

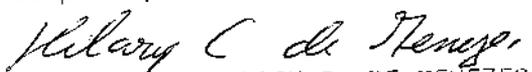
**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**ESTUDO DO ARMAZENAMENTO DE POLPA DE CAQUI**  
**(*Diospyros kaki* L.) CONGELADO PARA ELABORAÇÃO DE**  
**SUBPRODUTOS**

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por MÁRCIA AYUMI TIBA e aprovada pela Comissão Julgadora em 28.10.96.

Campinas, 28 de outubro de 1996

  
Profa. Dra. HILARY C. DE MENEZES

Presidente da Banca

**Márcia Ayumi Tiba**  
**Engenheira Agrônoma**

**Profa. Hilary Castle de Menezes**  
**Orientadora**

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

**Campinas - SP**

**1996**

UNIDADE 75C  
 N.º CHAMADA: 71UNICAMP  
T432e  
 V. 1 E. 1  
 P. 1 N.º 11/196  
 P. 1 N.º 11/196  
 C  D   
 PREÇO 134,11,00  
 DATA 11/11/96  
 N.º CFD

CM - 00095020 - 1

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

T432e Tiba, Márcia Ayumi  
 Estudo do armazenamento de polpa de caqui (*Diospyros kaki L.*) congelado para elaboração de subprodutos / Márcia Ayumi Tiba. -- Campinas, SP: [s.n.], 1996.

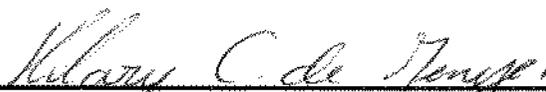
Orientador : Hilary Castle de Menezes.  
 Dissertação (mestrado) -. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Caqui. 2. *Diospyros kaki L.* 3. Polpa de frutas - Conservação.  
 I. Menezes, Hilary Castle de II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título.

## ERRATA

Substituir em todo o texto, o termo consistência relacionada a análise instrumental da textura, por dureza. O termo consistência dada a análise sensorial, não sofre alterações.

## BANCA EXAMINADORA



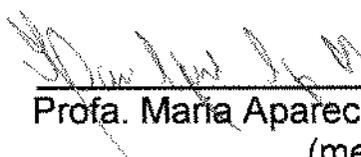
---

Profa. Hilary Castle de Menezes  
(orientadora)



---

Profa. Marisa Hoelz Jackix  
(membro)



---

Profa. Maria Aparecida Azevedo P. da Silva  
(membro)

---

Prof. Nelson Horácio Pezoa García  
(membro)

## AGRADECIMENTOS

A autora agradece à todos que, de algumas forma, contribuíram para que o presente trabalho fosse levado avante, e especialmente:

A Tokio Tiba e Sachiko Tiba, meus pais

À Profa. Dra. Hilary Castle de Menezes, pela dedicada orientação e amizade

Aos professores, Maria Helena Damásio, Maria Aparecida Azevedo P. da Silva, Marisa Hoelz Jackix, Nelson Horácio Pezoa García, Lincoln de Camargo Neves Filho, Ramón H. Gutierrez, da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP

Aos funcionários Ana Koon e Valdeci Pereira dos Santos, pelo apoio técnico e amizade

À Ana Lourdes Gándara do Laboratório de Microbiologia pelo apoio técnico e amizade

Ao Departamento de Tecnologia de Alimentos - FEA - UNICAMP

Ao Sr. Shuzo Yoshiizumi, produtor de Caqui de Pouso Alegre

Aos colegas e amigos pelos bons momentos de amizade

Ao CNPq.

