas apresenta escoamento newtoniano a baixas concentrações, geralmente inferiores a 1%, com algumas exceções, como a goma xantana, a qual é extremamente pseudoplástica mesmo a concentrações muito baixas (ROCKS, 1971; SANDERSON, 1982). Portanto a viscosidade das suspensões foi determinada em apenas uma velocidade rotacional, velocidade nº 15, correspondente a 352 rpm.

Observando-se a Figura 13, verifica-se que a viscosidade aparente de suspensões aquosas de carragena e pectina apresentaram um comportamento similar, variando em uma pequena faixa de 3.5 a 8.5 cP, nas concentrações estudadas (0,05 a 0,6%). A viscosidade da

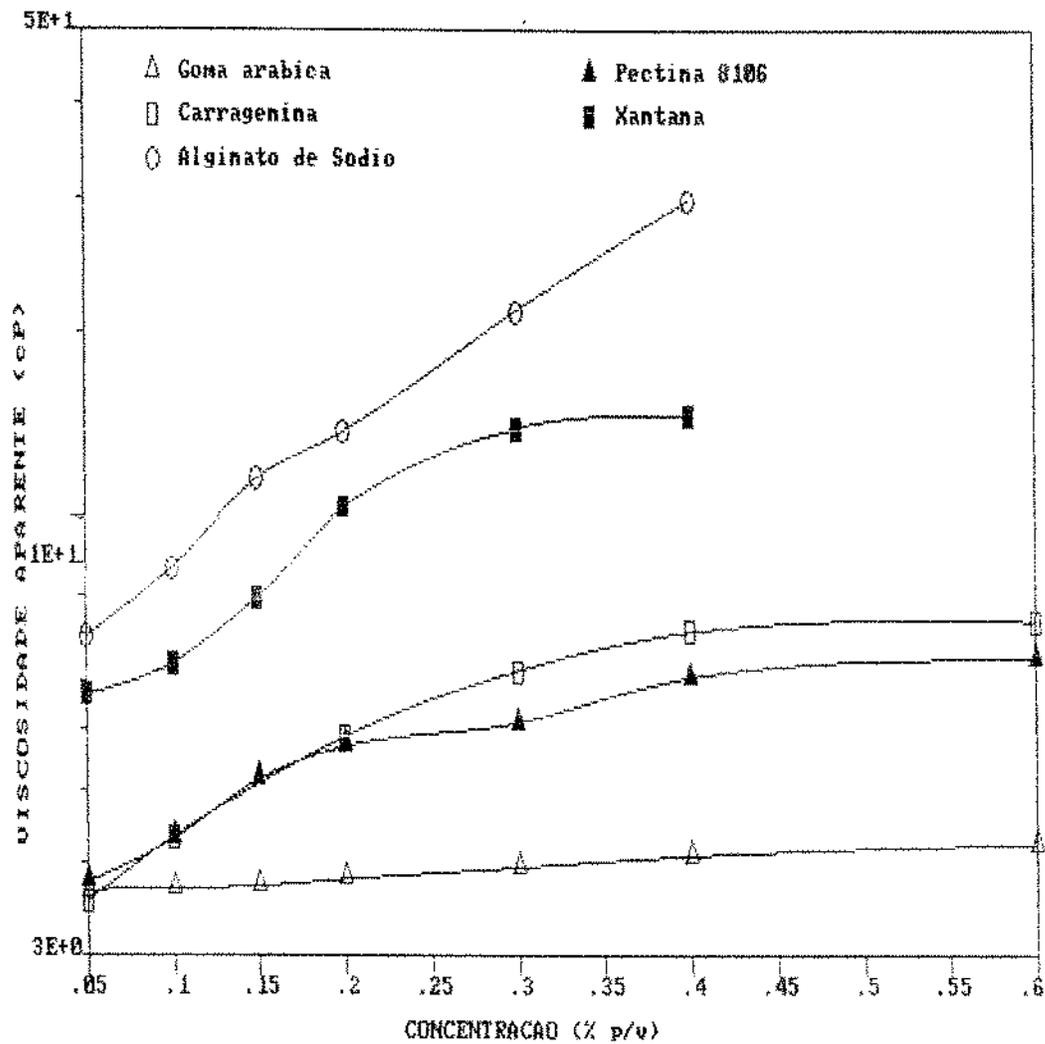


Figura 13 - Viscosidade aparente das suspensões aquosas de espessantes a diversas concentrações

Viscosímetro contrajés (RHEOMAT 15)

Sistema medida MSA

Velocidade de rotação n°15 (352 RPM)

Temperatura 25°C

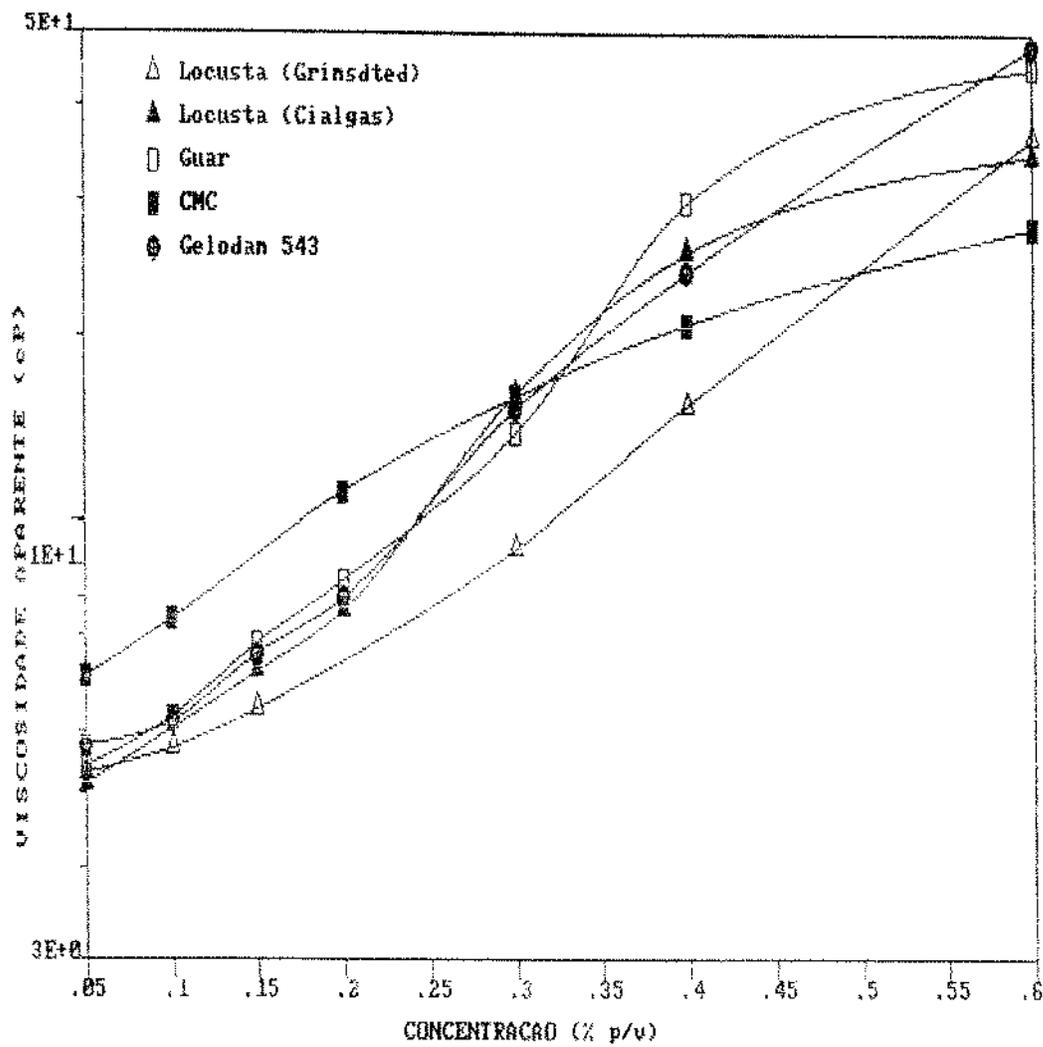


Figura 14 - Viscosidade aparente de suspensões aquosas de espessantes a diversas concentrações

goma arábica manteve-se praticamente constante, em torno de 4,0 cP, enquanto que a goma xantana e o alginato de sódio apresentaram um rápido aumento de sua viscosidade, a qual atinge 15.42 e 29.73 cP respectivamente, na concentração de 0,4%.

A Figura 14 mostra que as viscosidades aparentes dos espessantes Guar e Locusta apresentaram comportamento similar, dentro da faixa de concentração estudada, sendo porém, que a goma Guar aumentou mais sensivelmente sua viscosidade a partir de 0,30%. A mistura comercial de gomas, Gelodan 543 também apresentou viscosidade dentro da mesma faixa observada para Guar e Locusta, partindo de uma grandeza de 5,0 cP a 0,05% até 48,0 cP a 0,6%. Assim como o Alginato de Sódio, o Gelodan 543 aumentou sua viscosidade em função da concentração da suspensão de forma quase linear.

A CMC já mostrou um aumento bem menor, na sua viscosidade, sendo que até uma concentração de 0,20% apresentou viscosidade maior que as outras gomas citadas, porém a 0,3% todos os valores coincidiram, e a partir daí a CMC passou a ter viscosidades inferiores às demais.

Deve-se ainda ressaltar a diferença no comportamento reológico das amostras de goma locusta oriundas de fornecedores diferentes. Isso vem ilustrar a dificuldade que se encontra quando se trabalha com gomas, principalmente as exudadas e de extratos naturais, as quais não apresentam um padrão constante de suas características.

4.3.4. Estudo do sinergismo entre os espessantes e da estabilidade de sua viscosidade em pH ácido:

Com as suspensões aquosas de espessantes a 0,20% acidificadas a pH 2.7, foi observado o comportamento da viscosidade em função do tempo de estocagem em geladeira, por um período total de 120 dias. Os resultados obtidos estão expressos graficamente nas Figuras 15 e 16.

Os espessantes que apresentaram maior perda na sua viscosidade, com o tempo, foram a CMC, o Alginato de Sódio e a Pectina 8104. As pectinas 8106 e 8000/2, e a goma Carragena apresentaram comportamentos semelhantes em meio ácido, não apresentando grande variação na sua viscosidade.

As gomas Guar, Locusta e Xantana apresentaram variações semelhantes na viscosidade, e mostraram boa estabilidade em pH ácido, sofrendo uma queda de apenas 2 unidades de cP durante o período estudado.

O Amido Ceroso, Amisol 4000, apresentou um ligeiro aumento na viscosidade, indicando não somente que é bastante estável à presença de ácidos, mas também que a acidez pode ter o efeito de provocar uma maior hidratação do gel ou um maior inchamento dos grânulos de amido.

Para o estudo do sinergismo foram medidas as viscosidades das suspensões de quatro diferentes espessantes, bem como as viscosidades das suspensões de misturas desses espessantes entre si. Os valores obtidos para as viscosidades encontram-se nas Figuras 17 e 18, correspondentes ao tempo zero.

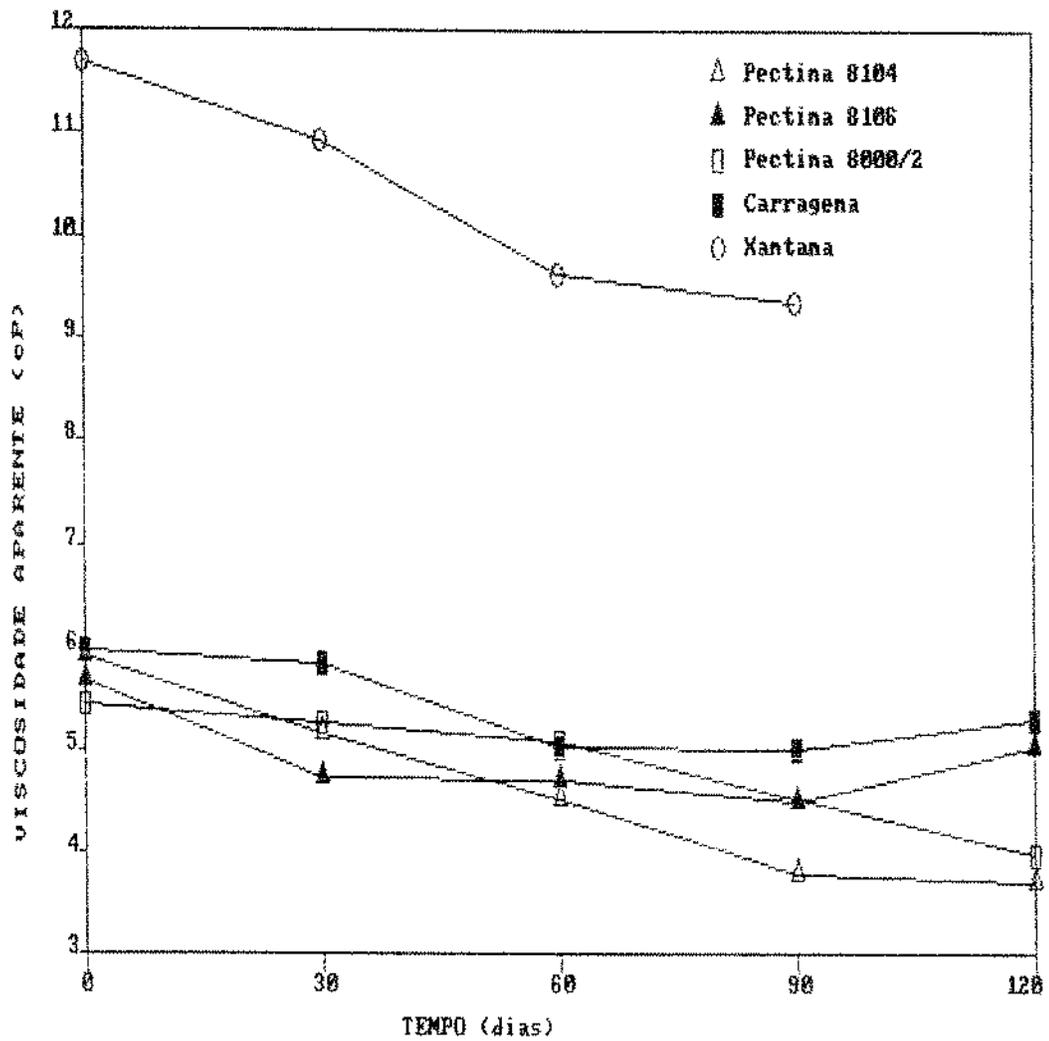


Figura 15 - Variações da viscosidade das suspensões aquosas de espessantes, no pH do suco, em função do tempo

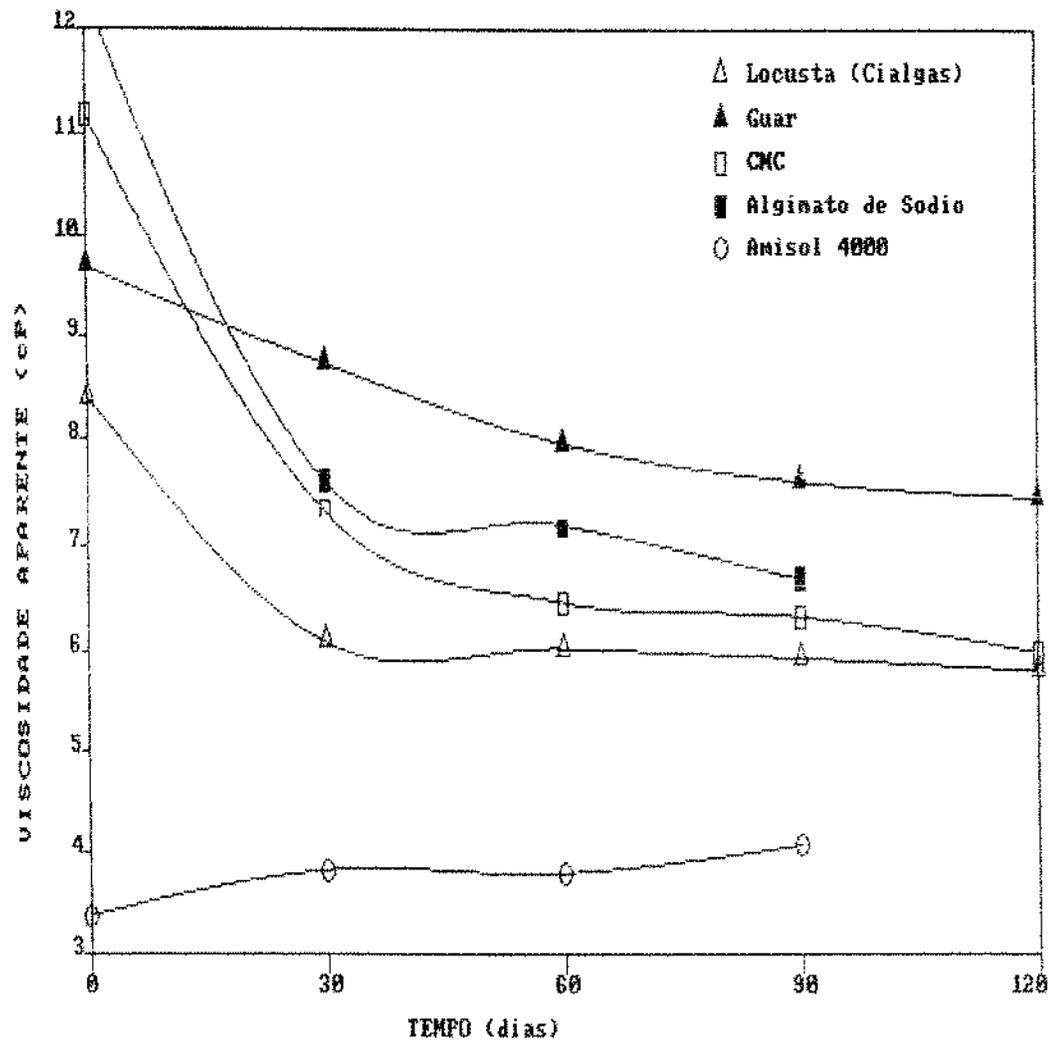


Figura 16 - Variação da viscosidade das suspensões aquosas de espessantes, no pH do suco, em função do tempo

