

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

UTILIZAÇÃO DE ALGINATO DE SÓDIO NA PRODUÇÃO DE UM GEL
ESTRUTURADO DE SUCO DE MARACUJÁ (*Passiflora edulis* S.)

Parecer

*Este exemplar corresponde a redação final
da tese defendida por Flávia Berwerth
Bellarde e aprovada pela Comissão Julga-
dora em 04.05.95.*

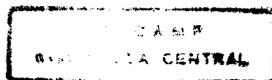


FLÁVIA BERWERTH BELLARDE
Engenheira de Alimentos

Profa. Dra. MARISA DE NAZARÉ HOELZ JACKIX
Orientadora

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

CAMPINAS - 1995



FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA F.E.A. - UNICAMP

B436u

Bellarde, Flávia Berwerth

Utilização de alginato na produção de um gel estruturado de suco de maracujá (*Passiflora edulis*) / Flávia Berwerth Bellarde. - -Campinas, SP:[s.n.],1995.

Orientador: Marisa de Nazaré Hoelz Jackix

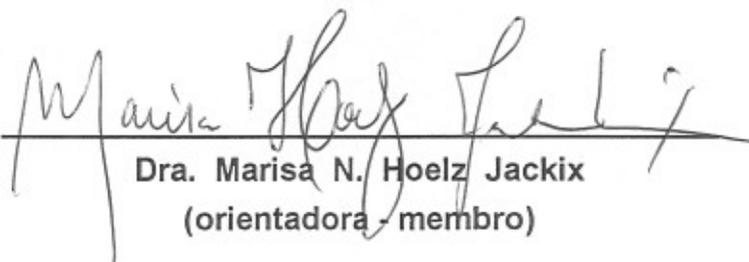
Dissertação(mestrado)-Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos.

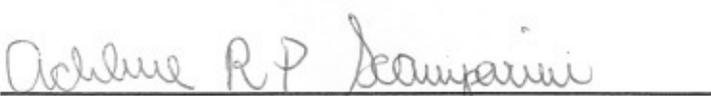
1. Frutas artificiais. 2. Colóides. 3.*Gel de alginato. 4.*Gel estruturado. I. Jackix, Marisa de Nazaré Hoelz. II Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. III Título.

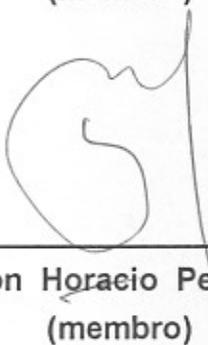
UNIDADE	BC		
N.º CHAMADA:	T/UNICAMP B414u		
V.	Ex.		
TOMBO	50/24908		
PROD.	433/95		
C	<input type="checkbox"/>	D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R\$ 11,00		
DATA	23/06/95		
N.º CPD			

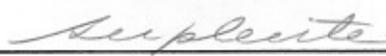
CM-00071541-5

Banca Examinadora:


Dra. Marisa N. Hoelz Jackix
(orientadora - membro)


Dra. Adilma R. Pipa Scamparini
(membro)


Dr. Nelson Horacio Pezoà Garcia
(membro)


Dra. Hilary Castle de Menezes
(suplente)

Campinas, 04 de maio de 1995

**À DEUS por tudo que tenho
recebido.**

**Ao Fernando por sua paciência e
carinho.**

Ao meu pai por sua grande ajuda.

**À minha mãe por seu grande
incentivo.**

Ao meu irmão Rogério.

Agradecimentos:

À Professora Dra. Marisa de Nazaré Hoelz Jackix pelo incentivo, amizade e orientação deste trabalho;

Aos Professores Dra. Adilma R. Pipa Scamparini, Dra. Hilary Castle de Menezes, Dr. Nelson Horacio Pezoa García pelas sugestões apresentadas na redação final deste trabalho;

Ao Professor Dr. Roberto Hermínio Moretti pelas valiosas sugestões;

Ao CNPQ e FAPESP pelo apoio financeiro;

Ao Professor Dr. Antonio Carlos O. Ferraz (FEAGRI), à Yara e Erna (Laboratório de Microestrutura), à Maria Teresa (Laboratório de Cereais), à Ana Paula e D. Cesarina (Laboratório de Análise Sensorial) pela colaboração na realização das análises;

À Ana e Natalina, funcionárias do Laboratório de Frutas e Produtos Açucarados, e a todos os funcionários da Secretaria do DTA-FEA;

Aos amigos Daniela, Edilene, Ivana, Marcia, Maria Eugênia, Niurka e Regina que contribuíram com incentivos pessoais e também, em alguns casos, com opiniões técnicas;

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, cooperaram para a realização desta tese.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABELAS	i
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
RESUMO	v
SUMMARY	vi
1- INTRODUÇÃO	1
2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1. - Géis estruturados de alginato	2
2.1.1. - Caracterização do alginato	2
2.1.2. - Mecanismo de formação do gel de alginato	5
2.1.2.1. - Método de preparação	8
2.1.3. - Estruturados de frutas	9
2.2. - Substitutos de sacarose em produtos dietéticos	11
2.3. - Caracterização do suco de maracujá	12
2.4. - Medida de textura	13
2.4.1. - Textura em géis	15
3- MATERIAIS E MÉTODOS	17
3.1. - Materiais	17
3.2. - Equipamentos	17
3.3. - Métodos	18
3.3.1. - Preparação do suco de maracujá	18
3.3.2. - Produção dos estruturados de suco de maracujá	18

3.3.2.1. - Formulação com sacarose e xarope de glucose	18
3.3.2.2. - Formulação dietética com frutose e sorbitol	19
3.3.2.3. - Formulação de valor energético intermediário com sacarose e litesse	20
3.4. - Determinações químicas, físicas e físico-químicas das matérias primas e dos estruturados de suco de maracujá	20
3.5. - Avaliação instrumental da textura dos estruturados	21
3.5.1. - Estabilidade da textura após tratamento térmico	22
3.6. - Análise sensorial	23
3.6.1. - Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)	23
3.6.1.1. - Seleção dos provadores	23
3.6.1.2. - Levantamento dos termos	23
3.6.1.3. - Treinamento	24
3.6.1.4. - Avaliação das amostras	27
3.6.2. - Teste de preferência e aceitação	27
3.7. - Análise Estatística	29
4. - RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1. - Determinações químicas, físicas e físico-químicas das matérias primas	30
4.2. - Desenvolvimento das formulações	31
4.2.1. - Análises químicas, físicas e físico-químicas dos estruturados	34
4.3. - Avaliação instrumental da textura dos estruturados	37
4.3.1. - Análise de textura após tratamento térmico	42
4.4. - Análise Sensorial	43
4.4.1. - Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)	43
4.4.1.1. - Seleção dos provadores	43
4.4.1.2. - Avaliação das amostras	43
4.4.2. - Teste de preferência e aceitação	50
4.5. - Correlação entre atributos sensoriais e instrumentais de textura	52

5. - CONCLUSÕES	53
6.- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
ANEXO 1	60

ÍNDICE DE TABELAS

1- Características dos sais de cálcio	7
2- Características físico-químicas e composição centesimal do suco de maracujá	13
3- Composição da calda de armazenamento para as três amostras	20
4- Características físico-químicas do suco de maracujá	30
5- Características físico-químicas da solução de alginato de sódio (1%)	30
6- Determinações físico-químicas das soluções a 10% de sacarose e substitutos	31
7- Composição dos estruturados de fruta para as três formulações	32
8- Efeito da composição da solução de endurecimento no tempo de gelificação e gosto do estruturado	33
9- Efeito do tempo de endurecimento na textura	33
10- Análises químicas, físicas e físico-químicas dos estruturados	36
11- Variações obtidas nas repetições do teste de compressão para o parâmetro força máxima de ruptura (N)	38
12- Variações obtidas nas repetições do teste de compressão para o parâmetro energia de ruptura (J)	40

13- Médias obtidas para os parâmetros: força máxima de ruptura (N) e energia de ruptura (J) das amostras estudadas	42
14- Média das notas atribuídas pelos provadores por atributo para as amostras	45
15- Média de preferência e aceitação	50
16- Motivos de preferência pela amostra 1	52

ÍNDICE DE FIGURAS

1- Etapas do processo de extração do alginato	2
2- Configuração dos ácidos D manurônico e L gulurônico	3
3- Substâncias compatíveis e incompatíveis com solução de alginato	4
4- Associação entre o alginato e o cálcio	6
5- Modelo "caixa de ovo" para gelificação do alginato	6
6- Curva típica de força-distância obtida de um teste de compressão	14
7- Fluxograma de processo	19
8- Texturômetro OTTAWA	22
9- Ficha utilizada para o método rede	24
10- Ficha utilizada no treinamento e avaliação das amostras	25
11- Definição dos atributos para treinamento	26
12- Ficha utilizada para o teste de preferência e aceitação	28
13- Curvas experimentais obtidas nos ensaios de compressão	37

14- Variações obtidas no teste de compressão para o parâmetro de força máxima de ruptura (N)	39
15- Variações obtidas nas repetições do teste de compressão para a energia de ruptura (J)	41
16- Configuração da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) das amostras estudadas	46
17- Análise do componente principal (ACP) para os atributos de aparência aroma	48
18- Análise do componente principal (ACP) para os atributos de sabor e textura	49
19- Média de preferência das amostras	51

RESUMO

Neste trabalho, foi desenvolvido um gel estruturado de suco de maracujá natural com alginato de sódio em três formulações: (1) sacarose e xarope de glucose, (2) frutose e sorbitol, (3) sacarose e litesse com valor calórico reduzido.

Objetivou-se uma alternativa de uso em produtos de confeitaria, bolo, sorvete, iogurte ou compota na forma de um simulado de fruta, uma vez que na sua forma natural, o maracujá não apresenta textura mastigável.

Os três produtos foram caracterizados química e fisicamente por pH, umidade, acidez titulável, açúcares redutores e não redutores, sólidos solúveis, cinzas, determinação de cor e valor calórico.

A avaliação sensorial efetuada através da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) mostrou que a amostra com sacarose e xarope de glucose apresentou maior média para os atributos cor, brilho, aroma característico, aroma ácido, aroma doce, sabor doce, firmeza, gomosidade e granulicidade. Os atributos translucidez, sabor característico, sabor ácido, apresentaram médias mais altas para a amostra com frutose e sorbitol. A amostra de sacarose e litesse se caracterizou pelos atributos homogeneidade e sabor estranho.

No estudo de textura instrumental através do texturômetro OTTAWA, por compressão uniaxial, os resultados mostraram diferenças entre as três formulações com relação a força e a energia necessária para a ruptura.

Um alto coeficiente de correlação ($R = 0,986$) entre textura instrumental e sensorial comprovou a adequada escolha do método de textura por compressão uniaxial.

SUMMARY

Three formulations for a structured gel of natural passion fruit juice with sodium alginate were developed: (1) sucrose and glucose syrup, (2) fructose and sorbitol, (3) sucrose and litesse with reduced caloric value.

The objective was to create alternatives simulating the fruit for use in bakery products such as cake, ice cream, yoghurt or fruit preserve, since in its natural form, the passion fruit does not present a chewable texture.

The three products were chemically and physically characterized with respect to pH, moisture, titratable acidity, reducing and non-reducing sugars, soluble solids, ash, color and caloric value.

The sensory evaluation using Quantitative Descriptive Analysis (QDA), showed that the sucrose and glucose syrup formulation presented higher means than the others in the following attributes: color, brightness, characteristic, acid and sweet aromas, sweet flavor, firmness, gumminess and granulosity. On the other hand the attributes translucence, characteristic and acid flavors showed higher means for the sample with fructose and sorbitol. The sucrose and litesse sample was characterized by its homogeneity and strange flavor.

In the study of instrumental texture using the OTTAWA texturometer by means of uniaxial compression, the results showed differences between the three formulations in relation to the rupture strength and the energy necessary for rupture.

A high correlation coefficient ($R = 0,986$) between instrumental and sensory texture determinations proved the efficiency of the method of texture by uniaxial compression.

1. INTRODUÇÃO

O suco de maracujá apresenta aroma e sabor acentuados, tornando-o requisitado no preparo de diversos produtos de confeitaria. Na sua forma natural, esta fruta não apresenta a mastigabilidade, característica natural de outras frutas como cereja, pêsego, abacaxi, etc. Assim, o seu uso em pedaços não se faz possível, inviabilizando sua utilização em panetones, bolos, iogurtes. O uso de alginato de sódio na produção de um estruturado de fruta, aumenta a aplicação do suco de maracujá e cria um produto mais atrativo que os artificiais.

Os agentes gelificantes são utilizados na indústria alimentícia em uma grande variedade de produtos, dos tradicionais aos novos, como os texturizados de frutas, vegetais e carnes. Imprescindível é conhecer o processo de gelificação e as propriedades do gel a nível molecular, tendo em conta que no caso de géis alimentícios, este processo é muito mais complexo. A formulação pode incluir ingredientes como açúcar, sal, gordura, partículas de óleo e fragmentos de frutas ou vegetais, causando modificações nas propriedades do gel. É nesta área, de mistura complexa, que a pesquisa se faz mais necessária e com maior dificuldade (OAKENFUL, 1987).

Além do mercado consumidor apresentar grande aceitabilidade para novos produtos, observa-se uma demanda de produtos especiais, por um significativo segmento da população consumidora de produtos de baixa caloria e alimentos para dietas especiais como os dietéticos, para os diabéticos. Para os consumidores de baixa caloria é preciso criar alimentos nos quais a substância calórica é substituída total ou parcialmente por outra de menor valor calórico. Os adoçantes utilizados em alimentos para diabéticos não podem conter glucose em sua formulação e seu metabolismo no organismo deve ser independente da insulina.

Os objetivos deste trabalho foram: desenvolver um gel de alginato de sódio com suco de maracujá, criando uma textura característica de frutas mastigáveis através de três formulações (sacarose e xarope de glucose, litesse e sacarose, frutose e sorbitol), para atingir o mercado consumidor; estabelecer a qualidade deste produto através de determinações físico-químicas, químicas, físicas e sensoriais; estudar sua aceitação como um simulado de fruta.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Géis estruturados de alginato

2.1.1. Caracterização do alginato

O alginato é definido como "um carboidrato hidrofílico coloidal" extraído por meio alcalino de várias espécies de algas marrons (KING, 1983).

O ácido algínico foi extraído e isolado pela primeira vez por STANFORD em 1881 (GLICKSMAN, 1969). MCDOWELL (1973), descreve que o método de extração desenvolvido foi a base para os métodos utilizados até hoje, o que mais foi aperfeiçoado foi a etapa de purificação.

A Figura 1, mostra resumidamente as etapas do processo de extração.

Matéria prima:	algas marrons
Desmineralização:	sistema ácido-lixiviação
Extração:	meio alcalino
Coagulação:	precipitação com ácido lavagem e prensagem
Obtenção do alginato:	neutralização com carbonato de sódio, potássio ou amônia secagem moagem
Produto final:	mistura e padronização para aplicações práticas

Figura 1 - Etapas do processo de extração do alginato.

(fonte: GLICKSMAN, 1969)

Apesar do alginato estar presente em algas marrons, alguns autores destacam que apenas algumas espécies de algas apresentam quantidade suficiente para a produção comercial em larga escala (GLICKSMAN, 1962; MCDOWELL, 1973), destacando-se as espécies *Macrocystis pyrifera*, *Laminaria digitata* e *Ascophyllum sp.*

Em relação à estrutura química, o alginato apresenta uma cadeia polissacarídea longa, compreendendo duas unidades monômeras, ácido D manurônico e ácido L gulurônico. A Figura 2 apresenta a configuração desses dois monômeros (SIME, 1983).