# ÍNDICE GERAL

<b>Índice de Tabelas</b>	v
<b>Índice de Figuras</b>	viii
<b>Índice de Anexos</b>	xx
<b>Resumo</b>	xi
<b>Summary</b>	xiii
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	1
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	
2.1. O Caqui	2
2.1.1. Breve Histórico	2
2.1.2. Botânica	3
2.1.3. Característica da Planta	4
2.1.4. Variedades	5
2.1.5. Condições Edafoclimáticas	6
2.1.6. Aspectos Culturais Gerais	6
2.1.7. Características Físico-Químicas	8
2.1.8. Utilizações e Aspectos Tecnológicos do Caqui	16
2.2. Polpa de Frutas	18
2.2.1. Elaboração da Polpa	19
2.2.2. Tratamentos de Conservação da Polpa	
2.2.2.1. Tratamento Térmico	19
2.2.2.2. Acidulantes	20
2.2.2.3. Aditivos	22
2.2.2.4. Congelamento	24

2.2.2.5. Combinação de substâncias conservantes com agentes físicos	27
2.3. Geléia	28
2.3.1. Açúcar	30
2.3.2. Ácido	31
2.3.3. Pectina	34
2.3.4. Cocção	34
2.3.5. Ponto Final de Cocção	35
2.3.6. Embalagem e Acondicionamento	36

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

3.1. Matéria-Prima	37
3.2. Análises de Caracterização da Matéria-Prima	37
3.2.1. Análises Físico-Químicas	38
3.2.1.1. pH	38
3.2.1.2. Brix	38
3.2.1.3. Acidez Total Titulável	38
3.2.1.4. Açúcares Totais, Redutores e Não Redutores	38
3.2.1.5. Sólidos Totais e Umidade	39
3.2.1.6. Pectina	39
3.2.1.7. Fibra	39
3.2.1.8. Ácido Ascórbico	39
3.2.1.9. Proteína	40
3.2.1.10. Cinzas	40
3.2.1.11. Tanino	40
3.2.1.12. Gordura	40
3.2.1.13. SO <sub>2</sub> residual	41
3.2.2. Análise Física	
3.2.2.1. Peso médio de 100 frutas	41
3.2.2.2. Análise Objetiva da Cor	41

3.2.2.3. Determinação da Sinérese	42
3.2.2.4. Determinação da Consistência e Adesividade	42
3.2.3. Análise Microbiológica	42
3.3. Processo de Obtenção da Polpa	43
3.4. Análises Físico-Químicas da Polpa de Caqui	46
3.5. Processamento da Geléia de Caqui	46
3.6. Análises Físico-Químicas da Geléia de Caqui	48
3.7. Análise Sensorial	48
3.8. Análise Estatística	49
<b>4. RESULTADOS</b>	<b>52</b>
4.1. Características físico-química da fruta	52
4.2. Características químicas e físicas da polpa após a aplicação dos tratamentos	54
4.2.1. Características químicas	54
4.2.2. Análises físicas da polpa de caqui	74
4.2.2.1. Análise objetiva da cor	74
4.3. Caracterização da geléia de caqui	78
4.3.1. Características químicas	78
4.3.2. Caracterização física da geléia de caqui	80
4.3.2.1. Análise objetiva da cor	80
4.3.2.2. Análise objetiva da textura	81
4.3.2.3. Determinação da sinérese	82

4.4. Análises Microbiológicas	83
4.5. Análise Sensorial	87
4.6. Considerações Gerais	92
<b>5. CONCLUSÕES</b>	<b>94</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>96</b>

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.	Atividade pró-vitamínica de alguns carotenóides	12
Tabela 2.	Composição química do caqui	15
Tabela 3.	Poder relativo de ácidos de baixar o pH e conferir sabor ácido	21
Tabela 4.	Formulação de geléia de caqui	47
Tabela 5.	Características físico-químicas da polpa de caqui	53
Tabela 6.	Características físico-químicas da polpa de caqui sem tratamento (T1) armazenado a -18 °C (Estudo da Matéria-Prima)	56
Tabela 7.	Características físico-químicas da polpa de caqui pasteurizada (T2) armazenada a -18 °C (Estudo da Matéria-Prima)	58
Tabela 8.	Características físico-químicas da polpa de caqui acidificada e pasteurizada (T3) armazenado a -18 °C (Estudo da Matéria-Prima)	59
Tabela 9.	Características físico-químicas da polpa de caqui acidificada (T4) armazenada a -18 °C (Estudo da Matéria-Prima)	61