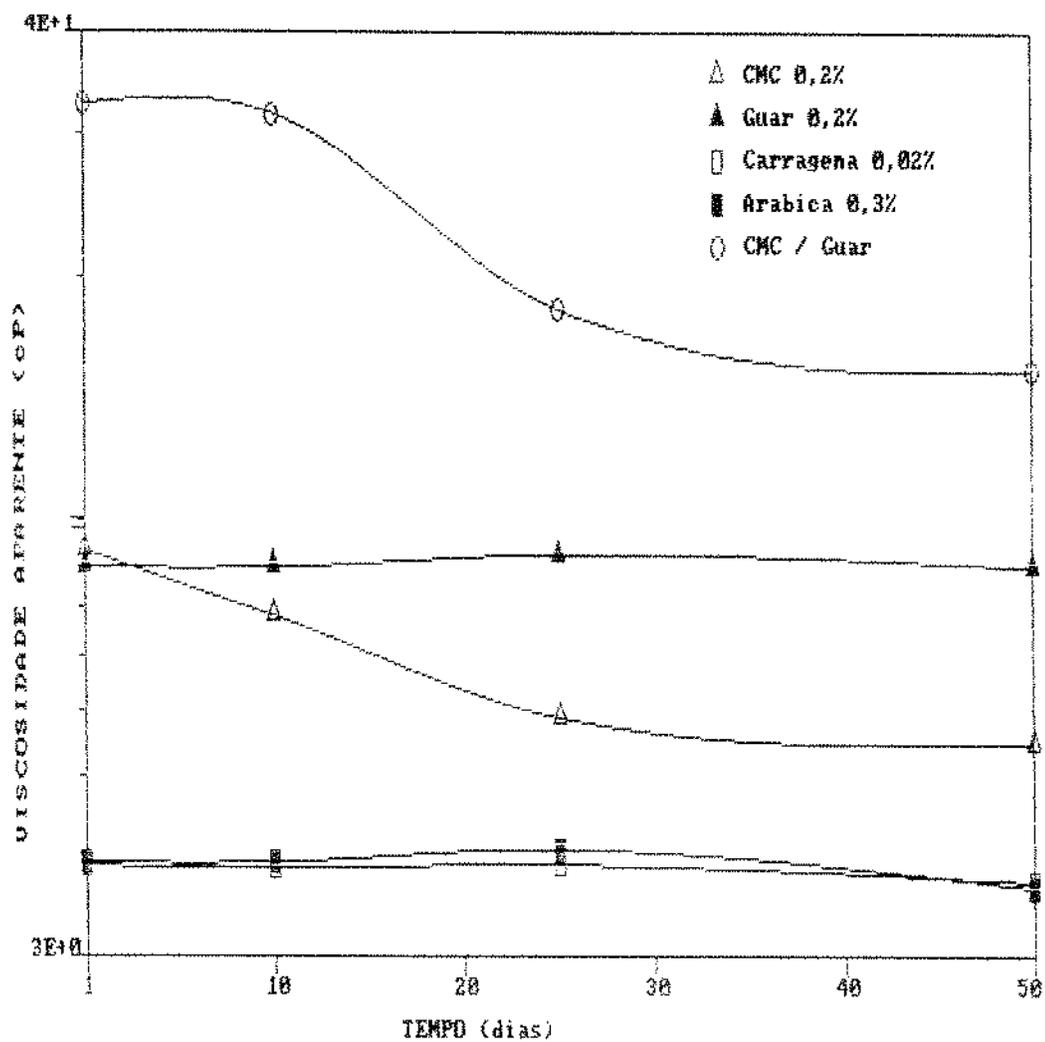


Figura 17 - Variação da viscosidade de algumas suspensões de espessantes isolados e misturados, no pH do suco, em função do tempo

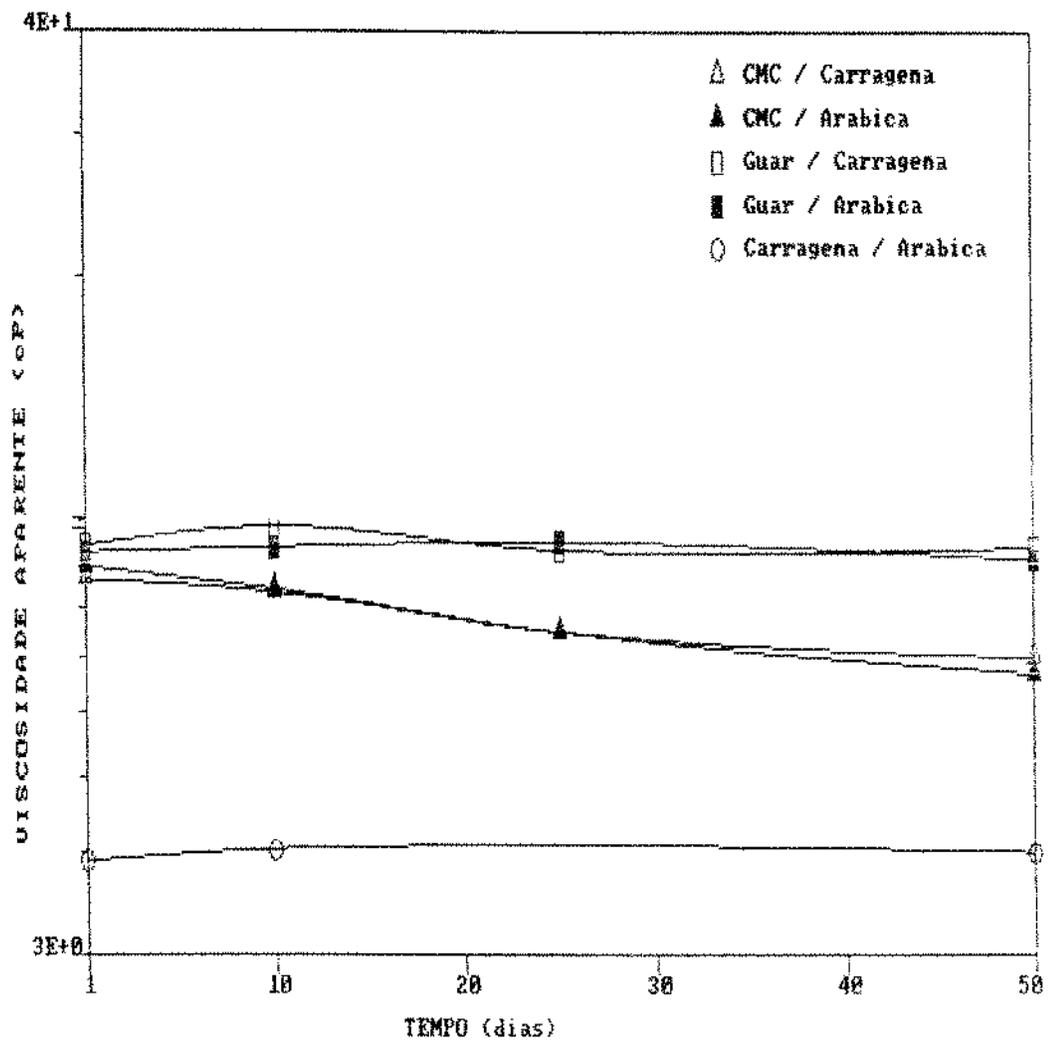


Figura 18 - Variação da viscosidade algumas suspensões de espessantes isolados e misturados, no pH do suco, em função do tempo

Comparando-se as duas Figuras nota-se que apenas a mistura CMC/Guar apresentou viscosidade maior que os dois espessantes em separado, mostrando um nítido efeito sinérgico entre eles.

Aproveitou-se a disponibilidade dessas soluções para realizar um outro estudo de estabilidade, porém em um período de tempo mais curto, de 50 dias.

Nas Figuras 17 e 18 observa-se que os espessantes CMC, Carragena, Arábica e Guar, isoladamente, confirmaram os resultados mostrados nas Figuras 15 e 16. Neste estudo a goma Guar mostrou-se ainda mais estável que no estudo anterior.

Pela curva obtida para a suspensão de CMC/Guar, acredita-se que pode ter havido um problema de contaminação microbiológica da suspensão, pois a viscosidade vinha mantendo-se constante e subitamente sofreu uma queda brusca. Também essa curva mostrou-se diferente das demais suspensões contendo CMC.

Para as suspensões CMC/Carragena e CMC/Arábica, as quedas na viscosidade foram pequenas e suaves, bem menores que as perdas observadas para a CMC isoladamente. Isso leva-se à suspeita de que as gomas Arábica e Carragena atuaram como protetoras da viscosidade da CMC contra a ação dos ácidos presentes no meio.

4.4. Identificação dos Espessantes:

Tentou-se identificar qualitativamente os espessantes presentes nos sucos comerciais estabilizados das marcas C e D, bem como os espessantes utilizados na composição de uma mistura comercial própria para uso em sucos de frutas ("mistura comercial").

O Quadro 18 apresenta os resultados das reações de identificação dos espessantes com diversos reagentes químicos. Aqui é importante ressaltar que este tipo de identificação é bastante difícil, pois o comportamento da goma com o reagente pode variar com o tipo da goma, seu grau de pureza, concentração e outros fatores.

Além disso, o próprio autor (GLICKSMAN, 1969) afirma que quando se tem misturas de gomas, torna-se difícil identificá-las. Também a identificação de hidrocolóides extraídos de alimentos é muito mais complexa e difícil que a de gomas comerciais. Muitas gomas, particularmente os exudados naturais, não são produtos puros e vão dar resultados conflitantes quando isolados de alimentos.

Portanto, mesmo após a realização de vários esquemas de identificação por análises químicas e utilização de seus resultados em conjunto, não foi possível identificar categoricamente uma goma. Pretendeu-se, portanto, apresentar uma relação das gomas que mais mostraram resultados positivos dos testes e que, possivelmente, poderiam estar presentes na amostra (Quadro 19).

Observando-se detalhadamente o Quadro 18 nota-se que, realmente, ocorreram alguns resultados conflitantes, como por

Quadro 18 - Resultados das reações de identificação qualitativa dos espessantes presentes nos sucos C e D e na mistura comercial.

Reagente	Especificidade	Resultados		
		Suco C	Suco D	Mistura Comercial
Cloreto de Cálcio	Alginato	Alginato (-)	Alginato (-)	Alginato (-)
	Pectina desesterificada	Pectina (+)	Pectina (+)	Pectina (-)
Cloreto de Cálcio + NH ₄ OH 3N	Pectina	Pectina +	Pectina +	Pectina -
Hidróxido de Sódio	Pectina	Pectina +	Pectina +	Pectina -
HCl	Alginato	Alginato -	Alginato -	Alginato -
Ac. Fosfórico	Karaia	Karaia (-)	Karaia (-)	Karaia (-)
Borax	Locusta/Guar	CMC +	CMC +	Locusta (-) Guar -
		Locusta (-)	Locusta (-)	
		Guar -	Guar -	
Cloreto de Bário	Carragena	Carragena (-)	Carragena (-)	Carragena (-)
Azul de Metileno	Carragena	Carragena (-)	Carragena (-)	Carragena (+)
Sulfato de Cobre	CMC	CMC (-)	CMC (-)	CMC (+)
Solução I ₂ - KI	Amido	Amido (+)	Amido (+)	Amido -
		Tragacante (+)	Tragacante (+)	Tragacante -
Ácido Tânico	Karaia	Karaia (-)	Karaia (-)	Karaia (-)
	Locusta/Guar	Locusta/Guar -	Locusta/Guar -	Locusta/Guar -
Hidróxido de Bário		Carragena (+)	Carragena (+)	CMC (+)
		Tragacante (+)	Pectina +	
		Amidex (+)	CMC +	
Acetato Básico de Chumbo	-----	Arábica (+)	Arábica (+)	CMC +
		Pectina +	Pectina +	
KOH	-----	Carragena (+)	Carragena (+)	CMC +
		Arábica +	Petina +	
			Arábica + Tragacante +	
Cloreto de Ferro Neutro	-----	Arábica (+)	Arábica (+)	Tragacante (+)
		Pectina (+)	Pectina (+)	
		Carragena +	Carragena +	

Quadro 18 - Continuação.

Reagente	Especificidade	Resultados		
		Suco C	Suco D	Mistura Comercial
Cloreto de Ferro Acidificado	-----		Pectina (+)	Pectina (+)
		CMC (-) Tragacante (+)	CMC (+) Tragacante (+)	CMC (+)
Sulfato de Amônia	-----	CMC (+) Carragena (+)	CMC (+) Carragena (+)	CMC (+) Carragena (+)
Reagente de Millon	-----	*	*	CMC + Tragacante +
Reagente de Stokes	-----	Arábica + Pectina + Carragena +	Arábica + Pectina + Carragena +	CMC +
Reagente de Stokes diluído	-----	Arábica (+) CMC (+)	Arábica (+) CMC (+) Tragacante (+)	*

() = resultados prováveis

* = resultados não conclusivos.

Quadro 19 - Espessantes com maior número de resultados positivos nas reações químicas de identificação.

Suco C	Suco D	Mistura Comercial
Arábica	Arábica	CMC
Pectina	Pectina	Tragacante
CMC	CMC	
Carragena	Carragena	
	Tragacante	

exemplo a carragena e a CMC que apresentaram muitos resultados positivos com diversos reagentes, não reagiram com seus reagentes confirmatórios para os sucos C e D.

O teste de Iodo para amido, na realidade, deu resultado positivo bastante fraco, o que pode indicar a presença de quantidades mínimas de amido (possivelmente da própria fruta) ou de substâncias derivadas. Segundo GLICKSMAN (1969) algumas amostras de tragacante também podem dar uma leve coloração azul com esse reagente.

Nota-se ainda a presença dupla da carragena e CMC em muitos resultados. Isso vem significar que o comportamento dessas gomas é muito semelhante em relação a determinados reagentes, e portanto, muitas vezes, não foi possível distinguir-se uma da outra. É provável que haja a presença de uma delas, ou ambas, na amostra.

Também as gomas guar e locusta (galactomananas) apresentaram comportamento quase idêntico e portanto, não foi possível distingui-las com esses métodos de precipitação.

No entanto, com os resultados obtidos de alguns reagentes específicos para determinadas gomas, podemos afirmar que nas 3 amostras analisadas não observou-se a presença das seguintes gomas: alginato, pectina desesterificada, karaia, locusta.

De acordo com os objetivos pretendidos neste trabalho, foi realizada somente a identificação dos monossacarídeos constituintes das gomas, após sua hidrólise total, através da cromatografia em papel descendente, como meio de identificação e confirmação das gomas presentes nas amostras.

Entretanto a metodologia usada também não proporcionou resultados satisfatoriamente conclusivos, principalmente por se tratarem as amostras, de misturas de gomas.

Os resultados da identificação dos monossacarídeos componentes das gomas isoladas dos sucos e da "mistura comercial" estão expressos no Quadro 20. Foram feitos também testes de Fehling para poder certificar-se que a presença de glicose nos cromatogramas era proveniente da hidrólise do hidrocolóide, como também testes para constatar a presença de ácidos urônicos na goma, o que auxiliou sua identificação.

Quanto aos ácidos urônicos, não foi possível identificá-los pois, com o solvente utilizado, as manchas não saíram da origem, e portanto, não se separaram. Só foi possível constatar a presença de ácidos urônicos nas amostras.

A partir desses resultados de identificação de açúcares consultou-se o Quadro 9 apresentado na revisão bibliográfica, o qual resume a composição em monossacarídeos dos principais espessantes utilizados em alimentos, e relacionou-se os prováveis espessantes presentes nas amostras analisadas (Quadro 21).

Para o suco estabilizado da marca C, os monossacarídeos Galactose e Manose sugerem a presença de goma guar, enquanto que a Galactose e os Ácidos Urônicos indicam a presença de pectina.

No suco da marca D os monossacarídeos rhamnose, arabinose, galactose e ácidos urônicos sugerem a presença de goma arábica, sendo que a galactose e a xilose podem confirmar a carragena. A presença de galactose e ácidos urônicos também pode

Quadro 20 - Resultados da identificação qualitativa dos estabilizantes por cromatografia.

Amostra	Prova de Fehling antes da hidrólise	Prova Ácidos Urônicos	Monossacarídeos identificados por cromatografia após hidrólise
Suco C	Negativo	Positivo	Manose Galactose Ácidos Urônicos
Suco D	Negativo	Positivo	Rhamnose Arabinose Galactose Xilose Ácidos Urônicos
Mistura Comercial Gelodan 543	Negativo	Positivo	Manose Glicose Ácidos Urônicos

Quadro 21 - Possíveis espessantes presentes nas amostras identificadas pela análise cromatográfica dos açúcares.

Suco C	Suco D	Mistura Comercial
Guar	Arábica	CMC
Pectina	Pectina Carragena	Xantana

ser proveniente da pectina, que tanto pode ser a própria pectina natural do suco, como uma adição intencional pelo fabricante.

A identificação dos monossacarídeos das gomas da mistura comercial foi clara e conclusiva. Os açúcares manose, glicose e ácidos urônicos sugerem a presença de goma xantana e a glicose pode corresponder à CMC.

4.5. Estudo da Sedimentação da Polpa do Suco de Maracujá Integral:

4.5.1. Influência da Concentração das Partículas na Velocidade de Sedimentação:

As Figuras 19 e 20 confirmam que um dos fatores que afetam a velocidade de sedimentação de partículas em um líquido é a concentração dessas partículas no meio dispersante.

Nota-se que, tanto para a polpa integral quanto para polpa homogeneizada dispersas em água (Figura 19) e suco centrifugado (Figura 20), a polpa a 5% não apresentou praticamente nenhuma estabilidade, e ao final das primeiras 24 horas a sedimentação já era bastante grande.

A polpa a 10% mostrou maior estabilidade, porém a polpa a 15% foi a que apresentou os melhores resultados. Dai pode-se concluir que quanto maior o teor de polpa, menor a velocidade de sedimentação das suas partículas.

4.5.2. Influência do Tamanho das Partículas na Velocidade de Sedimentação:

Observando-se ainda as Figuras 19 e 20, verifica-se que o tamanho das partículas também possui influência sobre a velocidade de sedimentação. Nestas Figuras nota-se que a polpa homogeneizada (com partículas de tamanho médio menor que a polpa integral) apresentou menor sedimentação, em relação à polpa integral, para todas as concentrações de polpa.

Esse fato observado está de acordo com a Lei de Stokes (1), onde a velocidade de sedimentação é diretamente proporcional ao quadrado do raio médio das partículas dispersas. Isto significa que uma pequena variação no raio das partículas, causa grande variação na velocidade de sedimentação.

Neste caso, a diminuição de 40% no tamanho das partículas aumentou a sua superfície, facilitando assim uma maior sustentação no meio líquido.

4.5.3. Influência do Meio Dispersante e de sua Viscosidade na Velocidade de Sedimentação:

Para esse estudo escolheu-se a concentração de 15% p/p para a polpa do suco de maracujá, por ser este o valor médio aproximado, encontrado para a polpa dos sucos integrais não estabilizados, em peso.

Observando-se as Figuras 21 e 22, verifica-se que a polpa centrifugada e lavada, suspensa em suco centrifugado apresenta maior sedimentação que os sucos integrais, tanto para polpa integral quanto para polpa homogeneizada.

