

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS E AGRÍCOLA

ESTUDO DA ESTABILIZAÇÃO FÍSICA DE SUCO
DE CAJU (ANACARDIUM OCCIDENTALE, LINN)

Prof. Dr. Roberto Herminio Moretti

Orientador

Zilda Luiz Maria

Engenheira Química

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos
e Agrícola da Universidade Estadual de Campinas, para
obtenção do Título de Mestre em Tecnologia de Alimentos

-1981-

Aos meus pais
Manoel e Agripina,
por tudo que fizeram
e fazem por mim.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Química e à CAPES/PICD.

À Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, UNICAMP.

Ao Prof.Dr. Roberto Hermínio Moretti, pela amizade e orientação deste trabalho.

Ao Prof.Ms. Ramón Hinojosa Gutierrez, pela co-orientação, estímulo e dedicação no decorrer de todo o trabalho.

Ao Prof.Dr. Miguel Falcone, pelos ensinamentos, amizade e apoio.

À Profª.Dra. Ruth dos Santos Garruti, pela orientação na elaboração dos testes sensoriais.

Ao Prof.Dr. Frederick Carl Strong III, pela correção do inglês técnico do Summary.

À Sra. Angelina Franco de Godoy, bibliotecária da Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, pela orientação na elaboração das referências bibliográficas.

À Sra. Silvia Poblete Castro, pela colaboração na versão do Resumo.

A Angela Maria Prado, pela datilografia desta tese.

À Srta. Paula Gomes Jorge, pela revisão do texto.

À minha irmã Zuila, pelo estímulo e apoio que me tem dado.

Ao Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), na pessoa do seu diretor Dr. Renato Sérgio Papini, pela utilização do homogeneizador da planta piloto de Desidratação.

Aos funcionários dos Laboratórios de Frutas e Hortaliças, de Tecnologia e de Análise Sensorial, UNICAMP.

Aos funcionários da biblioteca da Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, por todo o apoio recebido.

A todos que, direta ou indiretamente contribuíram para o bom desenvolvimento deste trabalho, ficam expressos meus agradecimentos.

CONTEUDO

	Página
Índice dos Quadros.....	i
Índice das Figuras.....	iii
Resumo.....	v
Summary.....	vii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Sucos de frutas.....	4
2.2. Sedimentação e fatores que a influenciam.....	9
2.3. Gomas e sua utilização na indústria de alimentos.....	13
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	34
3.1. Materiais.....	34
3.2. Métodos.....	36
4. RESULTADOS.....	47
4.1. Caracterização físico-química de sucos de cajú.....	47
4.2. Viscosidade.....	47

	página
4.3. Identificação de gomas.....	52
4.4. Distribuição das partículas insolúveis por tamanho em sucos de cajú.....	52
4.5. Ensaio de sedimentação.....	55
4.6. Testes de centrifugação.....	71
4.7. Análise sensorial.....	71
5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	74
6. CONCLUSÕES.....	80
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82

INDICE DOS QUADROS

<u>QUADRO</u>	<u>PÁGINA</u>
1 - Função das gomas e aplicação em produtos alimentícios.....	22
2 - Classificação de hidrocolóides, segundo suas funções.....	23
3 - Uso industrial das gomas.....	24
4 - Aplicação de gomas em bebidas.....	25
5 - Diferentes concentrações de gomas usadas como agente estabilizante.....	41
6 - Diversas concentrações de gomas usadas como agente estabilizante.....	43
7 - Variação na concentração de gomas usadas como agente estabilizante.....	44
8 - Variações da composição característica de sucos de cajú.....	48
9 - Dados de viscosidade cinemática da água e sucos clarificados.....	52

QUADRO

PÁGINA

10 - Reações de identificação qualitativa de estabilizantes presente no suco comercial de cajú.....	53
11 - Ação estabilizante das gomas.....	65
12 - Ação estabilizante da combinação de gomas.....	69
13 - Ação estabilizante das gomas.....	71
14 - Preferência comparada.....	72
15 - Teste duo-trio diferença.....	72
16 - Teste duo-trio diferença.....	73

FORMULARIO

PÁGINA

1 - Modelo para teste de preferência de diluição de suco.....	45
2 - Modelo para teste de diferença entre o padrão e a amostra experimental.....	46

INDICE DAS FIGURAS

FIGURA

PÁGINA

1 - Fluxograma de uma linha tradicional para processamento de suco simples de cajú.....	8
2 - Viscosidade aparente de sucos integrais e clarificados de cajú vs. velocidade de rotação.....	49
3 - Viscosidade aparente de suspensões aquosas de estabilizantes vs. concentração.....	50
4 - Viscosidade aparente de suspensões aquosas de estabilizantes vs. concentração.....	51
5 - Distribuição por tamanho das partículas da polpa suspensa.....	54
6 - Velocidade de sedimentação vs. diversas concentrações da polpa em suspensão aquosa.....	57
7 - Velocidade de sedimentação vs. diversas concentrações da polpa em suco clarificado.....	58
8 - Velocidade de sedimentação vs. concentração da polpa e tamanho de partículas suspensas em suco clarifico.....	59

FIGURA

PAGINA

9 - Velocidade de sedimentação vs. concentração da polpa e tamanho de partículas suspensas em suco clarificado.....	60
10 - Velocidade de sedimentação vs. concentração da polpa e tamanho de partículas suspensas em suco clarificado.....	61
11 - Velocidade de sedimentação em função do tamanho de partículas.....	62
12 - Taxa de sedimentação em função do tempo e do tamanho de partículas.....	63
13 - Velocidade de sedimentação de suspensões com estabilizantes, em função do tamanho de partículas.....	64

FOTO

PÁGINA

1 - Ensaio de sedimentação no tempo zero.....	56
2 - Ensaio de sedimentação após 168 horas.....	56

RESUMO

A separação de fases que ocorre em sucos de cajú (Anacardium occidentale, Linn) foi estudada, a nível de laboratório, visando um melhor conhecimento da sua estabilidade física.

Inicialmente, por centrifugação do suco, foram separadas duas frações: a polpa, "chamada polpa integral" e o sobrenadante, denominado "suco clarificado" e, posteriormente, foi determinada a distribuição e tamanho de partículas da fase dispersa (polpa).

A partir da polpa integral obteve-se frações de partículas de diferentes tamanhos. De tais frações, bem como da polpa integral, preparou-se suspensões de diversas concentrações, em suco clarificado, com as quais foi realizada uma série de ensaios de velocidade de sedimentação, a fim de melhor conhecer o fenômeno de separação de fases no suco.

Durante a realização deste trabalho utilizou-se, isoladamente ou combinados entre si, 10 diferentes estabilizantes comerciais em concentrações variando de 0,02 a 1,0 % (p/p), visando-se modificar a viscosidade do suco clarificado para manter a polpa em suspensão. A viscosidade aparente de suspensões aquosas destes estabilizantes (gomas), foi também determinada.

Os resultados obtidos mostraram que para manter em suspensão a polpa integral, a concentração de estabilizante é tal que modifica a viscosidade do produto final, mudando suas características de fluidez e aparência.

Uma vez conhecida a influência da concentração e tamanho de partículas, amostras de suco foram homogeneizadas mecanicamente, reduzindo-se assim o tamanho das partículas a dimensões menores que 0,105mm. Com este material e adição das gomas guar e carragenina, em mistura, numa concentração total de 0,3% (p/p), conseguiu-se a estabilidade do suco tanto através de métodos rápidos de centrifugação como em ensaios de prateleira. Testes sensoriais Duo-Trio (diferença) do suco estabilizado em laboratório, não mostraram diferenças significativas quando comparados com o suco comercial (estabilizado).

Deve-se ressaltar que a polpa do suco de cajú re-tém elementos naturais desejáveis tais como pigmentos, vitaminas, antioxidantes, além de componentes importantes do aroma original. Assim sendo, os sucos estabilizados, compara-dos com os clarificados, contribuem para uma melhor aceitabilidade pelo consumidor.

SUMMARY

The separation of phases (sedimentacion) which occurs in cashew juice (Annacardium occidentale, Linn) was studied in the laboratory for the purpose of obtaining better knowledge of its physical stability. At first, two fractions were separated by centrifuging the juice: the pulp, which is called "whole pulp", and the supernatant liquid, called "clarified juice". Afterwards, the distribution and size of the particles of the pulp were determined.

Fractions of particles of different size were obtained from the whole pulp. From these fractions, as well as from the pulp, several suspensions of different concentrations in clarified juice were prepared and several tests of velocity of sedimentation carried out with these to better understand the phase separation.

With the objective of modifying the viscosity of the clarified juice to keep the suspended, ten different commercial stabilizers were added, either isolated or combined, and in concentrations ranging from 0.02 to 1.0% (w/w). The apparent viscosities of aqueous suspensions of these stabilizers (gums) were also determined.

The results showed that, to keep the whole pulp in suspension, the concentration of the stabilizers must be so

high that it modifies the viscosity of the final product, thus changing its characteristics of fluidity and appearance.

After determining the influence of the concentration of the sizes of the particles, the samples of the juice were homogenized mechanically, diminishing the particle size to less than 0,105mm. When guar and carrageen gums were mixed, with these samples at a total concentration of 0,3% (w/w), juice stable toward quick methods of centrifuging, as well as standing on the shelf, were obtained.

Duo-Trio (difference) tests of stabilized juice made in the laboratory did not show significant differences when compared the commercial stabilized juice.

It must be pointed out that the pulp of cashew juice contains desirable natural substances such as pigments, vitamins, and antioxidants, besides important components of the original aroma. Therefore, stabilized juices when compared with the clarified ones, contribute to a better acceptance on the part of the customer.

1. INTRODUÇÃO

O cajueiro (Anacardium occidentale, Linn) é uma das fruteiras comercialmente mais importante do Brasil, superada apenas pela banana, citros, coco e uva. Seu pseudofruto, o cajú, e o seu fruto propriamente dito, a castanha de cajú, são de grande valor alimentício e econômico uma vez que a exportação de castanha aumentou de 24.118t em 1971 para 80.000t em 1979, alcançando quase 16% do comércio mundial (F.A.O., 1980).

Sendo uma fruteira tropical, prefere climas com temperaturas médias iguais ou superiores a 22°C e pluviosidade anual superior a 1000mm; necessita de período de estiagem acentuado (3 a 4 meses) na época da floração e frutificação, para que o fruto se desenvolva bem. Por estes motivos, seu "habitat" natural é a região do Nordeste Brasileiro, principalmente o litoral (GOMES, 1980).

O cultivo do cajueiro vem tendo notável desenvolvimento na região Nordeste, notadamente no Ceará, onde o cajú apresenta-se de consistência macia, tenro e quase que desprovido de fibras.

A castanha é lisa, de cor cinza, casca espessa e contém a amêndoa que apresenta o mesmo formato do fruto. A casca contém um óleo viscoso, cáustico e inflamável.

O cajú possui um apreciável valor nutritivo, como fonte natural de vitamina C, minerais e açúcares, no entanto, seu elevado teor de tanino, provavelmente responsável por sua adstringência, limita em parte sua aceitabilidade.

No Nordeste o maior consumo de cajú é "in natura", seja como fruta ou sob a forma de suco de produção caseira e, industrialmente, o suco de cajú é um dos sucos de frutas tropicais de maior produção, ultrapassada apenas pela de suco de maracujá.

Todas as indústrias de processamento de suco de cajú estão localizadas na região Nordeste do Brasil, as quais produzem, entre outros produtos, grandes quantidades de suco simples com polpa em suspensão. Os dados disponíveis indicam que a produção deste suco passou de 585.000 litros em 1968 para 5.485.000 litros em 1972 (F.G.V., 1975). A produção dessas indústrias têm permitido ao principal mercado consumidor do país, a região Sudeste, o consumo de suco de cajú em qualquer época do ano, não obstante a matéria prima ser sazonal e produzida em região distante.

Alguns sucos de cajú no entanto, após certo tempo de prateleira, tendem a separar e sedimentar a polpa, o que confere ao produto uma aparência indesejável. Entretanto, há no comércio, sucos de cajú estabilizados que, utilizando tecnologia estrangeira, apresentam um aspecto mais atraente ao consumidor.

A sedimentação é um fenômeno complexo, estudado há muito tempo e bem conhecido em processos de tratamento de água, resíduos industriais ou outros similares; contudo, em sucos de frutas tropicais, tais estudos são raros ou inexistentes. Por outro lado, o uso de estabilizantes também é uma tecnologia antiga, porém, a formulação de produtos utilizando suas propriedades funcionais exige, para cada aplicação, um estudo específico.

O consumo de sucos naturais no país vem aumentando dia a dia, e cada vez mais torna-se necessário dispor de produtos de alta qualidade. Nas atuais tendências de consumo, a aparência física constitui um importante fator de qualidade, que estimula a comercialização.

Até agora o Brasil tem sido conhecido como destacado produtor e exportador de castanha de cajú, atividade que tem significado o não aproveitamento de grandes quantidades do pseudofruto, mas sabe-se que nos últimos anos, importantes empreendimentos agro-industriais têm sido instalados no Nordeste com a finalidade de beneficiar a castanha e, ao mesmo tempo, produzir suco visando o comércio exterior. Deste modo, pesquisas que objetivem desenvolver melhor a tecnologia deste produto poderão ser de grande utilidade para as indústrias do setor.

2. REVISAO BIBLIOGRAFICA

2.1. SUCOS DE FRUTAS

a) Generalidades

A grande procura das frutas para sua utilização em bebidas, baseia-se no seu valor nutritivo, sabor, aroma e cor. Estes fatores de qualidade dependem diretamente da estrutura e composição química da fruta fresca.

Os sucos de frutas são uma fonte natural de numeros componentes, entre os quais se destacam vitaminas, ácidos orgânicos, minerais, açúcares, aminoácidos, compostos flavonoides e outros componentes.

A composição química dos sucos de frutas, por sua vez, depende basicamente da ação combinada de fatores como: tipo de fruta, tratos culturais e reações bioquímicas desenvolvidas na fruta durante o processo de crescimento e pós colheita (LUH, 1980).

As etapas de produção de suco de frutas, de um modo geral, são comuns a todos os tipos de sucos, mas os equipamentos utilizados variam em função das características das diferentes frutas.

Na produção da maioria dos sucos, as principais etapas envolvidas no processo são: preparação da matéria-prima, extração, clarificação, desaeração, pasteurização, concentração, acondicionamento e armazenagem (POTTER, 1973).

Os sucos processados devem obedecer tanto aos padrões de qualidade quanto aos requisitos legais que cuidam da saúde do consumidor e controlam o uso de produtos químicos classificados como aditivos, evitando portanto a adulteração do produto (THORNER et alii, 1970).

b) Sucos de frutas tropicais

As frutas tropicais apresentam algumas características físicas no estágio de maturação, como suculência e maciez, que as diferem das de zona temperada (LUH, 1980).

Outra característica que pode ser mencionada é que as partículas coloidais que causam turvação nos sucos de frutas tropicais, são portadoras de substâncias aromáticas e oxidantes naturais. Assim sendo, estes sucos podem perder uma substancial parte do seu aroma, da cor atrativa e da vitamina A, quando são clarificados, isto é, quando a polpa é retirada.

O cozimento e desintegração dos frutos para a produção de suco podem ser aplicados também às frutas tropicais. O cozimento pode porém ser omitido, visando a conservação dos componentes que proporcionam sabor e aroma, devendo-se,

neste caso, levar em consideração a ocorrência de reações enzimáticas, particularmente as do grupo fenol-oxidase (CZYHRINCIW, 1969).

c) Suco de cajú

c.1) Generalidades

O fruto do cajueiro (Anacardium occidentale, Linn) está constituído pelo fruto propriamente dito, castanha de cajú, e pelo pseudofruto, designado cajú, ambos de importância comercial.

O pseudofruto é de estrutura carnosa, suculento e muito rico em vitamina C, com teores 8 a 9 vezes superiores aos frutos cítricos.

O cajú pode ser utilizado para processamento de diversos produtos como: sucos, doces em massa, compota, cajú cristalizado, cajú tipo ameixa, cajuína, vinho e aguardente.

Os resíduos, ou bagaço, resultantes do processamento de suco, podem ser utilizados como complemento para ração animal (TELES, 1974; MEDINA, 1978).

c.2) Processamento de suco de cajú

O produto considerado mais importante no processamento do cajú é o suco. Comercialmente, dois tipos deste

produto são processados: (1) suco clarificado e (2) suco turvo (com polpa), sendo que este último é o único tipo produzido no Brasil.

As operações básicas para produção de suco simples são apresentadas na Figura 1.

Os equipamentos utilizados na extração deste produto são determinantes para a obtenção do tipo de suco desejado. Quando o objetivo é um suco turvo, com um teor de polpa relativamente alto, a extração é feita por impacto e/ou em prensa de parafuso, enquanto que para a obtenção de suco clarificado a extração é feita em prensas hidráulicas.

A clarificação pode ser efetuada pela adição de gelatina, a qual também tem a propriedade de precipitar os taninos e eliminar parcialmente a adstringência. Outros agentes clarificantes como bentonita, pectina, enzimas e caseínas também podem ser utilizados.

Para a obtenção de suco concentrado utiliza-se o suco clarificado pois a polpa irá afetar o processo de concentração.

Os sucos simples, destinados ao consumidor, são acondicionados em embalagens de pequena capacidade, como garrafas ou latas. No Brasil, geralmente são utilizadas garrafas.