**Figura 2 - Configuração dos ácidos D manurônico e L gulurônico.
(fonte: SIME, 1983)**

Os dois ácidos estão distribuídos de forma que em certas regiões da cadeia aparecem unidades de ácido gulurônico, em outras de ácido manurônico e regiões em que se apresentam em uma sequência alternada desses dois ácidos. Para caracterizar o polímero, é preciso conhecer a relação entre os dois blocos, a quantidade de blocos manurônico e blocos gulurônico, e segundo OAKENFULL (1987) essas relações dependem do tipo de alga, das condições de crescimento, idade e tipo de tecido do qual o material foi extraído.

LITTLECOTT (1982), destaca que a relação desses ácidos é fundamental na formação do gel: quando o alginato apresenta alta proporção de ácido gulurônico, o gel produzido é rígido e firme oposto ao alginato com alta proporção de ácido manurônico, mais usado como espessante.

A solubilidade do ácido algínico e de seus sais, apresenta grande variabilidade. O ácido algínico e seus sais de metais bi ou trivalentes são insolúveis, com exceção do sal de magnésio porém, são levemente solúveis em água quente. Os alginatos de metais alcalinos são solúveis em água. O alginato de sódio em vários tipos e diferentes graus de pureza e polimerização, se dissolve em água para formar soluções viscosas, os sais de potássio, amônia, também são solúveis em água fria ou quente, e por serem extremamente hidrófilos, tendem a aumentar de volume em

contato com a água (GLICKSMAN, 1969). A solubilidade ocorre devido aos grupos carboxil, presentes em cada unidade da cadeia, que são plenamente ionizados e assim, causam uma forte repulsão entre as cadeias. Desta forma, os sais de cálcio são insolúveis, porque ocorre formação de alguns retículos entre as cadeias evitando qualquer forma de dissolução. Neste caso, é preciso um tratamento a quente ou adição de uma substância sequestrante de cálcio (SIME, 1983).

Por serem hidrofílicos, os alginatos são insolúveis em solventes não aquosos, e existem algumas substâncias que são compatíveis e outras que são incompatíveis com solução de alginato. As substâncias consideradas compatíveis, são aquelas que podem ser incluídas em altas proporções em soluções aquosas de alginato sem causar precipitação. Por outro lado, as incompatíveis são aquelas que, mesmo em baixa concentração, precipitam as soluções de alginato. A Figura 3 apresenta estas substâncias (MCDOWELL, 1973).

COMPATÍVEIS

Alcoois polihídricos:	etileno glicol, glicerol, sorbitol, manitol
Carboidratos:	frutose, sacarose, amido, derivados solúveis de celulose
Gomas:	acácia, alfarroba, guar, carragena, pectina
Sais:	sais de amônia, magnésio
Proteínas:	gelatina, albumina de ovo, caseína, proteínas vegetais
Misturas:	emulsificantes, óleos e resinas

INCOMPATÍVEIS

Sais:	sais solúveis ionizados de alcalinos ferrosos e metais pesados
Ácidos:	ácidos fortes
Substâncias orgânicas:	detergentes catiônicos

Figura 3 - Substâncias compatíveis e incompatíveis com solução de alginato.
(fonte: MCDOWELL, 1973)

Em relação à viscosidade, soluções de alginato podem ser mais ou menos viscosas, dependendo de fatores como: concentração, temperatura, peso molecular,

pH, grau de polimerização, e presença de cátions de metais polivalentes (MCDOWELL, 1973).

Em soluções a 1%, os alginatos comerciais, na faixa de 10 cPs são considerados como material de baixa viscosidade e na faixa de 200 cPs como de alta viscosidade. A viscosidade da solução decresce com o aquecimento (2,5% para cada grau centígrado acrescido). O efeito do pH pode ser considerado menos significativo, porque as soluções de alginato apresentam pequenas variações em uma faixa de 4,0 a 10,0; a viscosidade máxima é obtida próximo à neutralidade. Abaixo de 4,0 ela tende a aumentar, devido o abaixamento da solubilidade do ácido livre. Em pH 10,0, as soluções são instáveis. A adição de pequenas quantidades de cátions bi ou trivalentes, com exceção do magnésio, provoca o aumento da viscosidade (GLICKSMAN, 1969).

2.1.2. Mecanismo de formação do gel de alginato

A propriedade mais destacada do alginato é sua habilidade em formar gel comestível devido sua reação com sal de cálcio, sendo esta, a base para muitas aplicações na indústria de alimentos (GLICKSMAN, 1962; COTRELL & KOVACS, 1977; SOLER, 1992).

A formação do gel se dá em solução ácida ou na presença de cálcio ou outro cátion de metal polivalente. A reação ocorre de maneira intramolecular e intermolecular (GLICKSMAN, 1969). O processo é feito por um reação controlada de pH e concentração, suficientes para formar um gel insolúvel de alginato de cálcio. A reação é extremamente complexa, se for em alta velocidade, o alginato de cálcio formado apresenta característica de grãos e textura descontínua; se muito lenta, tende a criar um gel muito fraco (GLICKSMAN, 1962).

A gelificação é obtida por uma rede tridimensional de associação do alginato com cátions divalentes de cálcio. A Figura 4 apresenta esta associação (KING, 1983). As zonas de junção apresentam estrutura de "caixa de ovo". As ligações ocorrem via blocos gulurônico (OAKENFULL, 1987). A figura 5 exemplifica este modelo. A força do gel está diretamente relacionada com a quantidade de zonas de junção e a natureza dos laços envolvidos nestas zonas (OAKENFULL, 1987).

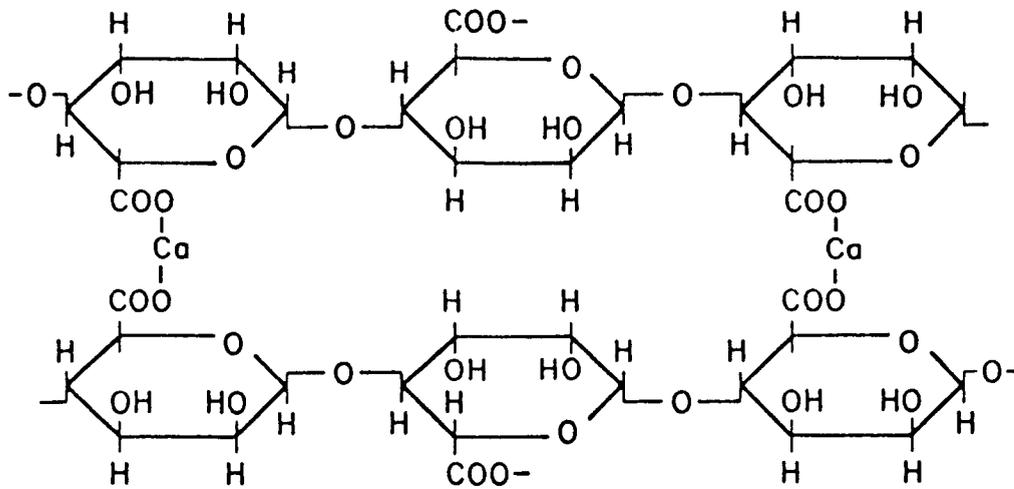


Figura 4 - Associação entre o alginato e cálcio.
(fonte: KING, 1983)

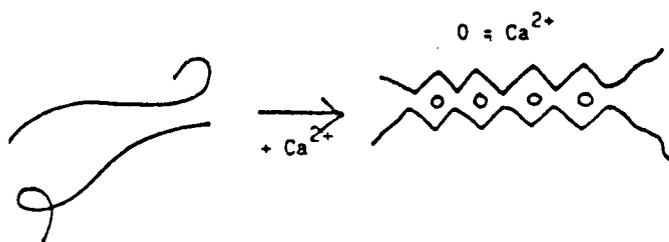


Figura 5 - Modelo "caixa de ovo" para gelificação do alginato.
(fonte: OAKENFULL, 1987)

Como os alginatos são derivados de vários tipos de algas marrons, existem grandes diferenças na composição dos monômeros presentes. Como a ligação ocorre no monômero gulurônico, alginatos com maior quantidade de ácido gulurônico produzem um gel mais quebradiço e estável ao aquecimento e alginatos com maior teor de grupo manurônico formam um gel mais elástico, menos estável ao aquecimento, porém com maior estabilidade ao congelamento (SIME, 1983).

O termo conversão de cálcio refere-se à relação de íons de cálcio e alginato de sódio. Esta relação é fundamental na formação do gel. SIME (1983) relata que uma relação de 0,5 Molar é teoricamente a quantidade suficiente de cálcio para total relação com o sódio e é expressa como uma conversão de 100%. LITTLECOTT (1982), reporta uma situação onde uma solução de alginato de sódio a 1% entra em

contato gradual com os íons de cálcio no início, os íons são suficientes apenas para deslocar alguns íons de sódio. Quando se chega a 10% de deslocamento, ocorre aumento na viscosidade e redução da mobilidade da cadeia. Acima de 35%, a estrutura do gel é formada. Outro autor (GLICKSMAN, 1969) considera como um complexo ótimo de alginato-cálcio, 40% da quantidade estequiométrica. KING (1983) garante que a produção do gel necessita de apenas 30% do nível de cálcio, ou 2,2% em peso de alginato de sódio.

Na prática, a formação de um gel de alginato de sódio é as vezes muito mais complexa do que a simples adição de íons de cálcio e quatro fatores precisam ser considerados: o alginato utilizado, o tipo de sal de cálcio, o fator pH e o tempo de endurecimento (LITTLECOTT, 1982; SIME, 1983).

A seleção do sal de cálcio é extremamente importante e o uso em alimentos é limitado em alguns sais. A Tabela 1 apresenta estes sais (adaptado de KING, 1983), onde se encontra o teor de cálcio presente em cada sal e a porcentagem de solubilidade em água.

Tabela 1 - Características dos sais de cálcio.

Sal de cálcio	% de Cálcio	Solubilidade em água	
		Fria	Quente
Cloreto de cálcio	36,11	40%	59%
Acetato de cálcio	22,75	27%	23%
Fosfato de cálcio	15,90	muito solúvel	muito solúvel
Lactato de cálcio	13,00	5%	5%
Citrato de cálcio	21,08	0,09%	0,09%
Tartarato de cálcio	15,40	0,03%	0,07%
Carbonato de cálcio precipitado	40,04	0,0015%	0,0019%

fonte: adaptado de KING (1983)

Desta forma, considerando todos os fatores citados, pode-se usualmente aumentar ou diminuir a força do gel produzido. KING (1983) apresenta resumidamente os pontos que interferem na força do gel:

a) Aumento na força do gel

aumento do nível de alginato;
aumento do nível de cálcio;
redução do pH e/ou redução da temperatura.

b) Diminuição da força do gel

alto teor de sólidos solúveis (acima de 50%);
inclusão de polímeros com alto peso molecular na fórmula do gel;
adição de sequestrantes.

2.1.2.1. Método de preparação

Nos sistemas, o controle de liberação de íons de cálcio para formar um gel homogêneo, irreversível ao aquecimento pode ser feito de duas maneiras: difusão externa e liberação interna de íons (endurecimento interno).

O método de difusão é considerado como uma técnica relativamente simples, onde o gel é endurecido através de íons de cálcio que se difundem dentro da solução de alginato de sódio. Geralmente envolve uma solução de alginato de sódio em que outros sólidos estão presentes, tais como vegetais, frutas, carne, açúcares, sacarose, etc. Esta mistura é submergida em uma solução de cálcio, e logo após o contato, uma gelificação instantânea ocorre na superfície e com o tempo, os íons continuam a difundir e interagir com a solução (KING, 1983).

O sal de cálcio mais utilizado neste processo é o cloreto de cálcio e a difusão pode ser aumentada com o aumento da concentração de cálcio no banho de endurecimento. Porém, com limitações, devido ao excesso de cloreto de cálcio, produzir um gosto amargo no alimento (SIME, 1983). Outra alternativa, consiste em misturar uma solução ácida com o cálcio para uma maior liberação destes íons de cálcio (KING, 1983). Este método é muito apropriado para a produção de pequenas esferas ou tiras, ou promover uma cobertura gelificada na superfície do produto. Alguns exemplos de alimentos preparados por este processo são: extrudados de

pimentões com azeitonas, caviar artificial, frutas fabricadas, cobertura de peixes, sistemas de encapsulamento (KING, 1983).

No sistema por endurecimento interno, faz-se normalmente a mistura de alginato de sódio, um sal de cálcio, um agente sequestrante de cálcio, açúcares (GLICKSMAN, 1962). Os sais mais utilizados neste processo são: sulfato de cálcio, carbonato de cálcio e fosfato de cálcio. A quantidade depende do pH, tamanho da partícula produzida e solubilidade do sal. Partícula de menor tamanho e baixo pH favorecem rápida liberação de íons. Como pode ocorrer liberação de cálcio durante a mistura, a função do sequestrante é competir com o alginato pelos íons de cálcio e liberar posteriormente para a formação do gel. Os sequestrantes mais comuns são: hexametáfosfato de sódio, citrato de sódio e pirofosfato tetrasódio. Uma mistura eficiente e rápida requer somente uma pequena porção de sequestrante, porque somente uma pequena quantidade de sal de cálcio tem oportunidade de se dissolver (SIME, 1983).

2.1.3. Estruturados de frutas

Em muitos países, o transporte e estocagem de frutas frescas se tornam onerosos. Assim, consideráveis pesquisas tem sido desenvolvidas com o objetivo de produzir polpas de frutas reformuladas que lembram a textura original da fruta (LITTLECOTT, 1982).

HANNIGAN (1983), cita as inúmeras vantagens dos simulados, tais como: facilidade de encontrar a matéria prima e menor custo de produção, principalmente quando se trata de frutas caras. O autor cita a possibilidade de utilização de resíduos das fábricas de processamento na elaboração dos estruturados. Outra vantagem é que este tipo de produto pode ser formulado para um uso específico.

PESCHARDT (1946), citado por GLICKSMAN (1969), desenvolveu um processo baseado nas características do alginato de sódio, para produzir cerejas artificiais. Este produto sintético com alto teor de açúcar, foi produzido através de uma solução de alginato e açúcar, colorida e aromatizada artificialmente, e depositada em um banho de sal de cálcio solúvel como o cloreto de cálcio. Após um certo tempo, as gotas gelificavam por difusão dos íons de cálcio. A vantagem desta "cereja" é de não ser afetada por aquecimento e resfriamento, além de sua uniformidade de tamanho e peso. O autor cita a boa

aceitação do produto na Inglaterra, onde 25% das cerejas utilizadas são feitas por este método.

GLICKSMAN (1962) descreve que, após o desenvolvimento destas cerejas, foi criado nos Estados Unidos, um produto denominado "imitação de cerejas glaceadas", através da mistura de purê de cerejas, xarope de milho, açúcar, alginato de sódio, aroma e corante artificiais.

De acordo com a característica da fruta que será fabricada, deve-se escolher o método de preparação que melhor se adequa ao processo.

Frutas como maçãs e peras, que apresentam texturas homogêneas, são relativamente simples para serem formuladas. Mistura-se alginato de sódio, um sequestrante de cálcio, um sal de cálcio de baixa solubilidade e a polpa da fruta. Deposita-se em molde, e com a liberação dos íons, um gel estável é produzido (LITTLECOTT, 1982). Se a reação for muito rápida, a gelificação inicia-se no misturador e o gel apresenta estrutura quebradiça irreversível (SIME, 1983).