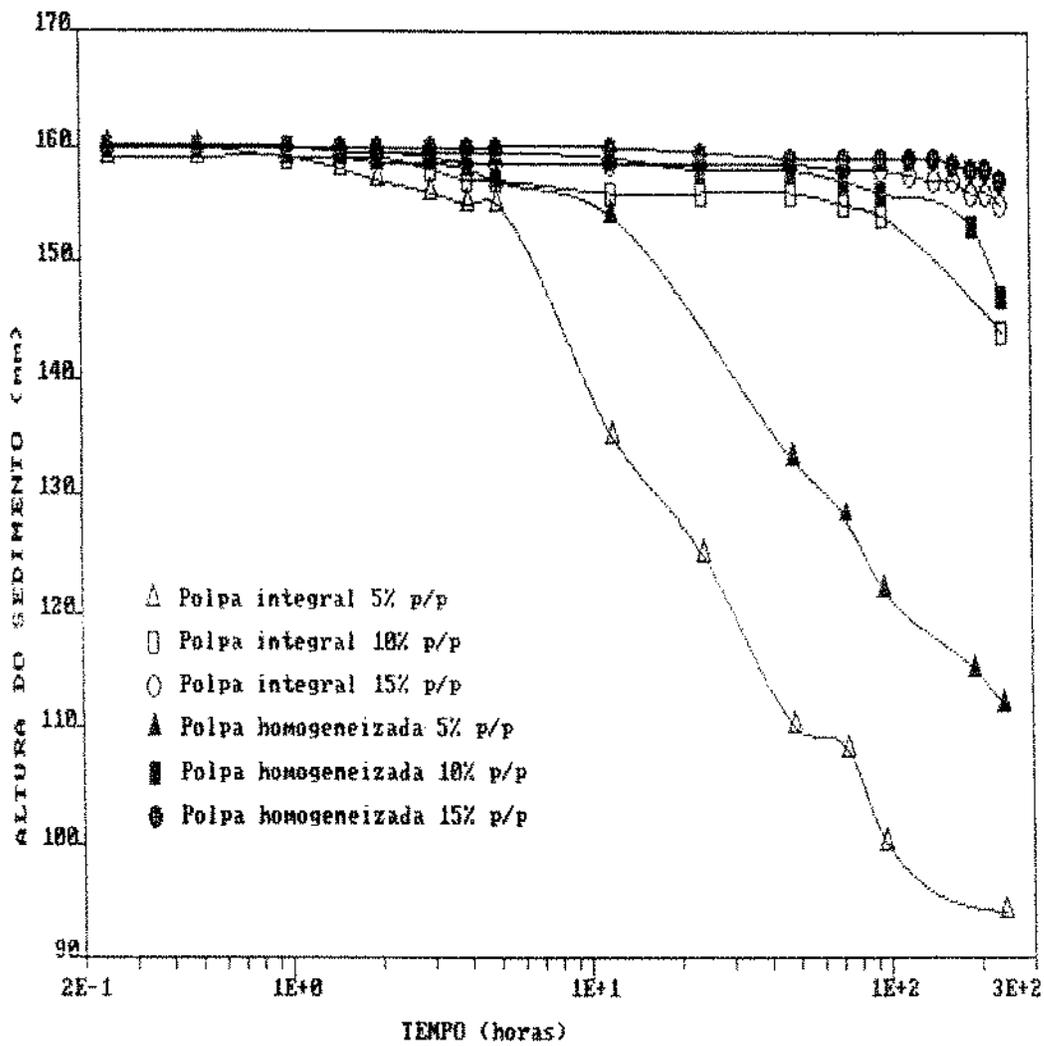


Figura 19 - Velocidade de sedimentação de diversas concentrações da polpa integral e polpa homogeneizada, em suspensões aquosas
Meio dispersante: água destilada

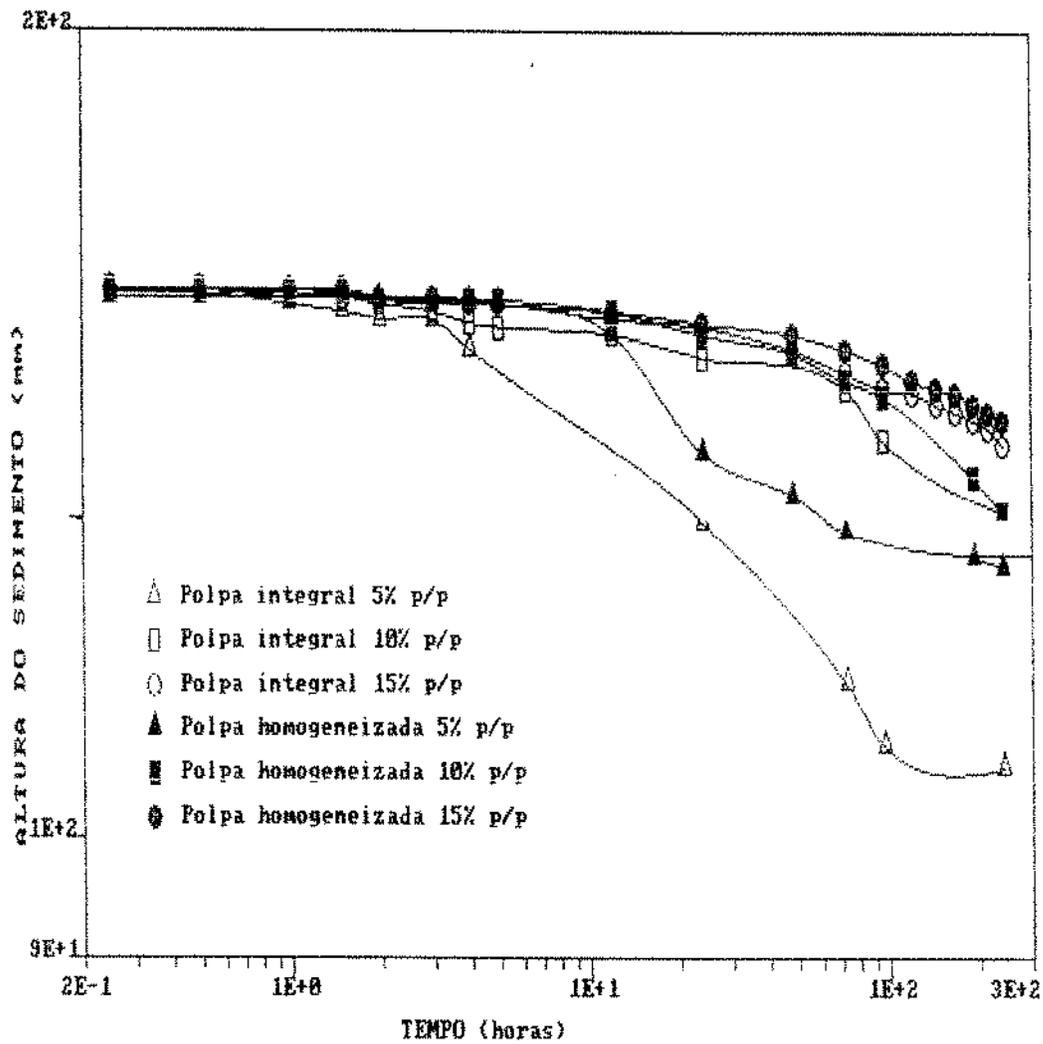


Figura 20 - Velocidade de sedimentação de diversas concentrações da polpa integral e polpa homogeneizada em suco clarificado

Meio dispersante: suco clarificado

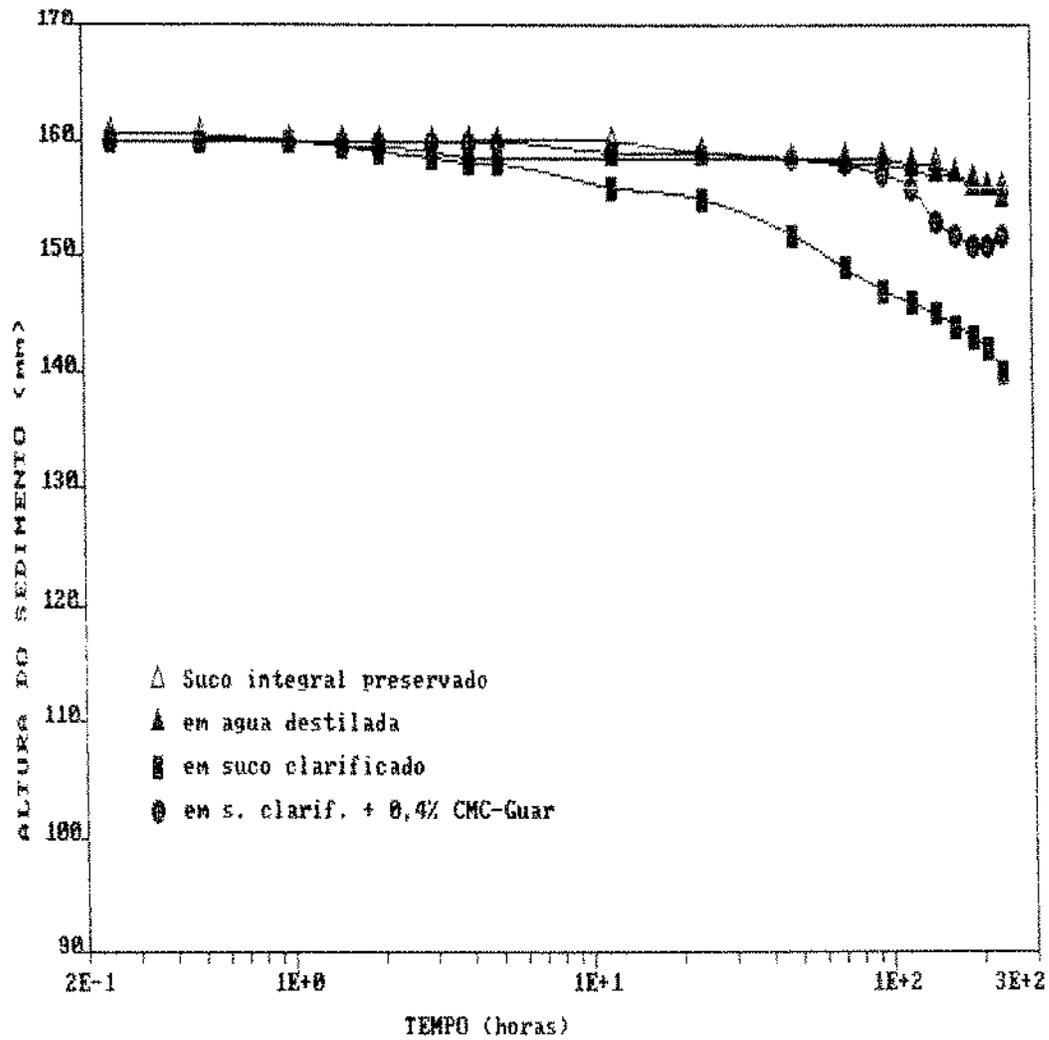


Figura 21 - Velocidade de sedimentação da polpa integral a 15% p/p em diversos meios dispersantes

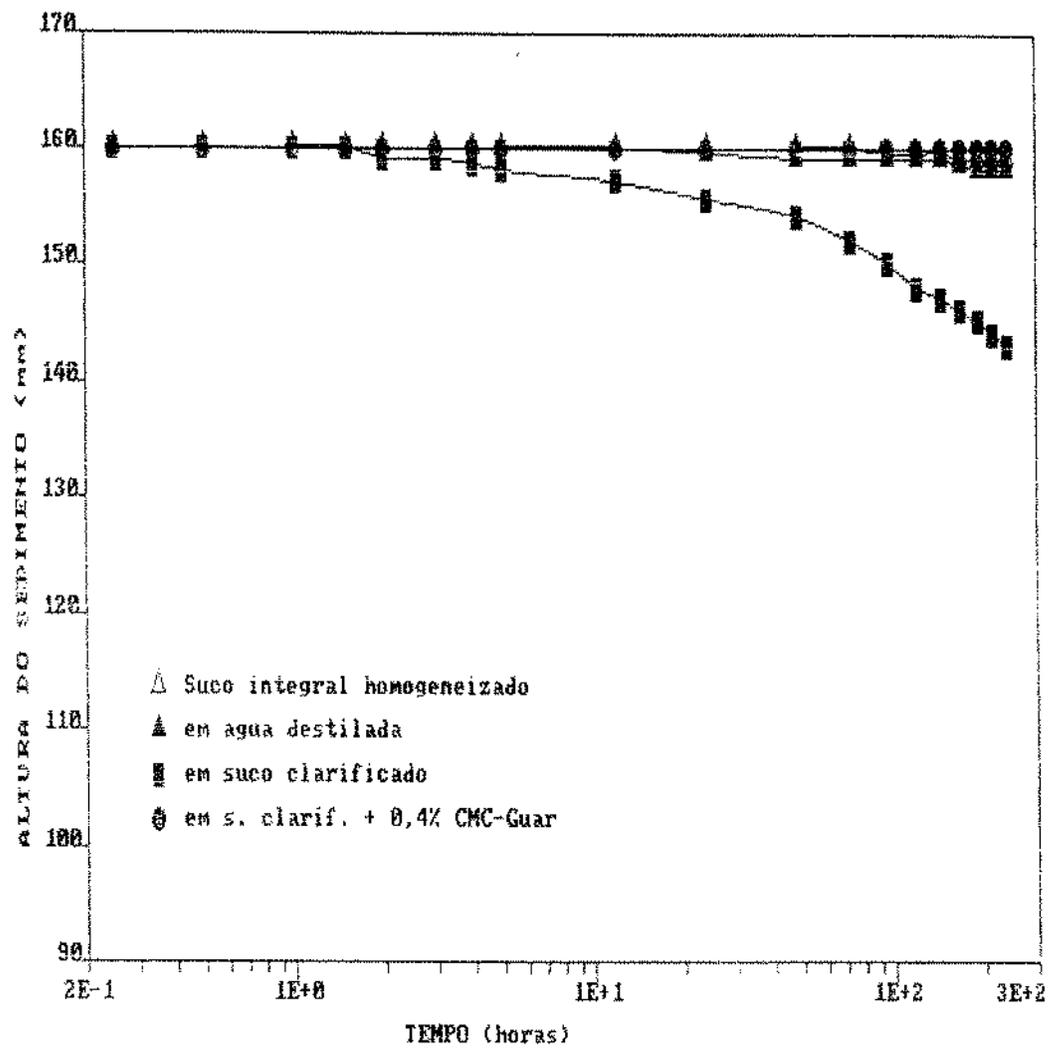


Figura 22 - Velocidade de sedimentação da polpa homogeneizada 15% p/p em diversos meios dispersantes

O mesmo fenômeno foi observado por LUIZ MARIA (1981), a qual concluiu que as lavagens arrastam consigo o material coloidal e algumas partículas mais finas, provavelmente responsáveis pelo retardamento da sedimentação do suco integral.

Nota-se ainda que as suspensões em água mostraram-se mais estáveis que as suspensões em suco centrifugado, apresentando uma velocidade de sedimentação similar aos sucos integrais.

Esse comportamento também pode ser observado pela comparação da velocidade de sedimentação das suspensões a 10 e 15% de polpa, ilustradas nas Figuras 19 e 20 (suspensões em água e suco centrifugado, respectivamente).

De acordo com a teoria da sedimentação em sucos exposta por TRESSLER e JOSLYN (1961) e confirmada por MONTGOMERY (1988), o fato da polpa do suco de maracujá ter apresentado maior estabilidade quando suspensa em água, que quando suspensa no suco centrifugado, pode indicar que na água, as partículas coloidais ficaram mais hidratadas, ou seja, circundadas por uma maior camada de água adsorvida, como também ficaram mais ionizadas, devido à menor concentração de íons de carga oposta (à dos colóides da polpa), presentes na água que no soro do suco. A hidratação e a repulsão, devidas a cargas de mesmo sinal, mantêm as partículas afastadas umas das outras, evitando sua aglomeração e conseqüente precipitação.

Segundo MONTGOMERY (1988) o pH menos ácido da água também pode ter contribuído para a repulsão entre as partículas coloidais, pois com o aumento do pH a pectina e outras mucilagens tornam-se mais ionizadas com cargas negativas.

Quanto ao aumento da viscosidade do meio dispersante nota-se, pelas Figuras 21 e 22, que a adição de 0,4% da mistura de CMC e goma Guar em proporção 1:1 aumentou a viscosidade do suco centrifugado de 4,74 cP para 11,94 cP reduzindo drasticamente a velocidade de sedimentação das partículas suspensas.

A suspensão da polpa homogeneizada em suco centrifugado, cuja viscosidade foi alterada pela adição das gomas, apresentou a melhor estabilidade, em relação a todas as outras suspensões elaboradas nestes estudos de sedimentação, inclusive em relação aos sucos integrais preservados e homogeneizados. Essa suspensão não sofreu nenhuma sedimentação durante os 10 dias de observação.

Os resultados obtidos coincidem com as observações dos pesquisadores ROBINSON e col. (1956) em sucos de tomate, GATCHALIAN e CONTRERAS (1981) em néctar de mamão, e LUIZ MARIA (1981) em suco de cajú integral, os quais concluíram que existe uma relação inversa entre o grau de sedimentação e a viscosidade do soro do suco. Além disso os autores citados concluíram que a quantidade de sólidos suspensos e o tamanho dessas partículas possuem grande influência na sedimentação da polpa dos sucos em questão.

4.6. Estudo da Ação Estabilizante dos Espessantes:

4.6.1. Ação estabilizante dos espessantes utilizados isoladamente:

Os Quadros 22 e 23 resumem os resultados das aplicações isoladas de espessantes, a diferentes concentrações, em suco de

maracujá; e os Quadros 24 e 25 fornecem os resultados para as aplicações de misturas desses espessantes.

Os Quadros 22 e 24 trazem informações sobre o tempo inicial da sedimentação da polpa do suco, o tempo em que se deu a sedimentação máxima e a dimensão dessa sedimentação em termos da altura do sobrenadante. Também é indicado se o sobrenadante ficou límpido ou turvo, bem como a consistência visual de cada suco.

Foram considerados satisfatórios os sucos que apresentaram uma queda máxima da polpa de 2 mm, e uma fluidez de normal a média.

Da observação do Quadro 22 nota-se que diversos espessantes mostraram ter poder estabilizante satisfatório quando utilizados isoladamente, a baixas concentrações, sem alterar a fluidez normal do suco de maracujá. Esses espessantes estão relacionadas no Quadro 26.

Os testes com pectina não deram bons resultados, e mesmo a 1% de concentração, causando uma sensível mudança na fluidez do suco, o espessante não foi capaz de manter a polpa suspensa.

O alginato de sódio, testado até o nível de 0,30% também não mostrou nenhum poder estabilizante, conflitando com os resultados obtidos por MONCRIEF (1953), citado por GLICKSMAN (1969), o qual estabilizou a polpa de bebidas contendo polpa de laranja pela adição de 0,1 - 0,2% de alginato de sódio ou alginato de propileno glicol. Os resultados dos testes com alginato também diferiram daqueles obtidos por GATCHALIAN & CONTRERAS (1981), os quais mostraram, que dentre os três estabilizantes testados em suco de mamão, pectina de maçã, CMC e alginato de propileno glicol em

Quadro 22 - Ação estabilizante dos espessantes isolados.

Espessante	Concentração (%)	Tempo de sedimentação				Sobrenadante		Fluidez Visual
		INICIAL		MÁXIMO		Altura máxima (mm)	Turbidez	
		Horas	Dias	Horas	Dias			
Pectina	0,3	0,5	---	---	30	13	limpido	normal
	0,4	72	---	---	20	12	limpido	normal
	0,5	144	---	---	20	10	limpido	normal
	1,0	96	---	---	25	6	muito turvo	média
Carragena	0,30	---	---	---	---	---	---	gel duro
	0,20	---	---	---	---	---	---	gel duro
	0,02	120	---	---	30	3	turvo	normal
	0,05	---	42	---	69	2	muito turvo	normal
Locusta	0,10	24	---	120	---	2	limpido	normal
	0,15	24	---	---	08	2	limpido	normal
	0,20	---	352	---	50	2	turvo	normal
Guar	0,10	24	---	---	08	2	turvo	normal
	0,15	---	22	---	28	1	turvo	normal
	0,20	24	---	---	08	1,5	turvo	média
	0,30	---	28	---	30	1	turvo	alta
CMC	0,05	48	---	---	32	3	limpido	normal
	0,10	---	26	---	60	2	turvo	normal
	0,15	---	35	---	68	4	turvo	normal
	0,20	---	42	---	---	2,5	turvo	normal
Alginato de Sódio	0,05	---	18	---	35	5	limpido	normal
	0,10	24	---	---	29	7	turvo	normal
	0,20	48	---	---	23	4	turvo	normal
	0,30	24	---	---	13	8	turvo	normal
Xantana	0,05	04	---	---	30	3	turvo	normal
	0,10	24	---	24	---	1	turvo	normal
	0,20	---	---	---	---	---	---	média
Amisoi	0,20	01	---	---	23	8	limpido	normal
	0,30	24	---	---	23	8	limpido	normal
	0,40	24	---	---	16	7	turvo	normal
	0,50	01	---	---	20	7	turvo	normal
	0,80	24	---	---	31	2	turvo	média
	1,00	96	---	---	14	2	limpido	média
Suco Integral	---	04	---	---	27	10	limpido	normal

Quadro 23 - Ação estabilizante dos espessantes avaliada por testes de centrifugação (volume inicial = 20 mL, 3000 rpm/10 minutos).

Gomas	Conc. (%)	Sobrenadante		Turbidez
		Volume (mL)	Porcentagem	
Suco Integral	---	13,5	67,5	límpido
Suco D (estabilizado)	---	9,9	49,5	límpido
Carragena	0,05	10,8	54,0	límpido
	0,08	10,8	54,0	límpido
Locusta (Dialgas)	0,15	12,6	63,0	turvo
Locusta (Grinsted)	0,10	11,4	57,0	turvo
	0,20	10,9	54,5	turvo
Guar	0,15	11,8	59,0	amarelo
	0,20	10,2	51,0	amarelo
CMC	0,15	10,9	54,5	límpido
Xantana	0,15	9,7	48,5	límpido
	0,20	----	----	não separa
Amisol 4000	0,80	8,9	44,5	turvo
Alginato	0,20	13,1	65,5	límpido
Gelodan 543 (mistura comercial)	0,20	11,6	58,0	turvo

níveis de 0,01, 0,05, 0,10 e 0,30%; o suco com PGA a 0,30% apresentou a polpa mais estável.