Tabela 10.	Características físico-químicas da polpa de caqui acidificada e com adição de metabissulfito de sódio (T5) armazenado a -18 °C (Estudo da Matéria-Prima)	63
Tabela 11.	Características físico-químicas da polpa de caqui com adição de metabissulfito de sódio (T6) armazenada a -18 °C (Estudo da Matéria-Prima)	64
Tabela 12.	Características físico-químicas da polpa de caqui com aplicação dos tratamentos no tempo zero de armazenamento	67
Tabela 13.	Características físico-químicas da polpa de caqui com aplicação dos tratamentos após 60 dias de armazenamento	68
Tabela 14.	Características físico-químicas da polpa de caqui com aplicação dos tratamentos após 120 dias de armazenamento	69
Tabela 15.	Características físico-químicas da polpa de caqui com aplicação dos tratamentos após 180 dias de armazenamento	70
Tabela 16.	Parâmetros de cor (L, a , b Hunter) da polpa de caqui nos diferentes tratamentos em cada período de estocagem a -18°C	76
Tabela 17.	Estudo estatístico da variação dos parâmetros de cor (L,a ,b Hunter) das amostras de polpa de caqui em todos os tratamentos durante 180 dias de armazenamento a - 18°C	76
Tabela 18.	Características físico-químicas da geléia de caqui em todos os tratamentos	79
Tabela 19.	Resultados da análise objetiva da cor obtida pelo sistema Hunter, em todos os tratamentos	80

Tabela 20.	Resultados da adesividade e consistência nas amostras de geléia de caqui em todos os tratamentos	81
Tabela 21.	Resultado da análise da sinérese das geléias de caqui após 30 dias à temperatura ambiente, em todos os tratamentos	82
Tabela 22.	Contagem total de microrganismos (UFC/g) das polpas de caqui congeladas em diferentes tratamentos	85
Tabela 23.	Contagem de bolores e leveduras (UFC/g) das polpas de caqui congeladas nos diferentes tratamentos	86
Tabela 24.	Valores médios atribuídos pelos provadores na avaliação de sabor da geléia de caqui em diferentes tratamentos	87
Tabela 25.	Valores médios atribuídos pelos provadores na avaliação da cor da geléia de caqui em diferentes tratamentos	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Diagrama de Rauch para a consistência das geléias	32
Figura 2.	Fluxograma das operações utilizadas no processamento da polpa de caqui	44
Figura 3.	Ficha para avaliação sensorial da impressão global exceto cor da geléia de caqui e consistência	50
Figura 4.	Ficha da avaliação da cor da geléia de caqui	51
Figura 3.	Teores de pH durante o período de armazenamento em todos os tratamentos	71
Figura 4.	Teores de acidez total expresso em gramas de ácido cítrico em 100 gramas de polpa durante o armazenamento em todos os tratamentos	71
Figura 5.	Teores de Sólidos Solúveis (Brix) durante o período de armazenamento em todos os tratamentos	72
Figura 6.	Teores de açúcares redutores durante o armazenamento em todos os tratamentos	72
Figura 7.	Teores de açúcares não redutores durante o período de armazenamento em todos os tratamentos	73

Figura 8.	Teores de açúcares totais durante o armazenamento em todos os tratamentos	73
Figura 9.	Teores de ácido ascórbico durante o período de armazenamento em todos os tratamentos	74
Figura 10.	Avaliação sensorial: aceitação dos 5 tratamentos de geléia de caqui quanto a impressão global menos cor	88
Figura 11.	Gráfico da consistência ideal nos diferentes tratamentos	90
Figura 12.	Avaliação sensorial: aceitação dos 5 tratamentos de geléia de caqui quanto a cor	91

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Gráfico da análise da consistência e adesividade da geléia de caqui testemunha	111
Anexo 2.	Gráfico da análise da consistência e adesividade da geléia de caqui pasteurizado	112
Anexo 3.	Gráfico da análise da consistência e adesividade da geléia de caqui acidificado e pasteurizado	113
Anexo 4.	Gráfico da análise da consistência e adesividade da geléia de caqui acidificado	114
Anexo 5.	Gráfico da análise da consistência e adesividade da geléia de caqui acidificado e sulfitado	115
Anexo 6.	Gráfico da análise da consistência e adesividade da geléia de caqui sulfitada	116
Anexo 7.	Tabela 1. Análise de variância das geléias de caqui quanto a impressão global exceto cor	117
Anexo 8.	Tabela 2. Análise de variância das geléias de caqui quanto ao atributo cor	115

## RESUMO

Neste trabalho foi realizado um estudo, à nível de planta piloto, sobre os efeitos do tratamento térmico, acidificação e sulfitação em polpa de caqui e a sua estabilidade físico-química e microbiológica, durante o armazenamento do produto congelado. A finalidade de estudar a conservação da polpa vem da possibilidade de se utilizar frutas descartes como matéria-prima para elaboração de subprodutos como geléia.