Por outro lado, frutas como groselha e ameixa, que apresentam maior suculência, necessitam de uma técnica diferente. Uma solução contendo a polpa da fruta e o cálcio; e a outra, o alginado de sódio acidificado. Com a liberação da polpa, uma camada de alginato é formada; assim, no banho com sal de cálcio ocorre o endurecimento da superfície e o centro se mantém líquido (LITTLECOTT, 1982). A chave do sucesso para este processo é manter um escoamento contínuo do alginato de sódio (SIME, 1983).

A simulação de textura de frutas como a laranja, que apresenta uma estrutura heterogênea, requer um sistema mais sofisticado. Um gel de alginato é produzido contendo partículas de um outro agente gelificante que não necessita de cálcio para gelificar, como o ágar. Esse agente deve ser misturado com um sal de cálcio; com o tempo, os íons de cálcio difundem-se para o alginato criando uma interface gelificada de estrutura heterogênea, característica da fruta (KING, 1983).

2.2. Substitutos de sacarose em produtos dietéticos

Com relação aos substitutos de sacarose, existem diversos produtos, encontrados atualmente, tais como: sorbitol, manitol, frutose, aspartame, estévia, etc., utilizados de forma a proporcionar as características desejáveis do produto. LINDLEY (1983) descreve que os fatores utilizados para determinar a aceitabilidade de um alimento convencional devem ser igualmente aplicados na aceitação de produtos de dietas especiais e em termos psicológicos, é importante que o consumidor considere uma versão de dieta especial, sendo de igual qualidade ao produto convencional.

Alimentos especiais são elaborados e formulados com adição, substituição ou supressão parcial ou total de um ou mais de seus componentes de forma que sua composição atenda as necessidades dietéticas específicas de pessoas com exigências metabólicas, fisiológicas ou físicas particulares. Segundo ANGELUCCI (1989), a legislação apresenta definições diferentes para os substitutos da sacarose, considerando edulcorante como substância orgânica de sabor extremamente doce, que não necessita ser açúcar ou poliol não necessariamente energético, cujo poder de doçura é superior à sacarose. Os adoçantes são definidos como compostos de sabor doce, quase sempre energéticos, tendo a sacarose como membro principal, cujo poder adoçante é unitário.

O sorbitol, obtido da hidrogenação da glucose, apresenta o mesmo valor calórico e não altera o nível de glucose no sangue (NAZÁRIO, 1989). Tem sido utilizado por vários anos como um nutriente aceitável para diabéticos, porque ele é vagarosamente absorvido após sua ingestão e não depende do metabolismo da insulina (SICARD & LEROY, 1983), porém, ocorre a sua quebra por bactérias intestinais que provocam o efeito laxativo quando quantidades excessivas são consumidas (SNODIN & DANIEL, 1983). O sorbitol possui um poder adoçante moderado, 0,5-0,6 do poder adoçante da sacarose (GRENBY, 1983) e características especiais de gosto, bom sinergismo com outras matérias primas como açúcares, agentes gelificantes, albumina e gorduras vegetais em frutas preservadas em xarope fornece alta fluidez, cor clara e pequena perda da cor da fruta, porém não interfere no aroma do produto (SICARD & LEROY, 1983).

A frutose, uma ceto-hexose redutora é mais solúvel em água que todos os outros açúcares, apresenta uma reação de escurecimento com amino ácido bem mais forte que a glucose (HYVÖNEN & KOIVISTOINEN, 1982). O uso em produtos especiais se deve principalmente pela sua independência do metabolismo da insulina,

e absorção mais vagarosa que a glucose no trato gastro intestinal (OSBERGER, 1986). Apresenta poder adoçante 1,2 a 1,8 vezes maior que a sacarose e muitos produtos com frutose foram considerados em relação à qualidade, superiores aos produtos com sacarose (GRENBY, 1983). Tecnicamente, devido ao seu custo elevado, os usos em alimentos são mais efetivos quando o produto é adoçado em conjunto com outras substâncias, incluindo a sacarose, glucose, lactose, sorbitol, manitol, sacarina, aspartame ou ter uma razão organoléptica, funcional ou dietética como substituto parcial ou total (OSBERGER, 1986).

O litesse (PFIZER), é o nome comercial de uma polidextrose que pode ser usada como um substituto total ou parcial de açúcar (FIGDOR & BIANCHINE, 1983). Consiste de um polímero condensado de glucose com pequena quantidade de sorbitol e ácido cítrico na molécula (ALLINGHAM, 1982). Seu valor calórico de 1 Cal/g se deve à não absorção no trato gastro intestinal, onde ele é hidrolisado em monômeros e apenas as bactérias intestinais o utilizam como substrato produzindo CO₂, álcool e ácido orgânico (FIGDOR & BIANCHINE, 1983), não sendo atacado pelas enzimas digestivas (BEEREBOOM, 1981). Estudos clínicos consideraram esta polidextrose bem tolerante em níveis normais de ingestão, sem interferir na absorção e na utilização de componentes dietéticos essenciais como vitaminas, minerais, aminoácidos, além de não aumentar o nível de glucose no sangue em diabéticos (ALLINGHAM, 1982).

2.3. Caracterização do suco de maracujá

O suco de maracujá é um produto de aroma e acidez muito acentuados (LARA & TOCCHINI, 1989). Esta acidez é de grande importância no processamento, formulação e conservação do próprio suco ou de produtos à base dele (SESSA, 1985).

Análises quantitativas, por meio de cromatografia demonstram as quantidades de ácidos orgânicos (ME/100 g) presentes no suco de maracujá da variedade amarela: cítrico (55), málico (10,55), láctico (0,58), malônico (0,13), succínico (traços), ascórbico (0,06) e voláteis (0,11) (LARA & TOCCHINI, 1980).

SESSA (1985), apresenta vários resultados físico-químicos do suco e a sua composição centesimal (Tabela 2) obtidos por vários pesquisadores.

Tabela 2 - Características físico-químicas e composição centesimal do suco de maracujá

Determinações	Variação
pH	2,82 - 3,10
Sólidos Solúveis (° Brix)	13,00 - 16,60
Açúcares Redutores (%)	1,60 - 7,00
Açúcares não Redutores (%)	1,80 - 6,60
Umidade (%)	81,50 - 86,73
Proteína (%)	0,67 - 1,43
Lipídeos (%)	0,18 - 0,60
Fibra (%)	0,17
Cinzas (%)	0,49 - 1,18
Cálcio (mg/100g)	5,60
Potássio (mg/100g)	204,00
Sódio (mg/100g)	1,00

fonte: (SESSA, 1985)

2.4. Medida de textura

A textura é um dos principais atributos da qualidade dos alimentos (BOURNE, 1966 e SILVA, 1976). Porém, é muito difícil uma definição exata do que ela representa o que se pode dizer com certeza é que consiste de um grupo de propriedades físicas, visuais e estruturais do alimento e como tal, não pode ser analisada isoladamente (BOURNE, 1982).

Apesar da textura ser uma propriedade sensorial, oportunamente sua medida é realizada por métodos físicos (KRAMER, 1973). Um grande número de aparelhos tem sido desenvolvido e os fatores considerados para sua escolha são: finalidade de uso, medidas realizáveis, condições, precisão, custo, "design" e disponibilidade comercial (SILVA, 1976).

Os instrumentos múltiplos que podem ser utilizados para realizar uma grande variedade de testes de textura tem alcançado considerável popularidade devido sua versatilidade, flexibilidade e precisão, além de fornecer como resultado, o registro das curvas força-distância, que permite obter vários parâmetros de textura de uma só medida (DAMÁSIO, 1990). Medidas de resistência à compressão são comumente utilizadas para análises de textura de alimento (OLKKU & SHERMAN,

1979); uma observação visual da amostra que está sendo comprimida com uma observação simultânea da curva que está sendo registrada geralmente fornece uma interpretação real do fenômeno ocorrido (BOURNE, 1976 citado por DAMÁSIO, 1990).

A Figura 6 apresenta uma curva típica de força-distância obtida de um teste de compressão. De 0 à A ocorre um aumento na força com um pequeno grau de compressão que corresponde a deformação e a amostra não sofre nenhuma danificação física. De A para B, o material é deformado e comprimido mais fortemente. No ponto B a força aumenta e a partir de C inicia-se a ruptura, continuando até D, quando a força aplicada é cessada (BOURNE, 1982).

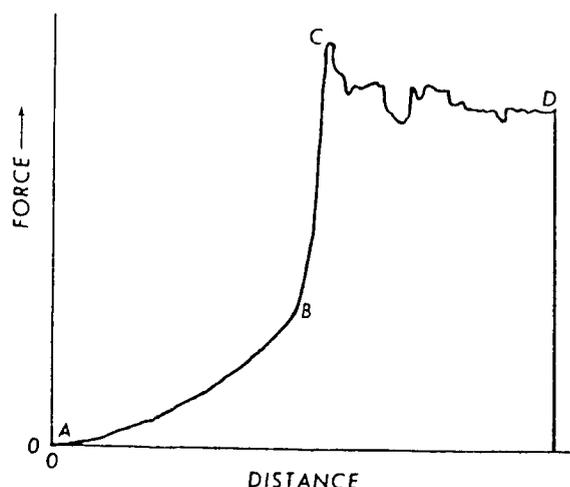


Figura 6 - Curva típica de força-distância obtida de um teste de compressão (fonte: BOURNE, 1982)

Como os alimentos são materiais complexos em relação à estrutura e reologia, é grande a dificuldade de relacionar a teoria com observações experimentais assim, é preciso correlacionar as medidas instrumentais com avaliação sensorial (CAMPOS, 1989 e ABBOTT, 1973). Caso a correlação não seja igual ou maior a 0,90, o teste instrumental não traduz a avaliação realizada (CAMPOS, 1989). Estas correlações podem ser melhoradas através de refinamento nos instrumentos, cuidados com a amostra e condições dos testes por exemplo, os testes mecânicos, na sua maioria são destrutivos, ou seja, a força aplicada na amostra excede a força do alimento que se desintegra, aumentando o custo da análise, isto faz com que alguns testes não destrutivos sejam analisados, no entanto, quando correlacionados com

análise sensorial apresentam resultados inferiores, porque nesta o produto também é destruído (SZCZESNIAK, 1973).

2.4.1. Textura em géis

Muitos processos são direcionados para modificarem as propriedades texturais iniciais. Em alimentos formulados, variações no número, na quantidade e qualidade dos ingredientes utilizados, criam várias opções para a textura e estrutura não encontradas naturalmente nos alimentos nativos (BOURNE, 1982).

LUH et al (1976), realizaram um trabalho em simulado de fruta com alginato de sódio estável à rehidratação após secagem por congelamento. Através do texturômetro "Instron UTM", analisaram a força do gel em diferentes concentrações e determinaram que abaixo de 2,0% não houve uma formação extensiva da rede tridimensional e sim a formação de uma leve matriz. Analisando a influência da sacarose na textura, os autores concluíram que amostras preparadas com 30,0% apresentaram menores variações nas propriedades reológicas em relação às amostras formuladas sem sacarose.

Em outro trabalho, LUH et al (1977) analisaram a influência de outros agentes gelificantes como pectina, gelatina e sacarose adicionados ao gel de alginato. Eles determinaram que a taxa de deformação obtida na amostra contendo os agentes gelificantes e 2,50% de alginato, foi similar à taxa obtida na amostra pura (apenas alginato a 2,50%), concluíram que o agente alginato de sódio é o contribuinte principal para proporcionar uma textura firme e os demais componentes apenas agem modificando levemente esta textura. As explicações dadas pelos autores estão relacionadas com a formação de zonas de junção entre o alginato e íons de cálcio, alteradas pela presença de outros componentes como: mudanças no tamanho e na distribuição das zonas de junção e interações entre porções da cadeia de alginato e materiais incorporados.

A mistura entre alginato de sódio e gelatina causa uma queda na taxa de cisalhamento, isto porque a rede formada nos dois géis são incompatíveis. Em amostras contendo 70,0% de alginato e 30,0% de gelatina, os parâmetros de viscosidade e taxa de cisalhamento se apresentaram elevadas em relação às amostras contendo 30:70 e 50:50 (alginato:gelatina). A adição de carboximetilcelulose (CMC) no

gel de alginato também apresentou um caso claro de antagonismo, sugerindo que a CMC interfere na formação da rede do gel (KALETUNC & PELEG, 1986).

A adição de polpa de fruta no gel, tende a diminuir sua força, principalmente quando se utiliza fruta com pH entre 3,0-3,5. Em alguns casos, a polpa adicionada não pode ultrapassar 10,0% do total para não haver a quebra do gel. Desta forma, KALETUNC et al (1990) estudaram uma modificação no processo para preparar um gel com até 96,0% de polpa, onde as matérias primas foram neutralizadas com hidróxido de sódio. Quando comparados os dois processos, com e sem neutralização, o primeiro produziu um gel com integridade mecânica em uma faixa de 50,0% a 96,0% de polpa, apesar da força medida ter diminuído com o aumento da concentração da polpa de fruta adicionada. Sem ajuste do pH com 10,0% de polpa, o produto não foi considerado sólido.

O efeito da adição de polpa nas propriedades mecânicas também foi observado por NUSSINOVITSCH et al (1991). Analisando o efeito de suco de laranja, sacarose e concentração de alginato, concluíram que a força e o módulo de deformabilidade foram alterados com a presença de polpa, não se modificaram com a adição de sacarose, e em relação à concentração, o ponto máximo de deformação foi obtido com 1,8% de alginato (entre uma variação de 0,0 a 3,0%).

Além da influência de substâncias adicionadas, o próprio método de preparação do gel interfere nos parâmetros reológicos. NUSSINOVITCH et al (1990), estudaram três formas de endurecimento do gel de alginato: (1) com glucona delta lactona, (2) mistura com hexametáfosfato de sódio, ortofosfato de cálcio e ácido cítrico, (3) difusão em solução de cloreto de cálcio. Em relação ao ponto de ruptura, encontraram uma relação linear direta com a concentração do alginato no método por difusão. No primeiro processo encontraram uma curva com ponto máximo de ruptura para a concentração de 2,50%, seguido de um decréscimo acima desta. No segundo processo, a curva obtida indica a mesma relação, porém o ponto máximo foi obtido acima de 5,0% de concentração. Com isso, os autores concluíram que a força do gel é extremamente dependente do método de preparação.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Materiais

Suco de maracujá (*Passiflora edulis* S., variedade amarela) congelado a -18° C;
Alginato de Sódio, tipo SOBALG FD 155 da GRINDSTED;
Ácido cítrico p.a.;
Frutose p.a.;
Benzoato de sódio p.a.;
Sorbitol em pó, da GETEC;
Açúcar refinado da COMPANHIA UNIÃO DOS REFINADORES;
Polímero de dextrose, LITESSE, da PFIZER;
Xarope de glucose da REFINAÇÕES DE MILHO BRASIL;
Cloreto de cálcio p.a.;
Tripa artificial celulósica estreita da HOECHST DO BRASIL, QUÍMICA E FARMACÊUTICA S.A.;
Reagentes de grau e pureza exigidos pelos métodos analíticos.