Nota-se ainda que algumas formulações de pectina e alginato causaram uma sedimentação da polpa maior que aquela observada no suco integral sem gomas. Isso também foi observado nas combinações da pectina e alginato com outros espessantes (Quadro 24). Esse fato nos leva a suspeitar de uma complexação da pectina e do alginato de sódio com alguma substância presente na polpa do maracujá, que ao precipitar, arrastam consigo os outros componentes da polpa. Não se pode deixar de considerar também a incompatibilidade da pectina e alginato com os outros espessantes.

Os resultados satisfatórios obtidos com o amido ceroso (Amisol 4000) foram conseguidos com a sua gelatinização prévia em uma mínima quantidade de água, e depois a solubilização do gel no suco sob vigorosa agitação.

A goma xantana a 0,20% apresentou excelente poder estabilizante, mantendo a polpa do suco de maracujá suspensa por todo o período dos experimentos (\pm 6 meses).

A goma guar também proporcionou boa estabilidade para a polpa do maracujá, porém em menor grau que a xantana.

A estabilidade dessas suspensões foram confirmadas por testes de centrifugação, cujos resultados estão expressos no Quadro 22. Observando-se o volume final do sobrenadante do suco integral e do suco estabilizado da marca D, nota-se uma grande diferença e pode-se então compará-los com os demais sucos preparados com adição de espessantes.

O alginato de sódio, praticamente, não mostrou nenhum poder estabilizante, dando resultado semelhante ao do suco integral, porém sucos com espessantes Xantana a 0,15%, Guar a 0,20%, CMC a 0,15% e Locusta a 0,20%, tiveram estabilidades similares ao suco D, inclusive, melhores que o suco estabilizado pela adição da mistura comercial de gomas (Gelodan 543 a 0,20%). O suco adicionado de Amisol a 0,80% apresentou melhor estabilidade que o suco D; e o suco com Xantana a 0,20% não separou, comprovando sua excelente estabilidade.

4.6.2. Ação estabilizante das misturas de espessantes:

Os resultados dos testes de adição de misturas de espessantes ao suco de maracujá não se apresentaram tão bons quanto era esperado. Nota-se pelo Quadro 24, que relativamente poucas combinações mostraram-se com bom poder estabilizante. Com o prolongamento demasiado desses testes foi necessário avaliar a ação estabilizante dessas misturas de espessantes através da centrifugação (Quadro 25).

As combinações de espessantes que apresentaram ação estabilizante da polpa do suco de maracujá mais eficiente estão relacionadas no Quadro 26.

4.6.3. Seleção dos espessantes mais eficientes:

O Quadro 26 reúne uma relação dos espessantes e misturas de espessantes que apresentaram melhor poder estabilizante para o suco de maracujá integral.

Quadro 24 - Ação estabilizante das misturas de espessantes.

Misturas	Concentração (%)	Tempo de sedimentação				Sobrenadante		Fluidez Visual
		INICIAL		MÁXIMO		Altura máxima (mm)	Turbidez	
		Horas	Dias	Horas	Dias			
Pectina/Guar	0,20/0,05	24	--	--	13	8	límpido	normal
	0,20/0,10	24	--	--	23	7	turvo	normal
	0,20/0,20	24	--	--	24	6	límpido	média
	0,30/0,05	24	--	--	27	7	turvo	normal
	0,30/0,10	24	--	--	20	6	límpido	média
	0,30/0,20	24	--	--	29	7	límpido	média
	0,50/0,10	24	--	--	14	3,5	turvo	média
Pectina/CMC	0,10/0,05	1,5	--	--	14	5	límpido	normal
	0,20/0,05	---	10	--	31	2	turvo	normal
	0,20/0,10	96	--	--	28	4	turvo	normal
	0,30/0,05	48	--	--	26	8	turvo	normal
	0,40/0,05	24	--	--	19	11	turvo	média
	0,40/0,10	24	--	--	13	5,5	límpido	normal
	0,40/0,15	24	--	48	--	1	turvo	normal
Pectina/Locusta	0,30/0,10	24	--	--	31	12	límpido	normal
	0,40/0,10	48	--	--	11	7	turvo	normal
Pectina/Carragena	0,20/0,02	48	--	--	20	7	límpido	normal
	0,20/0,05	24	--	--	25	6	turvo	normal
	0,50/0,05	--	15	--	22	7	turvo	média
	0,50/0,08	24	--	--	20	4	turvo	média
Pectina/Alginato	0,20/0,05	24	--	--	20	8	límpido	média
CMC/Carragena	0,05/0,02	24	--	--	18	4	límpido	normal
	0,10/0,02	--	08	--	30	3	límpido	normal
	0,05/0,05	24	--	--	20	3	límpido	normal
	0,10/0,05	48	--	--	13	3	límpido	normal
	0,10/0,10	24	--	48	--	2	límpido	normal
	0,15/0,05	24	--	48	--	2	límpido	média
CMC/Alginato	0,10/0,10	24	--	--	13	4,5	límpido	normal
CMC/Locusta	0,10/0,10	24	--	--	10	2	turvo	média

Quadro 24 - continuação

Misturas	Concentração (%)	Tempo de sedimentação				Sobrenadante		Fluidez Visual
		INICIAL		MÁXIMO		Altura máxima (mm)	Turbidez	
		Horas	Dias	Horas	Dias			
CMC/Guar	0,05/0,05	48	--	--	24	4	límpido	normal
	0,05/0,10	24	--	--	15	3	límpido	normal
	0,10/0,05	48	--	--	28	3	límpido	normal
	0,10/0,10	24	--	--	26	2	turvo	normal
	0,10/0,15	24	--	120	--	2	turvo	média
	0,15/0,10	48	--	--	09	2,5	turvo	normal
	0,15/0,15	48	--	--	09	2,5	turvo	média
Carragena/Guar	0,02/0,10	24	--	--	30	6	límpido	normal
	0,02/0,15	24	--	--	18	3	turvo	média
	0,04/0,15	24	--	--	20	4	turvo	média
	0,05/0,10	24	--	--	12	10	límpido	normal
	0,10/0,10	24	--	--	10	6	límpido	média
Carragena/Locusta	0,05/0,10	24	--	--	17	3	turvo	normal
	0,05/0,15	24	--	--	09	5	turvo	normal
	0,08/0,10	24	--	--	15	5	turvo	normal
Carragena/Alginato	0,05/0,10	24	--	--	14	7	límpido	normal
Guar/Alginato	0,10/0,10	72	--	--	28	2	turvo	média
	0,10/0,15	24	--	--	08	3	turvo	média
	0,10/0,20	48	--	--	16	12	límpido	média
	0,15/0,10	24	--	--	15	6	límpido	média
Guar/Arábica	0,15/0,50	24	--	--	08	7	límpido	média
Guar/Locusta	0,10/0,10	24	--	--	07	7	límpido	média
Locusta/Alginato	0,10/0,10	72	--	--	14	8	límpido	média
Arábica/Carragena	0,60/0,05	144	--	--	21	3	turvo	média
	0,40/0,05	24	--	--	15	5	límpido	normal
	0,60/0,08	72	--	--	12	4	turvo	normal
Amisol/Carragena	0,50/0,02	---	16	--	30	2	turvo	média
	0,60/0,02	24	--	--	30	5	turvo	média

Quadro 24 - continuação

Misturas	Concentração (%)	Tempo de sedimentação				Sobrenadante		Fluidez Visual
		INICIAL		MÁXIMO		Altura máxima (mm)	Turbidez	
		Horas	Dias	Horas	Dias			
Amisol/CMC	0,30/0,05	24	--	--	31	11	limpido	normal
	0,50/0,05	24	--	--	27	5	turvo	normal
	0,60/0,05	48	--	--	30	6	turvo	normal
	0,30/0,10	--	--	--	30	5	turvo	normal
	0,30/0,15	24	--	--	13	3	turvo	média
	0,40/0,10	48	--	--	12	4	turvo	média
Amisol/Guar	0,50/0,10	24	--	--	12	5	limpido	normal
	0,50/0,20	96	--	--	36	5	turvo	média
	0,60/0,10	48	--	--	20	3	turvo	normal
	0,60/0,15	48	--	--	23	5	turvo	média
	0,70/0,10	72	--	--	25	4	turvo	média
Amisol/Locusta	0,50/0,10	24	--	--	32	6	turvo	média
	0,50/0,20	168	--	--	36	5	turvo	média
	0,60/0,10	48	--	--	31	6	turvo	média
Amisol/Alginato	0,50/0,05	24	--	--	29	7	limpido	normal
Amisol/Pectina	0,50/0,30	48	--	--	29	25	turvo	normal
Xantana/Carragena	0,10/0,15	--	08	--	19	2	turvo	média
Xantana/Guar	0,10/0,10	24	--	--	12	3	turvo	normal
	0,10/0,15	24	--	--	08	3	turvo	média
	0,15/0,10	24	--	--	16	4	limpido	média
Xantana/Locusta	0,15/0,10	24	--	--	15	3	turvo	normal

Quadro 25 - Ação estabilizante das misturas de espessantes avaliada por testes de centrifugação (Volume inicial = 20 mL, 3000 rpm/10 minutos).

Misturas	Conc. (%)	Sobrenadante		
		Volume (mL)	(%)	Turbidez
Pectina/CMC	0,40/0,15	9,6	48,0	turvo
Pectina/Carragena	0,50/0,08	10,5	52,5	límpido
CMC/Carragena	0,10/0,05	10,9	54,5	límpido
	0,10/0,10	10,6	53,0	límpido
	0,15/0,05	10,3	51,5	límpido
CMC/Guar	0,05/0,10	11,0	55,0	límpido
	0,05/0,15	10,9	54,5	turvo
	0,10/0,10	10,5	52,5	turvo
	0,10/0,15	10,1	50,5	turvo
	0,15/0,10	9,6	48,0	turvo
CMC/Xantana	0,10/0,03	10,3	51,5	turvo
	0,10/0,05	10,0	50,0	turvo
Locusta/Xantana	0,10/0,15	11,7	58,5	límpido
Guar/Xantana	0,10/0,05	13,4	67,0	turvo
	0,10/0,10	12,4	62,0	turvo
	0,10/0,15	11,3	56,5	turvo
	0,15/0,05	11,3	56,5	turvo
	0,15/0,10	12,2	61,0	turvo
Guar/Alginato	0,10/0,05	13,6	68,0	turvo
	0,10/0,10	11,2	56,0	turvo
Guar/Carragena	0,15/0,04	12,0	60,0	límpido
Arábica/Carragena	0,60/0,05	13,6	68,0	límpido
	0,60/0,06	13,5	67,5	límpido
	0,60/0,08	13,3	66,5	límpido
Amisol/CMC	0,30/0,05	11,8	59,0	turvo
	0,30/0,10	10,5	52,5	turvo
	0,30/0,15	10,4	52,0	turvo
	0,50/0,15	9,7	48,5	turvo
Amisol/Guar	0,50/0,10	10,9	54,5	turvo
	0,80/0,10	8,6	43,0	turvo

Quadro 26 - Espessantes e misturas de espessantes que apresentaram maior poder estabilizante.

Concentrações (%)	
Gomas Isoladas:	Carragena 0,05 Locusta 0,20 Guar 0,15 e 0,20 CMC 0,10 e 0,20 Xantana 0,10; 0,15 e 0,20 Amisol 0,80 e 1,00
Misturas de Gomas:	CMC 0,10/Carragena 0,10 CMC 0,15/Carragena 0,05 CMC 0,10/Locusta 0,10 CMC 0,10/Guar 0,10 CMC 0,10/Guar 0,15 CMC 0,15/Guar 0,10 Guar 0,10/Alginato 0,10 Amisol 0,50/Carragena 0,02 Xantana 0,10/Carragena 0,05 Pectina 0,40/CMC 0,15 CMC 0,10/Xantana 0,05 Amisol 0,50/CMC 0,15 Amisol 0,80/Guar 0,10

Porém, para uma escolha final das melhores formulações levou-se em consideração o fator custo, ou seja, o preço de cada espessante e a quantidade em que ele entrava na formulação; eliminando-se assim os espessantes ou misturas deles de custo mais elevado. Para tanto, baseou-se em uma tabela de preços médios de cada espessante, coletados de diversos fornecedores, e relacionados no Quadro 27.

Ainda assim, restaram muitos espessantes e combinações deles não sendo possível testar a todos quanto a sua qualidade sensorial, comportamento reológico e características químicas. Inicialmente foram escolhidos os espessantes Guar 0,15% e Amisol 4000 0,80%, por terem apresentado excelentes resultados de estabilidade e também devido a seu baixo custo. A goma guar é a goma mais barata encontrada no mercado, e o amido é 28 vezes ainda mais barato. Testando-os sensorialmente poder-se-ia ter uma idéia do comportamento sensorial de outras combinações em que esses espessantes fariam parte.

As combinações de CMC/Guar foram eliminadas por não apresentarem resultados muito definidos em relação às variações nas concentrações dos dois espessantes componentes.

A combinação Pectina 0,40%/CMC 0,15% também foi eliminada por se acreditar que seu efeito estabilizante era responsabilizado somente pela CMC.

Apesar de muito cara, a Xantana 0,20% foi escolhida para participar dos testes sensoriais devido à sua excelente estabilidade, como um padrão de ação estabilizante.

Quadro 27 - Cotação de alguns espessantes em US\$/kg.

Espessantes	US\$/kg
Xantana	42,00
Gelodan 543	37,00
Carragena	31,00
Alginato de Sódio	30,00
Locusta (LBG)	28,00
CMC	22,00
Pectina	20,00
Guar	7,00
Amisol 4000	0,25

A partir daí, escolheu-se uma combinação que substituisse parte da goma xantana por outro espessante mais barato, e a combinação eleita foi a CMC 0,10%/Xantana 0,05%, pois assim também poder-se-ia estudar o comportamento sensorial da CMC.

Além da goma xantana, elegeu-se a mistura comercial Gelodan 543 0,20% a fim de fazer uma comparação sensorial entre os estabilizantes utilizados nos experimentos e o estabilizante comercial vendido pelo fabricante como sendo específico para sucos de frutas. Cabe aqui ressaltar, que, da identificação das espessantes dessa mistura (item 4.3.) suspeita-se ser esta composta por CMC e Xantana.

4.6.4. Influência da utilização de espessantes no custo do suco de maracujá integral:

O Quadro 27 relaciona o preço de alguns espessantes, em dólares/kg.

Para efetuar o cálculo de quanto seria o acréscimo no custo do suco com a utilização de cada um dos tratamentos escolhidos, foi utilizado o preço de mercado de uma garrafa de suco de maracujá integral de 500 mL.

Portanto, utilizando-se as cotações apresentadas no Quadro 27, temos:

1) Para o Tratamento B (Gelodan 543 0,20%):

500 mL de suco x 0,20% = 1,0 g espessante/garrafa.

Preço de 1 kg espessante = US\$37,00.

Preço de 1 g espessante = US\$0,037.

Considerando-se o preço de 1 garrafa de suco integral como sendo US\$1,00, tem-se um acréscimo de 3,7%, em relação ao preço de venda do suco no varejo. Esse acréscimo correlacionado com o custo do produto representaria um percentual maior que o indicado.

2) Para o Tratamento C (Amisol 4000 0,80%):

$$500 \text{ mL} \times 0,80\% = 4 \text{ g espessante/garrafa.}$$

$$1 \text{ kg} = \text{US}\$0,25.$$

$$1 \text{ g} = \text{US}\$0,001.$$

Portanto, um acréscimo de 0,1%.

3) Para o Tratamento D (Guar 0,15%):

$$500 \text{ mL} \times 0,15\% = 0,75 \text{ g/garrafa.}$$

$$1 \text{ kg} = \text{US}\$7,00.$$

$$0,75 \text{ g} = \text{US}\$0,0052.$$

O acréscimo, nesse caso, seria de 0,52%.

4) Para o Tratamento E (Xantana 0,20%):

$$500 \text{ mL} \times 0,20\% = 1 \text{ g/garrafa.}$$

$$1 \text{ kg} = \text{US}\$42,00.$$

$$1 \text{ g} = \text{US}\$0,042.$$

Portanto, o acréscimo seria de 4,2%.

5) Para o Tratamento F (CMC 0,10%/Xantana 0,05%):

$500 \text{ mL} \times 0,10\% = 0,50 \text{ g}$ de CMC/garrafa.

$500 \text{ mL} \times 0,05\% = 0,25 \text{ g}$ de xantana/garrafa.

CMC ==> 1 kg = US\$22,00.

0,50g = US\$0,011.

Xantana ==> 1 kg = US\$42,00.

0,25 g = US\$0,01.

Como a soma dos preços dos dois espessantes perfazem US\$0,021 por garrafa, o acréscimo seria de 2,1%.

Pelos cálculos apresentados nota-se que a adição de 0,80% de Amisol 4000 no suco mostrou não contribuir com um aumento significativo no preço do produto. Além do que é um produto de fabricação nacional, oriundo do milho, de fácil obtenção e aquisição.

O segundo tratamento, mais barato, foi a adição de 0,15% de goma guar, aumentando em apenas 0,5% o preço do suco. A goma guar é atualmente produzida no Brasil e possui preço bastante baixo, bem inferior, inclusive, à pectina cítrica.

Nota-se ainda que a mistura da goma xantana com CMC reduziu o custo da adição do espessante à metade, em relação ao custo da adição de xantana unicamente, proporcionando, no entanto, efeitos semelhantes na estabilização física do suco de maracujá.

Com exceção do Tratamento E (Xantana 0,20%) todos os outros tratamentos apresentaram custos menores que o produto comercial Gelodan 543 0,20%, supostamente formulado por uma mistura de CMC e goma Xantana. Esse produto apresentou excelente ação

estabilizante nos experimentos de sedimentação da polpa do suco de maracujá, porém, seu custo elevado não recomendaria sua utilização para esta finalidade.

4.6.5. Influência da Homogeneização do Suco na Concentração de Espessante:

Baseando-se nos resultados obtidos para a estabilidade física das suspensões do item 4.5. preparadas com a polpa do suco integral homogeneizado, pretendeu-se constatar a eficiência dessa homogeneização através da redução da quantidade de espessante necessária para a estabilização da polpa do suco de maracujá.

Para tanto determinou-se a viscosidade em viscosímetro Contraves na velocidade N^o 15, com o sistema MSA de copo e rotor. Mediu-se também a sedimentação da polpa dos sucos através de testes rápidos de centrifugação a 3000 rpm por 10 minutos, com 20 mL de suco nos tubos. Os resultados obtidos encontram-se no Quadro 28.

Quadro 28 - Resultados dos ensaios de sedimentação e medidas de viscosidade dos sucos integral e homogeneizado estabilizados.

Suco	Viscosidade (cP)	Volume do Sobrenadante (mL)	Porcentagem de Sedimentação (%)
Integral	8,34	13,5	67,5
Integral + 0,8% Amisol	16,26	8,9	44,5
Homogeneizado + 0,8% Amisol	17,65	6,6	33,0
Homogeneizado + 0,4% Amisol	16,42	9,0	45,0

Os resultados obtidos para o suco homogeneizado adicionado de 0,8% de Amisol mostraram que a homogeneização associada à aplicação de espessantes no suco de maracujá pode intensificar consideravelmente o seu efeito estabilizante.

Verifica-se também que, o suco homogeneizado com 0,4% de Amisol comportou-se de maneira semelhante ao suco integral não homogeneizado com adição de 0,8% de Amisol, tanto na viscosidade (16,42 e 16,26 cP, respectivamente) quanto para a sedimentação (9,0 e 8,9 mL, respectivamente). Estes resultados mostram que a homogeneização do suco de maracujá, reduzindo a tamanho médio das partículas suspensas em aproximadamente 40%, exigiu a utilização de metade da concentração de espessante para a obtenção do mesmo efeito estabilizante.