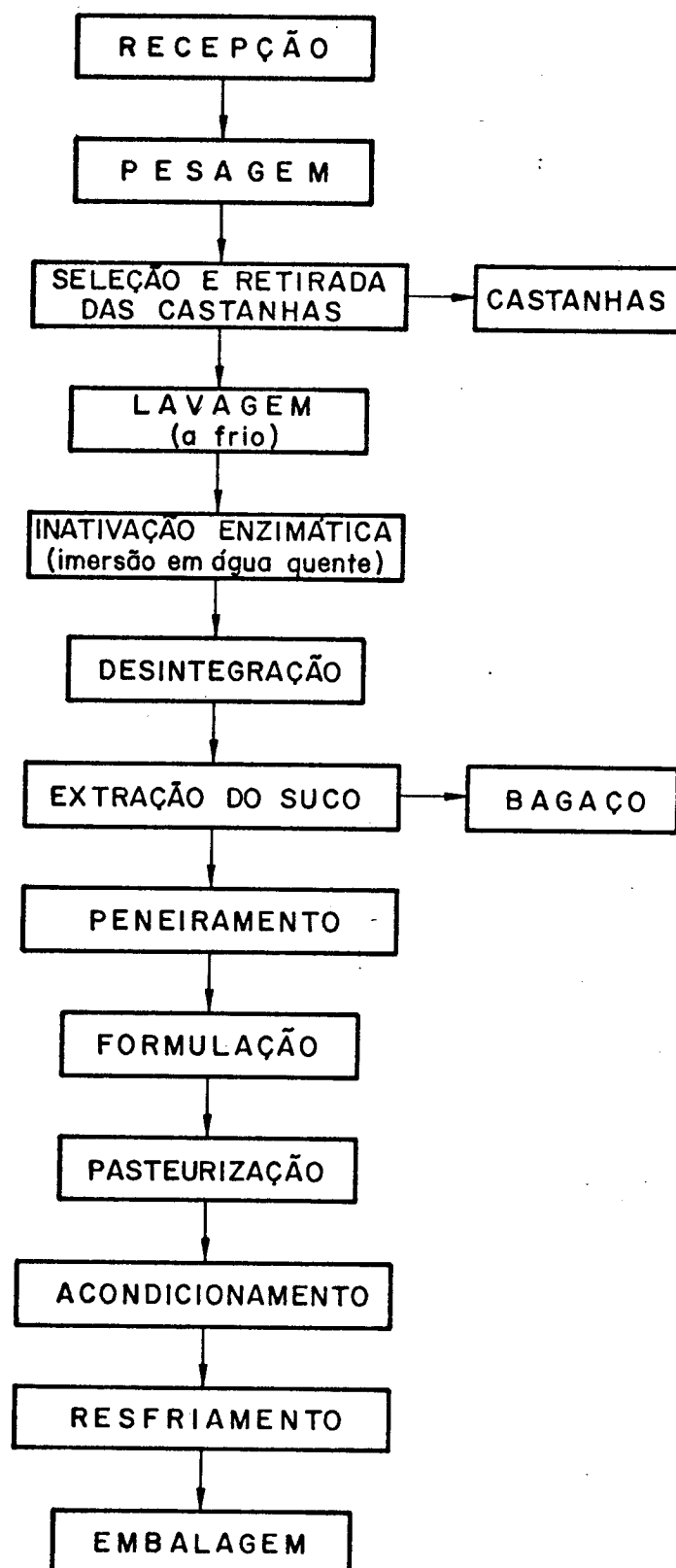


FIGURA 1. Fluxograma de uma linha tradicional para processamento de suco simples de cajú.

Os métodos de conservação do suco podem ser físicos ou químicos ou uma combinação destes. Entre os métodos químicos são utilizados, com as devidas restrições da legislação, a adição de dióxido de enxofre a 0,02%, ácido ascórbico e seus sais de Na, K ou Ca 0,1% ou benzoato de sódio 0,1%.

Em produtos concentrados, os teores de aditivos poderão ser mais elevados pois a legislação refere-se apenas ao suco natural.

Como processo físico de preservação, tem-se principalmente a utilização de calor e, para produtos ácidos como é o caso do cajú, a pasteurização a 75-80°C é o método mais utilizado (MEDINA, 1978).

2.2. SEDIMENTAÇÃO E FATORES QUE A INFLUENCIAM

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 ou outras. Entretanto, a definição mais comum é aplicada à sedimentação gravitacional que ocorre em suspensões sólido-líquido.

A sedimentação de suspensões sólido-líquido é promovida para obter um ou mais dos seguintes objetivos: (1) produção de uma fase líquida substancialmente clara (clarificação); (2) concentração de sólidos suspensos em uma massa lí-

quida mais densa (concentração) ou (3) separação de partículas de vários tamanhos, formas e densidades (classificação). A terminologia usada na indústria depende do objetivo primordial da sedimentação.

O princípio básico que governa o processo de sedimentação é dado pela lei do movimento de partículas sólidas em um líquido, sob a força da gravidade, conhecido como lei de Stokes. Esta lei, no entanto, é aplicável somente para movimento de uma esfera rígida em um líquido de altura infinita (KIRK & OTHMER, 1954).

Na indústria, a sedimentação mais utilizada é um processo contínuo aplicado a tratamento de esgotos, despejos industriais, água potável, etc. (BROWN, 1965).

Para o estudo da sedimentação, pode-se ter uma idéia geral do fenômeno, realizando ensaios em laboratório. Estes, consistem em fazer suspensões aquosas de partículas sólidas, as quais são transferidas a provetas e deixadas em repouso. A velocidade de decréscimo da altura que separa o sobrenadante da camada de sólidos em suspensão, denomina-se "velocidade de sedimentação". O ensaio deve ser realizado a temperatura constante para evitar movimento do fluido, decorrente de variações na sua densidade. A seguir, as alturas da camada de sólidos em decantação podem ser graficadas em função do tempo para avaliar a sedimentação ocorrida.

Ao iniciar o ensaio a concentração de sólidos é uniforme em toda a proveta. Imediatamente iniciado o processo, todas as partículas começam a cair com sua velocidade máxima, sob as condições reinantes de sedimentação retardada. Quando se tem em suspensão partículas sólidas de tamanho uniforme, todas elas caem com velocidades aproximadamente iguais e se observa nitidamente uma linha de separação entre o sobrenadante e a fração sólida. Neste caso, produzem-se duas zonas distintas. No entanto, se a suspensão é constituída de partículas sólidas de diferentes tamanhos, observa-se uma sedimentação gradativa, onde o sobrenadante fica turvo ou leitoso devido às partículas mais finas, as quais sedimentam muito lentamente. As partículas maiores e as que se encontram próximas ao fundo da proveta, depositam, e a altura do sedimento passa a aumentar de modo ascendente.

Quando todas as partículas gradativamente estão sedimentadas, observa-se o ponto crítico do processo, que consiste na compactação da fração sólida. Durante esta fase pode-se considerar que o líquido contido nos interstícios das partículas flui através de uma camada porosa de permeabilidade decrescente (KIRK & OTHMER, 1954; BROWN, 1965; ANABLE, 1965).

a) A sedimentação de partículas insolúveis em sucos de tomate.

Na determinação dos fatores que influenciam o grau de sedimentação em sucos de tomate foi observado 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.

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 nele suspensas (ROBINSON et alii, 1956).

A quantidade e distribuição de tamanho de partículas insolúveis contidas em produtos de tomate, são de grande significado para sua estabilização física. As partículas deste suco podem não mostrar tendências a sedimentação, permanecendo suspensas, com exceção da parte superior do suco, onde observa-se uma faixa de líquido mais límpido. Por outra parte, em produtos tais como molhos, purês, catchups e pastas de tomate, a consistência é também um fator importante para seu valor comercial, e, portanto, a quantidade e distribuição de partículas insolúveis contidas nestes produtos influem grandemente no seu comportamento físico e aceitabilidade pelo consumidor. Por esta razão foi desenvolvido um método simples para determinação da distribuição e tamanho de partículas insolúveis em produtos alimentícios que se assemelham aos produtos de tomate. Este método consiste na passagem

das partículas insolúveis através de malhas de aberturas superiores a 0,1mm. A recomendação de malhas superiores a 0,1 mm se deve ao fato de que partículas de diâmetro menor que este não sedimentam facilmente quando suspensas em água destilada (KIMBALL & KERTESZ, 1952).

2.3. GOMAS E SUA UTILIZAÇÃO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

a) Histórico

Quando criada, a designação "goma" deve ter abrangido todos os tipos de exsudados naturais de árvores e, nela ainda, devem ter sido incluídos também alguns materiais insolúveis em água como resinas, látex e outros, o que explica o uso indevido do termo "goma" para designar muitas resinas insolúveis em água empregadas nas indústrias química e de tintas (KLOSE & GLICKSMAN, 1968).

Historicamente, as gomas foram conhecidas e usadas desde os tempos bíblicos. Da mesma época há notícias de que as gomas foram também usadas para fins não alimentícios. Inscrições muito antigas descrevem o uso da goma arábica, chamada "kami" pelos egípcios, como adesivo têxtil, fluido embalsamante ou como dispersante de pigmentos. A cultura da planta "carob", fonte natural da goma "locust bean", era conhecida pelos habitantes do Mediterrâneo desde a.C., por sua alegada propriedade curativa (GLICKSMAN, 1969). A goma agar e

outros derivados marinhos têm uma longa história de uso em alimentos e na medicina (MEER, 1975).

A importância das gomas ou, mais especificamente, hidrocolóides é devida à sua propriedade hidrofílica, a qual proporciona importantes características funcionais, seja como constituinte natural ou como aditivo para alimentos processados (GLICKSMAN, 1969).

b) Classificação

Com a elucidação da estrutura química e seu inter-relacionamento entre as diversas gomas e mucilagens, foram feitas várias tentativas de classificar as gomas e estabelecer uma nomenclatura uniforme baseada nas suas propriedades e composição química.

A classificação geral atualmente empregada, envolvendo todos os tipos de gomas que são usadas na indústria de alimentos, deixa espaço para novas gomas que certamente serão desenvolvidas no futuro (GLICKSMAN, 1969).

Esta classificação foi feita considerando três categorias: (1) Gomas naturais, constituindo todas as gomas encontradas na natureza; (2) Gomas modificadas ou semi-sintéticas, incluindo aquelas baseadas na modificação química das gomas naturais ou de material semelhante a gomas e; (3) Gomas sintéticas, compreendendo aquelas preparadas por síntese química total (KLOSE & GLICKSMAN, 1968; GLICKSMAN, 1969; MEER, 1975).

As gomas naturais são classificadas em: (1) Exudados e extratos de plantas, incluindo: goma arábica, ghatti, karaya, tragacante e larch; (2) Extratos marinhos como: goma agar, carragenina, alginatos e furcelaram; (3) Extratos de semente como: goma guar e locust bean (MEER, 1975); (4) Outros como: pectina, gelatina, outras proteínas e amido.

Entre as gomas modificadas ou semi-sintéticas temos: (1) derivados da celulose como carboximetilcelulose (CMC), metilcelulose, etc.; (2) derivados do amido como carboximetilamido, hidroximetilamido, etc.; (3) gomas derivadas de fermentação microbiana como xantana e a dextrana e; (4) outros derivados de pectina, de alginato, de goma guar, etc.

Das gomas sintéticas são mais conhecidas as derivadas dos polímeros vinil e acrílico, as quais não são usadas na indústria alimentícia (KLOSE & GLICKSMAN, 1968; GLICKSMAN, 1969).

c) Composição química e estrutura

As gomas são polissacarídeos complexos, aniônicos ou neutros, de cadeia linear ou ramificada, frequentemente associados na natureza a cátions metálicos como cálcio, potássio ou magnésio.

Os exsudados naturais de plantas têm estrutura complexa e não completamente definida, mas geralmente consistem

de vários açúcares em múltiplas formas, estruturas e tamanhos. Observa-se um certo relacionamento estrutural entre as gomas de uma mesma classe.

Os extratos de sementes são polissacarídeos neutros, formados de unidades de galactose e de manose, diferenciando entre si nas proporções desses açúcares, enquanto que os extratos marinhos são derivados do ácido algínico e têm como unidade básica os ácidos manurônico e glucurônico.

Derivados de celulose e de amido têm como unidade estrutural a glucose.

A pectina é um polissacarídeo de galactose, enquanto que a gelatina é um polímero constituído de unidades de aminoácidos.

A xantana é um polissacarídeo cujas unidades básicas são glucose, manose e ácido glucurônico, na proporção de 3:3:1 (KLOSE & GLICKSMAN, 1968; GLICKSMAN, 1969; MEER, 1975; SHARMA, 1981).

d) Propriedades físicas

DISPERSIBILIDADE - É um dos problemas mais comuns encontrados na utilização das gomas, principalmente aquelas que formam soluções muito viscosas. Algumas gomas ao entrar em contato com o meio dispersante formam grumos ou uma película superficial de difícil dispersão. Várias técnicas são

conhecidas para minimizar estes efeitos como: (1) adição lenta das gomas, (2) mistura com outros ingredientes secos, (3) agitação vigorosa, etc.

SOLUBILIDADE - As gomas usadas como aditivos na indústria alimentícia têm uma limitada solubilidade em álcool ou outros solventes orgânicos. No entanto, por definição, são todas solúveis em água fria ou quente. A maioria das gomas são solúveis em água em concentrações de 1 a 2% e formam soluções com dificuldade em concentrações superiores a 5%. Como exceção temos as gomas arábica e larch que solubilizam ainda que em concentrações próximas a 50%.

VISCOSIDADE - É uma importante propriedade promovida pelas gomas e que está diretamente relacionada com a solubilidade. As gomas formam soluções ou suspensões viscosas em meio aquoso. A viscosidade depende do tipo de goma usada, da temperatura, da concentração, do grau estrutural das gomas e das outras substâncias presentes na suspensão (GLICKSMAN, 1969). Gomas cujas estruturas são formadas por cadeia linear produzem soluções de maior viscosidade que as de cadeia ramificada. Isto se deve ao fato de que ao serem hidratadas, as moléculas se estiram, ocupando um maior espaço (WHISTLER, 1973; MULLER, 1973).

PODER GELIFICANTE - Ocorre devido a interação entre as moléculas do colóide disperso e do meio, resultando na hidratação e adesão entre as moléculas. A viscosidade do

sistema aumenta gradativamente até que a fase dispersante é totalmente absorvida pela fase dispersa, formando uma estrutura rígida, tridimensional (GLICKSMAN, 1969). Poucas são as gomas que têm facilidade para formar gel. Algumas, como a tragacante, formam uma pasta espessa, de alta viscosidade, mas que não são géis verdadeiros. Entre as gomas usadas na indústria de alimentos, os extratos marinhos formam um tipo de gel de importância para a formulação de alimentos. Ainda, a gelatina, a pectina e o amido são agentes formadores de géis. As demais gomas também formam géis, estes porém não aplicáveis à indústria alimentícia (KLOSE & GLICKSMAN, 1968).

PODERES EMULSIFICANTE E ESTABILIZANTE - Os hidrocl^oides são, por definição, usados como espessantes ou promotores de viscosidade, quando dispersos em meio aquoso. Esta propriedade é a base para seu uso como agentes espessantes, estabilizantes e emulsificantes em muitos alimentos (GLICKSMAN, 1969). Embora as gomas sejam usadas como agentes emulsificantes, elas são consideradas na operação como auxiliares da emulsificação ou estabilizadoras da emulsão; isto porque um emulsificante primário deve ter, ao mesmo tempo, fortes propriedades hidrofílicas e lipofílicas, o que não acontece com as gomas (KLOSE & GLICKSMAN, 1968).

AGENTE DE SUSPENSÃO - Quando as gomas são usadas como agente de suspensão ou colóide protetor, elas exercem um efeito estabilizante, agindo como ponte entre a fase con-

tínua e as partículas sólidas. Quando isto ocorre, a superfície de cada partícula suspensa é envolvida pela goma, perdendo sua propriedade normal de superfície e assumindo a propriedade de superfície do colóide protetor. A goma tem afinidade pela fase contínua e assim une as duas fases, estabilizando a suspensão. Em alguns casos, o efeito ótimo de estabilização é obtido quando o colóide protetor é usado juntamente com um agente surfactante, o qual diminui a tensão superficial. O agente surfactante promove a saída do ar adsorvido na superfície das partículas suspensas, tornando-as completamente envolvidas pelo colóide protetor (KLOSE & GLICKSMAN, 1968; GLICKSMAN, 1969).

e) Utilização das gomas

As gomas, como constituintes naturais ou como aditivos nos alimentos, influem de diversas formas nas condições de processamento: (1) retenção de água; (2) redução da velocidade de evaporação; (3) alteração na velocidade de congelamento; (4) modificação na formação de cristais de gelo e (5) participação em algumas reações químicas.

Estes efeitos funcionais não podem ser considerados isoladamente, uma vez que eles se manifestam de forma combinada na textura ou no comportamento reológico do produto final.

Embora os efeitos funcionais das gomas sejam a característica mais importante para o seu uso em alimentos, eles devem ser considerados juntamente com outros fatores como: preço, disponibilidade, facilidade de manuseio e restrições legais relativas ao seu uso na formulação de alimentos.

As gomas são usadas para diversas funções, mas suas aplicações gerais estão limitadas às suas duas principais propriedades: poder gelificante e espessante. O efeito espesante ou promotor de viscosidade em alimentos é responsável por outras aplicações como: agente de suspensão de partículas, agente emulsificante de sistemas óleo e água, agente estabilizante de fases líquido-sólido-gasosas, agente dispersante de sólidos em fase líquida e fenômenos correlatos.

Quando o hidrocolóide é usado como agente de suspensão, emulsificante ou estabilizante de um sistema alimentício, a estabilidade de prateleira é extremamente importante e a seleção das propriedades do hidrocolóide para essas funções é crítica. A degradação do hidrocolóide e consequente redução da viscosidade influi nas propriedades e aparência do produto, geralmente reduzindo a aceitabilidade do consumidor.