3.2. Equipamentos

Balança semianalítica METTLER modelo P1210;
Balança analítica OERTLING modelo LA164;
Balança OHAUS modelo CT 6000-S;
Potenciômetro MICRONAL modelo B 374;
Refratômetro CARL ZEISS JENA DDR;
Placa de aquecimento CORNING modelo PC 320;
Agitador mecânico FISATOM modelo 713;
Calorímetro ISOPERIBOL automático modelo PARR 1261 com bomba de oxigênio modelo PARR 1108;
Viscosímetro BROOKFIELD LVT;
Forno mufla FORLABO;
Estufa de secagem FANEM modelo 315 SE;
Texturômetro OTTAWA modelo MC 1061;
Colorímetro HUNTERLAB modelo D25D2;
Despolpador LANGSENKAMP, peneira de 120 MESH.

3.3. Métodos

3.3.1. Preparação do suco de maracujá

No preparo do suco, as frutas foram lavadas, cortadas ao meio, separadas as cascas das sementes e polpa, que seguiram para a extração do suco no despoldador e posterior congelamento a -18°C .

3.3.2. Produção dos estruturados de suco de maracujá

3.3.2.1. Formulação com sacarose e xarope de glucose

Os açúcares e o suco de maracujá foram misturados e aquecidos até completa dissolução. O alginato de sódio foi dissolvido previamente em água a 90°C para evitar a formação de grumos. A seguir, as duas misturas foram homogeneizadas sob agitação, e o produto resultante foi depositado, por intermédio de um funil, na tripa da celulose. Após o fechamento, as tripas foram submergidas em solução de ácido cítrico e cloreto de cálcio, para o endurecimento, as "frutas" foram lavadas em água corrente para a retirada do excesso de cálcio e ácido, depois cortadas em cilindros de 2,00 cm de espessura e colocadas em calda, na proporção 2:1, duas partes de fruta e uma de calda. A formulação da calda pode ser vista na Tabela 3. Utilizou-se a sacarose e o xarope de glucose com a finalidade de manter as mesmas características do produto.

O procedimento utilizado pode ser observado na Figura 7.

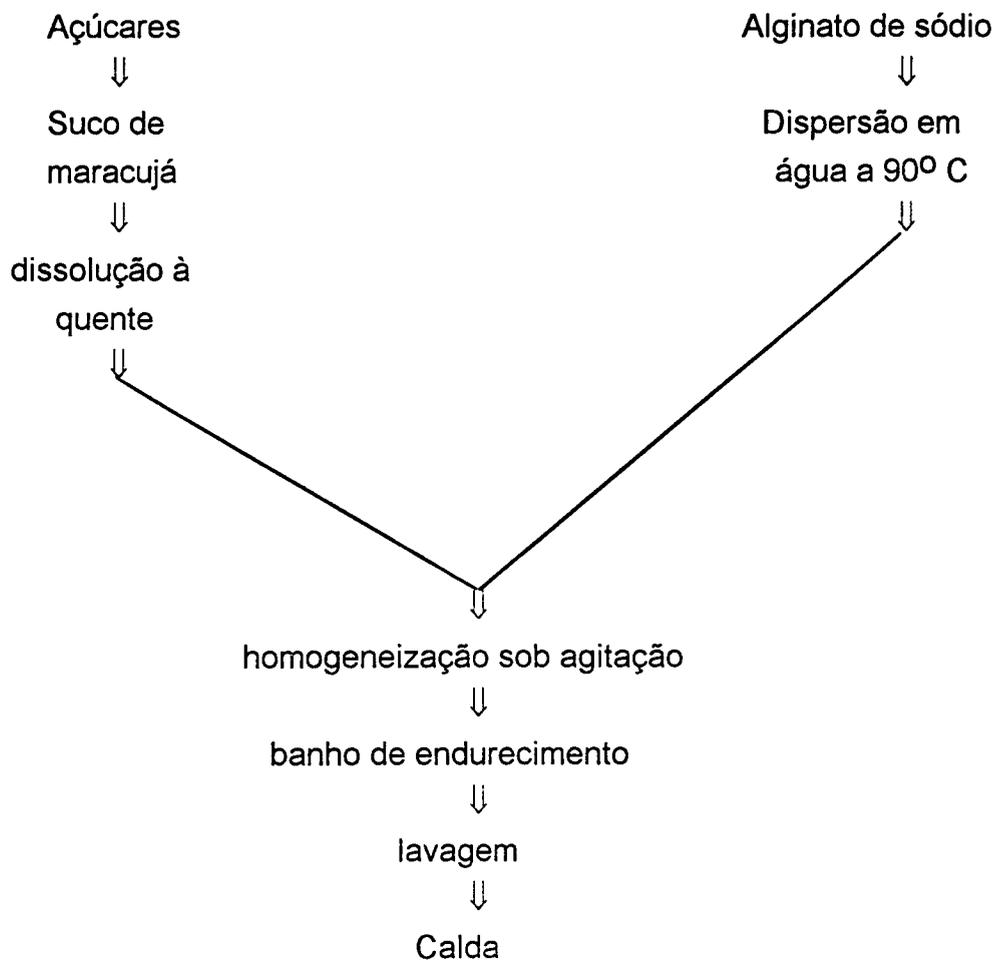


Figura 7: Fluxograma de processo.

3.3.2.2. Formulação dietética com frutose e sorbitol

Nessa formulação, seguiu-se o mesmo procedimento descrito na Figura 7, porém os açúcares sacarose e xarope de glucose reportados no Item 3.3.2.1 foram substituídos por frutose e sorbitol, mantendo-se as características semelhantes de sabor e textura sem a presença de glucose, a combinação desses dois adoçantes permite sua utilização por diabéticos. A combinação da calda dessa formulação pode ser vista na Tabela 3.

3.3.2.3. Formulação de valor energético intermediário com sacarose e litesse

As matérias primas utilizadas nessa etapa foram suco de maracujá, alginato de sódio, água, litesse e sacarose (segundo o procedimento apresentado na Figura 7). A proporção usada na calda, é mostrada na Tabela 3.

Tabela 3 - Composição da calda de armazenamento para as três amostras

Amostra	Água(%)	Açúcares(%)				
		Sacarose	Xarope de Glucose	Frutose	Sorbitol	Litesse
1	40	40	20	-	-	-
2	40	-	-	30	30	-
3	40	30	-	-	-	30

3.4. Determinações químicas, físicas e físico-químicas das matérias primas e dos estruturados de suco de maracujá

As análises realizadas no suco de maracujá foram a determinação do pH, da acidez titulável e teor de sólidos solúveis seguindo as normas 4.7.2, 4.7 e 13.6.1 do Instituto Adolfo Lutz. No alginato de sódio (1%) e sacarose e substitutos (10%) também foi realizada a determinação de viscosidade em viscosímetro BROOKFIELD (GRINDSTED, s.d.).

Nos estruturados as análises químicas, físicas e físico-químicas foram: pH, acidez titulável, sólidos solúveis, umidade (Norma 4.5.1), valor calórico determinado por calorímetro com bomba de oxigênio (SILVA, 1981), açúcares redutores em glucose (Norma 4.13.2), açúcares não redutores em sacarose (Norma 4.13.3), cinzas (Norma 4.8.1) e cor por colorímetro HUNTERLAB (SILVA, 1973).

3.5. Avaliação instrumental da textura dos estruturados

As amostras foram avaliadas, utilizando-se um texturômetro tipo OTTAWA (Figura 8). Basicamente consiste em um sistema hidráulico para a movimentação de um pistão a uma velocidade pré determinada ao qual é conectada a célula teste que entra em contato com a amostra. Também possui um elemento sensor que detecta a resistência do alimento à força aplicada e um sistema registrador das curvas obtidas (CAMPOS, 1989).

Para as análises, utilizou-se as amostras preparadas conforme descrição no item 3.3.2. Estas foram cortadas em cilindros de 1,8 cm de diâmetro e 2,0 cm de espessura, comprimidos entre uma placa plana e um pistão também plano.

Cada amostra foi comprimida apenas uma vez (compressão uniaxial) até sua deformação, a uma velocidade de 11,78 mm/min. A célula de carga utilizada foi de 50 kg de capacidade.

Os parâmetros extraídos das curvas obtidas nos ensaios de compressão, foram os seguintes (DAMÁSIO, 1990):

- . força máxima: força de ruptura da amostra (N);
- . energia de ruptura: área sob a curva desde o início da compressão até a ruptura expressa em joules (J).

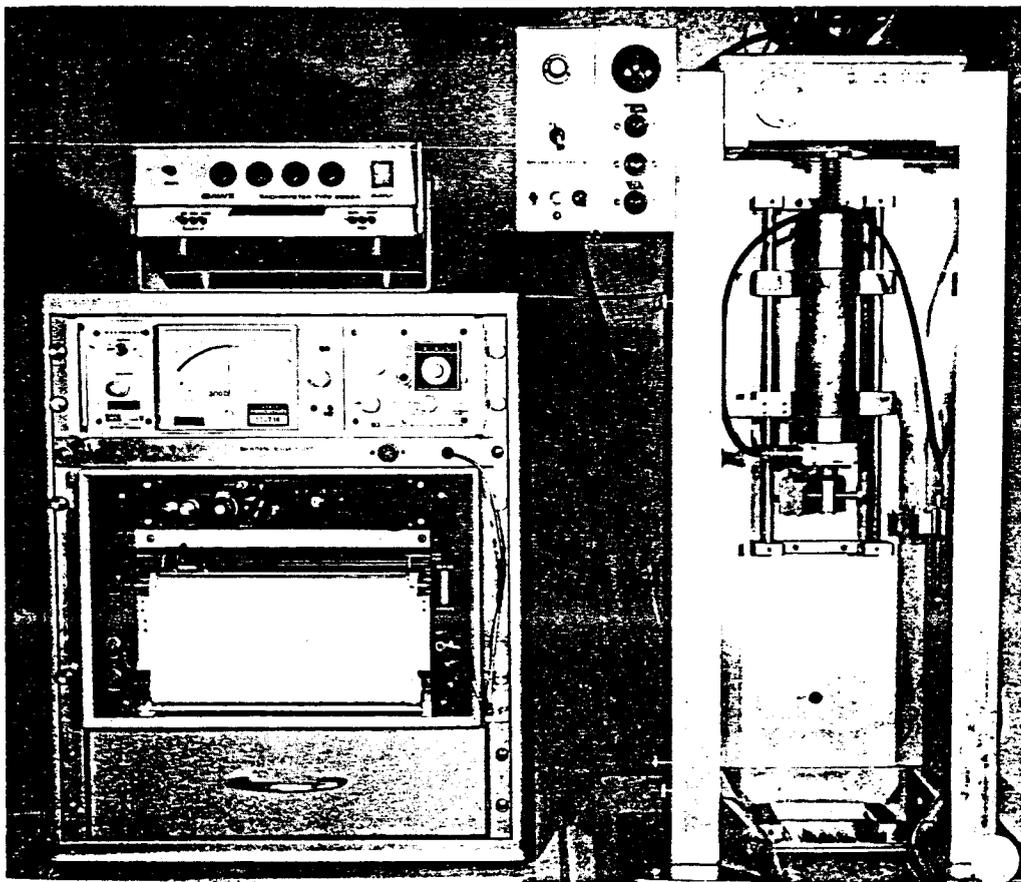


Figura 8 - Texturômetro OTTAWA
(fonte: CAMPOS, 1989)

3.5.1. Estabilidade da textura após tratamento térmico

O objetivo desta fase, foi verificar comportamento do estruturado de maracujá em relação ao tratamento térmico. Para tal, utilizou-se o processo de envasamento de fruta em calda descrito por JACKIX (1988), para a formulação contendo sacarose e xarope de glicose. Após o tratamento, os estruturados foram novamente avaliados por instrumento seguindo os mesmos parâmetros descritos no item 3.5, com texturômetro TAXT2.

3.6. Análise Sensorial

Como a proposta deste trabalho foi a de criar um novo produto sem similar no mercado, foi necessário qualificá-lo e determinar sua aceitação por possíveis consumidores. Desta forma, a análise sensorial precisou ser efetiva e complexa.

A análise sensorial foi toda realizada no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA/UNICAMP).

3.6.1. Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)

A análise descritiva quantitativa (STONE & SIDEL, 1985) permite descrever as principais características que compõem o sabor, aroma, textura e aparência do produto.

3.6.1.1. Seleção dos provadores

Os testes de seleção foram realizados em duas etapas envolvendo reconhecimento de odor e dos gostos básicos. Participaram dessa seleção 19 provadores. A seleção excluiu provadores que não atingiram a margem de 60% de acertos (as fichas utilizadas se encontram no Anexo 1, segundo MORI (1989) e SPOTO et al (1993) para odor e gostos básicos, respectivamente).

3.6.1.2. Levantamento dos termos

Aplicou-se o método rede para o levantamento dos atributos. As amostras foram apresentadas em pares e foi pedido aos provadores que destacassem as similaridades e as diferenças encontradas, de acordo com a Figura 9.

Após o levantamento de um número grande de termos, agrupou-se os semelhantes e selecionou os atributos realmente representativos da qualidade do produto através de discussão aberta entre os provadores.

Nome: _____ Data: _____

Por favor, compare as duas amostras quanto à aparência, aroma, sabor e textura, e indique em que são similares e em que são diferentes.

Amostras: _____ e _____

	Similaridades	Diferenças
Aparência:		
Aroma:		
Sabor:		
Textura:		

Figura 9 - Ficha utilizada para o método rede.

3.6.1.3. Treinamento

Com os atributos já determinados, elaborados em uma ficha sensorial com escala não estruturada de 9,0 cm com marcação nos extremos, como visto na Figura 10 e também com uma ficha com a descrição de cada termo (Figura 11), a cada provador foi pedido que provasse a amostra e descrevesse a intensidade de cada atributo.

APARÊNCIA

Homogeneidade do produto:	cor distribuída uniformemente.
Cor característica de maracujá:	cor amarelo de suco natural.
Brilho:	qualidade de reflexão da luz.
Translucidez:	qualidade de permitir a passagem da luz.

AROMA

Aroma característico do maracujá: notas aromáticas do suco natural de maracujá.
Aroma ácido: sensação pungente ao olfato, semelhante a fruta ácida.
Aroma doce: aroma associado à calda de sacarose.

SABOR

Sabor característico de maracujá: sabor de suco natural, levemente floral.
Sabor ácido: gosto associado à solução de 0,3% de ácido cítrico.
Sabor doce: gosto associado à solução de 34% de sacarose.
Sabor estranho: qualquer sabor presente, que não descreve os três sabores descritos anteriormente.

TEXTURA

Firmeza: força necessária para penetrar uma substância com o dente molar.
Gomosidade: qualidade de permanecer compacto através da mastigação, quanto mais gomoso, maior a energia para desintegrá-lo até o ponto ideal de deglutir.
Granulosidade: característica do produto se desintegrar em pequenos pedaços bem definidos na boca. O produto não granuloso forma um bolo homogêneo (plástico) na boca.

Figura 11 - Definição dos atributos para treinamento.

Após duas sessões de treinamento, os provadores não encontraram mais dificuldades para descrever os atributos de cada amostra. Nesta etapa, em cada sessão foram fornecidas as amostras 1 e 2 (Ítems 3.3.2.1. e 3.3.2.2., respectivamente), por apresentarem diferenças de intensidades dos atributos.

3.6.1.4. Avaliação das amostras

Foram avaliadas as três amostras, em três sessões. Cada provador descrevia a intensidade de cada atributo utilizando a ficha apresentada na Figura 10.