4.7. Determinação de Algumas Características Físicas e Químicas dos Sucos Estabilizados Experimentalmente:

Para efeito de comparação de algumas características físicas e químicas das formulações escolhidas no item anterior (4.6.3.), com o suco integral sem adição de espessantes, foram realizadas medidas de viscosidade, pH, acidez e teor de fibras nas seguintes amostras, as quais passarão a chamar-se tratamentos:

- Tratamento A = Suco Integral = controle
Tratamento B = Mistura Comercial (Gelodan 543) 0,20%
Tratamento C = Amisol 4000 0,80%
Tratamento D = Guar 0,15%
Tratamento E = Xantana 0,20%
Tratamento F = CMC 0,10%/Xantana 0,05%

4.7.1. Determinação da Viscosidade:

Foram determinados os reogramas de todos os tratamentos mencionados, os quais encontram-se graficados na Figura 23. As constantes reológicas dos sucos de cada tratamento estão indicadas no Quadro 29.

Os resultados obtidos mostraram que todos os sucos adicionados de espessantes apresentaram comportamento pseudoplástico. Nota-se, pelos valores de n , que todos os espessantes adicionados aumentaram a pseudoplasticidade dos sucos, sendo que para a maioria desses sucos o valor de n foi praticamente o mesmo, indicando que esses espessantes modificaram, de maneira semelhante, o comportamento reológico do suco de maracujá.

O tratamento que menos modificou o comportamento do escoamento do suco de maracujá foi o tratamento F (CMC 0,10%/Xantana 0,05%), pois foi o que apresentou valores de n e K mais próximos do suco controle.

Por outro lado o tratamento B (Gelodan 543 0,20%) foi o que mais modificou o suco original: apresentou o maior índice de consistência K (1,34) e o menor n (0,365), este último indicando que foi o suco mais pseudoplástico.

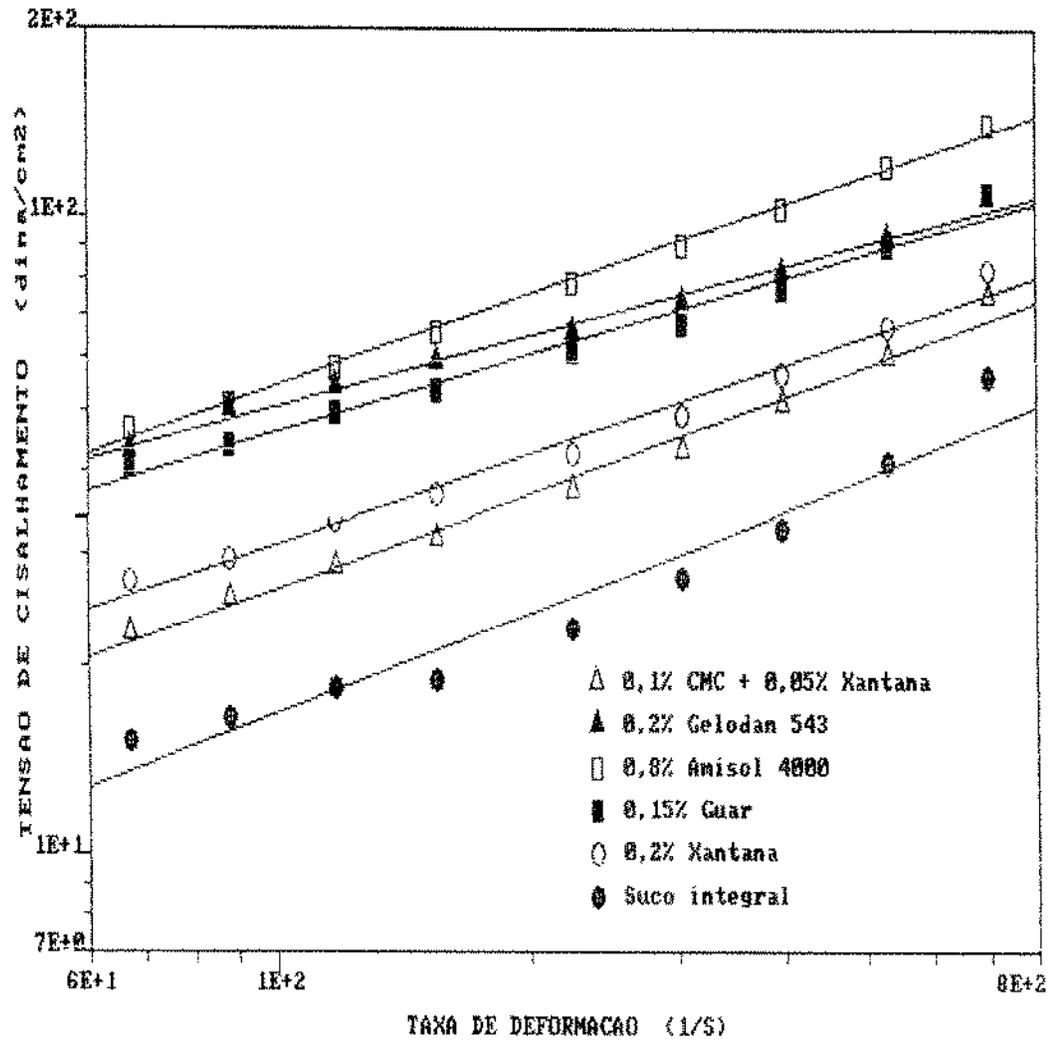


Figura 23 - Reograma dos sucos estabilizados experimentalmente

Quadro 29 - Constantes reológicas dos sucos estabilizados experimentalmente.

Tratamento	Constantes reológicas	
	K (dina-s ⁿ /cm ²)	N (1)
A - Suco integral = controle	0,692	0,530
B - Mistura comercial (Gelodan 543) 0,20%	1,336	0,365
C - Amisol 4000 0,8%	1,258	0,475
D - Guar 0,15%	1,258	0,402
E - Xantana 0,20%	1,036	0,456
F - CMC 0,10%/Xantana 0,05%	0,926	0,493

Coincidentemente as constantes reológicas do suco com Gelodan 543 0,20% estão muito próximas das constantes obtidas para o suco comercial estabilizado da marca D, e as constantes reológicas do suco do tratamento F (CMC 0,10%/Xantana 0,05%) aproximam-se dos valores determinados para o suco estabilizado da marca C.

Os demais tratamentos apresentaram valores intermediários para essas constantes, mostrando que os sucos estabilizados no laboratório, possuem propriedades reológicas compatíveis com os sucos comerciais estabilizados.

A variação da viscosidade dos sucos correspondentes aos tratamentos de A a F, em função da taxa de deformação, é mostrada na Figura 24.

Nota-se, pelas curvas dessa Figura, que todos os sucos adicionados de estabilizantes provocaram um aumento considerável na viscosidade do suco de maracujá integral.

A ordem decrescente de viscosidade dos sucos estabilizados ficou assim Amisol 4000 0,8% (Trat. C), Gelodan 543 0,2% (Trat. B), Guar 0,15% (Trat. D), Xantana 0,2% (Trat. E) e CMC 0,1/Xantana 0,05% (Trat. F), sendo que os três primeiros e os dois últimos distribuem-se em dois grupos distintos em relação à semelhança do comportamento das viscosidades.

Observa-se também que as viscosidades dos sucos estabilizados experimentalmente comportaram-se de forma semelhante aos sucos comerciais estabilizados (Figura 9).

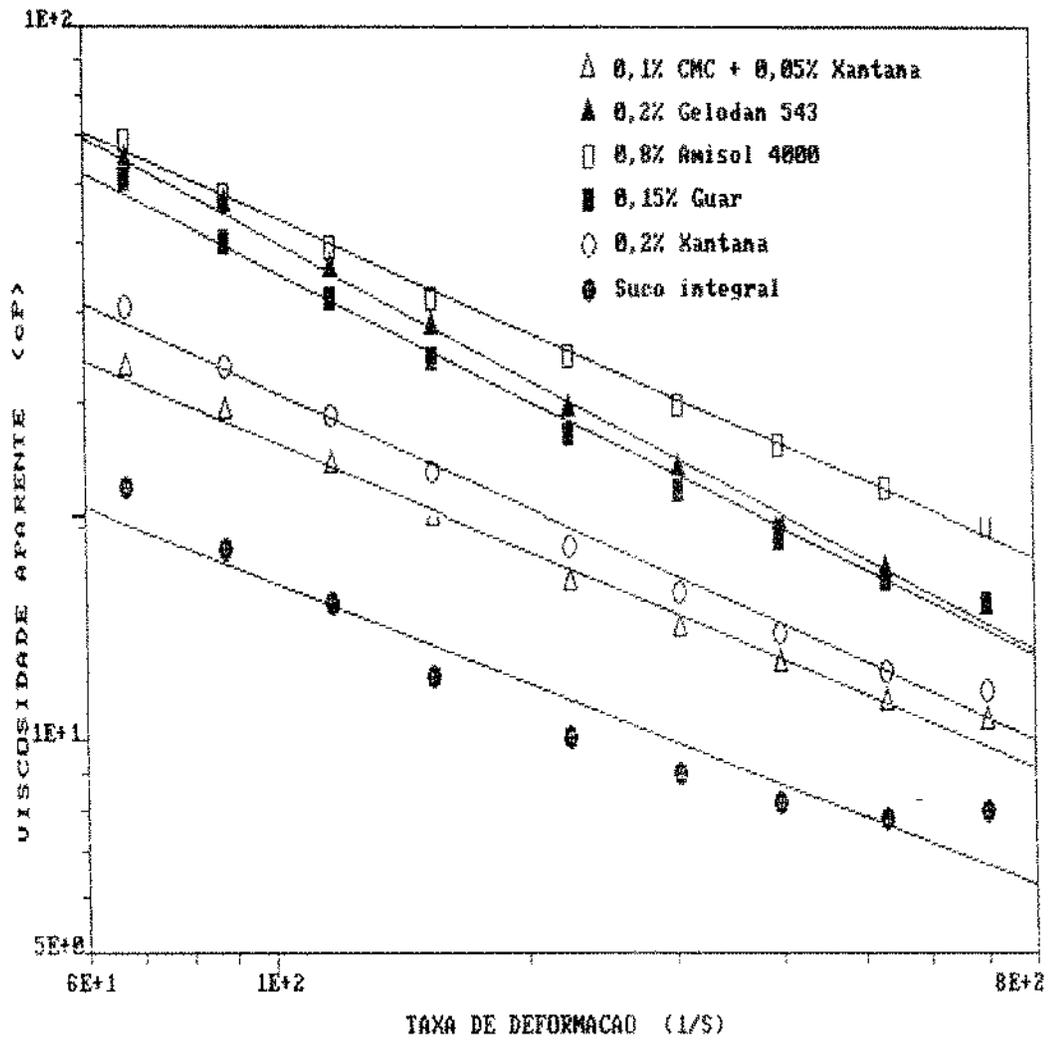


Figura 24 - Viscosidade aparente dos sucos estabilizados experimentalmente, em função da taxa de deformação

4.7.2. Determinação da Acidez e Teor de Fibras:

No Quadro 30 são mostrados os resultados das determinações de acidez total e o teor de fibras para os sucos de todos os tratamentos.

Os resultados mostraram que a adição dos espessantes não provocou nenhuma alteração na acidez total do suco de maracujá.

Quanto ao teor de fibras observou-se que todos os tratamentos com adição de espessantes apresentaram praticamente os mesmos valores. Apesar desses valores serem um pouco mais elevados que o teor de fibra encontrado para o suco controle não se pode concluir que a presença dos espessantes utilizados tenha contribuído para o aumento do teor de fibras do suco. De fato, a níveis tão baixos como 0,1 - 0,2%, os espessantes não contribuem significativamente para o teor global de fibra no alimento. Entretanto, segundo ANDON (1987), se forem utilizados certos tipos desses espessantes que possuem baixa viscosidade, pode-se aumentar bastante o nível da adição do espessante, e com isso começar a adicionar fibras ao produto.

4.8. Análise Sensorial:

Para se avaliar as características sensoriais dos sucos de maracujá adicionados de goma, tornou-se necessário avaliar atributos de aparência e sabor, os quais contribuem efetivamente para a qualidade geral do produto.

Quadro 30 - Resultados das determinações de acidez total titulável e fibras para os sucos dos diversos tratamentos.

Tratamentos	Acidez Total Titulável (% ácido cítrico)	Teor de Fibras (%)
A = Suco integral	3,87	0,19
B = Gelodan 543 0,2%	3,97	0,23
C = Amisol 4000 0,8%	3,91	0,22
D = Guar 0,15%	3,87	0,21
E = Xantana 0,2%	3,97	0,21
F = CMC 0,10%/Xantana 0,05%	3,85	0,23

Com o método de avaliação sensorial empregado neste trabalho, Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), é possível descrever e discriminar as principais características que compõem, por exemplo, o sabor de um alimento, além de medir a intensidade das sensações percebidas, e ordem em que são percebidas (STONE e SIDEL, 1985).

Até a presente data o método da ADQ não tinha sido ainda aplicado em suco de maracujá. Todos os trabalhos com maracujá que envolveram uma avaliação sensorial dos produtos finais utilizaram-se de métodos de diferença e/ou preferência, como os trabalhos de CECCHI (1978); NAZARÉ e col. (1979 a, b); CASIMIR e WHITFIELD (1978); SESSA (1985).

A ADQ foi desenvolvida utilizando-se, inicialmente, flocos de cereais (STONE e col., 1974). Mais tarde a ADQ foi usada para cerveja (MEILGAARD e col., 1979), feijão (GARRUTI e BOURNE, 1983) e vinho (NOBLE, 1984). Entretanto, para o caso do suco de maracujá houve necessidade de se desenvolver uma técnica específica na fase de treinamento da equipe de provadores com dois objetivos principais: 1º) seleção e definição dos atributos de aroma + gosto (sabor), atributos de sensação na boca (aqueles relacionados à consistência/textura) e atributos de sensação residual (aqueles relacionados a outras sensações heaptesis como irritação, queimação, dor, pressão, etc.); 2º) conceito e uso da escala de intensidade.

Os atributos de aparência selecionados pela equipe de provadores, para a avaliação sensorial dos sucos de maracujá estabilizados experimentalmente foram os seguintes (Figura 5): "cor

amarela", "cor laranja", "turbidez" (os estabilizantes poderiam provocar uma opacidade no suco), "separação de fases" (sedimentação da polpa do suco diluído) e "aparência geral". Em relação ao sabor e sensação na boca (Figura 6) os atributos escolhidos para a caracterização do suco de maracujá foram: "maracujá" (sabor e aroma típicos da fruta), "ácido", "estranho" (qualquer sabor/aroma percebido e não característico do maracujá), "adstringente", "pulverulento" (sensação de pó na língua devido a partículas grossas da polpa ou aos espessantes não solubilizados), "corpo" (relacionado com a viscosidade), "recobrimento na língua" (sensação de formação de um filme na língua devido, segundo alguns provadores, à forte adstringência, e segundo outros, à adesividade provocada pela goma), "irritação na garganta" e "impressão global". Os atributos recobrimento na língua e irritação na garganta correspondiam a sensações residuais, após a deglutição. A impressão global seria a dimensão de todas as sensações percebidas, incluindo a aparência.

4.8.1. Análise da consistência da equipe de provadores:

Os resultados obtidos da análise da variância dos atributos sensoriais do suco de maracujá integral (controle) realizados em 5 dias estão apresentados no Quadro 31. Nota-se que apenas 6 dos 14 atributos avaliados não apresentaram diferença significativa entre as repetições.

Como neste estudo o interesse se concentra nas repetições dentro de cada provador e atributo, a análise da variância do Quadro 31 foi modificada neste sentido, sendo que os resultados obtidos constam do Quadro 32.

Fixando-se o nível de erro aceitável para se determinar se o provador é consistente ou não a 1%, obtém-se uma boa frequência de resultados não significativos para a maioria dos provadores.

Neste caso, admitiu-se que a retirada dos dois provadores que apresentaram maior frequência de resultados significativos a 1% de probabilidade, melhoraria consideravelmente a consistência da equipe.

4.8.2. Análise sensorial do suco de maracujá:

Após a eliminação dos dois provadores que tiveram desempenho diferente dos demais membros da equipe, procedeu-se à análise de variância dos atributos sensoriais, para todos os tratamentos analisados. Os resultados obtidos constam do Quadro 33.

Foram detectadas diferenças estatisticamente discerníveis entre os provadores em todos os atributos avaliados, as quais possivelmente estão relacionadas ao fato dos provadores terem usado diferentes partes da escala de intensidade, e como resultado, há diferença discernível entre as médias para cada provador. Essa diferença entre os provadores é considerada normal neste tipo de teste (NOBEL, 1988).

Os únicos atributos que apresentaram interação provadores X tratamentos significativas foram "separação de fase" e

Quadro 31 - Valores da estatística de F_0 da análise de variância dos dados de avaliação sensorial do suco de maracujá ítegral (controle), realizada em 5 dias (repetições), e suas significâncias.

ATRIBUTOS SENSORIAIS	F.V.		
	Provadores	Repetições	Prov. x Repet.
COR AMARELA	121,49**	4,58**	9,95**
COR LARANJA	110,27**	8,55**	9,66**
TURBIDEZ	90,67**	4,48**	6,35**
SEPARAÇÃO DE FASES	26,69**	19,76**	6,63**
APARÊNCIA GERAL	15,62**	5,15**	3,15**
MARACUJÁ	21,33**	0,48n.s.	1,84n.s.
ÁCIDO	8,00**	4,09**	1,40n.s.
ESTRANHO	17,17**	1,59n.s.	3,20**
ADSTRINGENTE	39,70**	2,27n.s.	2,20**
PULVERULENTO	56,24**	1,46n.s.	1,16n.s.
CORPO	30,84**	3,91n.s.	2,98**
RECOBRIMENTO LÍNGUA	30,61**	0,42n.s.	1,31n.s.
IRRITAÇÃO NA GARGANTA	31,04**	8,64**	2,44**
IMPRESSÃO GLOBAL	7,14**	1,97n.s.	2,93**

n.s. = não significativo ao nível de erro de 5%.

* = significativo ao nível de erro de 5%.

** = significativo ao nível de erro de 1%.

Quadro 32 - Valores da estatística de F₀ para repetição dentro de cada provador e atributo, e suas significâncias (Complementação do Quadro 29).

F.V.	F ₀													
	Cor Amarela	Cor Laranja	Turbidez	Separ. Fases	Apar. Geral	Haracujá	ácido	Estranho	Adstring.	Pulver.	Corpo	Recob. Língua	Irritação Garganta	Impressão Global
Rep. d. Prov-01	3.05*	5.38*	9.73**	15.77**	11.76**	2.64*	2.43ns	13.07**	9.88**	3.75**	5.04**	0.57ns	4.70**	3.64*
Rep. d. Prov-02	0.28**	56.26**	3.06*	9.88**	3.37*	2.61*	0.52ns	0.57ns	1.00ns	0.20ns	6.38**	2.88*	1.07ns	1.68ns
Rep. d. Prov-03	7.14**	0.30ns	7.96**	8.38**	4.55**	0.64ns	0.73ns	0.56ns	0.33ns	0.42ns	0.91ns	1.16ns	0.76ns	2.98*
Rep. d. Prov-04	1.78ns	5.77**	1.07ns	1.03ns	2.31ns	0.78ns	0.10ns	1.81ns	0.47ns	4.32**	1.82ns	0.27ns	2.15ns	1.70ns
Rep. d. Prov-05	4.90**	1.54ns	0.10ns	2.78*	4.47**	0.84ns	3.81**	1.72ns	4.54**	0.57ns	1.27ns	1.14ns	5.05**	2.26ns
Rep. d. Prov-06	1.13ns	10.60**	2.00*	0.29ns	0.56ns	0.27ns	0.27ns	1.36ns	1.05ns	0.0ns	0.83ns	1.14ns	1.23ns	0.11ns
Rep. d. Prov-07	4.17**	6.45**	7.53**	16.53**	3.87**	2.64*	1.53ns	4.94**	1.16ns	0.0ns	2.97*	1.14ns	0.74ns	3.18*
Rep. d. Prov-08	24.44**	2.25ns	22.57**	3.50*	2.47ns	2.07ns	1.56ns	3.53*	1.00ns	2.04ns	0.96ns	0.73ns	1.82ns	2.54*
Rep. d. Prov-09	47.42**	6.70**	9.57**	26.05**	1.19ns	4.53**	1.61ns	0.52ns	2.10ns	0.44ns	12.46**	0.66ns	7.02**	11.06**
Rep. d. Prov-10	3.20*	3.34*	1.96ns	2.62*	1.67ns	0.48ns	4.03**	0.10ns	4.31**	0.58ns	0.24ns	4.30**	3.52*	1.88ns
Rep. d. Prov-11	1.08ns	1.24ns	3.73**	0.31ns	1.24ns	0.39ns	1.33ns	8.56**	0.64ns	1.80ns	2.75*	0.77ns	1.57ns	1.32ns
Rep. d. Prov-12	7.46**	6.84**	2.19ns	4.61**	2.51ns	1.68ns	1.04ns	0.03ns	0.01ns	0.0ns	1.03ns	0.06ns	5.89**	3.65*

ns = não significativo ao nível de erro de 5%.