Os estudos de estabilidade comparativa das gomas resultam mais válidos se as comparações são feitas com relação à viscosidades equivalentes que à mesmas concentrações.

Quando se tem partículas dispersas em um meio aquoso, a adição de hidrocolóides aumenta a viscosidade do meio, estabilizando o sistema de um modo puramente físico. Este aumento de viscosidade ou espessamento da fase líquida, reduz o fenômeno de sedimentação das partículas dispersas. Quando estas partículas são de tamanho coloidal não ocorre sedimentação; porém, em muitos casos de interesse prático, as partículas são maiores que as de tamanho coloidal e a sedimentação é retardada uma vez que, outras partículas mais finas, também presentes na suspensão, dificultam a passagem daquelas durante seu deslocamento em direção ao fundo do recipiente. A sedimentação é então controlada pela dispersão de partículas finas na fase líquida, produzindo um aumento máximo desejável na viscosidade (GLICKSMAN, 1969).

A indústria alimentícia é um dos maiores usuários de gomas, as quais desempenham importante papel na formulação de alimentos devido às suas propriedades funcionais como: agente espessante, emulsificante, estabilizante de suspensões e formador de filme (KLOSE & GLICKSMAN, 1968).

O Quadro 1 mostra as funções e as utilizações das gomas na indústria alimentícia e o Quadro 2 mostra a classificação de hidrocolóides, segundo suas funções (SHARMA, 1981).

Ainda com relação às funções das gomas, o Quadro 3 mostra dados recentes de porcentagem de uso nas indústrias (SHARMA, 1981).

QUADRO 1. Função das gomas e aplicação em produtos alimentícios.

F U N Ç Ã O	ALIMENTO DE APLICAÇÃO
Inibidor de cristalização	Sorvete, xarope de açúcar
Agente de cobertura	Confeitaria
Emulsificante	Molho para saladas, bebidas não alcoólicas
Agente encapsulante	Aromas em pó
Formador de filme	Protetor de cobertura, envoltório de linguiça
Agente floculante	Vinho
Estabilizador de espuma	Cerveja, cremes
Agente gelificante	Pudins, musses, sobremesas
Colóide protetor	Emulsões de aroma
Estabilizador	Cerveja, maioneses
Agente de suspensão	Milk shake, vitaminas
Agente espessante	Gelêias, molhos

QUADRO 2. Classificação de hidrocolóides, segundo suas funções.

Hidrocolóide	F U N Ç Ã O		
	Espessante	Agente Gelificante	Estabilizante
Goma guar	+	-	-
Goma locust bean	+	-	-
Pectina	-	+	+
Alginato	+	+	+
Agar	-	+	+
Carragenina	-	+	+
Derivados de celulose	+	-	-
Goma tragacante	+	-	-
Goma arábica	+	-	+
Amidos	+	-	+
Goma xantana	+	-	+

QUADRO 3. Uso industrial das gomas.

F U N Ç Ã O	PORCENTAGEM
Estabilizante, agente de suspensão e dispersante	25
Espessante	23
Agente formador de filme	17
Agente de retenção de água	12
Coagulante	7
Agente coloidal	6
Lubrificante e redutor de fricção	5
Outros	5

O Quadro 4 mostra a aplicação de gomas em bebidas (KLOSE and GLICKSMAN, 1968; GLICKSMAN, 1969).

QUADRO 4. Aplicação de gomas em bebidas.

P R O D U T O S	Agar	Algi- nato	Carra- genina	Furce- laram	Ará- bica	Traga- cante	Larch	Locust bean	Guar	CMC	Metil celulose	Karaya
Sucos de frutas e néctares		X	X	X					X	X		
Bebidas não alcoólicas		X	X		X			X		X	X	
Bebidas não alcoólicas com polpa de fruta		X		X				X		X		
Estabilizante de espuma em cerveja		X	X		X					X	X	
Cerveja clarificada		X	X									
Vinhos finos, sucos e vinagre	X	X	X		X							

f) Principais gomas utilizadas na indústria de bebidas

ALGINATOS. Devido à sua estrutura linear e alto peso molecular, são altamente hidratáveis e solúveis em meio alcalino, dando alta viscosidade a baixas concentrações. Os alginatos são muito efetivos como espessantes. Em alguns casos atuam como agentes de suspensão devido à sua capacidade de reduzir a velocidade de sedimentação de suspensões, pelo espessamento da solução. Em outras aplicações como agente de suspensão, a efetividade dos alginatos é causada por seu caráter aniônico e tamanho coloidal, os quais facilitam a formação de uma cobertura protetora sobre as partículas (Mc NEELI, 1973).

Alginatos, particularmente o alginato propileno glicol, são usados na concentração de 0,1 - 0,2% para suspender polpa de frutas em bebidas. São usados ainda na indústria alimentícia como estabilizantes de sorvetes, milk shakes, geléias, produtos de leite, panificação, etc., como agentes espessantes e de suspensão em bebidas de frutas e outras bebidas, como estabilizadores de espuma em cerveja, como emulsificantes em molhos para saladas e como agentes formadores de filme em coberturas de carnes, peixes e outros produtos (KLOSE & GLICKSMAN, 1969).

Bebidas de frutas contendo a polpa da fruta, como concentrado de laranja ou laranjadas, são consideradas melho

res quando a polpa está distribuída homogeneamente no produto e não sedimentada. A sedimentação desta polpa pode ser evitada pela adição de alginato de sódio ou alginato propileno glicol em quantidades de 0,1-0,2%. Este efeito estabilizante pode ser intensificado pela adição de uma parte de hexametáfosfato de sódio para cada 10 partes de alginato (GLICKSMAN, 1969).

CARRAGENINA. A carragenina é um polieletrólito fortemente aniônico e suas moléculas são de grande tamanho e alto peso molecular; à isto se deve sua propriedade de reagir facilmente com outras partículas pequenas ou grandes, por meio de vários mecanismos envolvendo pontes iônicas, pontes de hidrogênio ou forças de Van der Waals.

Muitas das alterações de sinergismo causadas pela interação da carragenina com outros polímeros têm sido usadas vantajosamente na indústria alimentícia e indústrias em geral.

De um modo geral, a carragenina é multifuncional e comporta-se diferentemente em sistemas aquosos ou no leite. Na água ela mostra típica propriedade de hidrocolóide, como agente espessante e gelificante. Em sistemas que contêm leite, ela também tem a propriedade de reagir com a proteína do leite para fornecer a estabilidade adicional (GLICKSMAN, 1969).

A carragenina encontra aplicabilidade devido a sua

propriedade de agente gelificante, promotor de viscosidade e agente emulsificante e estabilizante... Em alguns casos, a carragenina é usada para balancear e melhorar as propriedades de outras gomas como locust bean e carboximetilcelulose. Maiores usos para a carragenina foram desenvolvidos devido a sua capacidade de formar complexos com outros hidrocolóides e especificamente com anfólitos como as proteínas. Este último uso porém, diz respeito aos sistemas que contêm leite onde a carragenina pode ser usada como estabilizante, prevenindo a separação e sedimentação, como agente promotor de viscosidade ou como agente gelificante.

Como existem vários tipos e combinações de carragenina disponíveis no mercado, sua utilização deve ser sujeita a uma consulta prévia à fonte fornecedora, para aplicação do tipo correto de acordo com a finalidade desejada (TOWLE, 1973).

A carragenina é usada em sucos de tomate para manter uniformemente distribuída as partículas finas da polpa e para dar suavidade a sucos e néctares (KLOSE & GLICKSMAN, 1968).

FURCELARAM. Na indústria, o uso da goma furcelaram encontra duas grandes aplicações: (1) produtos baseados em sistemas que contêm leite; (2) produtos baseados em sistemas aquosos. Nos sistemas aquosos a furcelaram é usada para

estabilizar polpa de frutas em sucos de frutas e bebidas não alcoólicas (KLOSE & GLICKSMAN, 1968; GLICKSMAN, 1969). Ela é usada como espessante ou gelificante numa extensa gama de produtos cárneos como pastas de carne, pastéis de carne e pastéis com carne moída. Outra aplicação é em produtos de confeitaria, esta porém, bastante limitada (GLICKSMAN, 1969).

Sucos de frutas são estabilizados com 0,05 a 0,1% da goma furcelaram para manter em suspensão a fina polpa da fruta no suco. Polpa de frutas e purês de tomate são estabilizados e espessados do mesmo modo (BJERRE, PETERSON & HEMMINGSEN, 1973).

LOCUST BEAN. A goma locust bean é usada como reserva alimentar na planta devido a seu alto conteúdo de proteínas; na prática pode servir também como alimento humano. Esta goma é muito usada na indústria alimentícia, particularmente como estabilizante para sorvetes, temperos para saladas, enchimento para pastéis, produtos de panificação e queijos finos (KLOSE & GLICKSMAN, 1968).

A goma locust bean atua como agente ligante e estabilizante na manufatura de salsichas, deixando a massa mais homogênea, com maior estabilidade e melhor textura e mostra efeito lubrificante em misturas de carne. Em consequência de sua adição, a mistura torna-se facilmente manuseável, facilitando as operações de enchimento e extrusão (ROL, 1973).

GUAR. A mais importante propriedade da goma guar é sua capacidade de hidratar-se rapidamente em sistemas aquosos, a frio, dando soluções altamente viscosas. O uso desta goma sempre envolve sistemas onde a água é fator importante. Uma vez que a água é o componente mais comum dos alimentos, a goma guar é usada com eficiência para modificar o seu comportamento no sistema ao qual outros ingredientes estão associados.

A goma guar encontra aplicação como agente espessante e promotor de viscosidade em muitas bebidas. Misturas de goma guar e carragenina são usadas em certas bebidas contendo cacau, como: xarope de chocolate e misturas em pós de chocolate, como eficiente agente estabilizante e de suspensão (GLICKSMAN, 1969).

A propriedade de máxima hidratação em meio ácido é um importante fator para o seu uso (GOLDSTEIN, 1973).

A goma guar é usada como agente espessante e promotor de viscosidade em néctares de fruta, bebidas, molhos para saladas e condimentos (KLOSE & GLICKSMAN, 1968).

PECTINA. A pectina é um componente normal de frutas e sementes e é frequentemente usada em alimentos quando são requeridas as propriedades de gelificação e espessamento. Este polímero da galactose pode ser utilizado em substituição à sacarose em, por exemplo, alimentos para fins dietéticos.

cos, conferindo-lhes a textura e viscosidade desejadas e diminuindo-lhes o valor calórico.

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

Esta goma encontra ainda algumas aplicações na indústria de bebidas não alcoólicas.

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

Uma das vantagens da pectina é que ela pode ser considerada como um componente natural de certos produtos, uma vez que já faz parte, por exemplo, dos sucos de frutas (TOWLE & CHRISTENSEN, 1973).

METILCELULOSE. A goma metilcelulose tem algumas propriedades que a distingue como aditivo funcional em produtos alimentícios, no sentido de se obter melhor aceitabilidade pelo consumidor. As propriedades funcionais da metilcelulose são as de agente surfactante, espessante, estabilizante e formador de filme (GREMINGER & SAVAGE, 1973).

A metilcelulose é usada no preparo de alguns alimentos como: produtos de panificação, molhos para saladas,

sorvetes e outros produtos de leite, e como emulsificante de componentes de aroma e sabor (KLOSE & GLICKSMAN, 1968).

CARBOXIMETILCELULOSE (CMC). A CMC tem sido usada para várias aplicações em bebidas. Sua incorporação em cerveja com baixo teor em metais alcalinos proporciona uma espuma altamente estável. O uso desta goma mostra-se bastante eficiente como colóide protetor em emulsões de componentes de aroma e sabor para bebidas (GLICKSMAN, 1969).

Na indústria alimentícia a CMC encontra aplicação como estabilizante de sorvetes, bebidas gasosas e em produtos congelados para prevenir o crescimento de cristais, na formação de gelo, em geléias, coberturas para pastéis, em pudins, para evitar sineresis; em bolos e outros produtos de forno, para aumentar o volume e reter a umidade e em saladas e emulsões componentes de aroma e sabor como colóide protetor (KLOSE & GLICKSMAN, 1968).

XANTANA. O alto grau de aplicação da goma xantana é devido a sua excelente propriedade de agente de suspensão, mantendo em perfeita dispersão a polpa contida em algumas be bidas. A xantana também é usada como estabilizante de emulsões de componentes do aroma de óleos essenciais, empregados em certas bebidas. Sua concentração no produto final deve estar na faixa de 0,001-0,15% (McNEELY & KANG, 1973).

A goma xantana é indicada para uso alimentício de acordo com o processo de manufatura, com as seguintes funções: agente estabilizante, espessante, agente de suspensão e para dar corpo ou melhorar a espuma de certos alimentos (GLICKSMAN, 1969).

As suspensões de goma xantana apresentam excelentes propriedades de fluxo, ressaltam os aromas e dão suavidade ao produto, além de maciez (JEANES, 1974).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. MATERIAIS

a) Matérias Primas

- Suco natural de cajú (preparado em laboratório);
- Suco comercial de cajú (estabilizado), marca Maraú, fabricado pela Maraú S.A. Agro Indústria e Comércio;
- Suco comercial de cajú, marca Maguary, fabricado pela Indústrias Alimentícias Maguary S.A.;
- Suco de cajú marca Maguary, homogeneizado no laboratório e em planta piloto;
- Suco de cajú, marca Jandaia, fabricado pela Cajú do Brasil S.A. Agro Industrial "CAJUBRÁS".

b) Estabilizantes

- Goma arábica
- Goma guar
- Goma "locust bean"
- Pectina cítrica
- Gelatina
- Alginato de sódio
- Carboximetilcelulose (CMC-7HF)
- Metilcelulose (Tylose C-1000)
- Goma xantana
- Goma carragenina.

Estes aditivos foram obtidos junto a alguns fornecedores da indústria de alimentos de São Paulo, tais como: Hercules do Brasil Produtos Químicos Ltda.; B. Herzog Comércio e Indústria S.A.; Forlab-Kelrio S.A. Importação e Exportação e Hoechst do Brasil - Química e Farmacêutica S.A.

c) Equipamentos e material de laboratório

- Refratômetro, tipo ABBE, marca PZO, modelo RL1.
- Viscosímetro Cannon Fenske, da Cannon Instrument Co. Pa.
- Viscosímetro marca Brookfield, modelo LVT, fabricado pela Brookfield Engineering Laboratories, Inc.
- Centrífuga marca International Equipament Co, modelo B-20A.
- Estufa retilínea, marca Fanem, fabricada pela Fanem Ltda., SP.
- Mufla, marca Forlabo, modelo 2133.
- Peneiras marca Granutest, fabricadas pela Telastem Peneiras para Análise Ltda., SP, de 48, 65, 100 e 150 mesh.
- Homogeneizador de pistão, de dois estágios, marca Manton-Gaulin Corporation, modelo 15M.

- Balança analítica, marca Sauter, modelo 414.
- Balança semi analítica, marca Mettler, modelo P1210.
- Banho-maria marca Fabbe, modelo 110-E, da Soc. Fabbe Ltda.
- Liquidificador marca Arno.
- Agitador mecânico com regulador de velocidade, marca Fanem.
- pHmetro marca Metrohm Herisau, modelo E-516.
- Agitador magnético marca Metrohn, modelo E-40.
- Banho com regulador de temperatura, marca Magni Whirl, modelo Blue-M.
- Cronômetro marca Jaquet-Swiss.
- Vidrarias comuns de laboratório.

3.2. MÉTODOS

- a) pH, método AOAC: 10.035, 1980.
- b) Acidez titulável, método AOAC: 22.061, 1980.
- c) Sólidos solúveis, método AOAC: 22.024, 1980.

- d) Densidade (JOSLYN, 1970).
- e) Nitrogênio total, método Kjeldahl (ANALYTICAL CHEMISTRY, 1951).
- f) Cinzas, método AOAC: 22.026, 1980.
- g) Açúcares totais, método AOAC: 22.084, 1980.
- h) Açúcares redutores, método AOAC: 22.085, 1980.
- i) Fibra, método AOAC: 7054, 1975.
- j) Viscosidade: suco clarificado (CANNON, 1944), suco comercial e misturas (MATZ, 1962).
- k) Polpa suspensa (ANNON, 1964).
- l) Identificação de gomas no suco comercial de cajú estabilizado (GLICKSMAN, 1969).

O material usado para esta determinação foi o suco clarificado, resultante da centrifugação a 4.600g do suco acima mencionado. Este suco clarificado foi dialisado em água corrente, por 15 horas, para eliminação dos sólidos solúveis.

m) Determinação de tamanho de partículas insolúveis
(KIMBALL & KERTESZ, 1952).

n) Ensaios de sedimentação (BROWN, 1965).

n.1. Preparação do Material

O suco comercial de cajú, não estabilizado, foi centrifugado a 4.600g, obtendo-se duas frações: fração sólida - polpa; e fração líquida - sobrenadante, o qual foi chamado de "suco clarificado". A polpa foi redispersa em água destilada e centrifugada, por duas vezes. A polpa assim obtida foi designada "polpa integral".

As suspensões utilizadas nos diversos ensaios de sedimentação foram preparadas pela adição lenta dos estabilizantes, sob agitação mecânica por 10 minutos. Após este tempo, as suspensões foram deixadas em repouso por 24 horas, para permitir a hidratação dos componentes da fase dispersa: gomas e polpa. Terminado o tempo de hidratação, as suspensões foram vigorosamente agitadas, colocadas em provetas de 100ml e, nesse momento, iniciadas as medições de velocidade de sedimentação. A zona de separação foi determinada a intervalos variáveis até 1 hora, dependendo da velocidade de sedimentação observada. Após 5 horas de ensaio, os intervalos de leitura foram de 24 horas.