3.6.2. Teste de preferência e aceitação

Com a participação de 29 provadores, foi avaliado a preferência entre duas amostras 1 e 2, as quais se encontram nos Ítems 3.3.2.1. e 3.3.2.2., respectivamente.

Utilizou-se a escala hedônica (MORAES, 1988). O provador também deveria indicar a razão da preferência através de um questionário. A ficha utilizada pode ser observada na Figura 12.

Nome: _____ Data: _____

Por favor, prove as amostras de estruturado de fruta de maracujá em compota e utilizando a escala abaixo, descreva o quanto voce gostou ou desgostou.

1. Desgostei muitíssimo
2. Desgostei muito
3. Desgostei regularmente
4. Indiferente
5. Gostei regularmente
6. Gostei muito
7. Gostei muitíssimo

	Valor
Amostra: _____	_____
Amostra: _____	_____

Qual o motivo da preferência? _____

Você consumiria esse tipo de produto em decoração de bolos, sorvetes e confeitos em geral?

sim ()

não ()

Figura 12 - Ficha utilizada para o teste de preferência e aceitação.

3.7. Análise estatística

Todas as análises estatísticas foram realizadas em microcomputador, utilizando-se programas do pacote estatístico SAS (SAS Institute Inc. North Carolina). Foram realizadas as seguintes análises, segundo DAMÁSIO (1990):

- . Análise de Variância (ANOVA) das amostras. A significância estatística das diferenças entre as médias foi determinada mediante Teste de Tukey;

- . Análise de Variância (ANOVA) de dois fatores (amostra, preferência) para a avaliação de preferência e aceitação;

- . Análise de Variância (ANOVA) das análises físicas, químicas e físico-químicas das três amostras;

- . Análise de Variância (ANOVA) dos parâmetros de textura instrumental;

- . Regressão simples para o estudo de correlação entre os atributos sensoriais e instrumentais de textura.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Determinações químicas, físicas e físico-químicas das matérias primas

A Tabela 4 apresenta as determinações realizadas no suco de maracujá. Os resultados obtidos estão em concordância com os valores encontrados por SESSA (1985).

Tabela 4 - Características físico-químicas do suco de maracujá.

Sólidos Solúveis (° Brix)	Acidez Titulável*	pH
15,75	0,75	2,72

* expresso em ácido cítrico

A caracterização da solução de alginato de sódio (1%) vista na Tabela 5 está compatível com os valores fornecidos pelo fabricante GRINSTED (s.d.).

Tabela 5 - Características físico-químicas da solução de alginato de sódio (1%).

Sólidos Solúveis (° Brix)	Viscosidade*(cP)	pH
0,20	140	6,30

* spindle 2, velocidade 60 rpm

Na Tabela 6, observa-se as determinações físico-químicas das soluções dos açúcares a 10%, compatíveis com valores fornecidos pela PFIZER (s.d.).

Tabela 6 - Determinações físico-químicas das soluções a 10% de sacarose e substitutos.

Tipo	Sólidos Solúveis (° Brix)	Viscosidade (cP)*	pH
Sacarose	10,50	15,00	6,03
Xarope de glucose	9,80	2,50	5,01
Litesse	10,50	2,50	2,71
Sorbitol	11,00	3,50	5,28

* spindle 1, velocidade 60 rpm

4.2. Desenvolvimento das formulações

Baseado em formulações existentes para estruturado artificial de cereja (MCDOWELL, 1973), iniciou-se o desenvolvimento do estruturado de suco de maracujá. As variáveis presentes foram o suco, o alginato de sódio a sacarose e substitutos. A introdução de suco natural na formulação do gel sem suco produziu uma diminuição na sua força, este efeito foi destacado por KALETUNC et al (1990) em estudo de adição de polpa de fruta no gel. Desta forma, foi realizado um estudo qualitativo de variações na concentração do alginato de sódio para proporcionar a textura desejada. Com uma concentração de 1,0%, o gel formado foi extremamente fraco, com 1,5% um gel de boa textura e com 2,0% um gel firme porém com gosto forte de alginato de sódio (gosto característico de alginato de sódio) que mascarava o gosto do suco de maracujá. Os teores de sacarose também foram avaliados de tal forma que o gosto doce não mascarasse o gosto ácido característico do maracujá (Tabela 7). Na segunda formulação, dietética, estudou-se o uso de edulcorantes, porém o produto não apresentou "corpo" suficiente. Várias combinações foram realizadas e a formulação final pode ser vista na Tabela 7. A terceira formulação, com valor calórico reduzido, foi obtida através da substituição parcial da sacarose por uma polidextrose (Tabela 7).

Tabela 7 - Composição dos estruturados de fruta para as três formulações

Amostra*	Alginato de sódio(%)	Suco de maracujá(%)	Água(%)	Açúcares (%)				
				Sacarose	Xarope de Glucose	Sorbitol	Frutose	Litesse
1	1,50	30	18,50	40	10	-	-	-
2	1,50	30	18,50	-	-	25	25	-
3	1,50	30	18,50	25	-	-	-	25

* Segundo os itens 3.3.2.1, 3.3.2.2 e 3.3.2.3; respectivamente

A gelificação em banho de cálcio, deveria promover o endurecimento do gel em menor tempo possível, porém mantendo as características de gosto de fruta de maracujá, conseguidas com a combinação dos elementos presentes. A Tabela 8 apresenta um estudo qualitativo do efeito da composição da solução de endurecimento no tempo de gelificação e no gosto do estruturado contendo sacarose e xarope de glucose.

Tabela 8 - Efeito da composição da solução de endurecimento no tempo de gelificação e gosto do estruturado.

Composição do banho (%)	Tempo (h)	Características do gel
96,0 de água 4,0 de CaCl ₂	14	gel firme, gosto amargo
96,0 de água 2,7 de CaCl ₂ 1,3 de Ácido cítrico	16	gel firme, gosto levemente amargo
96,0 de água 1,3 de CaCl ₂ 2,7 de Ácido cítrico	24	gel firme, gosto normal de fruta de maracujá

Com a formulação da solução de endurecimento definida (96,0% de água, 1,3% de CaCl₂ e 2,7% de ácido cítrico), novo estudo qualitativo foi realizado para verificar a possibilidade de diminuir o tempo de endurecimento, como pode ser visto na Tabela 9. Confirmou-se a necessidade de 24 horas para endurecimento do gel.

Tabela 9 - Efeito do tempo de endurecimento na textura.

Tempo medido (h)	Características do Gel
6	fina película, centro líquido
12	fina película, centro líquido
18	centro pouco firme
24	textura homogênea
30	textura homogênea, camada externa muito dura

4.2.1. Análises químicas, físicas e físico-químicas dos estruturados.

Pode-se observar pela Tabela 10, que houve diferença significativa ($p < 0,05$) para as análises de pH e acidez titulável entre as amostras 1, 2 e 3 (segundo os Itens 3.3.2.1, 3.3.2.2 e 3.3.2.3, respectivamente). Essa variação é comprovada pela diferença de pH encontrado nas soluções de açúcares (Tabela 6).

Para o teor de umidade (%), a amostra 1 se diferenciou da amostra 2 ($p < 0,05$), porém não se diferenciou da amostra 3. Antes de serem colocadas no banho de endurecimento, as três amostras apresentaram aproximadamente o mesmo teor de umidade (32%), porém, com o término do endurecimento, os valores foram diferentes e nas amostras contendo sacarose (1 e 3) o nível de hidratação se apresentou superior.

Em relação ao valor calórico, verifica-se que a amostra 1 não se diferenciou da amostra 2 ($p < 0,05$), isto porque a sacarose e sorbitol apresentam valor calórico de 4 Cal/g (DWIVEDI, 1986) e a frutose de 3,8 Cal/g (OSBERGER, 1986). As amostras 2 e 3 não se diferenciaram ($p < 0,05$), porém deve-se destacar que o litesse não é totalmente absorvido pelo organismo, desta forma FIGDOR & BIANCHINE (1983) determinaram que esta polidextrose possui aproximadamente 1 Cal/g ou apenas 25,00% da sacarose, reduzindo consideravelmente o valor calórico dos alimentos processados com esta substância. A amostra 3 apresentou um valor de 333,41 Cal/100 g de produto, deste valor, 100 Cal são provenientes do litesse, onde 25 Cal realmente é absorvida pelo organismo segundo estudos realizados por FIGDOR & BIANCHINE (1983). Assim 100 g dessa amostra consumida corresponde a aproximadamente 258 Cal.

Analisando os açúcares redutores, apenas a amostra 2 se diferenciou das demais ($p < 0,05$), com alto teor de redutores devido a presença do açúcar redutor frutose na formulação. Em açúcares não redutores, as três amostras apresentaram diferenças ($p < 0,05$) de acordo com o teor de sacarose presente: a amostra 1 com maior teor seguida da amostra 3 e por fim a amostra 2.

Na determinação de sólidos solúveis o valor teórico deveria ser 52,7; 54,72 e 54,72 (amostras 1, 2 e 3, respectivamente) porém, o fato dos estruturados permanecerem por 24 horas na solução de endurecimento ocasiona a perda de sólidos provocando diminuição dos valores.

Em relação à determinação de cor, a amostra 2 apresentou maior média, portanto com maior intensidade de cor seguida das amostras 3 e 1, porém as três se diferenciaram entre si ($p < 0,05$). O teor de cinzas não se diferenciou para as três amostras.

Tabela 10 - Análises químicas, físicas e físico-químicas dos estruturados.

Análises	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	F (Amostras)
pH	3,05 ^a	2,84 ^b	2,72 ^c	148,16*
Ácidez titulável(ácido cítrico)	0,14 ^c	0,22 ^a	0,19 ^b	669,00*
Umidade (%)	48,05 ^a	41,75 ^b	45,05 ^{a,b}	8,18*
Valor calórico (Cal/100 g)	336,87 ^a	336,22 ^{a,b}	333,41 ^b	5,89*
Açúcares redutores em glucose (%)	7,38 ^b	14,86 ^a	7,66 ^b	362,65*
Açúcares não redutores em sacarose (%)	54,07 ^a	10,09 ^c	27,92 ^b	452,72*
Cinzas (%)	0,43 ^a	0,37 ^a	0,39 ^a	1,46 ^{n.s.}
Sólidos Solúveis (° Brix)	44,13 ^a	37,00 ^c	45,50 ^b	2989,00*
Cor	43,31 ^c	48,19 ^a	34,07 ^b	193,88*

* significativo a 5%

n.s. não significativo

Amostra 1: sacarose e xarope de glucose

Amostra 2: frutose e sorbitol

Amostra 3: sacarose e litesse

4.3. Avaliação instrumental da textura dos estruturados.

Das curvas registradas nos ensaios de compressão foram extraídos os seguintes parâmetros: força máxima de ruptura e energia de ruptura. Foram realizadas 20 repetições para cada amostra e a curva característica de cada amostra pode ser vista na Figura 13.

Pela Figura 13, pode-se observar que as amostras 1 e 3 apresentaram semelhanças em suas curvas, isto se caracteriza pela utilização de sacarose nas duas formulações, já a amostra 2 apresentou pequena variação em sua curva, porém as três amostras apresentaram as mesmas características de uma curva típica de força e distância para o teste de compressão uniaxial.

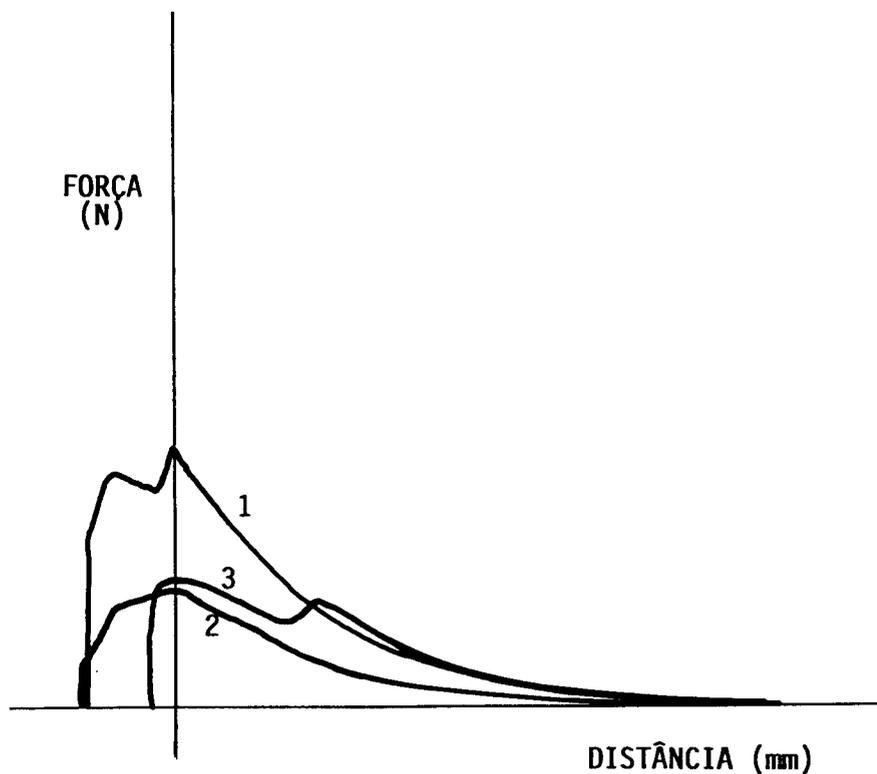


Figura 13 - Curvas experimentais obtidas nos ensaios de compressão.

1. Amostra 1 (sacarose e xarope de glucose)
2. Amostra 2 (frutose e sorbitol)
3. Amostra 3 (sacarose e litesse)

No teste de compressão, a força perpendicular aplicada pelo aparelho na superfície da amostra provocou uma expansão radial desta, assim a fratura final da amostra pode ser causada pela força da tensão perpendicular à direção da força de compressão aplicada, fato comprovado por LUH et al (1977).

Na Tabela 11 e Figura 14, são apresentados os dados do teste de compressão para o parâmetro força máxima de ruptura (N) para as três amostras.

Tabela 11 - Variações obtidas nas repetições do teste de compressão para o parâmetro força máxima de ruptura (N).