No estudo da conservação da polpa de caqui, as frutas descartes destinadas foram processadas e divididas em 6 lotes sofrendo os seguintes tratamentos: 1. sem tratamento; 2. pasteurização a temperatura de 85° C por 1 minuto; 3. acidificação com ácido cítrico; 4. acidificação e pasteurização; 5. sulfitação (200 ppm) e 6. acidificação e sulfitação. Posteriormente foram armazenadas congeladas à - 18°C durante 180 dias.

Os resultados da conservação da polpa mostraram maior estabilidade química e microbiológica das polpas tratadas com sulfito. Durante o armazenamento houve alterações de cor e consistência em todos os tratamentos, exceto nas polpas sulfitadas.

Na elaboração da geléia de caqui foram utilizadas as polpas congeladas seguindo uma formulação padronizada para se obter geléia extra. As geléias foram armazenadas por 30 dias em temperatura ambiente.

Os resultados demonstraram estabilidade química, físico-química e microbiológica das geléias elaboradas. Após 30 dias todas as amostras apresentaram sinérese. Houve diferença significativa entre as amostras na determinação objetiva da consistência e adesividade e também na determinação da cor pelo sistema Hunter.

Na avaliação sensorial foi verificado que a consistência ideal é cremosa, no atributo cor houve uma tendência maior de apreciação da geléia de coloração mais clara. No atributo impressão global, exceto cor, não apresentou diferença significativa entre as amostras ( $p < 0,05$ ). Foi observado sabor característico pronunciado, mas também adstringência em todas as amostras, apresentando uma aceitação razoável do produto.

A pasteurização, apesar de não ter sido um método eficiente de conservação da polpa, apresentou uma geléia com os melhores resultados sensoriais.

## SUMMARY

In this research the author studied the use of residual persimmon for the production of fruit pulp. At the pilot plant level, the effects of heat treatment, acidification and sulphitation of persimmon pulp and the chemical, physical-chemical and microbiological stabilities of the products during frozen storage, were studied.

The pulp was prepared from residual pretreated (tannins) fruits and the conservation was studied after 6 different treatments: 1. no treatment; 2. pasteurization at 85°C for 1 minute; 3. acidification with citric acid; 4. pasteurization and acidification; 5. sulphitation (200 ppm) and 6. acidification and sulphitation. The pulp was subsequently frozen at -18°C for 180 days.

The results showed that the greater chemical and microbiological stabilities were obtained after treatment with sulphite. During storage, a change in color and consistency occurred in all samples except those treated with sulphite.

The frozen pulp was used for the production of persimmon jam using a standardized formulation for extra jam. The jams were stored for 30 days at room temperature.

The results of this study showed the chemical, physical-chemical and microbiological stability of the jams. After 30 days, syneresis occurred in all the samples. A significant difference between the samples was shown with respect to consistency and adhesivity and in the color determination using the Hunter system.

The sensorial analysis showed that the ideal consistency was considered to be creamy. With respect to colors, brighter jams were more appreciated. No significant difference between the samples was detected ( $p < 0.05$ ) in the global impression except for color. A typical persimmon flavor was found in the jams resulting in good consumer acceptance, although all samples showed adstringence.

In spite of the fact that pasteurization was not very efficient in the conservation of the pulp, the pasteurized pulps gave the best flavored jams.

## 1. INTRODUÇÃO

O caquizeiro (*Diopyros kaki* L.) é uma árvore de clima subtropical e temperado, de grande adaptabilidade as nossas condições climáticas.