Para o estudo da influência da ação isolada ou combinada das gomas, foram utilizados como meios dispersantes, o suco comercial e o suco comercial homogeneizado. Foram realizados dois diferentes processos de homogeneização do suco comercial: (1) homogeneização em laboratório pela utilização de liquidificador de copo especial, a 3.400 rpm por 10 minutos e (2) homogeneização em planta piloto, pela utilização de homogeneizador tipo pistão, de dois estágios. Neste equipamento o suco foi homogeneizado às pressões de 350 e 500 kg/cm², através de duas passagens do suco.

n.2. Influência da concentração de partículas na velocidade de sedimentação (ensaios 1 e 2)

Com a polpa integral foram preparadas suspensões, nas concentrações de 1, 2, 3, 10, 15 e 20% p/p, em água destilada (ensaio 1) e em suco clarificado (ensaio 2).

n.3. Influência da concentração e tamanho de partículas na velocidade de sedimentação (ensaios 3, 4 e 5)

A polpa integral, separada por centrifugação, foi dispersa em 5 vezes seu peso em água corrente e passada através das peneiras 48, 65 e 100 mesh. Em seguida, as partí

culas foram arrastadas através das peneiras pela lavagem com água corrente, por 10 minutos. Com as partículas retidas nas diferentes peneiras foram preparadas suspensões a 1, 2, 3, 10, 15 e 20% p/p, em suco clarificado (ensaios 3, 4 e 5).

n.4. Influência da viscosidade do meio dispersante na velocidade de sedimentação (ensaios 6, 7 e 8)

Com a polpa integral foram preparadas suspensões a 14% p/p em água destilada e em suco clarificado (ensaio 6).

A polpa integral foi passada através das peneiras 48, 65, 100 e 150 mesh, como indicado no item anterior, e preparadas suspensões a 14% p/p em suco clarificado (ensaio 7) e também em suco clarificado cuja viscosidade foi modificada pela adição das gomas guar e carboximetilcelulose (ensaio 8).

n.5. Influência da ação isolada das gomas sobre o tamanho das partículas insolúveis, na estabilização física do suco comercial de cajú (ensaios 9 a 20)

Com o suco comercial integral foram preparadas as suspensões que constam no Quadro 5 (ensaios 9 a 11), com o

suco comercial homogeneizado no laboratório, as suspensões correspondentes aos ensaios 12 a 19 e o ensaio 20 foi realizado com o suco homogeneizado em planta piloto.

QUADRO 5. Diferentes concentrações de gomas usadas como agente estabilizante.

MEIO DISPERSANTE: SUCO INTEGRAL								
ENSAIO * Nº	ESTABILIZANTE	CONCENTRAÇÃO (% p/p)						
9	G.locust bean	0,1						
	CMC-7HF	0,1						
	G.guar	0,1						
	Pectina	0,1						
10	CMC-7HF	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6		
11	Metilcelulose (Tylose C-1000)	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0		
MEIO DISPERSANTE: SUCO HOMOGENEIZADO								
12	G. guar	0,05	0,07	0,1	0,3	0,4	0,5	
13	G.carragenina	0,03	0,05	0,07	0,10	0,13	0,17	0,19 0,20
14	Tylose C-1000	0,3		0,5		0,7	0,9	1,0
15	CMC-7HF	0,1		0,2		0,3	0,4	
16	G.carragenina	0,1		0,2		0,3	0,4	
17	G. guar	0,1		0,2		0,3	0,4	
18	Pectina	0,1		0,2		0,3		
19	Alginato de Na	0,1		0,2		0,3	0,4	
20	G. xantana	0,1		0,2		0,3	0,4	0,5

* Ensaios de 1 a 8 estão representados nas figuras.

n.6. Influência da ação combinada de gomas sobre o tamanho de partículas na estabilização física do suco comercial de cajú (ensaaios 21 a 31)

Foram feitas inicialmente, misturas de gomas utilizando suco comercial integral (ensaaios 21 a 26). A partir destes ensaios, as suspensões que apresentaram melhores resultados com relação a escoamento e menor grau de separação de fases (sedimentação) foram selecionadas para os ensaios com o suco comercial homogeneizado. Nos ensaios 27 a 29 foi utilizado o suco homogeneizado no laboratório e nos de número 30 e 31 o suco homogeneizado em planta piloto.

Os ensaios 21 a 26 estão representados no Quadro 6 e os de número 27 a 31 no Quadro 7.

o. Seleção rápida da capacidade estabilizante de gomas

Com o objetivo de reduzir o tempo de observação da velocidade de sedimentação, os ensaios 27 a 31 foram também acompanhados por testes de centrifugação a 360g por 30 minutos. Após esse tempo foi observada a intensidade da separação nas suspensões, fato este que permitiu a rápida seleção das misturas de gomas mais eficientes.

QUADRO 6. Diversas concentrações de gomas usadas como agente estabilizante.

MEIO DISPERSANTE - SUCO HOMOGENEIZADO EM LABORATÓRIO										
ENSAIO Nº	ESTABILIZANTE	CONCENTRAÇÃO (% p/p)								
21	CMC - 7HF	0,05	0,15	0,075	0,15	0,10	0,15	0,125	0,15	0,15
	Goma Guar	0,10	0,05	0,10	0,075	0,10	0,10	0,10	0,125	0,15
22	G. Carragenina	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,1	0,1	0,15	0,1
	CMC - 7 HF	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,1	0,15	0,20	0,25
23	CMC - 7 HF	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,10	0,15	0,20	0,25
	Alginato de Na	0,10	0,13	0,15	0,17	0,19	0,20	0,20	0,20	0,20
24	G. Carragenina	0,02	0,05	0,08	0,11	0,14	0,12	0,12	0,12	0,12
	G. Guar	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,10	0,15	0,20	0,30
25	G. Carragenina	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,30	0,5	0,7	0,9
	Alginato de Na	0,10	0,08	0,06	0,04	0,02	0,10	0,1	0,1	0,1
26	G. Carragenina	0,15	0,13	0,11	0,09	0,07	0,05	0,04	0,03	0,02
	G. Guar	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
	CMC - 7 HF	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09

QUADRO 7. Variação na concentração de gomas usadas como agente estabilizante.

MEIO DISPERSANTE - SUCO HOMOGENEIZADO									
ENSAIO Nº	ESTABILIZANTE	CONCENTRAÇÃO (% p/p)							
27	G.carragenina	0,02	0,08	0,11	0,14	0,15			
	G.guar	0,30	0,30	0,30	0,3	0,25			
28	CMC-7HF	0,01	0,10	0,10	0,15	0,15	0,20	0,20	0,2
	G.guar	0,025	0,05	0,10	0,025	0,05	0,025	0,025	0,05
29	CMC-7HF	0,20	0,20	0,20	0,25				
	G.guar	0,025	0,05	0,10	0,10				
30	G.guar	0,2	0,2	0,2					
	G.carragenina	0,05	0,075	0,1					
31	G.xantana	0,15	0,1	0,05	0,10				
	G.guar	0,1		0,10	0,05				
	G.carragenina		0,2	0,15	0,10				

p) Análise sensorial (ROESSLER, 1978).

A avaliação sensorial foi feita em duas etapas. Na primeira etapa foi utilizado o teste pareado - preferência, para determinar a diluição preferida pelos provadores. Para este teste foi usado o suco comercial de cajú estabilizado (padrão) nas diluições de 1:2, 1:4 e 1:6. Na segunda etapa,

foi utilizado o teste duo-trio-diferença, no qual foi comparado o suco estabilizado no laboratório com o padrão.

Utilizaram-se para os testes sensoriais os Formulários 1 e 2.

FORMULÁRIO 1. Modelo para teste de preferência de diluição do suco.

PAREADO - PREFERÊNCIA

Produto: _____

Nome: _____

Dentro de cada par, faça um círculo na amostra que você prefere.

Par:

1	_____	_____
2	_____	_____
3	_____	_____

FORMULÁRIO 2. Modelo para teste de diferença entre o padrão
e a amostra experimental.

TESTE DUO-TRIO

Nome: _____ Produto: _____

Instruções para o teste:

- Você está recebendo 3 amostras
- A amostra REFERÊNCIA é a de codificação "R"
- Prove-a em primeiro lugar.
- Das outras duas amostras desconhecidas, uma é igual a "R"
- Prove as amostras na ordem apresentada, da esquerda para a direita
- Faça um círculo em torno da amostra igual a "R".

1º TESTE

2º TESTE

COMENTÁRIOS: _____

4. RESULTADOS

4.1. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE SUCOS DE CAJÚ

O Quadro 8 apresenta algumas variações na composição característica de sucos comerciais de cajú e suco natural, preparado no laboratório, com frutos "de vez" e "maduros".

4.2. VISCOSIDADE

A Figura 2 mostra graficamente a viscosidade aparente de sucos de cajú, determinada no viscosímetro Brookfield a diferentes velocidades de rotação e a temperatura ambiente (24°C).

As Figuras 3 e 4 mostram, graficamente, a viscosidade aparente de suspensões aquosas com diversas concentrações de estabilizantes comerciais utilizados na indústria alimentícia. A viscosidade foi determinada a 60 rpm e 24°C, no viscosímetro Brookfield.

O Quadro 9 mostra a viscosidade cinemática da água e sucos clarificados de cajú, obtidos por centrifugação a 4.600g. Estas viscosidades foram determinadas com o viscosímetro Cannon Fenske, a 24°C.

QUADRO 8. Variações da composição característica de sucos de cajú.

D E T E R M I N A Ç Õ E S	A M O S T R A S		
	SUCO NATURAL	SUCO COMERCIAL	SUCO COMERCIAL ESTABILIZADO
Sólidos totais (%)	11,95 - 12,60	12,40 - 12,55	12,70 - 13,10
Sólidos solúveis (ºBrix)	11,10 - 12,30	12,10 - 12,20	11,30 - 13,00
pH	3,70 - 3,75	3,70 - 4,0	3,80 - 3,95
Acidez titulável(mg/100ml ac.citr.)	0,81 - 0,87	0,69 - 0,78	0,58 - 0,75
Relação ºBrix/Acidez	13,70 - 14,13	17,54 - 15,64	19,48 - 17,33
Nitrogênio (%)	0,073 - 0,079	0,072 - 0,082	0,079 - 0,082
Fibra (%)	0,08 - 0,11	0,12 - 0,16	0,091 - 0,11
Açúcares totais (%)	11,20 - 11,84	8,80 - 9,25	8,55 - 9,10
Açúcares redutores (%)	9,30 - 9,58	7,95 - 8,30	7,25 - 7,85
Cinzas (%)	0,33 - 0,37	0,36 - 0,39	0,32 - 0,40
Polpa suspensa (%)	11,10 - 12,40	14,20 - 24,60	13,40 - 21,30
Densidade (g/ml)	1,040 - 1,050	1,055 - 1,060	1,055 - 1,057

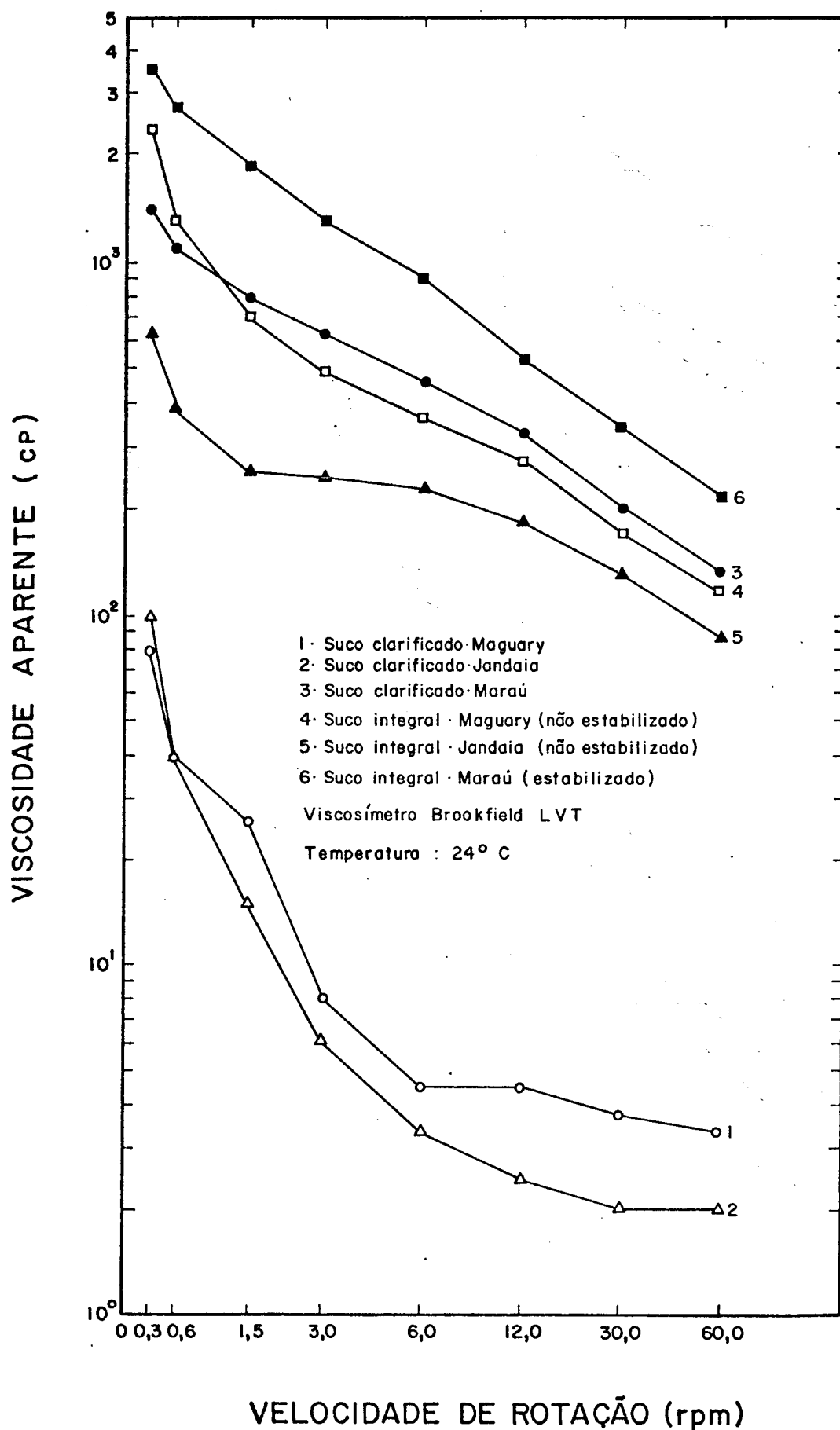


FIGURA 2. Viscosidade aparente de sucos integrais e clarificados de cajú vs. velocidade de rotação.

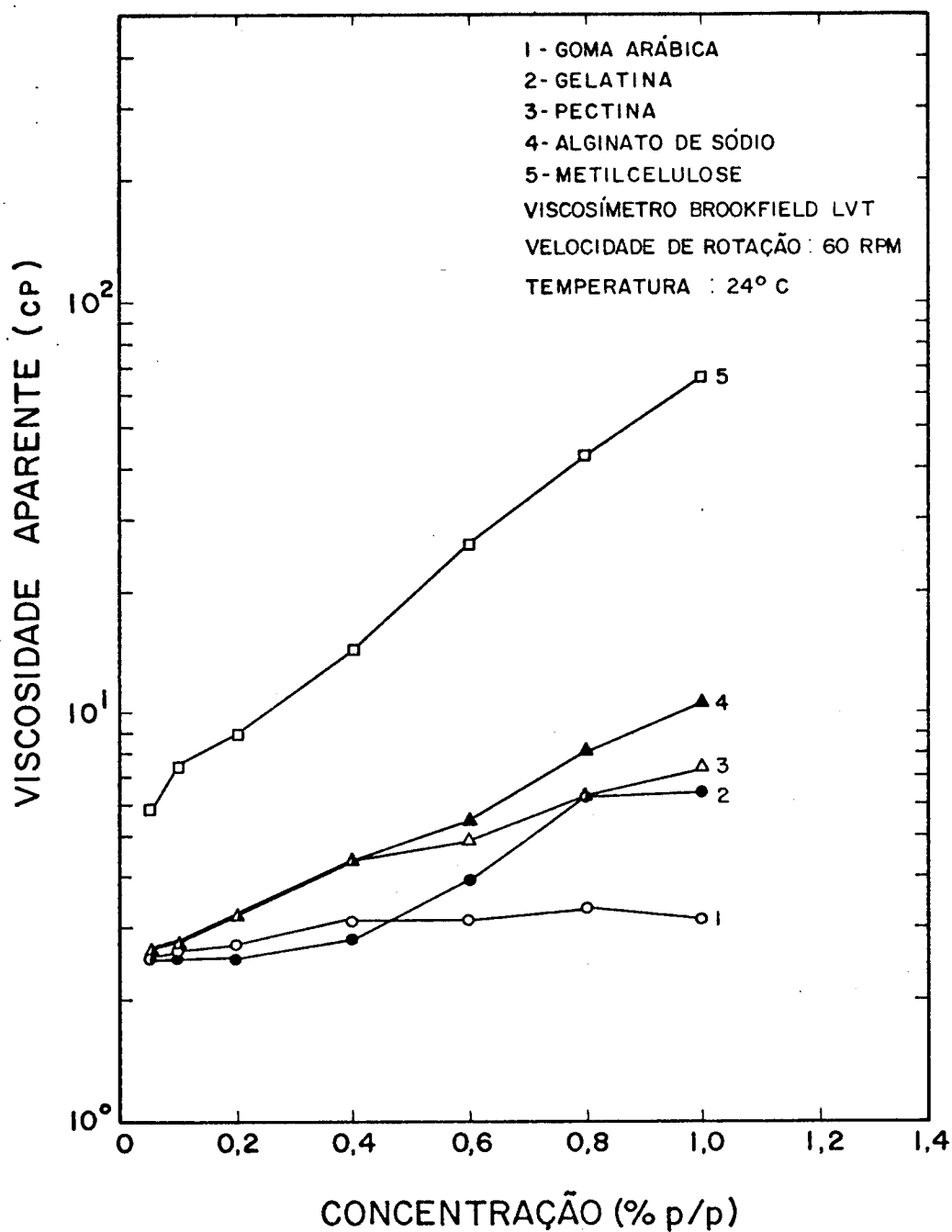


FIGURA 3. Viscosidade aparente de suspensões aquosas de estabilizantes vs. concentração.