Repetições	Força máxima de ruptura (N)		
	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
01	25,50	11,37	13,73
02	27,46	16,08	12,75
03	25,30	12,75	15,30
04	21,57	11,77	19,61
05	25,53	14,12	11,77
06	24,12	11,77	10,79
07	26,08	11,96	14,12
08	26,48	13,34	16,08
09	25,50	15,69	11,96
10	20,00	12,16	11,37
11	24,52	12,75	13,34
12	17,45	10,79	12,75
13	23,53	7,84	11,77
14	26,48	9,81	17,65
15	23,34	7,84	15,89
16	19,81	10,20	13,53
17	18,63	15,69	15,69
18	24,52	15,69	13,73
19	21,57	8,83	15,30
20	23,64	9,81	13,73

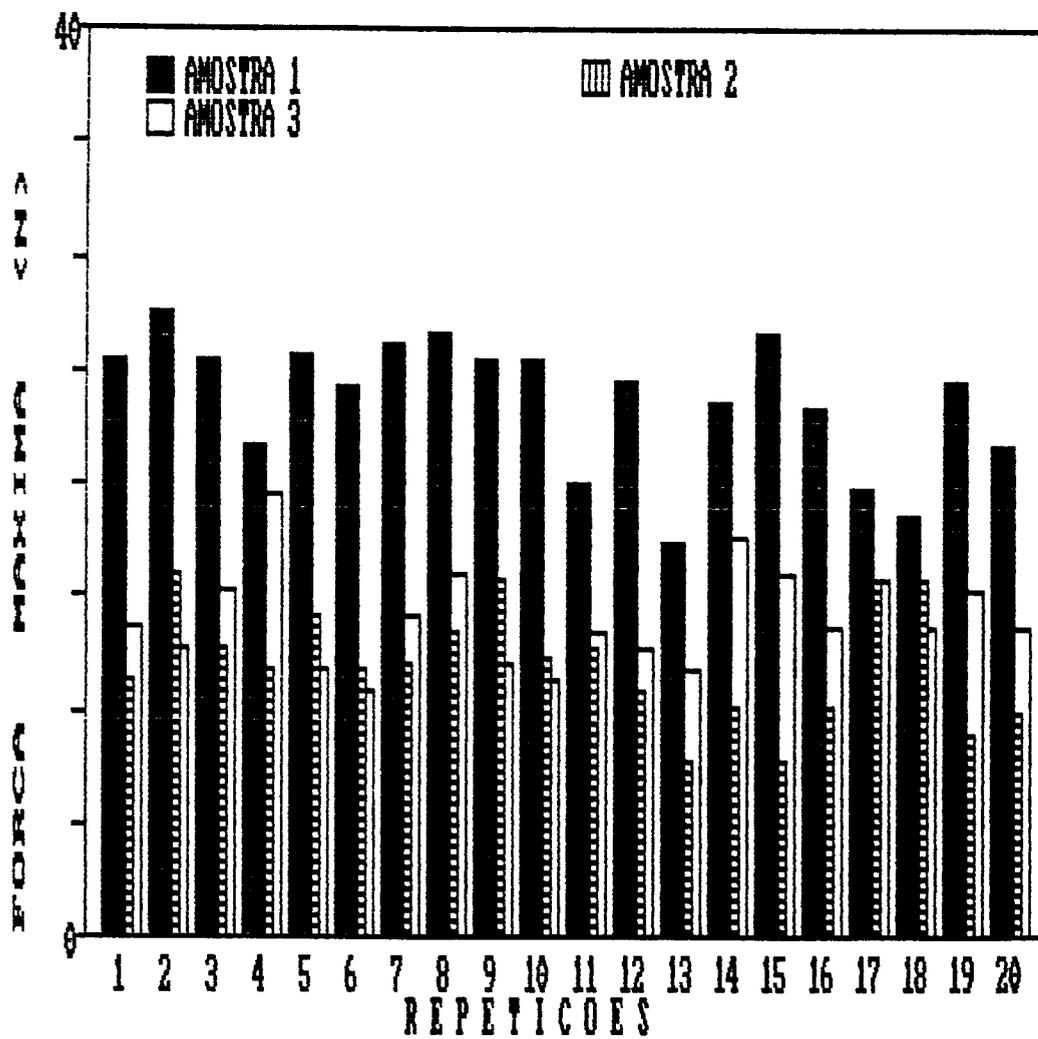


Figura 14 - Variações obtidas no teste de compressão para o parâmetro de força máxima de ruptura (N).

A Tabela 12 e Figura 15 apresentam os dados do teste de compressão para o parâmetro energia de ruptura (J).

Tabela 12 - Variações obtidas nas repetições do teste de compressão para o parâmetro energia de ruptura (J).

Repetições	Energia de ruptura (J)		
	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
01	0,45	0,30	0,41
02	0,56	0,50	0,32
03	0,50	0,41	0,44
04	0,65	0,31	0,68
05	0,63	0,39	0,34
06	0,81	0,31	0,37
07	0,90	0,36	0,42
08	1,21	0,42	0,47
09	1,01	0,50	0,25
10	1,02	0,29	0,22
11	0,59	0,27	0,35
12	0,67	0,23	0,33
13	0,24	0,16	0,28
14	0,52	0,21	0,46
15	0,89	0,16	0,33
16	0,90	0,20	0,45
17	0,83	0,40	0,49
18	0,60	0,42	0,36
19	0,74	0,15	0,43
20	0,79	0,19	0,34

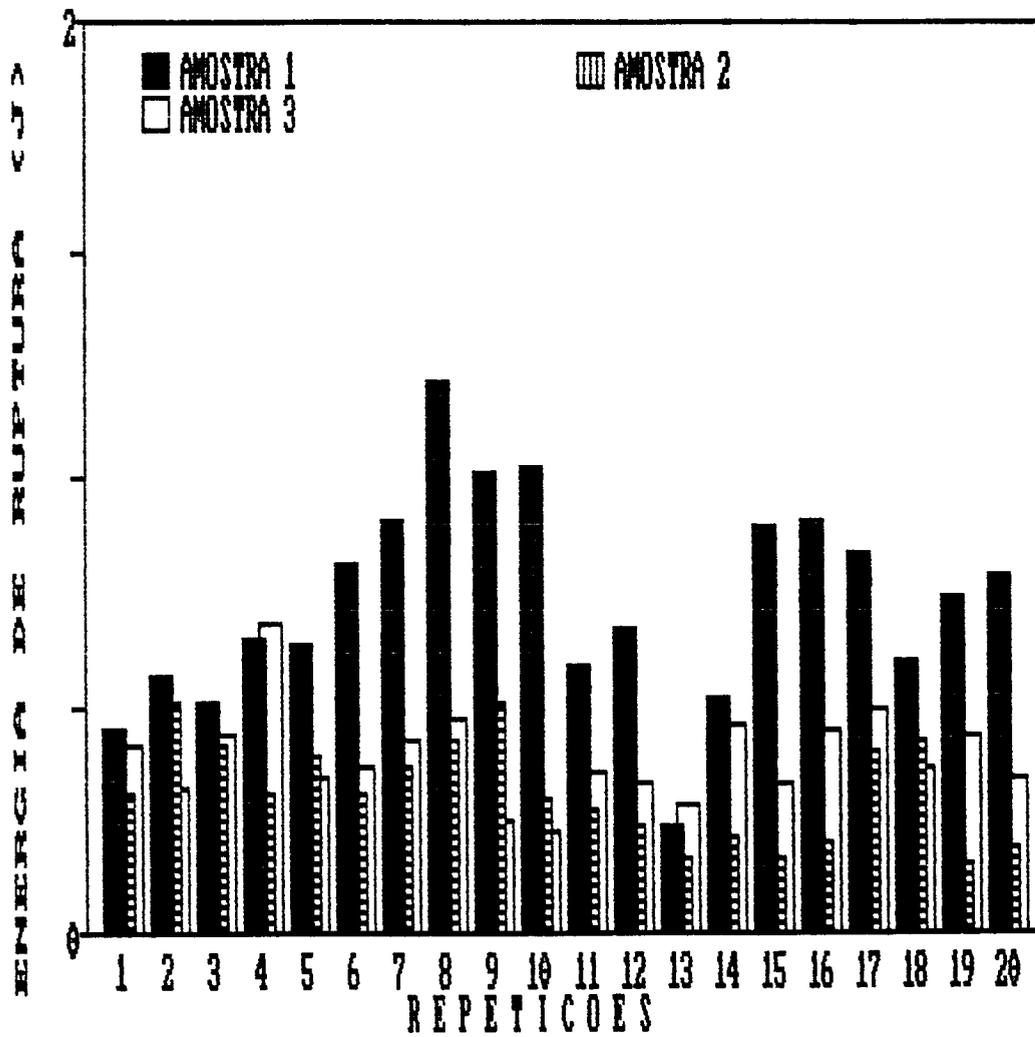


Figura 15 - Variações obtidas nas repetições do teste de compressão para a energia de ruptura (J).

A Tabela 13 apresenta as médias obtidas para os parâmetros força máxima de ruptura (N) e energia de ruptura (J) para as três amostras estudadas. Pela análise de variância nota-se que o primeiro parâmetro foi diferente significativamente ($p < 0,05$) para as três amostras, sendo que a maior média foi para a amostra 1, seguida da amostra 3 e da amostra 2. Em relação à energia gasta para esta ruptura, a amostra 1 também apresentou maior média e se diferenciou das demais ($p < 0,05$), as amostras 2 e 3 não se diferenciaram entre si ($p < 0,05$). Verifica-se assim que a textura do gel varia conforme o tipo de adoçante e que amostras com maior teor de sacarose apresentaram maiores valores para os dois parâmetros.

Tabela 13 - Médias obtidas para os parâmetros: força máxima de ruptura (N) e energia de ruptura (J) das amostras estudadas.

Parâmetro	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	F (amostras)
Força máxima de ruptura (N)	23,64 ^a	12,01 ^c	14,04 ^b	113,87*
Energia de ruptura (J)	0,73 ^a	0,31 ^b	0,39 ^b	5,03*

* significativo ao nível de 5%

Amostra 1: sacarose e xarope de glucose

Amostra 2: frutose e sorbitol

Amostra 3: sacarose e litesse

4.3.1. Análise de textura após tratamento térmico

Nesta etapa foi utilizada a amostra com sacarose e xarope de glucose. Os valores obtidos foram: 8,74 N (força máxima de ruptura) e 0,06 J (energia de ruptura) e quando comparados com as médias obtidas antes do tratamento (23,64 N e 0,73 J) observa-se uma diminuição na força do estruturado, no entanto, sua forma e dimensão se mantiveram intactas, o que confirma a possibilidade de seu uso em alimentos que passam por aquecimento.

4.4. Análise Sensorial

4.4.1. Análise descritiva quantitativa

4.4.1.1. Seleção dos provadores

Como critério de seleção, foi escolhido um mínimo de 60% de acertos em pelo menos um dos dois métodos: reconhecimento de odor e dos gostos básicos. Desta forma, dos dezenove provadores iniciais, cinco foram descartados.

4.4.1.2. Avaliação das amostras

A Tabela 14 apresenta as médias das amostras por atributos selecionados pela análise descritiva quantitativa (ADQ), onde se tem a quantificação do produto desenvolvido nas três formulações. Para saber quais as amostras que se diferenciaram a partir dos cálculos da ANOVA, foi aplicado o teste de Tukey para a comparação entre as amostras.

A amostra 1 não se diferenciou das amostras 2 e 3 ($p < 0,05$) para o atributo homogeneidade, porém a amostra 2 se diferenciou da amostra 3.

Em relação à cor, as três amostras se diferenciaram entre si ($p < 0,05$), porém a amostra 1 apresentou maior média, seguida das amostras 3 e 2. A baixa média apresentada pela amostra 2 se deve à presença do sorbitol, que ocasiona a perda da cor da fruta. SICARD & LEORY (1983) destacaram este efeito em produtos com suco de fruta natural.

A amostra 2 não se diferenciou das amostras 1 e 3 para o atributo brilho. O sabor estranho se diferenciou apenas para as amostras 1 e 3, porém na escala de 0 a 9, os valores obtidos nas três formulações foram insignificantes. Para a translucidez, a amostra 2 se diferenciou das demais ($p < 0,05$).

Para os atributos aroma característico, aroma ácido, aroma doce e sabor característico, as três amostras não se diferenciaram entre si ($p < 0,05$), mostrando que

os adoçantes utilizados não interferiram nas características naturais do suco de maracujá. Em relação ao sabor ácido e sabor doce, a amostra 1 se diferenciou das amostras 2 e 3, com menor média para o primeiro atributo, mostrando que a sacarose mascara o sabor ácido. A maior média para o sabor doce, mostra que apesar do alto poder adoçante da frutose, a presença de sorbitol diminuiu a doçura da amostra 2, e na amostra 3 a substituição parcial da sacarose por litesse provocou a perda do poder adoçante.

Em relação ao atributo firmeza, as três amostras apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$). As médias obtidas foram diretamente proporcionais ao teor de sacarose presente na formulação.

A gomosidade apresentou média baixa na escala de 0 a 9, para as três amostras. Isto garante a baixa gomosidade do produto, como era de se esperar. O estruturado deve se assemelhar à textura de uma fruta, bem diferente de produtos elaborados com outros agentes gelificantes que se apresentam altamente gomosos.

Para o atributo granulosidade, a amostra 1 se diferenciou das demais apresentando maior média, um produto com alta granulosidade desintegra-se em pequenos pedaços bem definidos na boca, que também caracteriza a textura de frutas mastigáveis.

Tabela 14 - Média das notas atribuídas pelos provadores por atributo para as amostras.

Atributos	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	F (amostras)
Homogeneidade	6,245 ^{ab}	5,561 ^b	6,512 ^a	5,82*
Cor	7,742 ^a	3,894 ^c	6,445 ^b	89,60*
Brilho	6,670 ^a	6,094 ^{ab}	5,836 ^b	3,47*
Translucidez	2,524 ^b	3,921 ^a	2,758 ^b	13,14*
Aroma característico	6,045 ^a	5,906 ^a	5,482 ^a	1,59n.s.
Aroma ácido	3,933 ^a	3,906 ^a	3,555 ^a	1,73n.s.
Aroma doce	4,191 ^a	4,142 ^a	3,733 ^a	2,29n.s.
Sabor característico	5,273 ^a	5,773 ^a	5,345 ^a	1,60n.s.
Sabor ácido	3,191 ^b	5,439 ^a	5,385 ^a	25,87*
Sabor doce	5,030 ^a	3,709 ^b	3,388 ^b	17,74*
Sabor estranho	0,345 ^b	0,394 ^{ab}	0,633 ^a	3,44*
Firmeza	6,552 ^a	3,567 ^c	4,564 ^b	36,48*
Gomosidade	2,621 ^a	1,512 ^b	2,015 ^{ab}	7,61*
Granulosidade	6,042 ^a	4,373 ^b	4,945 ^b	22,69*

* - significativo ao nível de 5%

n.s. - não significativo

Amostra 1: sacarose e xarope de glucose

Amostra 2: frutose e sorbitol

Amostra 3: sacarose e litesse

A Figura 16 apresenta a configuração da Análise Descritiva das amostras para os atributos estudados. O centro da figura representa o ponto zero da escala, enquanto a intensidade aumenta do centro para a periferia da figura. A média de cada tratamento é marcada em cada eixo e conectada posteriormente.