No Brasil, a produção se concentra nas regiões sul e sudeste, sendo São Paulo e Rio de Janeiro os principais centros de consumo. Existem poucos dados sobre a produção de caqui, por ser uma fruta de consumo essencialmente regional e não existem relatos no Brasil sobre a utilização industrial desta fruta, pois o seu consumo se dá basicamente in natura.

Grande parte dos frutos é perdida na época de safra, em virtude da alta produção de frutos por árvore e do curto período de produção, além de ser o caqui uma fruta extremamente delicada, exigindo aplicação rápida de tecnologia adequada. Entretanto a falta de conhecimentos tecnológicos inviabiliza o aproveitamento deste material.

Existem estudos na elaboração de caqui passa, mas este produto exige frutas padronizadas. O desenvolvimento de tecnologia para a elaboração de polpa de caqui para produção de subprodutos como geléia, doce em massa e outros, utilizando frutas desclassificadas, proporcionaria o aproveitamento das mesmas reduzindo, desta forma, as perdas agrícolas.

Este trabalho tem como objetivo estudar a viabilidade da elaboração de polpa de caqui à partir de frutas classificadas como descarte agrícola bem como o armazenamento congelado da mesma e a possibilidade de elaborar subprodutos como geléia.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. O CAQUI**

#### **2.1.1. Breve Histórico**

O caqui é originário das regiões montanhosas da China Central e Leste, onde é encontrada em estado selvagem (BOULD & NICHOLAS, 1949 e GOLUBEV et alii, 1987). O seu cultivo iniciou-se no final do século XIII, depois de ser levado para a Coréia e Japão (SIMÃO, 1971 e ANDERSEN & PINHEIRO, 1974), sendo neste último país considerado como uma das principais frutas cultivadas (POPENOE, 1938). Sua introdução como árvore frutífera nos países ocidentais com condições climáticas e edáficas semelhantes se deu no século XIX, inicialmente nos Estados Unidos e seguindo para França, Espanha e Itália (POPENOE, 1938 ; SIMÃO, 1971 e ANDERSEN & PINHEIRO, 1974).

No Brasil, há evidências de que o caquizeiro entrou pela primeira vez através de São Paulo, por volta de 1890, ocasião em que Luis Pereira Barreto recebeu sementes enviadas da França pelo naturalista Charles Naudin, um dos primeiros estudiosos desta planta frutífera (PENTEADO, 1986 e MARTINS & PEREIRA, 1989). É uma das frutas que tem se mostrado com grandes possibilidades de expansão no mercado, cujo o principal motivo de sua rápida expansão no Estado de São Paulo foi a imigração japonesa que se deu à partir de 1920, que trouxeram clones de vários cultivares (MARTINS & PEREIRA, 1989).

Atualmente, é cultivada principalmente nas regiões sul e sudeste do Brasil, apresentando significativa importância econômica na Grande São Paulo, no Vale do Paraíba, Campinas, Sorocaba e Mogi das Cruzes (MARTINS & PEREIRA, 1989). De acordo com o IBGE (1993) a produção anual esta situado em torno de 130 ton de caqui/ano/ha.

### 2.1.2. Botânica

O genero *Diospyros* pertence a família Ebenaceae, que compreende cerca de 2000 espécies, quase todas naturais da zona tropical e subtropical (RAGAZZINI, 1985). Apenas o gênero *Diospyros* reúne cerca de 200 espécies de valor frutífero, ornamental e floral e no Japão são cultivados, devido a qualidade de suas frutas, cerca de 800 variedades. (POPENOE, 1938 e LINDNER, 1974).

O *Diospyros kaki* L., originário da Ásia, é uma das espécies mais estimadas pela qualidade de seus frutos, que são cognominados alimento dos deuses: Dios = Deus, pyrus = alimento (SIMÃO, 1971).

Dentro das espécies cultivadas devido ao seu valor frutífero estão o *Diospyros kaki*, *D. lotus* e *D. virginiana* que se adaptam a zonas temperadas. Entretanto apenas o *D. kaki* é cultivado e as demais são utilizadas como porta enxerto (RAGAZZINI, 1985 e MARTINS & PEREIRA, 1989).