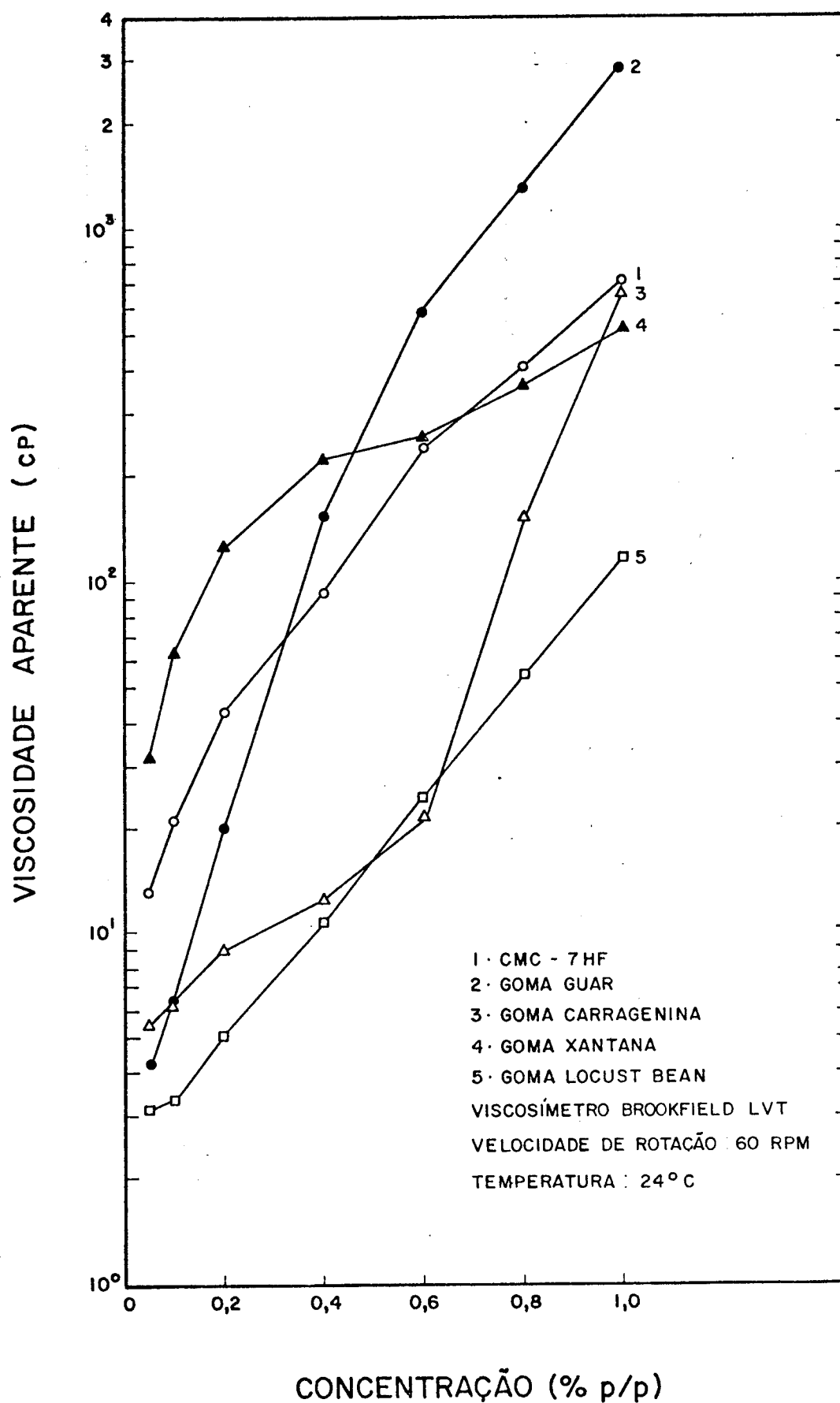


FIGURA 4. Viscosidade aparente de suspensões aquosas de estabilizantes vs. concentração.

QUADRO 9. Dados de viscosidade cinemática da água e sucos clarificados.

AMOSTRA	MARCA	VISCOSIDADE CINEMÁTICA (cSt)
Água	---	0,9773
Suco clarificado	Maraú	58,64 - 82,17
Suco clarificado	Maguary	1,098 - 1,195
Suco clarificado	Jandaia	1,3846 - 1,3914

4.3. IDENTIFICAÇÃO DE GOMAS

O Quadro 10 apresenta as reações de identificação qualitativa de estabilizantes presentes no suco comercial de cajú, estabilizado.

4.4. DISTRIBUIÇÃO DAS PARTÍCULAS INSOLÚVEIS POR TAMANHO EM SUCOS DE CAJÚ

A Figura 5 mostra, graficamente, a distribuição das partículas insolúveis por tamanho em sucos de cajú comerciais.

QUADRO 10. Reações de identificação qualitativa de estabilizantes presentes no suco comercial de cajú.

REAGENTE DE GRUPO	ESTABILIZANTE	REAÇÃO	
		PRIMÁRIA	CONFIRMATÓRIA
Cloreto de cálcio	Alginatos	Negativo	---
	Pectina este- rificada	Negativo	---
Hidróxido de bário	G.carragenina	Positivo	Positivo
	Metilcelulose	Negativo	---
	G.agar	Negativo	---
	G.tragacante	Negativo	---
	Amido	Negativo	---
	G.locust bean	Negativo	---
	CMC	Negativo	---
	G. karaya	Negativo	---
Acetato básico de chumbo	G. arábica	Positivo	Positivo
	Gelatina	Negativo	---
	G.ghatti	Negativo	---

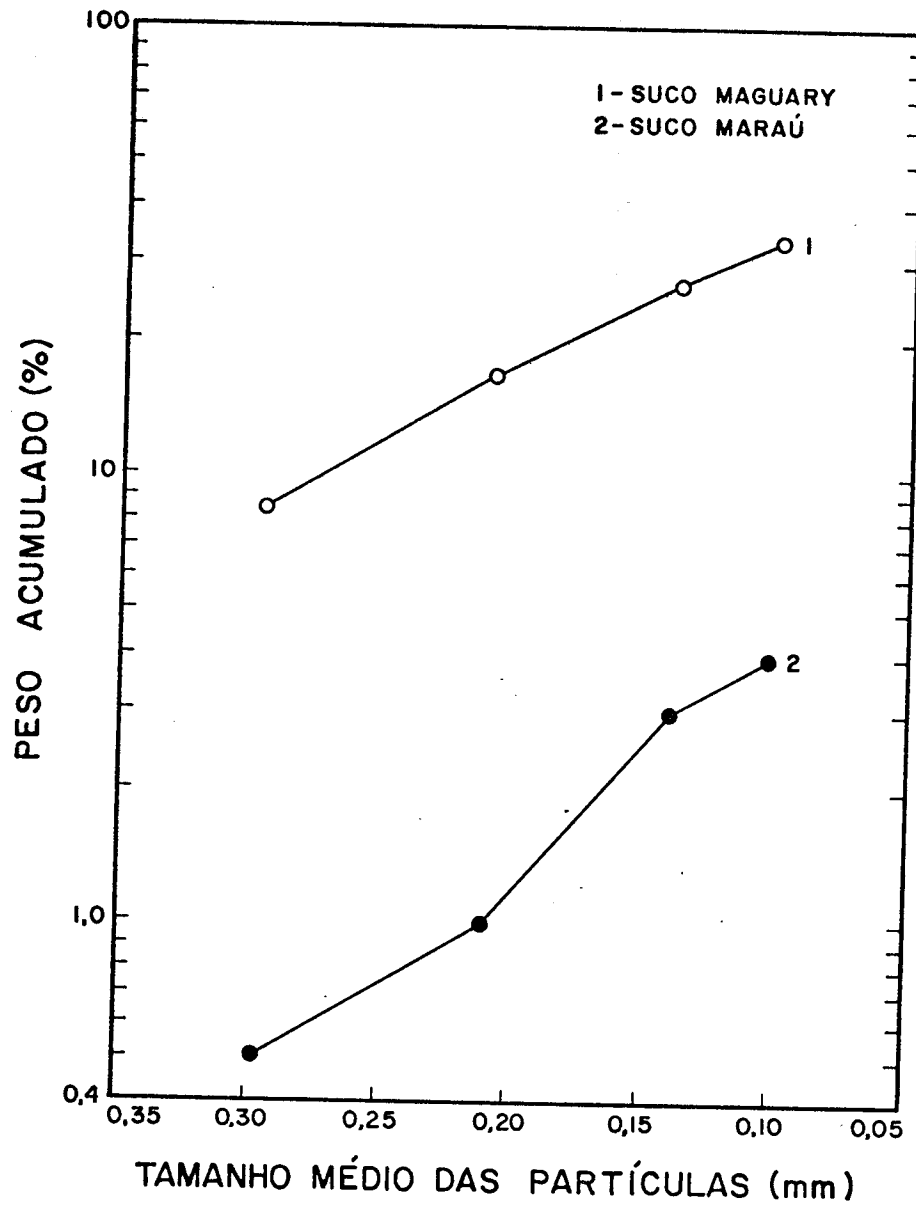


FIGURA 5. Distribuição por tamanho das partículas da polpa suspensa.

4.5. ENSAIOS DE SEDIMENTAÇÃO

As Fotos 1 e 2 mostram o fenômeno de sedimentação em diferentes sucos de cajú.

As Figuras 6 e 7 mostram, graficamente, a influência da concentração de partículas insolúveis na velocidade de sedimentação (ensaios 1 e 2).

As Figuras 8, 9 e 10 mostram, graficamente, a influência da concentração e tamanho de partículas insolúveis, na velocidade de sedimentação (ensaios 3, 4 e 5).

As Figuras 11, 12 e 13 mostram a influência da viscosidade do meio dispersante na velocidade de sedimentação (ensaios 6, 7 e 8).

O Quadro 11 mostra o tempo máximo de sedimentação e a consistência aparente dos sucos preparados com diferentes concentrações de estabilizantes (ensaios 9 a 20).

O Quadro 12 mostra o efeito das concentrações de gomas na sedimentação de sucos homogeneizados. A coluna referente à concentração das gomas apresenta a faixas dessas concentrações, as quais foram apresentadas nos Quadros 6 e 7 das páginas 43 e 44, respectivamente, de "Materiais e Métodos".

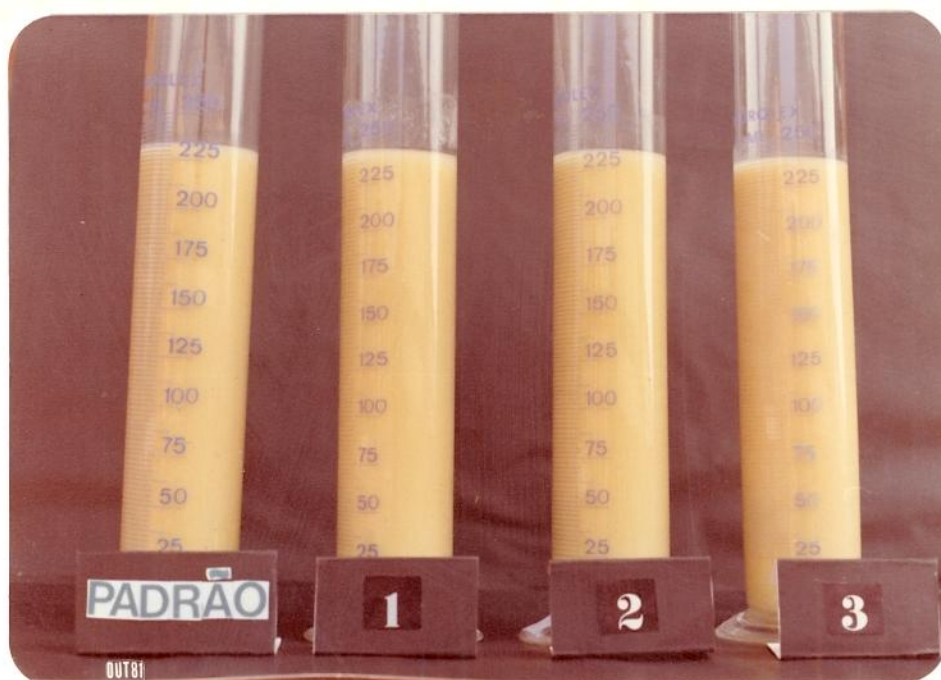


FOTO 1. Ensaio de sedimentação no tempo zero.

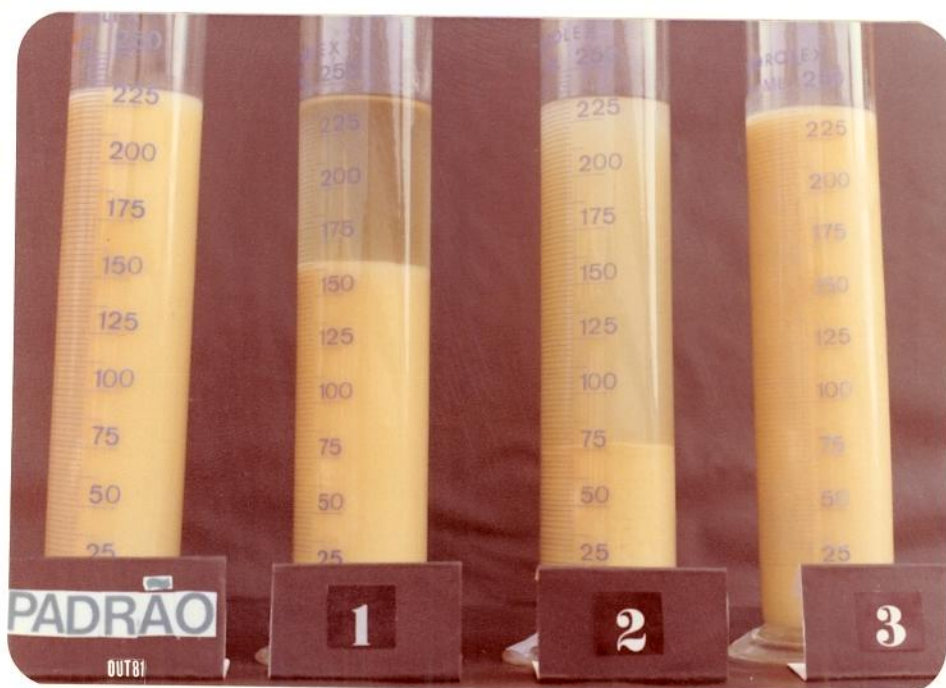


FOTO 2. Ensaio de sedimentação após 168 horas.

PADRÃO: suco comercial, estabilizado, Maraú.

1: suco comercial, Maguary.

2: suco homogeneizado no laboratório.

3: suco estabilizado no laboratório.