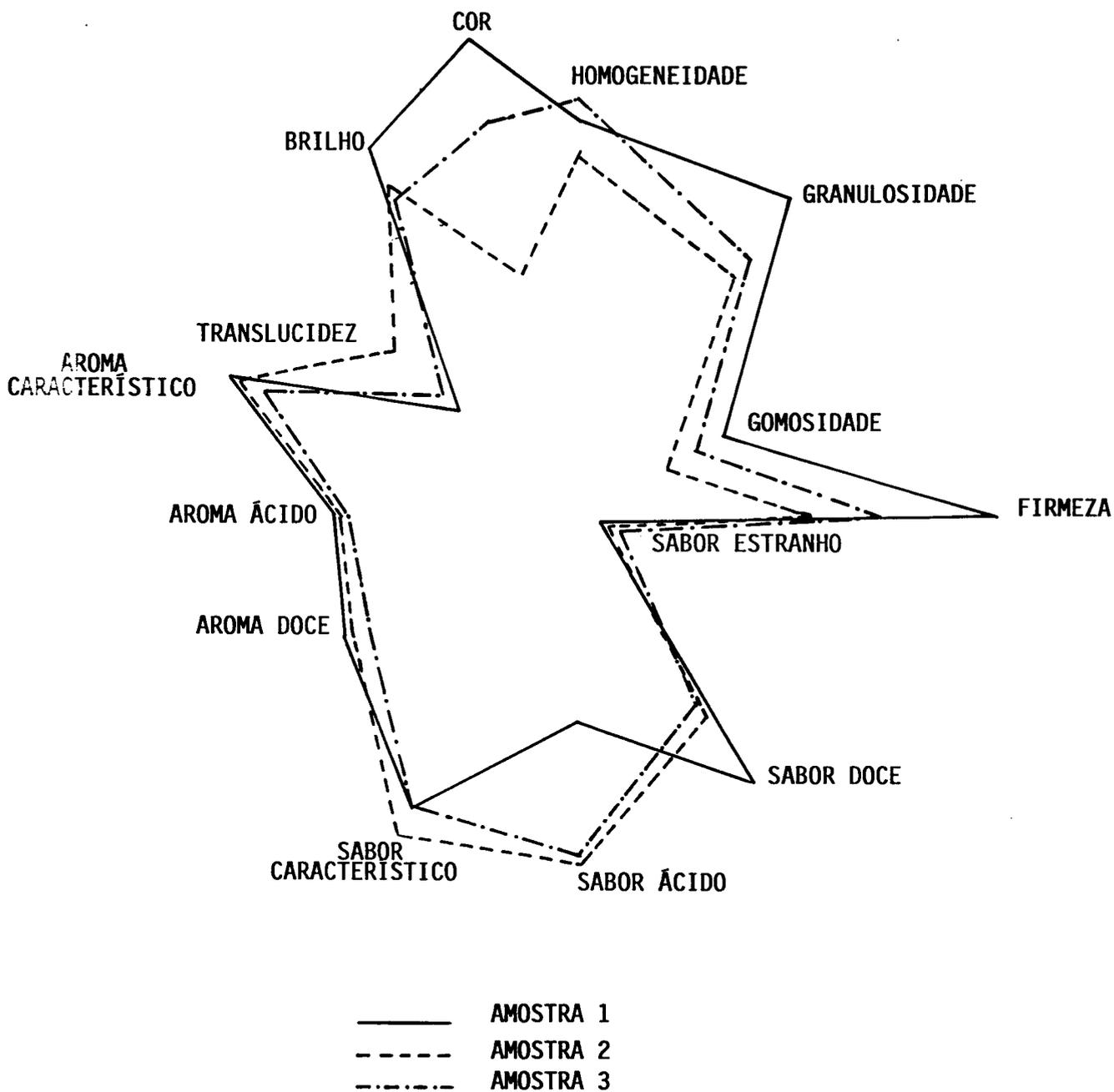


Figura 16 - Configuração da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) das amostras estudadas.

Amostra 1: sacarose e xarope de glucose

Amostra 2: frutose e sorbitol

Amostra 3: sacarose e litesse

A análise do componente principal (ACP) apresenta as relações existentes entre as variáveis estudadas. Na representação gráfica, cada eixo explica uma porcentagem de variação total existente entre as amostras. A Figura 17 mostra uma ACP das três amostras para os atributos de aparência e aroma, e a Figura 18 apresenta os atributos de sabor e textura.

Pela Figura 17, os dois primeiros componentes explicam 72,83% da variação entre as amostras. Desta forma, o gráfico sugere que a amostra 1 apresenta maior intensidade dos atributos brilho e cor. A amostra 2 se caracteriza pelos atributos aroma característico, aroma ácido, aroma doce e translucidez. A amostra 3 apresenta maior intensidade para homogeneidade.

Na Figura 18, 91,72% das variações são explicadas pelos dois primeiros componentes. O gráfico sugere que a amostra 3 se caracteriza pelo sabor estranho, a amostra 2 pelo sabor característico e a amostra 1 apresenta maior intensidade para os atributos de gomosidade, firmeza, granulabilidade e sabor doce.

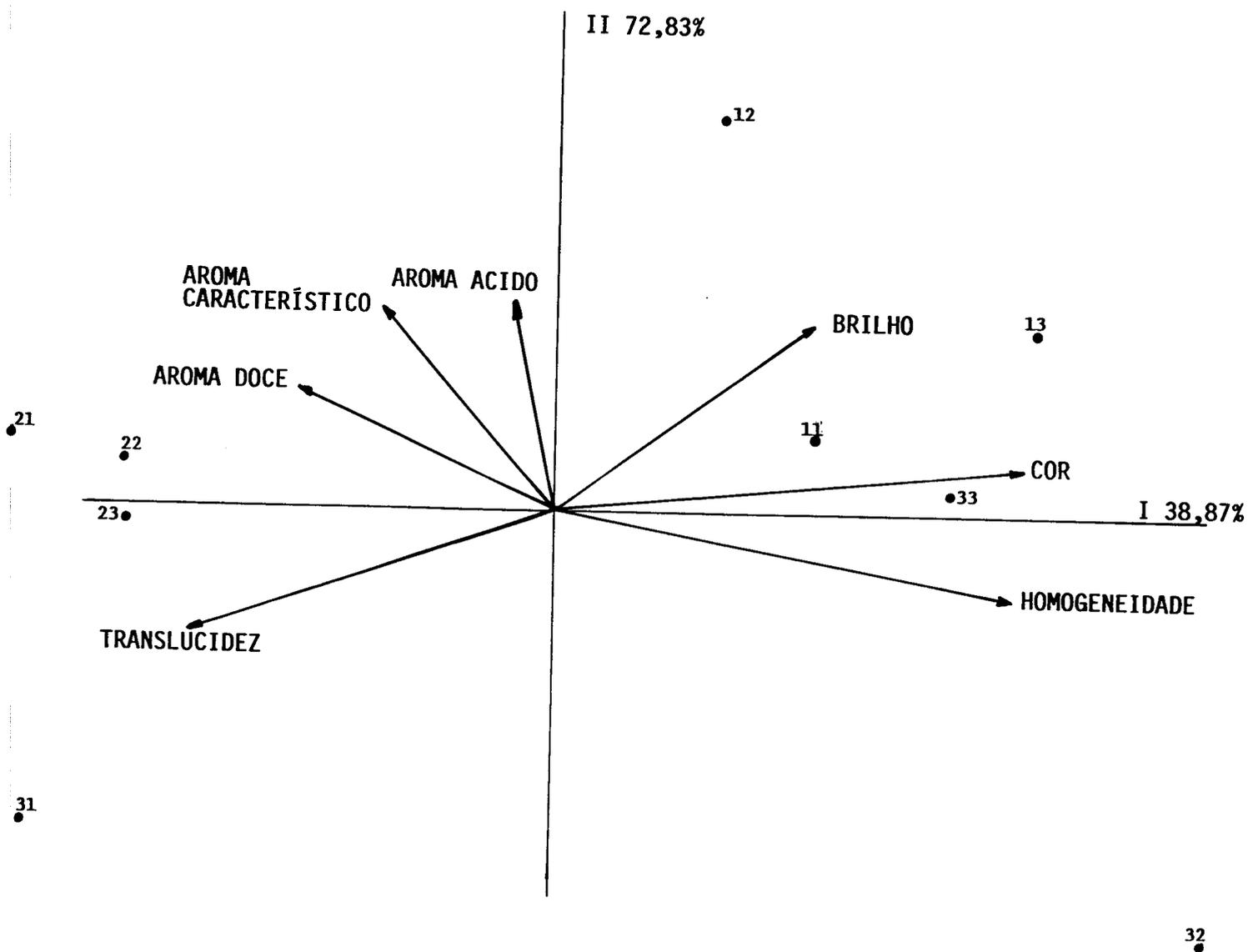


Figura 17 - Análise do componente principal (ACP) para os atributos de aparência e aroma.

11-12-13 repetições da amostra 1 (sacarose e xarope de glucose)

21-22-23 repetições da amostra 2 (frutose e sorbitol)

31-32-33 repetições da amostra 3 (sacarose e litesse)

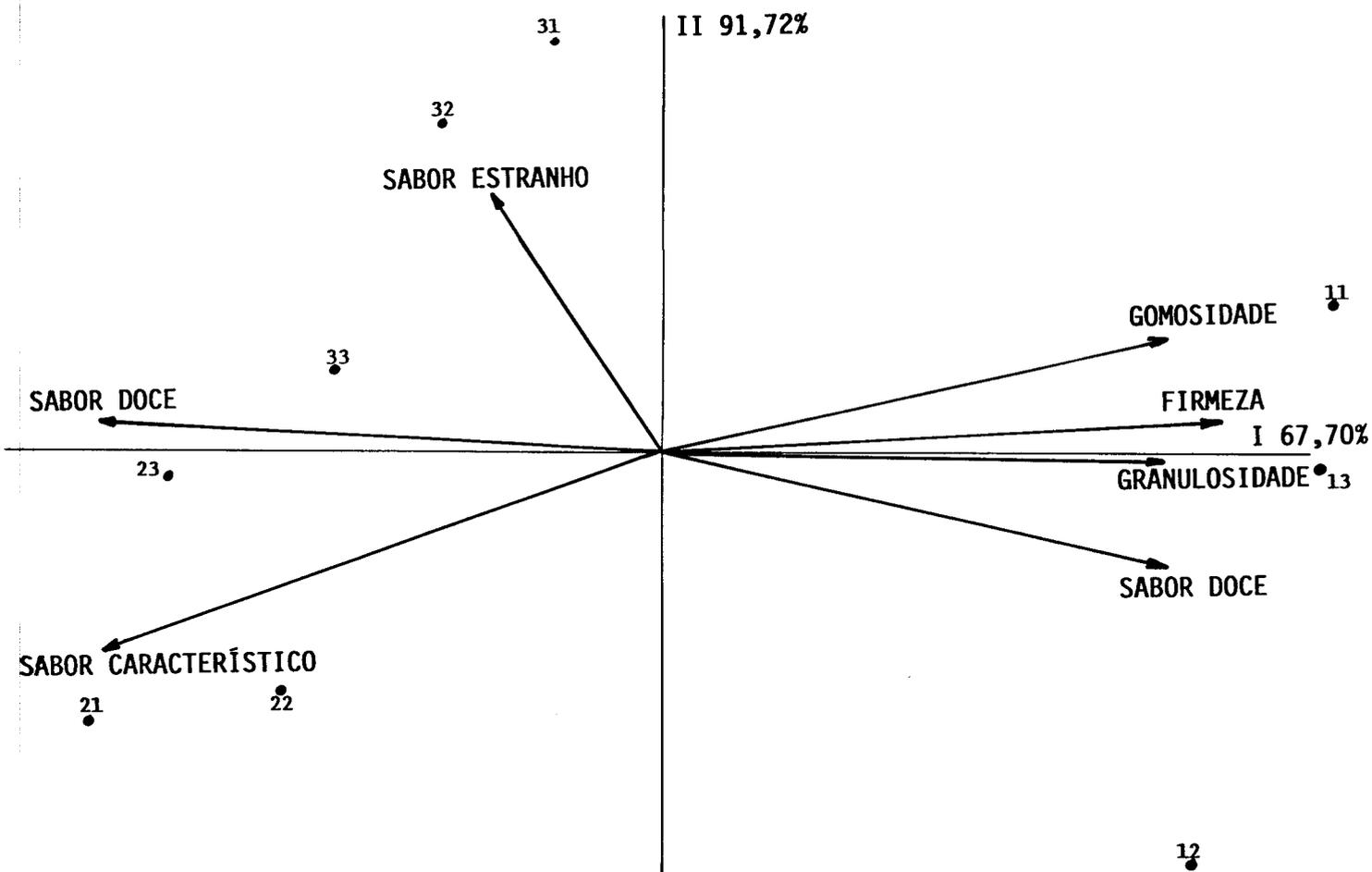


Figura 18 - Análise do componente principal (ACP) para os atributos de sabor e textura.

11-12-13 repetições da amostra 1 (sacarose e xarope de glucose)

21-22-23 repetições da amostra 2 (frutose e sorbitol)

31-32-33 repetições da amostra 3 (sacarose e litesse)

4.4.2. Teste de preferência e aceitação

Na escolha das amostras para o teste de preferência, considerou-se as amostras 1 e 2, porque estas apresentaram maiores diferenças entre os atributos estudados na análise descritiva quantitativa (ADQ). Sendo assim, o objetivo foi avaliar qual seria a reação do consumidor a um produto simulado de fruta.

Dos 29 (vinte e nove) consumidores, 27 (vinte e sete) responderam que consumiriam o produto em bolos, 1 (um) respondeu que não e 1 (um) não respondeu.

Pela Análise de Variância (Tabela 15 e Figura 19) foi observado que houve diferença significativa de preferência ao nível de 5% entre as amostras, sendo as médias 5,59 para a amostra 1 e 4,83 para a amostra 2. Isto demonstrou não ter havido rejeição do consumidor para nenhuma das duas, pois esses dois valores correspondem à "gostei regularmente" e "gostei muito", dentro da escala utilizada na Figura 12.

A Tabela 16 apresenta os motivos de preferência dos consumidores. Pode-se observar nesta Tabela que a amostra 1 foi preferida, por se apresentar mais doce e com gosto e cor mais característicos de maracujá do que a amostra 2.

Tabela 15 - Média de preferência e aceitação.

Preferência	Amostra 1	Amostra 2	F (amostra)
média	5,59 ^a	4,83 ^b	8,77*

* significativo ao nível de 5%

amostra 1: sacarose e xarope de glucose

amostra 2: frutose e sorbitol

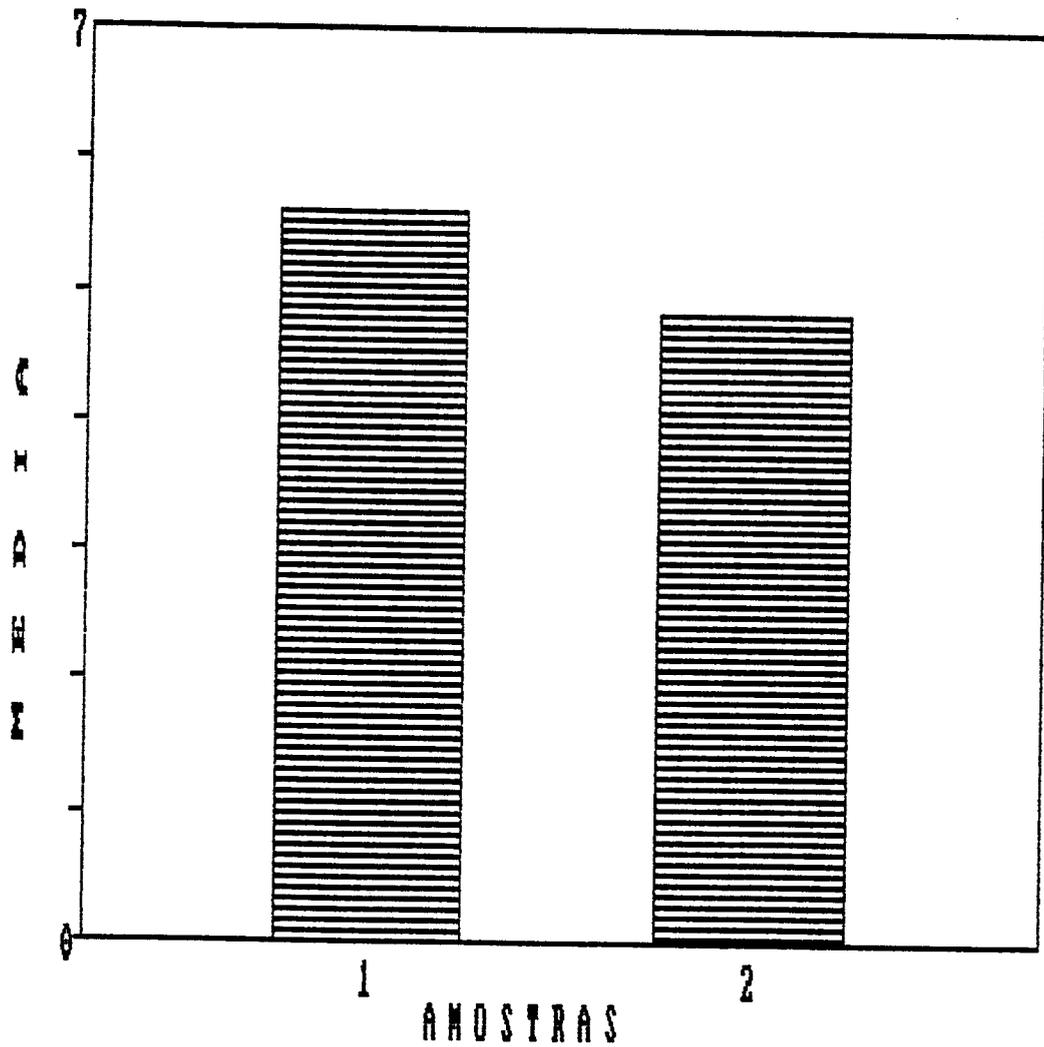


Figura 19 - Média de preferência das amostras.
Amostra 1: sacarose e xarope de glucose
Amostra 2: frutose e sorbitol

Tabela 16 - Motivos da preferência pela amostra 1.