Segundo POPENOE (1938), em questão à nomenclatura, poucas plantas frutíferas apresentaram tanta dificuldade quanto o caqui. Somente no Japão foram registrados mais de 600 variedades, o que dificulta os estudos pois cada variedade tem apresentado características físicas-químicas e organolépticas próprias.

O interesse pela cultura encontra justificativa, além de sua perfeita adaptação às nossas condições ecológicas, no fato de ser o caqui uma fruta de grande agrado popular, e também de ser o caquizeiro uma planta rústica, vigorosa e produtiva, cuja produção apresenta menores problemas que a de outras frutíferas, sobretudo as de clima temperado (MARTINS & PEREIRA, 1989).

### 2.1.3 Características da planta

O caquizeiro é uma planta de folhas caducas de notável vigor vegetativo, com porte desde arbóreo a árvores atingindo de 3 a 16 metros, entretanto é uma planta de crescimento lento, especialmente nos primeiros anos de desenvolvimento (SIMÃO, 1971; RAGAZZINI, 1985 e MARTINS & PEREIRA, 1989), mas efetivamente perene, com longevidade de várias dezenas de anos. Existem referências sobre a existência de plantas, no Japão com mais de 600 anos de idade (MARTINS & PEREIRA, 1989).

Suas folhas são dísticas, alternadas, curto peciolada, e variáveis na forma, permitindo algumas vezes a distinção entre as variedades (POPENOE, 1938; SIMÃO, 1971 e MARTINS & PEREIRA, 1989).

As flores de coloração creme-branco surgem junto à axila das folhas dos ramos novos, logo após a brotação, que sucede o período de repouso hibernar. Existem três tipos de flores; feminina, masculina e a hermafrodita, podendo encontrar as três formas numa mesma planta (POPENOE, 1938; SIMÃO, 1971; RAGAZZINI, 1985 e MARTINS & PEREIRA, 1989).

As frutas se apresentam sob diversas formas, ovóide, globoso, quadrático, achatado, tronco de cone e outras formas que podem variar segundo o cultivar (POPENOE, 1938; SIMÃO, 1971; MURAYAMA, 1973; RAGAZZINI, 1985 e MARTINS & PEREIRA, 1989). A cor da casca quando madura varia de amarelo a vermelha e a polpa, que geralmente é amarelada, em certos casos pode variar em função da presença ou não de sementes (POPENOE, 1938 e MARTINS & PEREIRA, 1989). O fruto verde possui uma coloração verde oliva, e é rico em tanino, que proporciona a adstringência na fruta. Com a maturação ocorre a polimerização destes taninos devido a ação de acetaldéidos transformando-os em açúcar ou são consumidos durante a respiração (RAGAZZINI, 1985).

As sementes são abortivas, e quando presentes são em número de 6 a 8 de forma ovóide achatada lateralmente, de cor castanha (SIMÃO; 1971 e MARTINS & PEREIRA, 1989).

#### **2.1.4. Variedades:**

Existem inúmeras variedades cultivadas no mundo. Há também uma série de híbridos. De acordo com RIGITANO (1966), segundo a orientação do Fórum Paulista de Fruticultura, o caqui foi classificado em três grupos, cada um apresentando características próprias:

##### **2.1.4.1. Shibugaki**

Compreende neste grupo as variedades de polpa sempre taninosas e de cor amarela, quer as frutas apresentem ou não sementes. Destacam entre elas as variedades Taubaté, Rubi, Pomelo e outras.

##### **2.1.4.2. Amagaki**

Abrange neste grupo as variedades sempre não taninosas, de polpa amarela, e podem apresentar ou não sementes. São chamados de caquis doces ou duros. As principais variedades são Fuji, Jiro e outras.

##### **2.1.4.3. Variável**

Neste grupo incluem as variedades de polpa taninosa e de cor amarelada, quando sem sementes e, não taninosa, parcial ou totalmente, quando apresentam uma ou mais sementes. Quando as sementes são numerosas a polpa é de cor escura, enquanto que nos frutos com poucas sementes, a tonalidade escura aparece apenas ao redor delas. Este é o tipo de caqui popularmente chamado de chocolate. As principais variedades do tipo variável são a Rama Forte, Giombo, e

outras (RIGITANO, 1965; SIMÃO, 1971; MURAYAMA, 1973; MARTINS & PEREIRA, 1989).