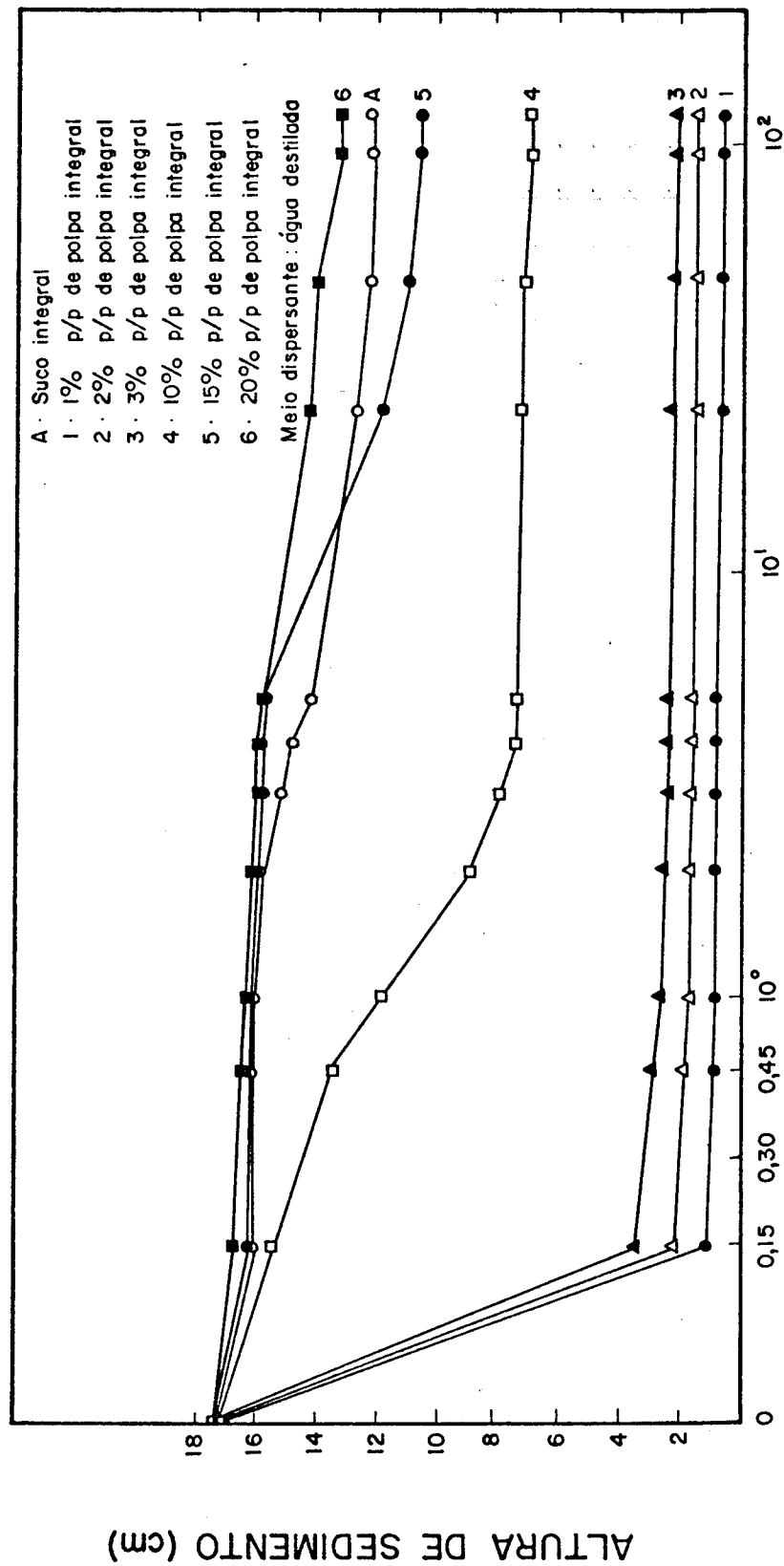


FIGURA 6. Velocidade de sedimentação vs. diversas concentrações da polpa em suspensão aquosa.

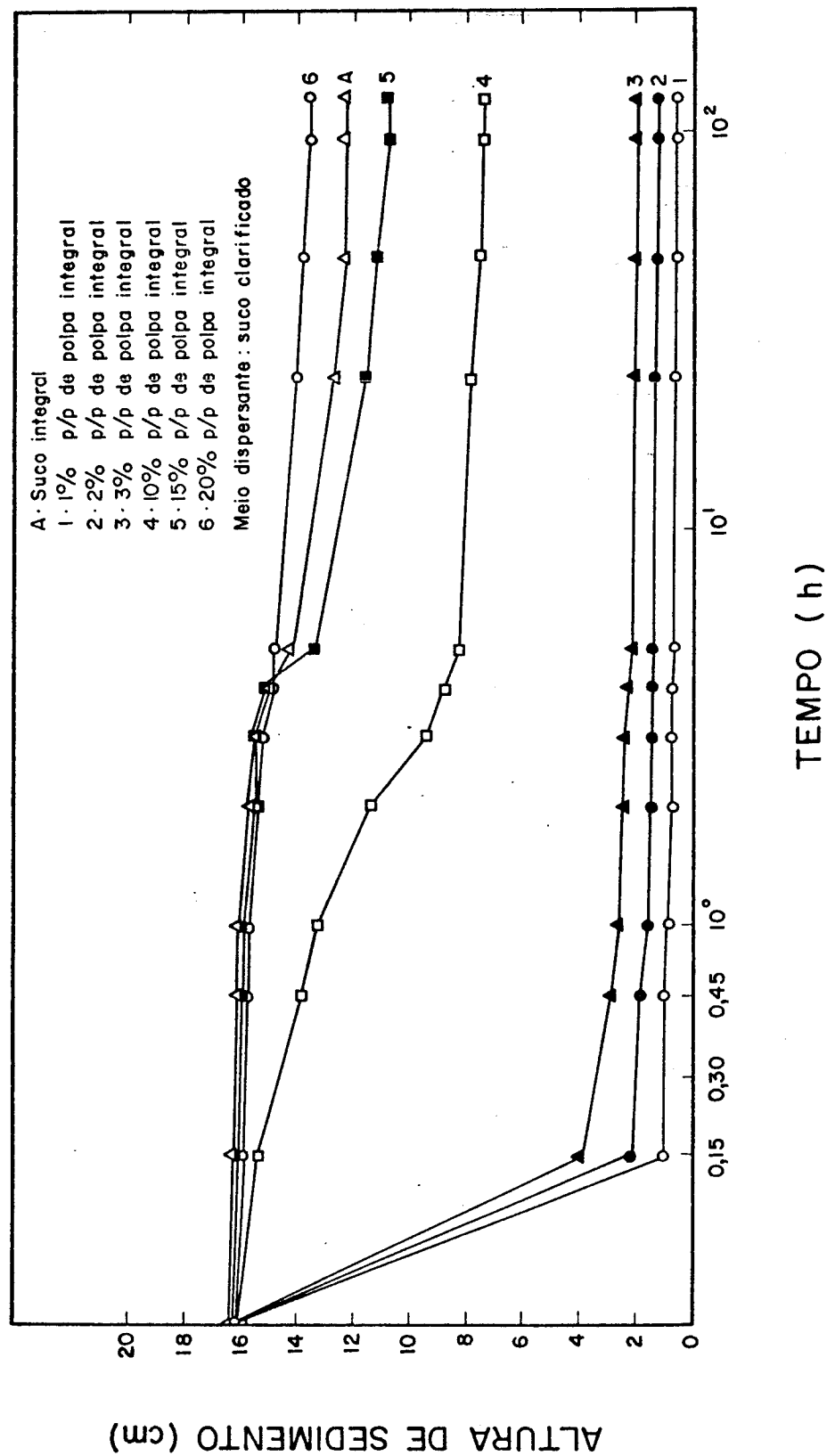


FIGURA 7. Velocidade de sedimentação vs. diversas concentrações da polpa em suco clarificado.

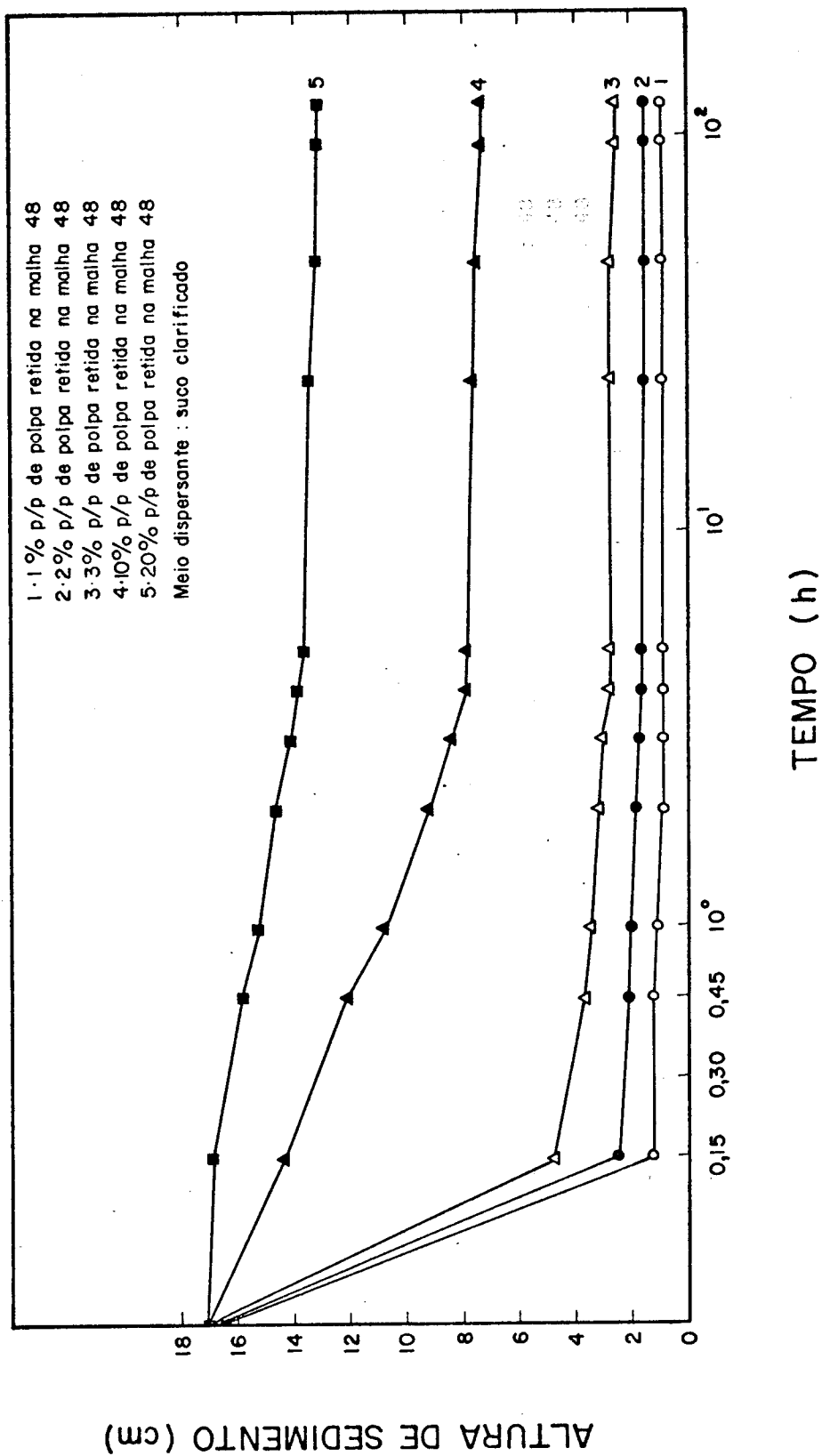


FIGURA 8. Velocidade de sedimentação vs. concentração da polpa e tamanho de partículas suspensas em suco clarificado.

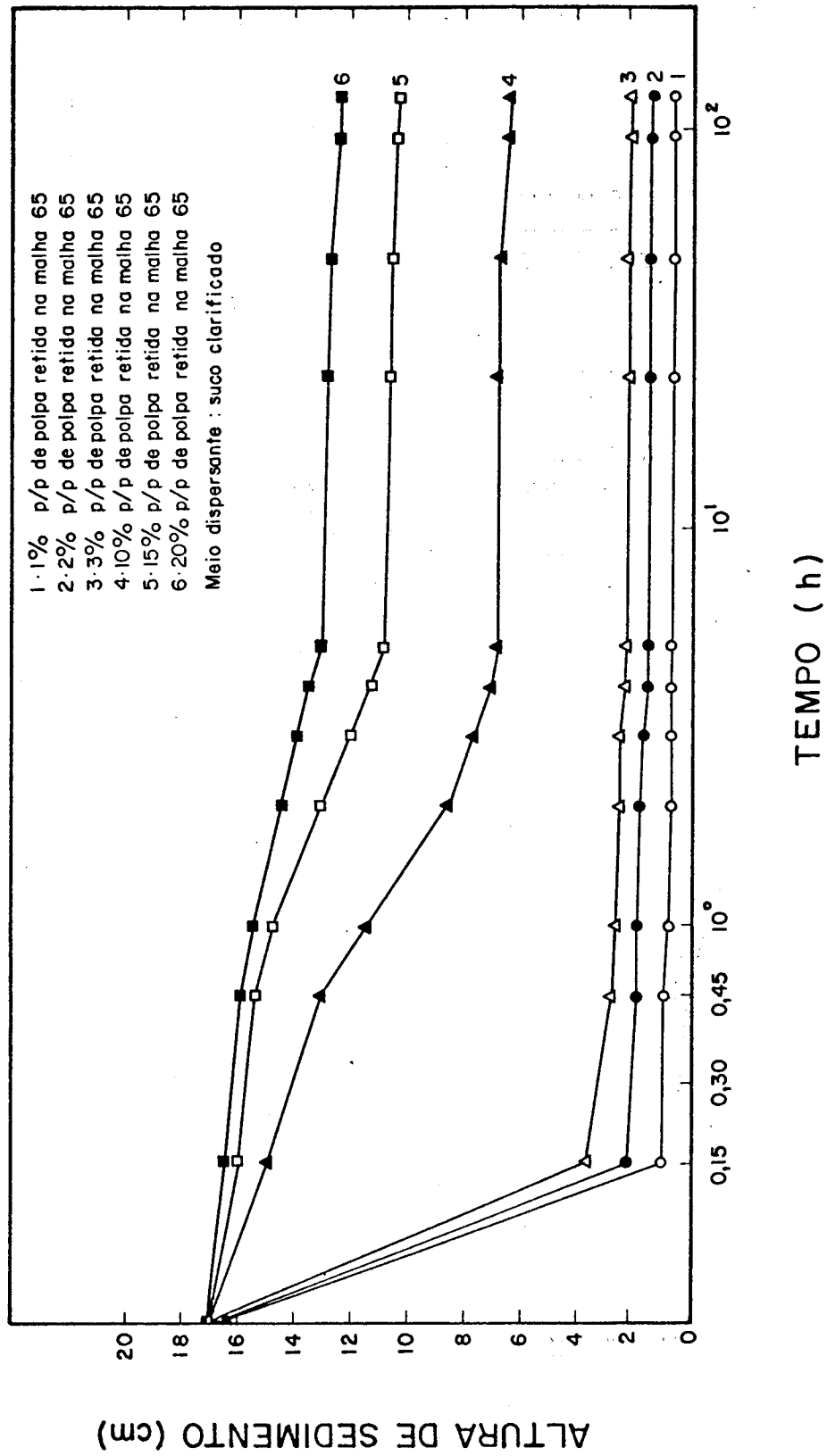


FIGURA 9. Velocidade de sedimentação vs. concentração de polpa e tamanho de partículas suspensas em suco clarificado.

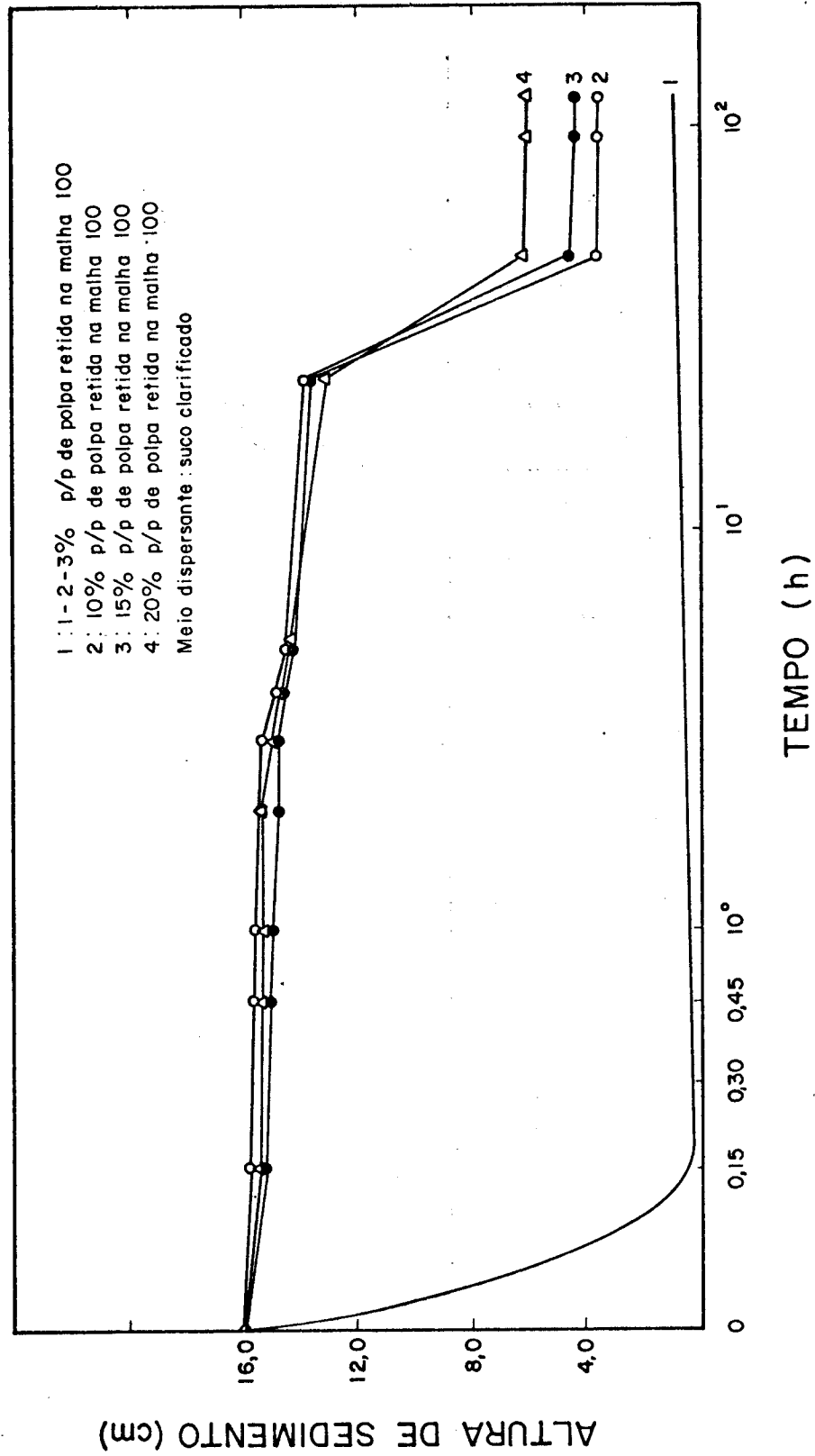


FIGURA 10. Velocidade de sedimentação vs. concentração de polpa e tamanho de partículas suspensas em suco clarificado.