Motivo	Frequência de aparecimento
Sabor de maracujá	17
Cor acentuada	9
Sabor doce	9
Sabor menos ácido	7
Melhor textura	7

amostra 1: sacarose e xarope de glucose

4.5. Correlação entre atributos sensoriais e instrumentais de textura.

Na análise de regressão simples para o estudo das variáveis sensoriais e instrumentais de textura chegou-se a um coeficiente de correlação de $R = 0,986$ ou seja 98,60% das variações obtidas na análise sensorial podem ser explicadas pela medida de compressão até a ruptura realizada no texturômetro.

Instrumentalmente, as três amostras se diferenciaram entre si ($p < 0,05$) para força de ruptura (Tabela 13), apresentando a amostra 1 com maior média, seguida das amostras 3 e 2. Pela análise sensorial, no atributo firmeza as três amostras também se diferenciaram entre si ($p < 0,05$) e com a mesma ordem de médias: amostra 1 seguida das amostras 3 e 2 (Tabela 14).

No atributo sensorial de gomosidade, a amostra 1 diferenciou-se da amostra 2, porém, as duas não se diferenciaram da amostra 3. Comparando a energia de ruptura medida através do texturômetro, a amostra 1 se diferenciou da amostra 2 e da amostra 3, que não se diferenciaram entre si. Porém, para as duas formas de medidas (sensorial e instrumental) observa-se que os valores mantiveram a mesma ordem nas três amostras: amostra 1 (2,621 e 0,73), amostra 3 (2,015 e 0,39) e amostra 2 (1,512 e 0,31).

5. CONCLUSÕES

Foi possível obter estruturados de suco de maracujá a partir de alginato de sódio combinado com sacarose e substitutos, com características semelhantes às frutas mastigáveis, apresentando baixos valores de gomosidade e boa média de granulosidade.

Ocorreu uma relação direta entre a textura e o teor de sacarose utilizado na formulação. Este efeito foi observado para as duas formas de medida: instrumental e sensorial.

Os fatores limitantes na elaboração de um estruturado foram: a concentração do alginato de sódio, o teor e o tipo de adoçante e a concentração da solução de endurecimento.

Na análise sensorial, a amostra contendo sacarose e xarope de glucose apresentou maior média para os atributos cor, brilho, aroma característico, aroma ácido, aroma doce, sabor doce, firmeza, gomosidade e granulosidade. Na amostra com frutose e sorbitol, os atributos translucidez, sabor característico, sabor ácido, apresentaram maior média. E o atributo homogeneidade se apresentou com maior intensidade na amostra contendo sacarose e litesse. Porém, apenas dois atributos apresentaram diferenças significativas entre as três amostras ($p < 0,05$), a cor e a firmeza.

Os consumidores preferiram a amostra com sacarose e xarope de glucose, porém houve também uma boa aceitação do estruturado com frutose e sorbitol, mostrando que sua utilização em produtos de confeitaria apresenta grande viabilidade.

O método instrumental por compressão uniaxial apresentou alta correlação com a análise sensorial de textura ($R = 0,986$), possibilitando seu uso em testes rotineiros dos estruturados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, J. A. Sensory assessment of textural attributes of foods. In: KRAMER, A. & SZCZESNIAK, A. S. **Texture Measurements of Foods**. D. Reidel Publishing Co., Holland. 1973. Cap. III. p. 17-32.

ALLINGHAM, R. P. Polydextrose - A new food ingrediente: technical aspects. In: **Chemistry of foods and beverages recent developments**. Academic Press Inc. 1982. p. 293-303.

ANGELUCCI, E. Legislação brasileira sobre edulcorantes. In: **Seminário de edulcorantes em alimentos**. Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas. 3-4 de julho. 1989. p. 8-22.

BEEREBOOM, J. J. Technical aspects of polydextrose. **Polydextrose trade press briefing**. May 28. 1981.

BOURNE, M. C. A classification of objective methods for measuring texture and consistency of foods. **J. of Food Science**, **31** (6): 1011-1015. 1966.

BOURNE, M. C. **Food texture and viscosity: concept and measurement**. Academic Press Inc., N. York. 1982. 325 p.

CAMPOS, S. D. S. Textura de Alimentos. In: CAMPOS, S.D.S. (coord) **Reologia e textura em alimentos**. Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas. 1989. p. 12-17.

CAMPOS, S. D. S. Metodologia objetiva para avaliação de parâmetros de textura. In: CAMPOS, S. D. S. (coord) **Reologia e textura em alimentos**. Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas. 1989. p. 43-59.

COTRELL, I. W. & KOVACS, P. Algin. In: GRAHAM, H. D. **Food Colloids**. AVI Publishing Co., Connecticut. 1977. Cap. II. p. 438-463.

- DAMÁSIO, M. H. **Medida das propriedades mecânicas e da textura de géis mistos de K-carragenato - goma - garrofin - goma guar. Influência da composição e relação entre os dados instrumentais e sensoriais.** Campinas, 1990. 263 p. (Doutorado - UNICAMP).
- DWIVEDI, B. K. Polyalcohols: Sorbitol, Mannitol, Maltitol and hydrogenated starch hydrolysates. In: NABORS, L. O. & GELLARDI, R. S. (ed). **Alternative Sweeteners.** Marcel Dekker, N. York. 1986. Cap. 9. p. 165-184.
- FIGDOR, S. K. & BIANCHINE, J. R. Caloric utilization and disposition of [¹⁴C] polydextrose in man. **J. of Agricultural and Food Chemistry**, **31** (2): 389-393. 1983.
- GLICKSMAN, M. Alginates. In: GLICKSMAN, M. **Utilization of natural polysaccharide gums in the food industry.** Academic Press Inc., N. York. 1962. Cap. IV. p. 138-160.
- GLICKSMAN, M. Seaweed Extracts. In: GLICKSMAN, M. **Gum technology in the food industry.** Academic Press Inc., N. York. 1969. Cap. 8. p. 199-273
- GRENBY, T. H. Nutritive sucrose substitutes and dental health. In: GRENBY, T. H.; PARKER, K. J.; LINDLEY, M. G. (ed). **Developments in sweeteners -2.** Applied Science Publishers, London. 1983. Cap. 3. p. 51-88.
- HANNIGAN, K. Many possibilities for structural fruit. **Food engineering**, **55** (3): 48-49. Mar. 1983.
- HYVÖNEN, L. & KOIVISTOINEN, P. Fructose in Food Systems. In: BIRCH, G. G. & PARKER, K. J. (ed). **Nutritive sweeteners.** Applied Science Publishers, London. 1982. Paper 7. p. 133-144.
- INDÚSTRIA GRINDSTED. Catálogos. s.d.
- INDÚSTRIA PFIZER. Catálogos. s.d.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz v. 1.** Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 2a. ed. 1976. São Paulo.

- JACKIX, M. H. Frutas em calda. In: JACKIX, M. H. **Doces, geléias e frutas em calda**. Editora da Unicamp, Campinas. 1988. Cap. 8. p. 23-43.
- KALETUNC, G. & PELEG, M. Rheological characteristics of selected food gum mixtures in solution. **J. of Texture Studies**, **17**: 61-70. 1986.
- KALETUNC, G.; NUSSINOVITCH, A.; PELEG, M. Alginate texturization of highly acid fruit pulps and juices. **J. of Food Science**, **55** (6): 1759-1761. 1990.
- KING, A. H. Brown Seaweed Extracts (Alginates). In: GLICKSMAN, M. (ed). **Food Hydrocolloids v. II**. CRC Press, Flórida. 1983. Cap. 6. p. 115-190.
- KRAMER, A. Food Texture - Definition, measurement and relation to other food quality attributes. In: KRAMER, A. & SZCZESNIAK, A. S. (ed) **Texture Measurements of Foods**. D. Reidel Publishing Company, Holland. 1973. Cap. I. p. 1-9.
- LARA, J. C. C. & ROCCHINI, R. P. Processamento: produtos, caracterização e utilização. In: **Série Frutas Tropicais - 9: Maracujá - da cultura ao processamento e comercialização**. Govêrno do Estado de São Paulo - Secretaria da Agricultura e Abastecimento. Cap. III. parte 1. p. 115-138.
- LINDLEY, M. G. Non-nutritive sweeteners in food systems. In: GRENBY, T. H.; PARKER, K. J.; LINDLEY, M. G. (ed) **Developments in sweeteners -2**. Applied Science Publishers, London. 1973. Cap. 8. p. 1-9.
- LITTLECOTT, G. W. Food gels - the role of alginates. **Food Technology in Australia**, **34** (9): 412-418. Sept. 1982.
- LUH, N.; KAPEL, M.; FLINK, J. M. A simulated fruit gel suitable for freeze dehydration. **J. of Food Science**, **41**: 89-92. 1976.
- LUH, N.; FLINK, J. M.; KAPEL, M. Fabrication, characterization and modification the texture of calcium alginate gels. **J. of Food Science**, **42** (4): 976-981. 1977.
- MCDOWELL, R. H. Los alginatos en la alimentacion. In: MCDOWELL, R. H. **Properties of Alginates**. 3a. ed. Alginate Industries Limited. London. 1973. p. 1-60.

- MORAES, M. A. C. Métodos Sensoriais. In: MORAES, M. A. C. **Métodos para Avaliação Sensorial dos Alimentos**. 6a. ed. Editora da UNICAMP. Campinas. 1988. Cap. V. p. 29-35.
- MORI, E. E. M. Reologia e Textura do ponto de vista organoléptico. In: CAMPOS, S. D. S. (coord) **Reologia e Textura em Alimentos**. Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas. 1989. p.33.
- NAZÁRIO, G. Conhecimento toxicológico atual dos edulcorantes utilizados no Brasil. In: **Seminário de edulcorantes em alimentos**. Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas. 3-4 jul. 1989. p. 8-22.
- NUSSINOVITSCH, A.; KOPELMAN, I.J.; MIZRAHI, S. Effect of hydrocolloid and minerals content on the mechanical properties of gel. **Food Hydrocolloids**, 4 (4): 257-265. 1990.
- NUSSINOVITSCH, A; KOPELMAN, I. J.; MIZRAHI, S. Modelling the combined effect of fruit pulp, sugar and gum on some mechanicals parameters of agar and alginate gels. **Lebensmittel-Wissenschaft - Food Science and Technologie**, 24: 513-517. 1991.
- OAKENFULL, D. Gelling Agents. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 26 (1): 1-25. 1987.
- OLKKU, J. & SHERMAN, P. Compression Testing of cylindrical samples with and Instron Universal Testing Machine. In: SHERMAN, P. (ed) **Food texture and rheology**. Academic Press, London. 1979. p. 156-157.
- OSBERGER, T. F. Pure crystalline fructose. In: NABORS, L.O. & GELLARDI, R.C. (ed) **Alternative Sweeteners**. Marcel Dekker, N. York. 1986. Cap. 12. p. 245-276.
- SESSA, M. C. M. **Aspectos tecnológicos e caracterização física, físico-química e química do maracujá**. Fortaleza, 1985. 123 p. (Mestrado).

- SICARD, P.J. & LEROY, P. Mannitol, sorbitol and Lycasin: Properties and Food Applications. In: GRENBY, T. H.; PARKER, K. J.; LINDLEY, M. G. (ed) **Developments in sweeteners -2**. Applied Science Publishers, London. 1983. Cap. 1. p. 1-26.
- SILVA, D. J. Determinação da energia bruta - Uso da bomba calorimétrica. In: SILVA, D. J. **Análise de Alimentos (Métodos químicos e biológicos)** Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1981. Cap. 5 p. 25-32.
- SILVA, S. D. Cor e métodos de medição. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, 36**: 75-85. dez. 1973.
- SILVA, S. D. Textura de alimentos - Métodos Objetivos de Avaliação. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, 48**: 19-29. dez. 1976.
- SIME, W. J. The practical utilization of alginates in food gelling systems. In: PHILIPS, G.O.; WEDLOCK, D.J.; WILLIAMS, P.A. **Gums and Stabilisers for the food industry 2 - Application of Hydrocolloids**. Pergamon Press. 1983. p. 177-188.
- SNODIN, D. J. & DANIEL, J. W. The toxicology and safety evaluation of non-nutritive sweeteners. In: GRENBY, T. H.; PARKER, K. J.; LINDLEY, M. G. (ed) **Developments in sweeteners -2**. Applied Science Publishers, London. 1983. Cap. 6. p. 157-178.
- SOLER, M. P. Aplicações de gomas na estabilidade de produtos líquidos. In: **Curso sobre as propriedades de hidrocolóides e aplicações**. Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas. 1992. 24-25 de nov. p. 1-21.
- SPOTO, M. H. F.; DOMARCO, R. E.; WALDER, J. M. M.; HOEKSTRA, R. M. S.; ANDRADE, D.F. Radiação gama na conservação do suco concentrado de laranja. Características Sensoriais. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 27** (2): 96-104. jul-dez. 1993.
- STONE, H. & SIDEL, J.L. Descriptive Analysis. In: STONE, H. & SIDEL, J.L. **Sensory Evaluation Practices**. Academic Press, London. 1985. Cap. 6. p. 202-226.

SZCZESNIAK, A.S. Instrumental Methods of Texture Measurements. In:
KRAMER, A. & SZCZESNIAK, A. S. **Texture Measurements of Foods.** D.
Reidel Publishing Company, Holland. 1973. Cap. VI. p. 71-108.

ANEXO 1

Nome: _____		Data: _____	
Número da amostra	Descrição do odor	Número da amostra	Descrição do odor
_____	_____	_____	_____

Ficha utilizada na seleção de provador para reconhecimento de odor.

Nome: _____		Data: _____			
Prove cada solução duas vezes e verifique a qualidade (doce, salgado, etc.) do gosto.					
Amostra	Doce	Ácido	Salgado	Amargo	Outros
_____	_____	_____	_____	_____	_____

Ficha utilizada para seleção de provador por reconhecimento dos gostos básicos.