* = significativo ao nível de erro de 5%.

** = significativo ao nível de erro de 1%.

Quadro 33 - Valores da estatística de F_0 da análise de variância dos dados da avaliação sensorial do suco de maracujá submetido a seis tratamentos, e suas significâncias.

ATRIBUTOS SENSORIAIS	F.V.		
	Provedores	Tratamentos	Prov. x Tratam.
COR AMARELA	96,70**	0,87n.s.	0,79n.s.
COR LARANJA	47,66**	0,19n.s.	1,03n.s.
TURBIDEZ	68,20**	0,73n.s.	1,35n.s.
SEPARAÇÃO DE FASES	42,53**	2,72**	3,45**
APARÊNCIA GERAL	13,97**	16,64**	1,43n.s.
MARACUJÁ	56,72**	0,98n.s.	1,33n.s.
ÁCIDO	19,28**	2,49*	1,24n.s.
ESTRANHO	27,50**	2,75*	1,13n.s.
ADSTRINGENTE	43,30**	1,82n.s.	1,47*
PULVERULENTO	52,65**	4,23**	1,02n.s.
CORPO	91,53**	1,52n.s.	0,89n.s.
RECOBRIMENTO LÍNGUA	23,61**	3,00*	1,09n.s.
IRRITAÇÃO NA GARGANTA	40,937**	3,47**	0,61n.s.
IMPRESSÃO GLOBAL	10,08**	1,25n.s.	1,08n.s.

n.s. = não significativo ao nível de erro de 5%.

* = significativo ao nível de erro de 5%.

** = significativo ao nível de erro de 1%.

"adstringente". O comportamento de cada provador em relação a cada tratamento, para os atributos separação de fases e adstringente estão ilustrados nas Figuras 25 e 26 respectivamente.

Nota-se, pela Figura 25, que as curvas para o suco integral (trat. A), Gelodan 0,20% (trat. B) e Amisol 0,80% (trat. C) cruzam-se algumas vezes, mas apresentam-se quase paralelas, sendo muito pequenas as diferenças entre os valores dados por cada provador. O suco com xantana 0,20% (trat. E) apresentou grande variação em relação aos valores atribuídos por cada um dos provadores ao atributo analisado, porém, para todos os provadores, esses valores foram superiores aos valores dados para os demais tratamentos.

Porém os provadores divergiram grandemente em relação ao suco com CMC 0,10%/xantana 0,05% (trat. F), sendo que alguns deles acharam que a "separação de fases" foi muito maior que a do suco controle e do suco com goma guar 0,15%, porém outros praticamente não acharam diferença entre o tratamento F e os demais tratamentos citados. Portanto, acredita-se que esse tratamento pode ter grande parcela de contribuição à alta diferença significativa obtida na interação provador x tratamento para o atributo separação de fases.

Foram detectadas diferenças estatisticamente discerníveis entre os tratamentos para os atributos separação de fases, aparência geral, pulverulento e irritação na garganta. Os tratamentos também diferiram entre si em relação aos atributos ácido, estranho e recobrimento na língua. Porém quando realizado o teste de Tukey, as médias dos atributos ácidos e estranho para

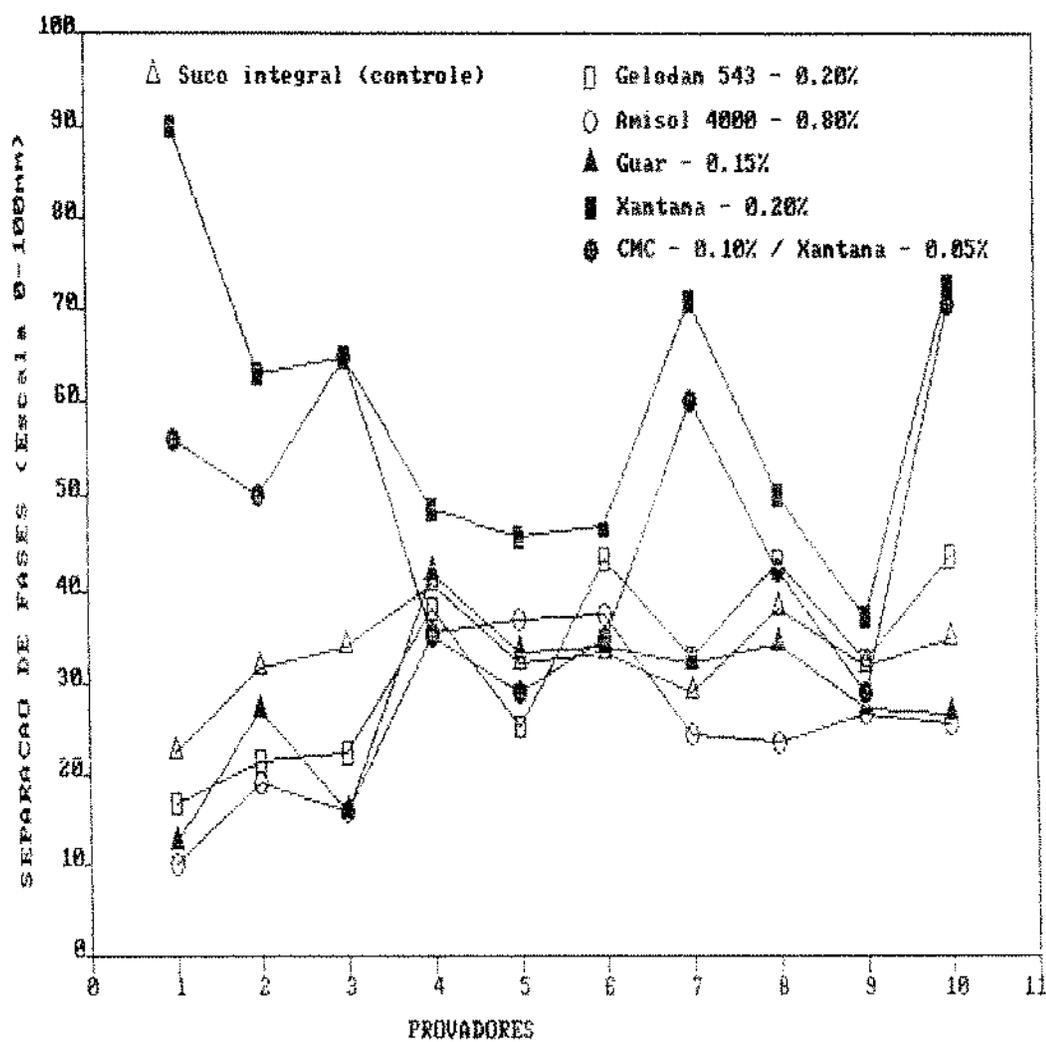


Figura 25 - Consistência da equipe de provadores em relação ao atributo "separação de fases"

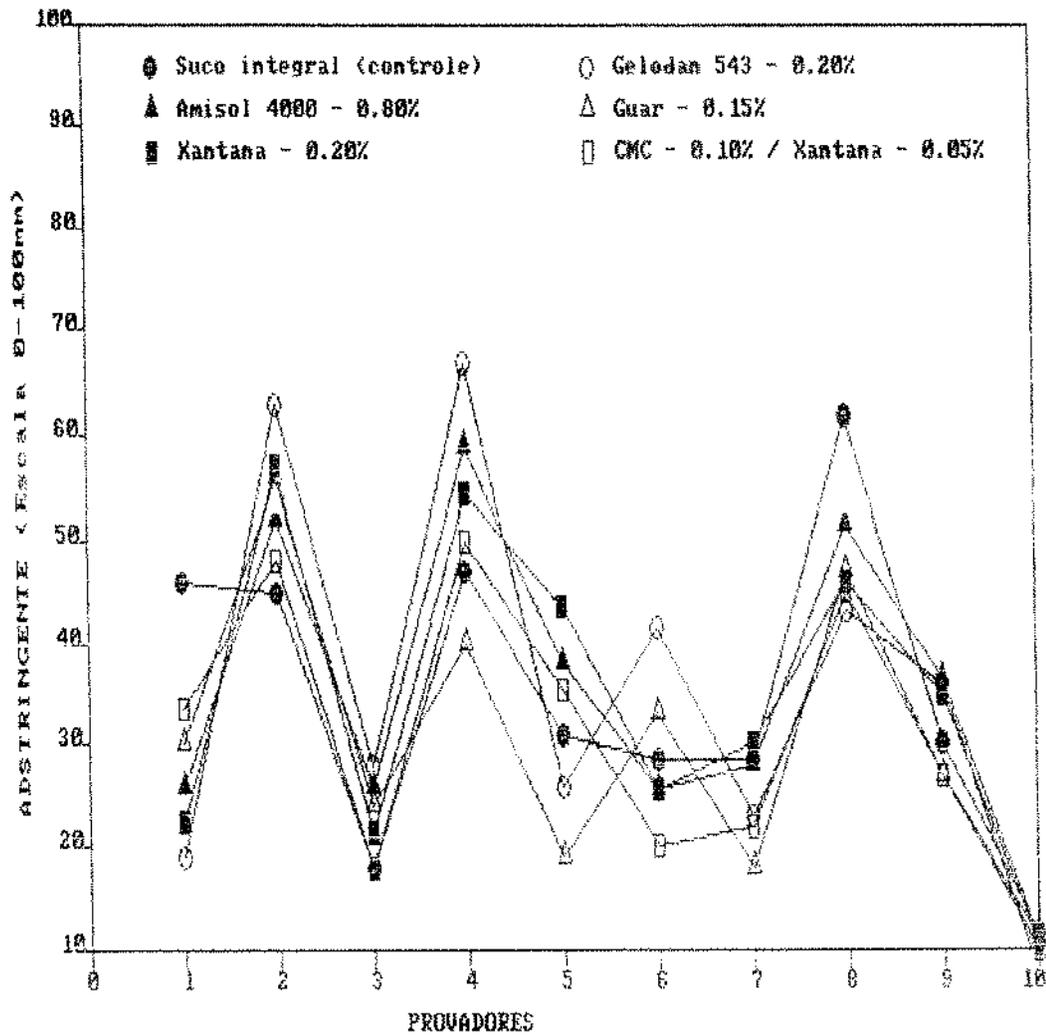


Figura 26 - Consistência da equipe de provadores em relação ao atributo "adstringente"

todos os tratamentos, não diferiram significativamente entre si ao nível de erro de 5%

As médias e o resultado do teste de Tukey para cada um dos atributos sensoriais avaliados estão apresentados no Quadro 34. Nota-se que os tratamentos de Xantana 0,20% e CMC 0,10%/Xantana 0,05% apresentaram as maiores médias para o atributo "separação de fases", e conseqüentemente, as menores médias para o atributo aparência geral; indicando que esses tratamentos apresentaram a pior estabilidade da polpa do suco de maracujá diluído. Os referidos estabilizantes provocavam uma floculação da polpa, quando o uso era diluído (1 + 7) causando uma aparência atípica para o suco de maracujá.

Nas Figuras 27 e 28 respectivamente, estão apresentadas as configurações de ADQ para aparência e sabor. Essas configurações permitem comparar, mais efetivamente, o perfil de aparência e sabor de cada tratamento. O centro da figura representa intensidade zero, e a intensidade de cada atributo aumenta, com o aumento da distância do centro. As médias obtidas para cada tratamento (Quadro 31) foram interligadas para produzir uma configuração descritiva de aparência e sabor.

Verifica-se pela Figura 27 que todos os tratamentos apresentaram alta intensidade e comportamento similar para "cor amarela". Para os atributos "turbidez" e "cor laranja", as intensidades foram decrescentes, nessa ordem, não havendo também, diferenças significativas entre os tratamentos. Nota-se também que os quatro primeiros tratamentos apresentaram uma "separação de fases" relativamente baixa e similar, sendo que o suco com Gelodan

Quadro 34 - Valores médios de 40 observações dos atributos sensoriais e suas significâncias obtidas através do teste de Tukey.

ATRIBUTOS SENSORIAIS	TRATAMENTOS					
	A SUCO INTEGRAL	B MISTURA COMERCIAL 0,20%	C AMISOL 4000 0,80%	D GUAR 0,15%	E XANTANA 0,20%	F CMC 0,10%/ XANTANA 0,05%
COR AMARELA	76,40a	77,80a	77,40a	77,7a	76,10a	76,97a
COR LARANJA	26,57a	30,97a	29,00a	29,37a	29,08a	29,88a
TURBIDEZ	52,25a	51,25a	49,82a	49,03a	52,70a	52,07a
SEPARAÇÃO DE FASES	32,85c	32,02c	25,62c	28,57c	59,02a	47,22b
APARÊNCIA GERAL	64,72a	58,60ab	64,72a	64,77a	48,85c	55,25b
MARACUJÁ	56,12a	54,0a	53,65a	55,67a	52,07a	55,54a
ÁCIDO	54,77a	48,32a	52,20a	48,47a	50,52a	53,15a
ESTRANHO	21,50a	27,40a	28,67a	27,32a	25,67a	21,62a
ADSTRINGENTE	34,78a	35,43a	35,35a	30,40a	34,63a	30,93a
PULVERULENTO	17,85b	25,53a	20,72ab	16,97b	17,30b	17,40b
CORPO	36,80a	41,42a	40,92a	38,32a	40,77a	40,28a
RECOBRIMENTO NA LÍNGUA	20,92b	32,30a	26,55ab	22,20b	25,02ab	22,42b
IRRITAÇÃO NA GARGANTA	27,15a	19,00b	23,30ab	27,42a	21,32ab	24,77ab
IMPRESSÃO GLOBAL	53,37a	48,97a	50,30a	53,30a	49,47a	53,62a

As médias na mesma linha acompanhadas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de erro de 5%.

0,20%) apresentou o mesmo comportamento que o suco integral, e os sucos com Amisol 0,80% e com Guar 0,15% foram os que apresentaram melhor estabilidade, ou seja, menor "separação de fases". Esses sucos apresentaram intensidade de aparência geral alta, e com exceção do tratamento com Gelodan 0,20% essas intensidades foram coincidentes.

Na Figura 28 está apresentada a configuração da ADQ para atributos de sabor e sensação na boca. Os dados sugerem um comportamento semelhante para todos os tratamentos em relação aos atributos "maracujá", "adstringente", "corpo", "ácido" e "impressão", sendo a coincidência das médias maior para os atributos "corpo" e "maracujá", indicando que a adição dos espessantes não provocou nenhuma alteração no sabor e aroma da fruta, bem como não conferiu um aumento significativo de corpo (viscosidade) dos sucos diluídos, em relação ao suco integral, sem adição de espessantes.

Observa-se que todos os tratamentos com adição de espessantes apresentaram sabor ácido ligeiramente menor que o controle (suco integral), provavelmente modificados pela adição de espessantes.

Quanto à "impressão global", os sucos adicionados de goma guar 0,20% e da mistura CMC 0,10%/Xantana 0,05% apresentaram valores coincidentes com o suco integral, porém, os outros três tratamentos apresentaram valores um pouco inferiores.

Os tratamentos avaliados mostraram um comportamento diferenciado entre si, somente em relação a quatro atributos: "sabor estranho", "pulverulento" (sensação na boca), "recobrimento

APARÊNCIA
GERAL

COR AMARELA

SEPARAÇÃO
DE FASES

TURBIDEZ

COR LARANJA

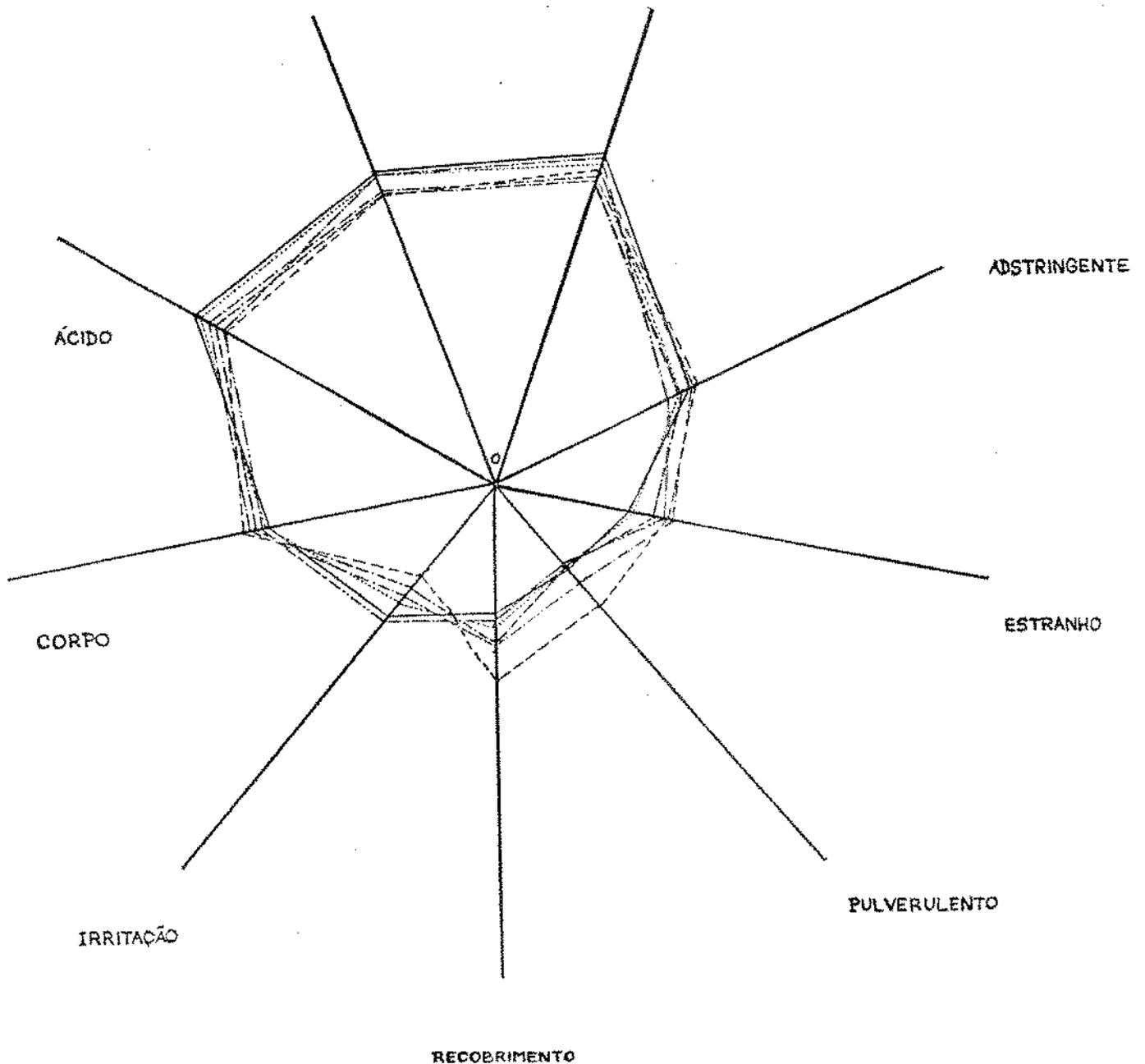
Suco integral	_____
Gelodan 543 0,20%	-----
Amisol 4000 0,80%	-----
Guar 0,15%	-----
Xantana 0,20%	-----
CMC 0,10% +	-----
Xantana 0,05%	-----

Figura 27 - Configuração da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) da aparência, de diferentes adições de espessantes no suco de maracujá integral.