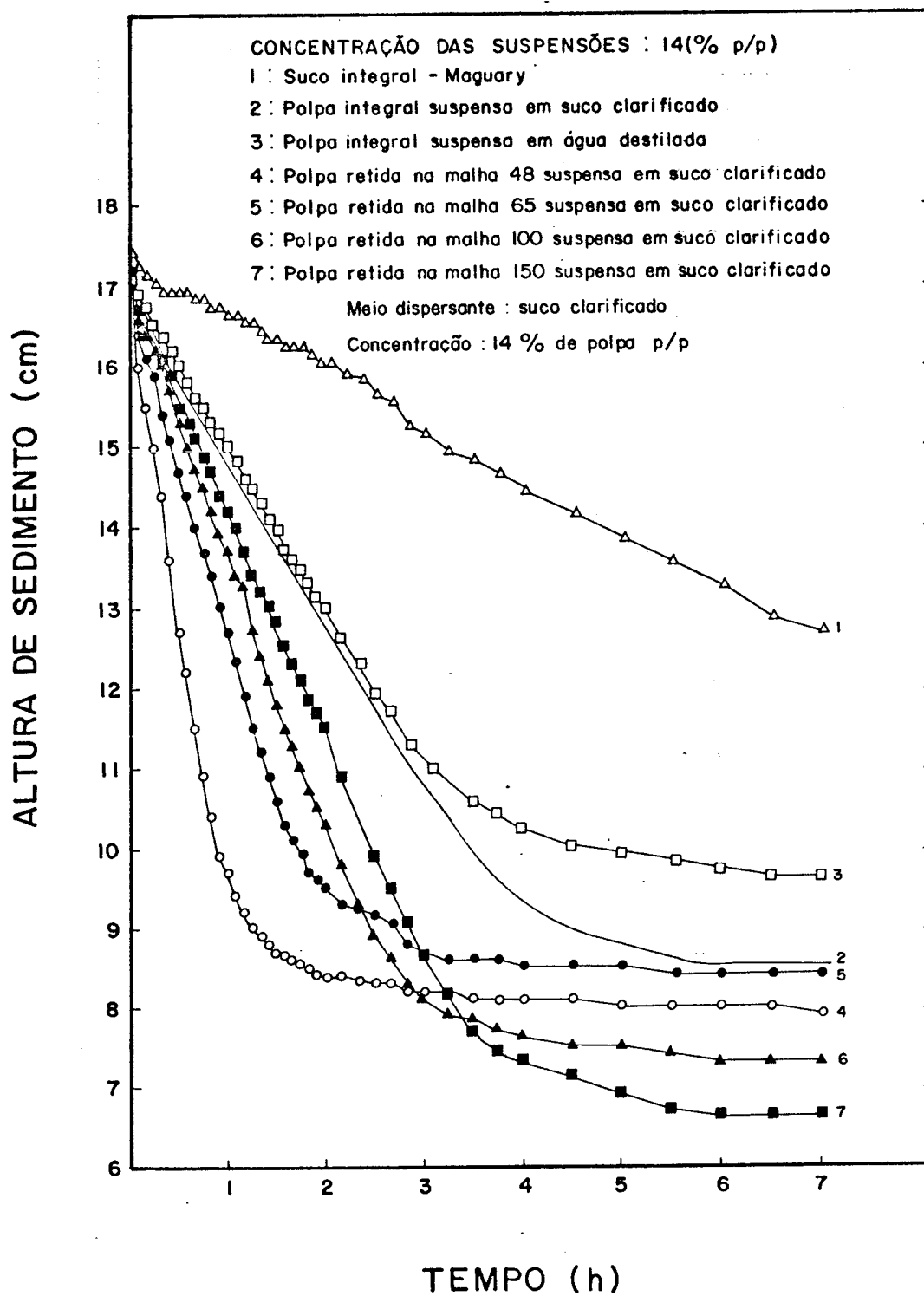


FIGURA 11. Velocidade de sedimentação em função do tamanho de partículas.

Nota:- Este ensaio de sedimentação foi acompanhado por 144hs.

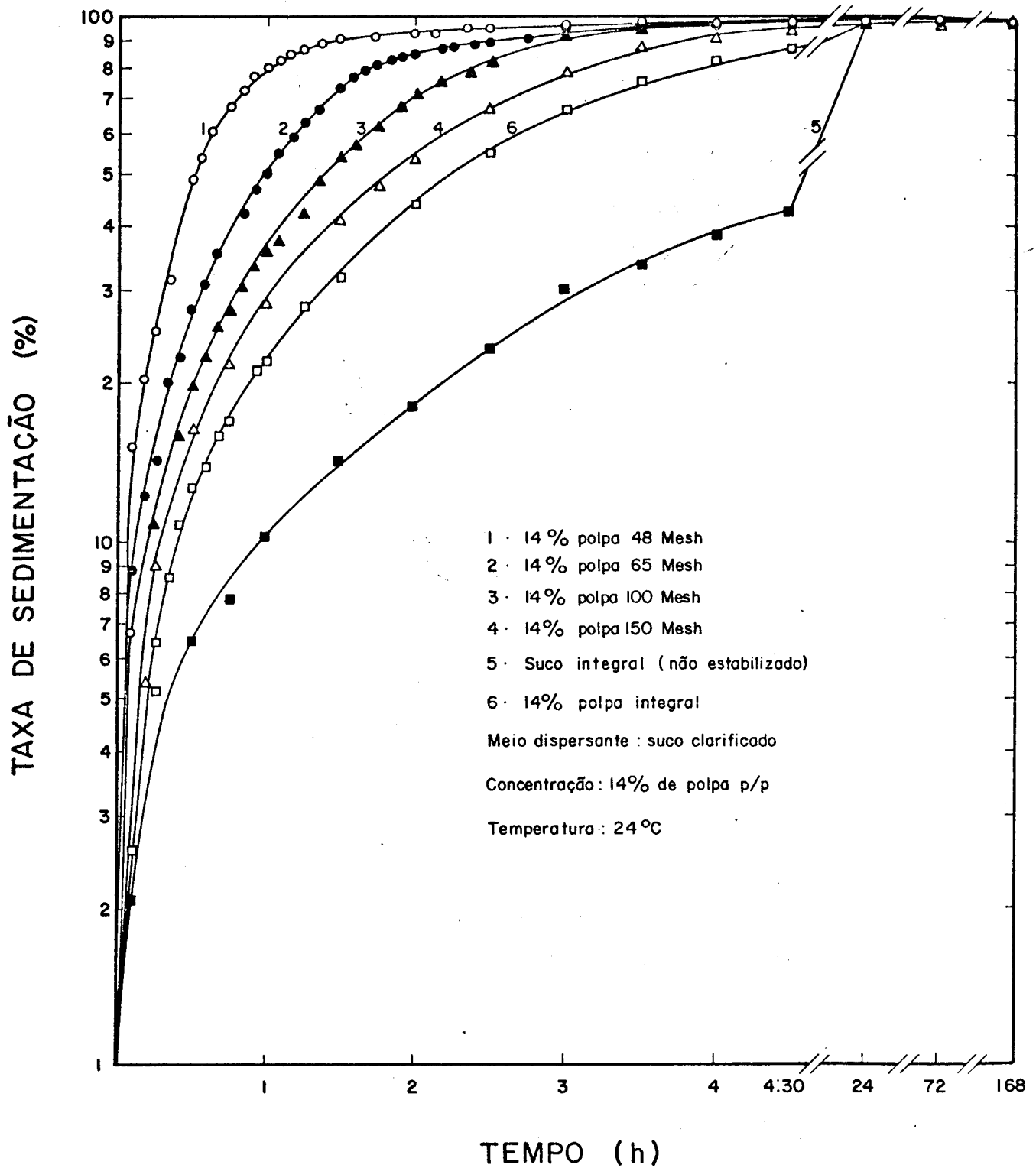


FIGURA 12. Taxa de sedimentação em função do tempo e do tamanho de partículas.

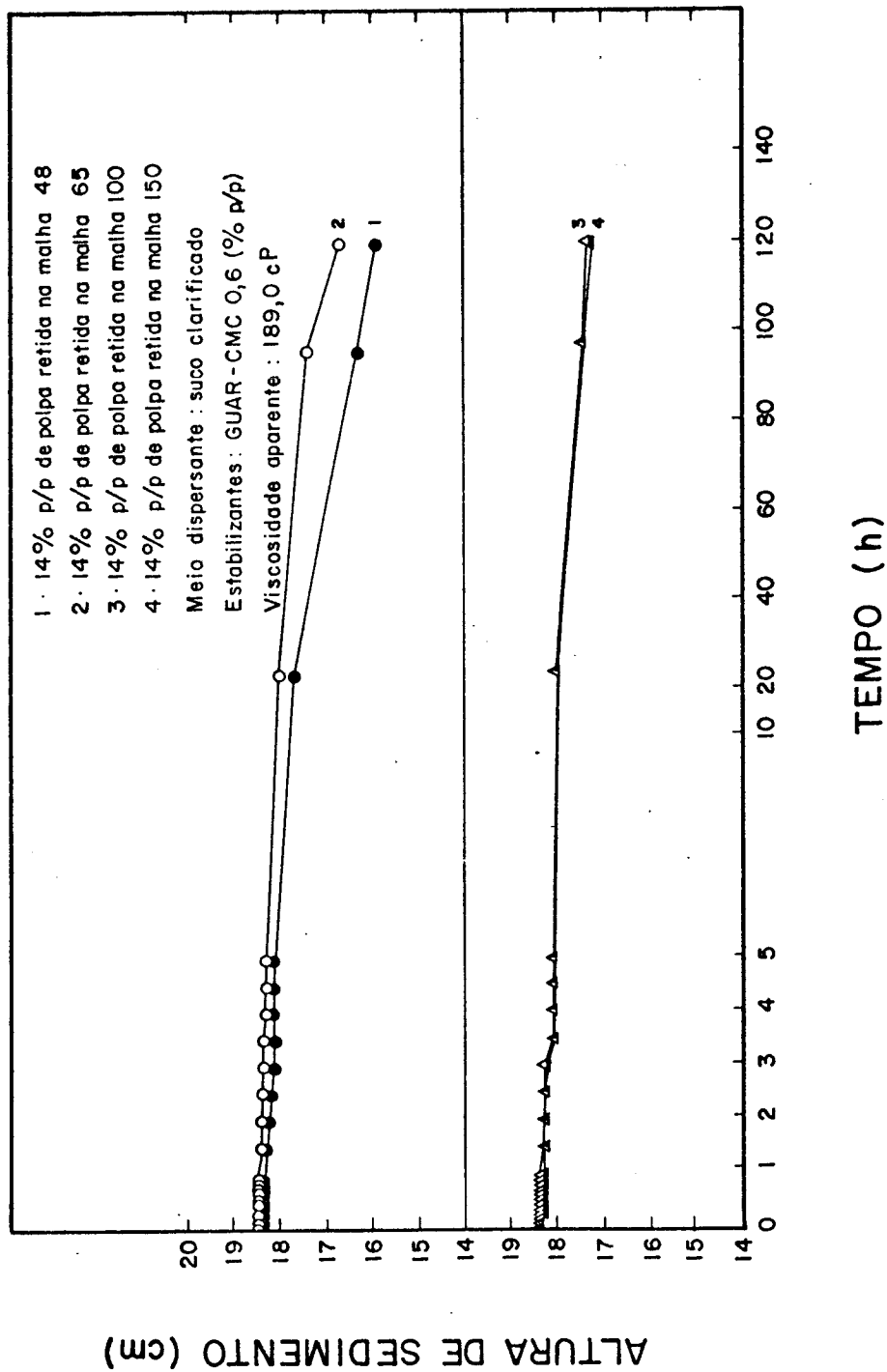


FIGURA 13. Velocidade de sedimentação de suspensões com estabilizantes, em função do tamanho de partículas.

QUADRO 11. Ação estabilizante das gomas.

ENSAIO Nº	MEIO DISPERSANTE	ESTABILIZANTE	CONCENTRAÇÃO DO ESTABILIZANTE	TEMPO MÁXIMO DE SEDIMENTAÇÃO(h)	CONSISTÊNCIA APARENTE
9	Suco integral	G. locust bean	0,10	72	média
		CMC - 7HF	0,10	72	média
		Goma guar	0,10	96	média
		Pectina	0,10	48	média
10	Suco integral	CMC-7HF	0,10	48	média
			0,20	48	média
			0,30	24	alta
			0,50	--	alta
11	Suco integral	Tylose C-1000	0,60	--	alta
			0,30	72,0	média
			0,50	72,0	média
			0,70	72,0	alta
			0,90	24,0	alta
			1,00	24,0	alta

continua...

QUADRO 11. Continuação 1.

ENSAIO Nº	MEIO DISPERSANTE	ESTABILIZANTE	CONCENTRAÇÃO DO ESTABILIZANTE	TEMPO MÁXIMO DE SEDIMENTAÇÃO(h)	CONSISTÊN- CIA APARENTE
12	Suco comercial homogeneizado no laboratório	Goma guar	0,05	72,0	baixa
			0,07	72,0	baixa
			0,10	--	média
			0,30	--	média
			0,40	--	alta
			0,50	--	alta
13	Suco comercial homogeneizado no laboratório	Goma carragenina	0,03	72,0	baixa
			0,05	72,0	baixa
			0,07	72,0	baixa
			0,01	72,0	baixa
			0,13	72,0	baixa
			0,15	72,0	baixa
			0,17	72,0	baixa
			0,19	72,0	média
			0,20	72,0	média

continua...

QUADRO 11. Continuação 2.

ENSAIO Nº	MEIO DISPERSANTE	ESTABILIZANTE	CONCENTRAÇÃO DO ESTABILIZANTE	TEMPO MÁXIMO DE SEDIMENTAÇÃO(h)	CONSISTÊN- CIA APARENTE
14	Suco comercial homogeneizado no laboratório	Tylose C-1000	0,3	40,0	média
			0,5	30,0	média
			0,7	4,0	alta
			0,9	15,0	alta
			1,0	--	alta
15	Suco comercial homogeneizado no laboratório	CMC-7HF	0,1	24,0	média
			0,2	24,0	média
			0,3	24,0	média
			0,4	24,0	alta
16	Suco comercial homogeneizado no laboratório	Goma carrágenina	0,1	24,0	média
			0,2	24,0	média
			0,3	7,0	média
			0,4	7,0	média
17	Suco comercial homogeneizado no laboratório	Goma guar	0,1	24,0	média
			0,2	24,0	média
			0,3	--	média
			0,4	--	alta

continua...

QUADRO 11. Continuação 3.

ENSAIO Nº	MEIO DISPERSANTE	ESTABILIZANTE	CONCENTRAÇÃO DO ESTABILIZANTE	TEMPO MÁXIMO DE SEDIMENTAÇÃO (h)	CONSISTÊN- CIA APARENTE
18	Suco comercial homogeneizado no laboratório	Pectina	0,1	48,0	baixa
			0,2	48,0	baixa
			0,3	24,0	média
19	Suco comercial homogeneizado no laboratório	Alginato de sódio	0,1	48,0	baixa
			0,2	48,0	baixa
			0,3	24,0	baixa
			0,4	24,0	média
20	Suco comercial homogeneizado em planta piloto	Goma xantana	0,1	24,0	média
			0,2	24,0	média
			0,3	--	média
			0,4	--	média
			0,5	--	alta

OBS:- Consistência Baixa: fácil escoamento visual (suco integral)

Média: escoamento similar ao de um néctar.

Alta: escoamento lento, com tendência ao comportamento de um gel.

QUADRO 12. Ação estabilizante da combinação de gomas.

MEIO DISPERSANTE: SUCO HOMOGENEIZADO EM LABORATÓRIO						
ENSAIO Nº	ESTABILIZANTES	Nº DE CONCENTRAÇÕES	FAIXA DE CON- CENTRAÇÃO (%p/p)	TEMPO DE SEDIMENTAÇÃO (h)		CONSISTÊNCIA APARENTE
				MÍNIMO	MÁXIMO	
21	CMC - 7HF G.guar	09	0,05 - 0,15 0,05 - 0,15	--	48,0	média - alta
22	G.carragenina CMC - 7HF	09	0,02 - 0,15 0,10 - 0,30	48,0	96,0	baixa - alta
23	CMC - 7HF Alginato de Na	10	0,10 - 0,30 0,10 - 0,20	72,0	96,0	baixa - média
24	G.carragenina G.guar	10	0,20 - 0,14 0,10 - 0,30	--	72,0	média - alta
25	G.carragenina Alginato de Na	09	0,10 - 0,90 0,02 - 0,10	--	48,00	baixa - média
26	G.carragenina G.guar CMC - 7HF	10	0,01 - 0,15 0,01 - 0,10 0,04 - 0,09	48,0	96,0	média - alta

Continua...

QUADRO 12. Continuação 1.

MEIO DISPERSANTE: SUCO HOMOGENEIZADO EM PLANTA PILOTO						
ENSAIO Nº	ESTABILIZANTES	Nº DE CONCENTRAÇÕES	FAIXA DE CONCENTRAÇÃO (%p/p)	TEMPO DE SEDIMENTAÇÃO (h)		CONSISTÊNCIA APARENTE
				MÍNIMO	MÁXIMO	
27	G.carragenina G.guar	05	0,02 - 0,15 0,25 - 0,30	--	96,0	média - alta
28	CMC - 7HF G.guar	08	0,10 - 0,20 0,025 - 0,10	--	72,0	média - alta
29	CMC - 7HF G.guar	04	0,2 - 0,25 0,025 - 0,10	--	72,0	média - alta
30	G.guar G.carragenina	03	0,20 - 0,20 0,05 - 0,10	--	--	média - alta
31	G.xantana G.carragenina G.guar	04	0,05 - 0,10 0,05 - 0,20 0,10 - 0,15	24,0	--	média - alta

4.6. TESTE DE CENTRIFUGAÇÃO

Dos ensaios de sedimentação em cuja ação estabilizante das gomas foi testada através de centrifugação, apenas as suspensões resultantes da combinação das gomas guar e carragenina nas concentrações indicadas no Quadro 13, apresentaram resultados satisfatórios.