IMPRESSÃO
GLOBAL

MARACUJÁ

167



Suco integral	—————
Gelodan 543 0,20%	- - - - -
Amisol 4000 0,80%	- . - . -
Guar 0,15%	— — — — —
Xantana 0,20%	- - - - -
CMC 0,10% +
Xantana 0,05%

Figura 28 - Configuração da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) do sabor, de diferentes adições de espessantes no suco de maracujá integral.

na língua" e "irritação na garganta" (ambos correspondentes à sensação residual).

Praticamente todos os sucos adicionados de espessantes apresentaram intensidade de sabor estranho maior que para o suco integral, sugerindo que, apesar de não diminuir a intensidade do sabor de maracujá, todos os espessantes utilizados conferiram um leve sabor estranho ao suco. No entanto, essas diferenças não foram estatisticamente diferentes no teste de Tukey ao nível de erro de 5%.

Somente os sucos adicionados de Amisol 4000 0,80% e Gelodan 543 0,20% apresentaram diferenças quanto à sensação de "pulverulento", quando comparados com o suco integral. Coincidentemente, esses mesmos sucos foram os que apresentaram maiores intensidades para "recobrimento na língua". Todos os tratamentos avaliados apresentaram intensidades de "recobrimento na língua" maiores que o suco controle, sugerindo que essa sensação residual foi em grande parte devido à aderência das soluções de espessante na língua, visto que os tratamentos não diferiram quanto à sua adstringência.

Todos os sucos analisados apresentaram comportamento inverso para a sensação de "irritação na garganta", em relação ao "recobrimento na língua". Curiosamente, a maioria dos sucos adicionados de espessantes apresentou menor "irritação na garganta" que o suco integral. Esse fato sugere que os espessantes tiveram o efeito de mascarar a sensação de irritação produzida pelo suco de maracujá.

4.8.3. Determinação instrumental da cor:

Observa-se pelos dados do Quadro 35 que a adição dos diversos espessantes no suco integral teve grande influência nos valores de luminosidade (L), vermelho (a) e amarelo (b) das amostras. A adição de 0,2% Gelodan 543 provocou aumento de luminosidade e amarelo e a diminuição do teor de vermelho da amostra em relação ao padrão (suco integral). A adição de 0,15% de goma guar provocou menores alterações da cor da amostra em relação ao padrão, do que as demais amostras. A adição de 0,2% de xantana provocou significativa redução dos teores de amarelo e de vermelho no suco em relação ao padrão. A adição de 0,8% de Amisol e de 0,10% de CMC/0,05% de xantana provocou diminuição dos teores de luminosidade e amarelo e aumento do teor de vermelho, sendo que essas alterações foram menores na amostra com 0,8% de Amisol.

Na análise da influência dos espessantes sobre a cor do suco diluído (Quadro 35) observa-se diminuição do efeito das adições nas diversas amostras. Quanto à luminosidade, a amostra que recebeu a adição de 0,2% de Gelodan 543 apresentou os valores mais elevados dentre as demais em relação ao padrão, à exemplo do suco integral, assim como teor mais elevado de amarelo. A amostra adicionada de 0,10% CMC/0,05% de xantana apresentou, como o suco integral, teor mais elevado de vermelho.

A amostra adicionada de xantana 0,2% foi a que apresentou valores mais baixos para os três parâmetros analisados.

Os dados de diferença total de cor (E) e de croma (C) das diversas amostras em relação ao padrão (suco integral) podem ser observados no Quadro 36, onde os menores valores de diferença

Quadro 35 - Cor no sistema Hunter dos sucos integral e diluído (1 suco:7 água) com e sem adição de espessantes diferentes.

TRATAMENTOS	Suco Integral			Suco Diluído		
	L _{Hunter}	a _{Hunter}	b _{Hunter}	L _{Hunter}	a _{Hunter}	b _{Hunter}
A - Suco Integral (Padrão)	56,96	17,98	37,06	40,82	6,54	25,14
B - Gelodan 543 0,2%	59,70	14,73	38,50	42,07	6,80	26,05
C - Amisol 0,8%	55,89	19,41	36,49	40,53	6,56	24,89
D - Guar 0,15%	57,26	18,94	37,46	41,01	7,05	25,45
E - Xantana 0,2%	56,20	11,78	34,16	39,08	5,39	23,44
F - CMC 0,10% / Xantana 0,05%	53,94	21,86	35,41	40,79	8,17	25,61

L_{Hunter} = luminosidade; a_{Hunter} = vermelho; b_{Hunter} = amarelo.

Quadro 36 - Diferença de croma (ΔC) e diferença de cor (ΔE) das amostras de sucos integral e diluído em relação ao padrão.

	Diferença de croma (ΔC)		Diferença de cor (ΔE)	
	suco integral	suco diluído	suco integral	suco diluído
B - Gelodan 543 0,2%	3,55	0,95	4,49	1,57
C - Amisol 0,8%	1,54	0,25	1,87	0,38
D - Guar 0,15%	1,04	0,60	1,08	0,63
E - Xantana 0,2%	6,84	2,05	6,89	2,69
F - CMC 0,1%/ Xantana 0,05%	4,22	1,70	5,19	1,70

$$\Delta C = \sqrt{\Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}$$

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}$$

de croma e de cor são os das amostras de suco integral adicionado de 0,15% de goma guar e adicionado de 0,8% de Amisol. Na amostra adicionada de 0,2% de xantana observou-se os maiores valores de diferença de croma e diferença de cor, tanto no suco integral quanto no suco diluído.

O comportamento das diversas amostras dos sucos integral e diluído de maracujá quanto à reflexão da luz pode ser observado nas Figuras 29 e 30, respectivamente. No suco integral (Figura 29) observa-se uma maior separação entre as curvas das diversas amostras. Nas amostras de suco diluído (Figura 30) as curvas das diversas amostras começam a se distinguir uma das outras à comprimentos de onda acima de 540 nm, excetuando-se a amostra E que começa a apresentar valores mais baixos de reflexão à 520 nm.

No Quadro 37 encontram-se os coeficientes de correlação entre as medidas sensoriais e instrumentais de cor.

Quadro 37 - Coeficientes de correlação linear simples entre medida instrumental e sensorial de cor do suco de maracujá diluído.

Cor Sensorial	Cor Instrumental		
	L _{Hunter}	a _{Hunter}	b _{Hunter}
Amarela	0,779 ^{n.s.}	0,472 ^{n.s.}	0,753 ^{n.s.}
Laranja	0,350 ^{n.s.}	0,2845 ^{n.s.}	0,338 ^{n.s.}

n.s. = não significativo ao nível de erro de 5%.

L_{Hunter} = luminosidade.

a_{Hunter} = vermelho.

b_{Hunter} = amarelo

Verifica-se que, apesar de alguns coeficientes de correlação terem se apresentado relativamente elevados, não houve evidência estatística da existência de correlação linear entre as variáveis estudadas.

Este fato deve-se, em grande parte, ao pequeno tamanho das amostras, ou seja, seria necessário ter-se um número bem maior de tratamentos para que os valores dos coeficientes de correlação encontrados fossem significativos.

Acredita-se também que, se os provadores tivessem analisado as amostras todas de uma vez, e não em dias diferentes, como ocorreu nos testes sensoriais, possivelmente ter-se-ia obtido uma melhor correlação entre as medidas sensoriais e instrumentais da cor do suco de maracujá.

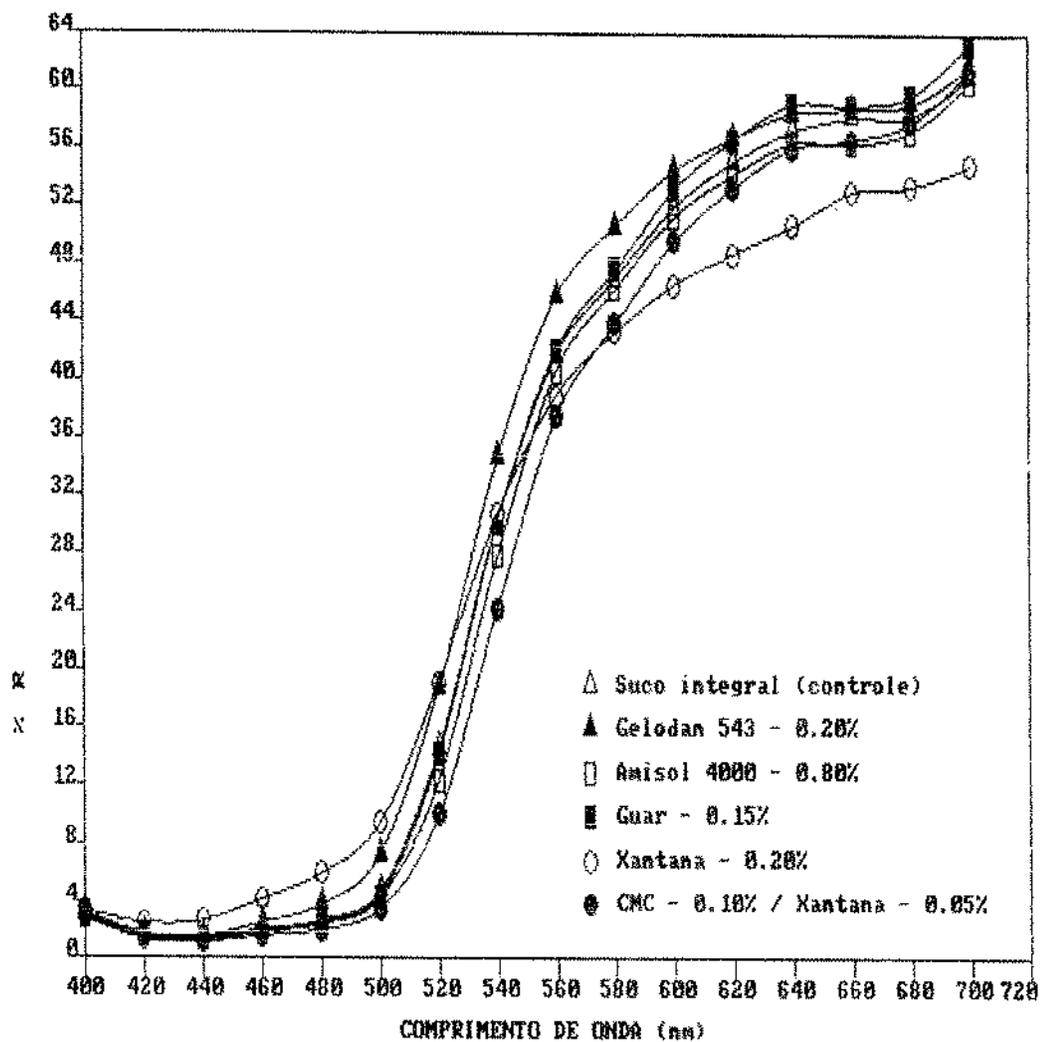


Figura 29 - Curvas espectrofotométricas das amostras de suco integral de maracujá com diferentes adições de espessantes

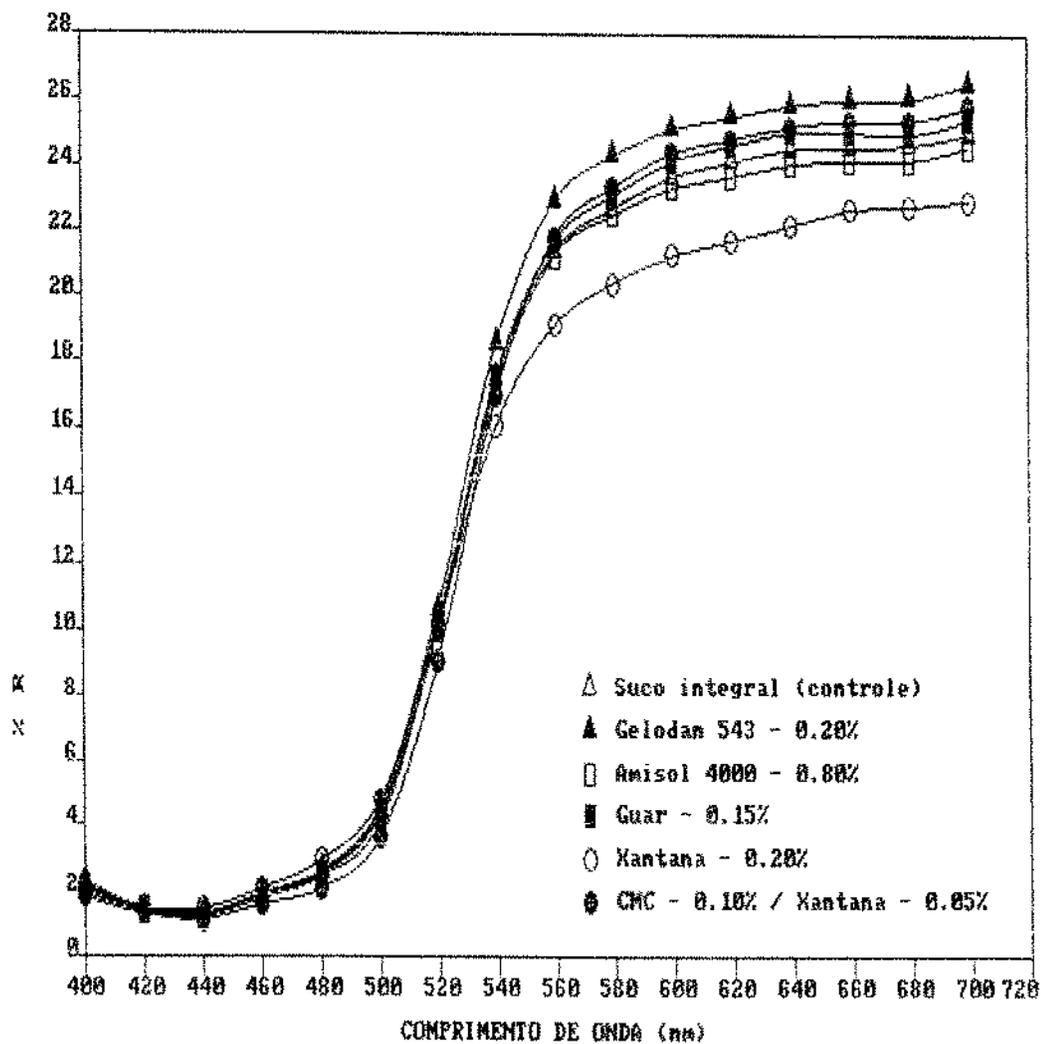


Figura 30 - Curvas espectrofotométricas das amostras de suco de maracujá diluído com diferentes adições de espessantes

V- CONCLUSÕES

5.1- As amostras de suco de maracujá integral preservado, utilizado nas experiências, bem como as amostras dos sucos comerciais não apresentaram grandes variações, entre si, em relação a composição química. Os resultados obtidos também corroboraram com trabalhos publicados.

5.2- No método de centrifugação utilizado para a determinação do teor de polpa, a alta viscosidade dos sucos comerciais de maracujá estabilizados dificultou a decantação das partículas da polpa, resultando em um volume final de polpa maior que o real quando comparado com as determinações em sucos não estabilizados.

5.3- Todas as amostras de suco de maracujá analisadas, incluindo-se os sucos estabilizados experimentalmente exibiram comportamento reológico pseudoplástico ($n < 1$), sendo que os sucos estabilizados, tanto os comerciais quanto os experimentais, apresentaram viscosidade notadamente mais elevadas que os sucos integrais.

5.4- Os ensaios de sedimentação mostraram que tanto a concentração, como o tamanho das partículas da polpa são importantes fatores na estabilidade física do suco de maracujá. A redução do tamanho dessas partículas, da ordem de 40%, provocou um sensível aumento na

viscosidade e estabilidade da polpa, sugerindo que a utilização da homogeneização mecânica do suco, pode permitir a aplicação de uma menor quantidade de espessantes.

5.5- A pasteurização do suco integral homogeneizado, aumenta sensivelmente sua viscosidade, resultando numa necessidade ainda menor de espessantes, do que simplesmente a homogeneização, conforme conclusão anterior.

5.6- A modificação da viscosidade do meio dispersante (suco centrifugado) pela adição de espessantes também mostrou ter importante influência na estabilização do produto. A excelente estabilidade apresentada pela suspensão de polpa homogeneizada em meio dispersante cuja viscosidade foi aumentada pela adição de espessantes, confirma a evidência de que a redução das partículas (homogeneização) e a adição de espessantes são técnicas que se complementam na estabilização física do suco de maracujá.

5.7- A adição de agentes espessantes no suco de maracujá integral apresentou resultados bastante satisfatórios para um número relativamente grande de espessantes e suas misturas. Dentre as formulações que mostraram maior poder estabilizante destacam-se goma guar - 0,15%; Amisol 4000 - 0,80%; xantana - 0,2%; locusta - 0,20%; carragenina - 0,05% e misturas, tais como, xantana 0,05% e CMC 0,10% e de CMC e guar.

5.8- A avaliação sensorial indicou que os sucos estabilizados apresentaram características sensoriais semelhantes às do suco integral não estabilizado, não modificando a intensidade da cor, turbidez, sabor característico de maracujá, adstringência e acidez. Apesar dos sucos estabilizados serem mais viscosos que os não estabilizados essa diferença não foi percebida sensorialmente no suco diluído.

5.9- De um modo geral, os sucos estabilizados diluídos, apresentaram menor separação de fases, e maior intensidade de sabor estranho, pulverulento e recobrimento na língua. Os espessantes também apresentaram o efeito de mascarar a irritação na garganta provocada pelo suco de maracujá.

5.10- A goma xantana, apesar de estabilizar eficientemente o suco integral, provoca uma floculação da polpa quando o suco é diluído, causando um aspecto indesejável.

5.11- A goma guar e o Amispl 4000 foram os espessantes que apresentaram melhor aparência, menor separação de fases e impressão global mais próxima do suco integral. Além de apresentarem bons resultados são bem mais econômicas que os demais e podem substituir os produtos importados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 01- ANDON, S.A. Applications of soluble dietary fiber. Food Technol. 41(1): 74-75, 1987.
- 02- ANTUNES, A.S. & CANHOS, V.P. Aditivos em alimentos. São Paulo, Secretaria da Ind., Com., Ciência e Tecnol. do Gov. do Est. de São Paulo, 1983. 178 p.
- 03- AMERINE, M.A.; PANGBORN, R.M.; ROESSLER, E.B. Principles of sensory evaluation of food. New York, Academic Press, 1965. 602 p.
- 04- A.O.A.C. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis, ed. by Sidney Williams ed. 14 ed., Arlington, 1984. 1141 p.
- 05- ASPINALL, G.O. & JIANG, K.S. Rapeseed hull pectin. Carbohydr. Res. 38, 247-255, 1974.
- 06- BJERRE-PETERSON, J.C. & HENNINGSEN, P. Furcellaram. In: WHISTLER, R.L., ed. Industrial gums. 2. ed. New York, Academic Press, 1973. p. 123-136.
- 07- BOBBIO, F.O. & BOBBIO, P.A. Introdução à química de alimentos. 2. ed. São Paulo, Livraria Varela, 1989. 223 p.

- 08- BOBBIO, P.A. & BOBBIO, F.O. Química do processamento de alimentos. Campinas, Fundação Cargill, 1984. p. 94-115.
- 09- BOYLE, F.P.; SHAW, T.N.; SHERMAN, G.D. Efficient extraction, single strength technique open up wide uses for new passion fruit juice. Food Eng. 27(9): 94, 184, 1955.
- 10- CACEX - Perspectivas otimistas: suco de maracujá. Informação Semanal. 18(825): 10-11, 1983.
- 11- CACEX. - Alimentos na balança: suco de maracujá. Informação Semanal. 21(990): 13, 1986.
- 12- CACEX. Suco de de maracujá, exportação efetiva, 1986-1988. Rio de Janeiro, Departamento de Estatística do Comércio Exterior, 1989-11 (Listagem de computador).
- 13- CASIMIR, D.J.; KEFFORD, J.F.; WHITFIELD, F.B. Technology and flavor chemistry of passion fruit juices and concentrates. Adv. Food Res. 27: 243-295, 1981.
- 14- CECCHI, H.M. & RODRIGUEZ-AMAYA, D. Carotenóides e valor de vitamina A em suco de maracujá processado. Ciênc. Cult. 33(1): 72-76, 1981.

- 15- CHAN, H.T. & KWOK, S.C.M. Identification and determination of sugars in some tropical fruit products. J. Food Sci. 40(2): 419-420, 1975.
- 16- CHAN, H.T.; CHANG, T.S.K.; CHENCHIN, E. Nonvolatile acids of passion fruit juice. J. Agr. Food Chem. 20(1): 110-112, 1972.
- 17- CHEN, Ch.-Ch.; KUO, M.-Ch.; HWANG, L.S.; SWI-BEA WU, J.; WU, Ch.-M. Headspace components of passion fruit juice. J. Agric. Food Chem. 30, 1211-1215, 1982.
- 18- CIACCO, C.F. & CRUZ, R. Fabricação de amido e sua utilização. São Paulo, Secretaria da Ind., Com., Ciência e Tecnologia, 1982. 152 p. (Série Tecnologia Agroindustrial, 7).
- 19- CILLIE, G.G. & JOUBERT, F.J. Occurrence of an amylopectin in the fruit of the granadilla (Passiflora edulis). J. Sci. Food Agric. 1: 335-357, 1950.
- 20- COSTELL, E. & DURAN, L. Reologia físico-química de los zumos y purês de frutas. Rev. Agroquim. Tecnol. Alim. 22(1): 80-94, 1982.
- 21- ENDO, A. Agric. Biol. Chem. 29, 229, 1965.

- 22- FERREIRA, V.L.P. Princípios e aplicações da colorimetria em alimentos. Instruções Técnicas Nº 19, 1981. p. 1-86.
- 23- FERREIRA, V.L.P.; FRANCIS, F.J.; YOTSUYANAGI, K. Cor e carotenóides totais em suco de maracujá. Trabalho não publicado, 1988.
- 24- FONSECA, J.L.F. Suco concentrado de maracujá. Bol. Téc. CEPED. 3(3): 31-36, 1976.
- 25- FREITAS LEITÃO, M.F.; EIROA, M.N.V.; GERALDINE, A.M. Microflora de leveduras em maracujá amarelo (Passiflora edulis f. flavicarpa) e uso de conservantes na preservação do suco. Col. ITAL, 8(2): 531-541, 1977.
- 26- GARCIA, J.L.M. Matéria-prima. In: Medina, J.C. et. al. Maracujá: da cultura ao processamento e comercialização. Campinas, ITAL, 1980, p. 107-114. (Série Frutas Tropicais, 9).
- 27- GARCIA, R.; RIVERA, J.; ROLZ, C. Rheological properties of some tropical fruits products an their enzymic clarification. In: Proceedings International Congress Food Science and Technology, 4. Madrid, 1974. Valencia, Instituto Nacional de Ciencia y Tecnologia de Alimentos, 1974. Vol. 2, p. 18-26,

- 28- GARRUTI, R.S. & BOURNE, M.C. Effect of storage conditions of dry bean seeds (Phaseolus vulgaris L.) on texture profile parameters after cooking. J. Food Sci. 50(4): 1067-1071, 1985.
- 29- GATCHALIAN, M.M. & CONTRERAS, L.M. Cloud stabilization of papaya. Up Home Econ. 9(1): 19-31, 1981. In: Food Sci. and Technol. Abstracts. IFIS, vol. 16, nº 2. Fev. 1984. Referencia 2H 292, p. 66.
- 30- GEIDA (GRUPO EXECUTIVO DE IRRIGAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA AGRICULTURA). Aspectos tecnológicos de alguns produtos agropecuários de interesse da área de irrigação do nordeste: maracujá. Campinas, GEIDA-FCTPTA, 1971. 67 p.
- 31- GLICKSMAN, M. Gum technology in the food industry. New York, Academic Press, 1969. 590 p. (Food Sci. and Technol. 8).
- 32- GLICKSMAN, M. Gum tragacanth. In: GLICKSMAN, M. ed. Food hydrocolloids, Boca Raton, CRC, 1983a. V. 2, p. 49-59.
- 33- GLICKSMAN, M. Red seaweed extracts. In: GLICKSMAN, M. ed. Food hydrocolloids. Boca Raton, CRC, 1983b. V. 2, p. 73-113.
- 34- GOERING, H.K. & VAN SOEST, P.J. Forage fiber analysis. Agric. Handbook, 375, 1970.

- 35- GOLDSTEIN, E.N.A. & SEAMAN, J.K. Guar gum. In: WHISTLER, R.L. ed. Industrial gums. 2 ed. New York, Academic Press, 1973. p. 303-332.
- 36- GRANDI, J.G. & TEIXEIRA, P.J.L.C. Homogeneização de sucos industrializados de maracujá e abacaxi. Bol. SBCTA, 20(1/2): 48-54, 1986.
- 37- GUIMARÃES, A.C.L. Utilização de enzimas pectinolíticas no processamento de suco de maracujá integral. Fortaleza, 1985. 100 p. (Tese de Mestrado) - Universidade Federal do Ceará.
- 38- GUIMARÃES, F.A. Considerações físicas, químicas e tecnológicas no aproveitamento industrial da pitanga (Eugenia uniflora, L.). Fortaleza, Dep. Tec. Alim., 1981. 91 p. (Tese de Mestrado) - Universidade Federal do Ceará.
- 39- GUNJAL, B.B. & WAGHMARE, N.J. Flow characterization of pulp, juice and nectar of "Baneshan" and "Neelum" mangoes. J. Food Sci. and Techn. 24(1): 20-23, 1987.
- 40- HAND, D.B.; MOYER, J.C.; RANSFORD, J.R.; HENING, J.C.; WHITTENBERGER, R.T. Effect of processing conditions on the viscosity of tomato juice. Food Technol. 9(5): 228-235, 1955.

- 41- HEINZ-ENGEL, K. & TRESSL, R. Formation of aroma components from nonvolatile precursors in passion fruit juice. J. Food Sci. 26(6): 557-563, 1961.
- 42- HUET, R. L'arome du jus de Grenadille. Fruits, 28(5): 395-401, 1973.
- 43- JAGTIANI, J.; CHAN, H.T.; SAKAI, W.S. Tropical fruit processing. San Diego, Academic Press, 1988. p. 147-180.
- 44- KENNEDY, J.F. & BRADSHAW, I.J. Production, properties and applications of xanthan. Prog. Ind. Microb. 19: 319-371, 1984.
- 45- KIMBALL, L.B. & KERTESZ, Z.I. Practical determination of size distribution of suspended particles in macerated tomato products. Food Technol. 6(2): 68-71, 1952.
- 46- KLOSE, R.E. & GLICKSMAN, M. Gums. In: FURIA, T.E. ed. Handbook of food additives. Cleveland, Chem. Rubber, 1968. p. 313-375.
- 47- KUD, M.-Ch.; CHEN, S.-L.; WU, Ch.-M.; CHEN, Ch.-Ch.. Changes in volatile components of passion fruit juice as affected by centrifugation and pasteurization. J. Food Sci. 50: 1208-1210, 1985.

- 48- KWOK, S.C.M.; CHAN, H.T.; NAKAYAMA, T.D.M.; BREKKE, J.E.
Passion fruit starch and effect on juice viscosity. J. Food Sci. 39: 431-433, 1974.
- 49- LARA, J.C.; TOCCHINI, R.P.; HASHIZUME, T.; MEDINA, J.C.
Processamento: produtos, caracterização e utilização. In: Medina, J.C. et. al. Maracujá: da cultura ao processamento e comercialização, Campinas, ITAL, 1980. p. 115-154. (Série Frutas Tropicais, 9).
- 50- LITWACK, G. Experimental biochemistry, New York, John Wiley & Sons, 1960.
- 51- LUH, B.S. Tropical fruit beverages. In: TRESSLER, D. & JOSLYN, M. eds. Fruit and vegetable juice processing technology Westport, AVI, 1971. p. 302-345.
- 52- LUIZ MARIA, Z. Estabilização física do suco de cajá (Anacardium occidentale, L.). Campinas, FEA, 1981. 86 p. Tese (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas.
- 53- LUIZ MARIA, Z.; MORETTI, R.H.; HINOJOSA G., R.L. Estudo da sedimentação de partículas insolúveis contidas em sucos comerciais de cajú. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 6. Brasília, SBCTA, 1983. p. 52-53.

- 54- McCOMB, E.A. & McCREADY, R.M. Colorimetric determination of pectic substances. Anal. Chem. 24(10): 1630-1632, 1952.
- 55- McNEELI, W.H. & KANG, K.S. Xanthan and some other biosynthetic gums. In: WHISTLER, R.L. ed. Industrial gums. 2 ed., New York, Academic Press, 1973.
- 56- MEDINA, J.C. Cultura. In: MEDINA, J.C. et. al. Maracujá, da cultura ao processamento e comercialização. Campinas, ITAL, 1980. p. 6-106. (Série Frutas Tropicais, 9).
- 57- MEILGAARD, M.C.; DALGLIESH, C.E.; CLAPPERTON, J.F. Beer flavor terminology. J. Am. Soc. Brew. Chem. 37: 47-52, 1979.
- 58- MELLILO, D. Physical factors governing the stabilization of cloudy beverages. Food Prod. Dev. 11(5): 108-110, 1977.
- 59- MOLWANE, S.D. & GUNJAL, B.B. Viscosimetric characteristics of cold break and hot break extracted tomato juice conc. J. Food Sci. and Technol. 22(5): 353-357, 1985.
- 60- MONTGOMERY, M.W. Processamento de purês e sucos de frutas não cítricas. Campinas, Fundação Tropical de Pesquisas André Tosello, 1988.

- 61- MORESI, M. & SPINOSI, M. Engineering factors in the production of concentrated fruit juices. I. Fluid physical properties of orange juices. J. Food Technol. 15: 265-276, 1980.
- 62- MORESI, M. & SPINOSI, M. Engineering factors in the production of concentrated fruit juices. II. Fluid physical properties of grape juices. J. Food Technol. 19: 519-533, 1984.
- 63- MORETTI, V.A. & CANTO, W.L. Aspectos econômicos da produção e mercado. In: MEDINA, J.C. et. al Maracujá: da cultura ao processamento e comercialização. Campinas, ITAL, 1980. p. 155-194. (Série Frutas Tropicais, 9).
- 64- MURRAY, K.E., SHIPTON, J., WHITFIELD, F.B. The chemistry of food flavor: volatile constituents of passion fruit. Aust. J. Chem. 25: 1921-33, 1972.
- 65- NATIONAL CANNERS ASSOCIATION. Laboratory Manual for food canners and processors. Westport, AVI, 1968, V. 2, p. 199-205.
- 66- NAZARE, R.F.R.; TEIXEIRA, M.A.; PEREIRA, A.J.; CHAVES, J.B.P. Avaliação sensorial do suco de maracujá enriquecido com proteína de soro de queijo em pó. Rev. Ceres. 26(143): 26-32, 1979.

- 67- NOBLE, A.C. Precision and communication: descriptive analysis of wine. Wine Industry Technical Symposium, 1984. p. 33-41.
- 68- NOBLE, A.C. Wine type and sensory evaluation. Davies, Univ. of California, 1988. p. 77-83.
- 69- OLIVEIRA, J.E.D.; SANTOS, A.C.; WILSON, E.D. Nutrição humana, São Paulo, Sarvier, 1982. 286 p.
- 70- PADIVAL, R.A.; RANGANNA, S.; MANJREKAR, S.P. Cloud stabilization in citrus beverages by low methoxil pectin. J. Food Technol. 15(1): 25-34, 1980.
- 71- PARLIMENT, T.H. Some volatile constituents of passion fruit. J. Agric. Food Chem. 20(5): 1043-45, 1972.
- 72- PETTIT, D. Xanthan. In: GLICKSMAN, M. ed. Food hydrocolloids. Boca Ratton, CRC, 1983.
- 73- PRUTHI, J.S. Physiology chemistry and technology of passion fruit. Adv. Food Res. 12: 203-282, 1963.
- 74- PRUTHI, J.S. & LAL, G. Chemical composition of passion fruit. J. Sci. Food Agric. 10: 188, 1959.

- 75- RAO, M.A.; OTOYA PALOMINO, L.N.; BERNHARDT, L.W. Flow properties of tropical fruit purees. J. Food Sci. 39: 160-161, 1974.
- 76- RAO, M.A.; COOLEY, H.J.; VITALI, A.A. Flow properties of concentrated juices at low temperatures. Food Technol. 38(3): 113-119, 1984.
- 77- REED, G. Enzyme in food processing. 2. ed. New York, Academic Press, 1975. 573 p.
- 78- RHA, C. Rheology of fluid foods. Food Technol. 32(7): 77-82, 1978.
- 79- ROBINSON, W.B.; KIMBALL, L.B.; RANSFORD, J.R.; MOYER, J.C.; HAND, D.B. Factors influencing the degree of settling in tomato juice. Food Technol. 10(2): 109-112, 1956.
- 80- ROCKS, J.K. Xanthan gum. Food Technol. 25(5): 22-31, 1971.
- 81- ROSS, E. & CHANG, A.T. Hydrogen peroxide-induced oxidation of ascorbic acid in passion fruit juice. J. Agric. Food Chem. 6(8): 610-615, 1958.
- 82- ROTHSCHILD, G. & KARSENTY, A. Cloud loss during storage of pasteurized citrus juices and concentrates. J. Food Sci. 39: 1037-41, 1974.

- 83- SALOMON, 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. ITAL, 50: 103-121.
- 84- SANDERSON, G.R. Polysaccharides in foods. Food Techn. 35(7): 50-57, 83, 1981.
- 85- SANDERSON, G.R. The interactions of xanthan gum in food systems. In: PHILLIPS, G.D.; WEDLOCK, D.J.; WILLIAMS, P.A. ed. Progress in food and nutrition science: gum and stabilizers for the food ind. - Interactions of hydrocolloids. Oxford, Pergamon Press, 1982. v. 2. p. 77-87.
- 86- SÃO JOSÉ, A.R. Maracujá: Brasil já é grande produtor mundial. Toda Fruta. Z: 22-23, 1986.
- 87- SARAVALOS, G.D. Effect of temperature on viscosity of fruit juices and purees. J. Food Sci. 35: 122-125, 1970.
- 88- SCAMPARINI, A.R.P. Estrutura do polissacarídeo do caraguatá (Bromélia faustosa, LINDL.). Campinas, 1980. 68 p. Tese (Doutorado) Faculdade de Engenharia de Alimentos - Universidade Estadual de Campinas.

- 89- SCHIMIDT-HEBBEL, H. Avances in ciencia e tecnologia de los alimentos. Santiago, Merck Quim. Chilena, 1981. 265 p.
- 90- SEMIR, J. & BROWN, K.S. Maracujá, a flor da paixão. Rev. Geog. Univ. 2(5): 41-47, 1975.
- 91- SESSA, M.C.M. Aspectos tecnológicos e caracterização físico-química e química do maracujá (Passiflora edulis f. flavicarpa Deg.). Fortaleza, 1985. 123 p. Tese (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará..
- 92- SHI-YING, X.; SHOEMAKER, C.F.; LUH, B.S. Effect of break temperature on rheological properties and microstructure of tomato juices and pastes. J. Food Sci. 51(2): 399-407, 1986.
- 93- SOLER, M.P. & NISIDA, A.L.A.C. Estudo da formulação de leite de côco com suco de abacaxi no preparo de Pina Colada. Bol. ITAL, 23(3): 361-371, 1986.
- 94- SOLER, M.P.; DE SANTANA, L.R.R.; DE MARTIN. Z.L. Estudo da estabilidade física do leite de côco esterilizado. Bol. ITAL, 23(4): 391-407, 1986.
- 95- SOUZA, G. Utilização da goma xantana na indústria de alimentos. Bol. ITAL, 21(3): 277-290, 1984.

- 96- SOUZA, A.J.; ANGELUCCI, E.; FREITAS LEITÃO, M.F.; YOKOMIZO, Y.; LARA, J.C.C. Avaliação química e microbiana de sucos de frutas brasileiras existentes no mercado. Bol. ITAL, 39, 43-72, 1974.
- 97- STONE, H.; SIDEL, J.; OLIVER, S.; WOOLSEY, A.; SINGLETON, R.C. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. Food Technol. 28(11): 24-34, 1974.
- 98- STONE, H. & SIDEL, J. Sensory evaluation practices. New York. Academic Press, 1985 (Food Science and Technology A Series of Monographs).
- 99- STOREY, W.B. Chromosome numbers of some species of Passiflora occurring in Hawaii. Pacif. Sci. 4, 37-42, 1950.
- 100- TOWLE, G.A. Carragenan. In: WHISTLER, R.L. ed. Industrial gums. 2. ed. New York, Academic Press, 1973. p. 83-144
- 101- TRESSLER, D.K. & JOSLYN, M.A. Fruit and vegetable juice processing techn. 2. ed. Westport, AVI, 1971. 486 p.
- 102- TUMA, A.L.S.; HOLANDA, L.F.F.; MAIA, G.A.; ORIA, H.F. Contribuição ao estudo do suco de maracujá. Ciênc. Agron. 11(2): 19-26, 1980.

- 103- VARSHNEY, N.M. & KUMBHAR, B.K. Effect of concentration and temperature on rheological properties of pineapple and orange juices. J. Food Sci. and Technol. 15(2): 53-55, 1978.
- 104- VITALI, A.A.; ROIG, S.M.; RAO, M.A. Viscosity behaviour of concentrated passion fruit juices. Confructa, 19(5): 201-206, 1974.
- 105- WHISTLER, R.L. Industrial gums. 2. ed. New York, Academic Press, 1973.
- 106- WHITFIELD, F.B.; SUGOWDZ, G.; CASIMIR, D.J. (6E, 2E) AND (6Z, 2E)-6-(but-2-enylidene)-1,5,5-trimethylcyclohex-1-ene: important volatile constituents of the juice of the purple passion fruit (Passiflora edulis Sims.). Chem. and Ind. 12, 502-503, 1977.
- 107- ZWEIG, G. & SHERMA, J. Handbook of chromatography, general data and principles. Boca Raton, CRC, 1985-86. v. 2. (CRC Series in Chromatography).

ANEXO I

Foto 1 - Exemplo de um ensaio de velocidade de sedimentação dos sucos adicionados de gomas. Tubo Nº 6 = suco integral não estabilizado.

Foto realizada no 7º dia de ensaio.

Foto 2 - Conjunto de tubos inclinados a 45° para o teste sensorial de avaliação da aparência.

Foto 3 - Copo formato tulipa, onde foi servido o suco de maracujá aos provadores para o teste de avaliação do sabor e sensação na boca.

Foto 4 - Estrutura microscópica das partículas do suco de maracujá integral.

Foto 5 - Estrutura microscópica das partículas do suco de maracujá homogeneizado em laboratório.

Foto 6 - Suco A = Suco integral, não estabilizado.

Suco B = Suco estabilizado em laboratório pela adição de
0,8% p/v de Amisol 4000 (amido ceroso).

Suco C = Suco estabilizado em laboratório pela adição de
0,10% CMC/0,05% Xantana.

Foto realizada no 7º dia do ensaio de sedimentação.