QUADRO 13. Ação estabilizante das gomas.

ESTABILIZANTE	CONCENTRAÇÃO (p/p)		
Goma guar	0,20	0,20	0,20
Goma carragenina	0,10	0,15	0,20

4.7. ANÁLISE SENSORIAL

O Quadro 14 mostra o resultado do teste de preferência comparada das diluições de suco utilizadas, as quais são representadas por: A - 1:6, B - 1:4 e C - 1:2.

Os Quadros 15 e 16 apresentam os resultados dos testes duo-trio diferença entre o padrão e a amostra experimental. O teste representado no Quadro 15 foi realizado com os sucos a 17°C, enquanto que o Quadro 16 apresenta resultados do teste realizado com os sucos à temperatura ambiente (24°C).

QUADRO 14. Preferência comparada.

COMPARAÇÕES	AMOSTRAS			JT
	A	B	C	
A x B	12	15 ^{ns}		27
A x C	5		22**	27
B x C		8	19 ^{ns}	27
TOTAL	17	23	41	

ns - não significativo

** - significativo ao nível de 0,5%

JT - Julgamento total

QUADRO 15. Teste duo-trio diferença.

DATA	1º Teste		2º Teste		TG	
	JT	JC	JT	JC	JT	JC
		D x R		D x R		
27.10	24	14	25	12	49	26
09.11	25	13	25	14	50	27
TOTAL	49	27 ^{ns}	50	26 ^{ns}	99	53 ^{ns}

JC - Julgamento combinado

TG - Total geral

QUADRO 16. Teste duo-trio diferença.

DATA	1º Teste		2º Teste		TG	
	JT	JC	JT	JC	JT	JC
		R x D		D x R		
29.10	24	17 ^{ns}	24	15 ^{ns}	48	32 [*]

* - Significativo ao nível de 2%

5. DISCUSSAO DOS RESULTADOS

5.1. O Quadro 8 apresenta as variações na composição característica de sucos de cajú. Os resultados indicam não haver variações sensíveis entre a composição química dos sucos comerciais e a do suco natural. As variações mostradas neste quadro concordam com os valores que MEDINA et alii (1978) citam para produtos de cajú.

5.2. A Figura 2 mostra o efeito da estabilização sobre as viscosidades dos sucos integral e clarificado. Pode-se ver que entre os sucos integral e clarificado das marcas Marquary e Jandaia há uma notável diferença em viscosidade aparente, o mesmo não ocorrendo entre os sucos integral e clarificado estabilizados da marca Maraú, os quais apresentam valores de viscosidade aparente bastante semelhantes entre si.

5.3. Observando a Figura 3, verifica-se que a viscosidade aparente de suspensões aquosas de gelatina, pectina e alginato de sódio apresentam um comportamento similar, variando em uma pequena faixa de 2,5 a 10,0 cP, nas concentrações estudadas. A viscosidade da goma arábica se mantém praticamente constante, em torno de 2,0 cP; mas a metilcelulose, nas mesmas concentrações que as gomas anteriores, mostra um rápido aumento de sua viscosidade de 6,0 para 60,0 cP.

A Figura 4 mostra que as viscosidades aparentes dos estabilizantes CMC, carragenina, xantana e "locust bean" apresentam um comportamento similar, dentro da faixa de concentração estudada; entretanto, a goma guar aumenta sensivelmente sua viscosidade a partir da concentração de 0,4% (p/p) atingindo valores quatro vezes maiores que as das outras, na concentração de 1,0% (p/p).

5.4. Os dados apresentados no Quadro 9 destacam uma visível diferença na viscosidade cinemática dos sucos clarificados das marcas Maguary e Jandaia em comparação com o da marca Maraú, cuja viscosidade é da ordem de 40 a 70 vezes maior que a das anteriores.

5.5. A utilização de reagentes específicos para identificação qualitativa de estabilizantes no suco clarificado Maraú, acusaram a presença das gomas carragenina e arábica, como mostra o Quadro 10.

5.6. A Figura 5 mostra a diferença na distribuição das partículas insolúveis (polpa) dos sucos comerciais Maraú e Maguary.

Observando a curva 1, verifica-se que mais de 96% da polpa do suco Maraú está constituída por partículas cujos tamanhos são inferiores a 0,105mm, o que indicaria que o suco Maraú sofre, durante sua produção, um processo de homogeneização. Na mesma Figura, a curva correspondente ao suco Maguary indica que apenas 65% da polpa apresenta partículas de dimensões inferiores àquela.

5.7. As Fotos 1 e 2 mostram um ensaio de velocidade de sedimentação, sendo que a de nº 2 indica que o processo de homogeneização tende a produzir uma turvação acentuada no sobrenadante (soro), o que não ocorreu com o suco integral. Esta turvação dificultou as determinações de velocidade de sedimentação, devido à menor nitidez produzida na superfície de separação.

5.8. As Figuras 6 e 7 confirmam que um dos fatores que afeta a velocidade de sedimentação de partículas em um líquido é a concentração dessas partículas no meio dispersante. Ao mesmo tempo, os graficos mostram que não ocorrem mudanças significativas na velocidade de sedimentação quando a viscosidade do meio dispersante não apresenta grandes variações. Estes resultados concordam com os dados obtidos em pesquisas realizadas em produtos de tomate, por Kimball & Kertesz (1952).

5.9. Observando as Figuras 8, 9 e 10, verifica-se que tanto o tamanho como a concentração de partículas têm grande influência sobre a velocidade de sedimentação. Nestas figuras, a maior diferença na velocidade de sedimentação se produz entre as partículas de 48 a 100 mesh, indicando que a diminuição de tamanho de partículas da ordem de 48%, aumenta sensivelmente a superfície destas, facilitando sua sustentação no meio líquido. No entanto, para as baixas concentrações (1, 2, 3%) das partículas de 48 a 65 mesh, suas velocidades de sedimentação podem ser consideradas praticamente

iguais, não obstante a diferença de dimensões ser da ordem de 27%.

Por outro lado, o tipo de sedimentação observado para as partículas mais finas (100 mesh), nas concentrações de 1 a 3% (p/p), assemelha-se muito ao tipo de sedimentação crescente que ocorre nos lodos e tratamentos de água, conforme é citado por Brown (1965) e Anable (1966).

5.10. A Figura 11 apresenta diferentes velocidades de sedimentação em função do tamanho das partículas e do tempo. As curvas mostram que para uma mesma concentração, as partículas de maior tamanho sedimentam mais rapidamente. Este mesmo fenômeno, apresentado na Figura 12, na qual a taxa de sedimentação é apresentada em gráfico em correlação com o tempo, mostra claramente que as partículas de 48 mesh alcançam 90% da sedimentação em 1:30hs, enquanto que, as de 150 mesh necessitam de 3:50hs para alcançar a mesma taxa de sedimentação. No mesmo gráfico, a curva 5, de suco integral (não estabilizado), cuja polpa é um material heterogêneo, contendo partículas de todos os tamanhos, apresentou uma sedimentação retardada, levando 24:00hs para alcançar a mesma taxa de sedimentação. Em comparação, a polpa integral centrifugada e lavada, suspensa em suco clarificado (curva 6), apresentou uma sedimentação similar àquelas das suspensões de polpa de 48 a 150 mesh, indicando que as lavagens arrastam consigo o material coloidal e algumas partículas mais finas, provavelmente responsáveis pelo retardamento da sedimentação do suco integral.

Comparando as Figuras 11 e 13, verifica-se que o aumento da viscosidade do meio dispersante, de 98,0 para 189,0 cP, reduz drasticamente a velocidade de sedimentação das partículas, as quais permanecem estáveis por quase 20hs. Após este tempo, o processo de sedimentação acentua-se, estabilizando-se a partir de 120 hs.

5.11. O Quadro 11 resume os resultados da aplicação de estabilizantes a diferentes concentrações, em suco de cajú. Durante a aplicação isolada dessas gomas, apenas a xantana, em concentrações de 0,3 a 0,4% (p/p), apresentou um poder estabilizante satisfatório, não ocorrendo sedimentação. Todas as outras suspensões apresentaram uma sedimentação máxima, num período que variou de 7 a 72 horas. Neste mesmo ensaio, observa-se que ao aumentar a concentração dos estabilizantes visando manter a suspensão estável, a consistência aparente mudou sensivelmente, chegando a adquirir aparência de um gel. Este fenômeno foi observado com maior intensidade quando o meio dispersante era o suco integral.

5.12. Observando-se o Quadro 12, verifica-se que a mistura de gomas apresentou um melhor poder estabilizante que aquele das gomas utilizadas isoladamente. Entretanto, de todas as misturas utilizadas, apenas a mistura de gomas guar e carragenina na concentração total de 0,3% (p/p) proporcionou uma boa estabilidade ao suco homogeneizado. A estabilidade desta suspensão foi testada por ensaios de centrifugação e de prateleira, com resultados satisfatórios.

5.13. Os resultados apresentados no Quadro 13 indicam que a diluição preferida entre aquelas utilizadas nos testes sensoriais de diferença entre o padrão e o suco estabilizado no laboratório é a correspondente à amostra C.

Comparando os resultados dos Quadros 14 e 15 verifica-se que não houve diferenças significativas entre o padrão e o suco estabilizado no laboratório, quando estes foram testados à temperatura de 17°C no entanto, quando foram utilizados os sucos à temperatura ambiente, foi observado, ao nível de significância de 2%, uma preferência pela amostra padrão.

Foram feitas as seguintes observações nos formulários do teste duo-trio:

- As diferenças são pequenas. Apenas na adstringência.
- A amostra experimental não é tão diferente da outra, mas parece um pouco mais adstringente.
- Foi muito difícil distinguir a diferença entre os sabores.
- A amostra experimental é um pouco mais adstringente.
- Ligeira diferença em consistência, não em sabor.
- As duas amostras estão com sabor parecido.

6. CONCLUSÕES

6.1. As amostras de suco comercial, utilizadas nas experiências, apresentaram um teor variável de polpa de 13,4 a 19,4% (p/p) e as determinações de tamanho de partículas indicaram que a polpa está constituída de partículas de dimensões variáveis entre 0,289 a 0,105mm. Estes dois fatores, concentração variável e tamanho heterogêneo de partículas da polpa integral, dificultaram seriamente a estabilidade dessas amostras.

6.2. Os ensaios de estabilização do suco comercial, mostraram que para manter em suspensão a polpa integral é necessário uma concentração de estabilizante tal que o suco perde suas características originais de fluidez e aparência.

6.3. Os ensaios de sedimentação mostraram que tanto a concentração como o tamanho das partículas (polpa), constituem em um dos fatores mais importantes na estabilidade física do suco de cajú.

6.4. Uma redução de tamanho das partículas suspensas, da ordem de 40%, através de uma homogeneização mecânica, é um dos processos que permite manter em suspensão as partículas, com maior eficiência, permitindo a aplicação de uma concentração menor de estabilizantes.

6.5. A viscosidade do meio dispersante (suco clarificado) demonstrou ser também outro importante parâmetro na estabilização do produto. As partículas da polpa mantiveram-se em suspensão mais facilmente quando a viscosidade do meio dispersante foi aumentada pela adição de estabilizantes.

6.6. A aplicação de agentes estabilizantes no produto estudado encontrou resultados satisfatórios apenas quando usados em misturas, indicando que as propriedades funcionais de um são reforçadas pelas propriedades do outro, num meio aquoso.

6.7. Das misturas de estabilizantes utilizadas durante a realização do trabalho, a que realmente mostrou poder estabilizante efetivo foi uma mistura de 67% de goma guar e 33% de carragenina, numa concentração total de 0,3% (p/p).

6.8. Os testes sensoriais duo-trio (diferença), indicaram que o suco estabilizado no laboratório apresentou características semelhantes às do suco comercial estabilizado, não acusando diferenças significativas entre eles.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANABLE, A. - Sedimentacion. In: PERRY, J.H. ed. Manual del ingeniero quimico. México, Union Tipografica Ed. Hispano Americana, 1966. p.1458-1463.v.2.
2. ANNON. - Procedures for analysis of citrus juices. Revision nº4. Flórida. FMC Corporation, 1964. p.12.
3. A.O.A.C. - "Official Methods of Analysis". 11.ed. Washington D.C., Association of Official Agricultural Chemists, 1975.
4. _____. - "Official Methods of Analysis". 12.ed. Washington D.C., Association of Official Agricultural Chemists, 1980.
5. BJERRE-PETERSEN, J.C. & HEMMINGSEN, P. - Furcellaran. In: WHISTLER, R.L. ed. Industrial gums. 2.ed. New York, Academic Press, 1973. p.123-136.
6. BROWN, M.R. - Operaciones basicas de la ingenieria quimica. Barcelona, Ed. Marin, 1965. p.117-129.
7. CANNON, M.R. - Viscosity measurement. Industrial and Engineering Chemistry. 16(11):708-710, 1944.

8. CZYHRINCIW, N. - Tropical fruit technology. Food research. 17:153-207,1969.
9. F.A.O. - Anuário FAO de produção. 33:185,1980.
10. FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS - Comercialização de frutas tropicais brasileiras, Versão Preliminar,1975. 142p.
11. GLICKSMAN, M. - Gum technology in the food industry. New York, Academic Press,1969. 590p. (Food Science and Technology, 8).
12. 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.
13. GOMES, P. - Fruticultura brasileira. 6.ed. São Paulo, Livraria Nobel,1980. 446p.
14. GREMINGER Jr, G.K. & SAVAGE, A.B. - Metylcellulose and its derivatives. In: WHISTLER, R.L. ed. Industrial gums. 2.ed. New York, Academic Press,1973. p.619-648.
15. JEANES, A. - Extracellular microbial polisaccharides. F. Technol. 28:34-40,1974.

16. JOSLYN, M.A. - Methods in food analysis; physical, chemical and instrumental methods of analysis. New York, Academic Press. 2nd ed., 1970. p.208-213.
17. KIMBALL, L.B. & KERTESZ, Z.I. - Practical determination of size distribution of suspended particles in macerated tomato products. F.Technol. 6(2):68-77, 1952.
18. KIRK, R.E. & OTHMER, D.F. - Sedimentation. Encyclopedia of chemical technology. New York, Interscience Encyclopedia, 1954. p.126-146. v.12.
19. KLOSE, R.E. & GLICKSMAN, M. - Gums. In: FURIA, T.E. ed. Handbook of food additives. Cleveland, Chemical Rubber, 1968. p.313-375.
20. LUH, B.S. - Tropical fruit beverages. In: TRESSLER, N. ed. Fruit & vegetables juice processing technology. 3.ed. Westport, AVI Publishing, 1980. p.344-435.
21. MATZ, S.A. - Food texture. Westport, AVI Publishing, 1962. 286p.
22. McNEELY, 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. p.473-498.

23. McNEELY, W.H. & PETTITT, D.J. - Algin. In: WHISTLER, R. L., ed. Industrial gums. 2.ed. New York, Academic Press, 1973. p.49-82.
24. MEDINA, J.C. et alii - Cajú; da cultura ao processamento e comercialização. Campinas, ITAL, 1978. 178p. (Série Frutas Tropicais, 4).
25. MEER, G.; MEER, W.A.; TINKER, J. - Water soluble gums. F.Technol. 29:22-30, 1975.
26. MULLER, G.H. - An introduction to food rheology. London, William Heinemann, 1973. 148p.
27. POTTER, N.N. - Vegetables, fruits and juices. In: Food Science. 2.ed. Westport, AVI Publishing, 1973. p.488-517.
28. ROBINSON, W.B. et alii - Factors influencing the degree of settling in tomato juice. F.Technol. 10:109-112, 1956.
29. ROESSLER, R.M. et alii - Expanded statistical tables for estimating significance in paired - difference, duo - trio and triangle tests. J. Food Science, 43(3):940-948, 1978.

30. ROL, F. - Locust bean gums. In: WHISTLER, R.L. ed.
Industrial gums. 2.ed. New York, Academic Press,
1973. p.323-338.
31. SHARMA, S.C. - Gums and hydrocolloids in oil-water emul-
sion. F.Technol. 35(1):59-67,1981.
32. STEYERMARK, Al et alii - Recommended specification for
microchemical apparatus: micro-Kjeldahl nitrogen.
Analytical chemistry. 23(3):523-528,1951.
33. TELES, P.R.S. - Estudo do processamento do suco do cajũ
(Anacardium Occidentale, Linn). Campinas,1974. 80p.
(Tese) - Fac. Eng. Alim. Agric., Unicamp.
34. THORNER, M.E. & HERZBERG, R.J. - Food beverage service
handbook. Westport, AVI Publishing,1970. p.187-214.
35. TOWLE, G.A. - Carrageenan. In: WHISTLER, R.L. ed.
Industrial gums, 2.ed. New York, Academic Press,
1973. p.83-144
36. _____ & CHRISTESEN, O. - Pectin. In: WHISTLER, R.L.
ed. Industrial gums. 2.ed. New York, Academic
Press,1973. p.429-464.

37. WHISTLER, R.L. - Factors influencing gum cost and applications. In: _____. Industrial gums. 2.ed. New York, Academic Press, 1973. p.2-18.