#### **2.1.5. Condições Edafoclimáticas**

O caquizeiro se desenvolve bem nos mais variados tipos de solo, desde que sejam dotados de boa capacidade de retenção de umidade. As condições mais propícias, no entanto, são encontradas nos solos argilo-arenoso, profundos, bem drenados e bem supridos de matéria orgânica e nutrientes (SIMÃO, 1971 e MARTINS & PEREIRA, 1989).

Apesar de ser uma planta de folhas caducas, como as fruteiras de clima temperada, sua área de cultivo costuma se estender pelas mesmas regiões de cultivo das plantas cítricas e da figueira. Entretanto, existem variedades pouco exigentes a frio para repouso hibernar como a variedade Taubaté, Rama Forte, Giombo e Pomelo e outras que demonstram preferências por climas mais frios como Fuyu e Jiro. Pode-se também ser cultivado em regiões tropicais, desde que sejam em locais com altitude elevadas, onde a temperatura média se aproxime a 20°C (MARTINS & PEREIRA, 1989).

Segundo o mesmo autor, o caquizeiro se desenvolve e frutifica bem nas áreas com precipitações anuais entre 1000 a 1500 mm.

#### **2.1.6. Aspectos Culturais Gerais**

O caquizeiro pode ser propagado por sementes, rebentões e enxertia. O uso de sementes se restringe a obtenção de porta enxerto ou no caso de melhoramentos. A enxertia é o processo mais racional e econômico na propagação dessa espécie (SIMÃO, 1971; MURAYAMA, 1973; MARTINS & PEREIRA, 1989).

O plantio pode ser feito com espaçamentos variando de 6x6 a 7x7m, dependendo da fertilidade do solo, variedade e porta-enxerto utilizado. A adubação deve ser feita de acordo com a análise química do solo.

O caqui é pouco afetado por doenças, podendo-se citar mancha nas folhas causado por antracnose, mas de fácil controle. Entretanto, existem várias pragas que atacam o caquizeiro prejudicando as árvores e os frutos, podendo-se citar mosca das frutas, trips, lagarta dos frutos e broca (POPENOE; 1938; SIMÃO, 1971 e MARUYAMA, 1973 e MARTINS & PEREIRA, 1986).

O caquizeiro entra em frutificação à partir do terceiro ano, aumentando a produção comercial progressivamente até o 15º ano quando se estabiliza. Os frutos amadurecem de Fevereiro a Abril, dependendo da variedade e das condições climáticas da região (SIMÃO, 1971 e MARTINS & PEREIRA, 1989).

O caqui difere da maioria das outras frutas com relação à maturação. Pois para ser consumida, as variedades do grupo shibugaki e variável sem sementes necessitam serem submetidas ao tratamento especial para destanizá-lo (ANDERSEN & PINHEIRO, 1974), pois a adstringência promove a desafeição do consumidor (DAURIACH, 1986). Segundo RAGAZZINI (1985), além de eliminar a adstringência, este tratamento deve proporcionar o desenvolvimento de coloração e sabores agradáveis, uniformizando a maturação do lote. A eliminação do tanino pode ser feita por diferentes métodos, com o uso de etanol, ácido acético, monóxido de carbono, acetileno e etileno, sendo este último o mais utilizado recentemente, por oferecer menores riscos durante o tratamento, uma vez que é comercializado diluído em nitrogênio e portanto muito pouco explosivo, permitindo ampla utilização, sem os cuidados que são necessários quando se usa o acetileno ou mesmo, os vapores de álcool (ITO; 1971; SIMÃO, 1971, MURAYAMA, 1973; ANDERSEN & PINHEIRO, 1974 e MARTINS & PEREIRA, 1989).

A produção varia de planta para planta, porém uma árvore adulta pode produzir de 100 a 150 kg por ano. No Estado de São Paulo 55% do total de plantas são da variedade Rama Forte (SIMÃO, 1971 e MARTINS & PEREIRA, 1989).

A colheita é feita quando os frutos perdem a coloração verde oliva e adquirem a tonalidade amarelo avermelhada. É realizada manualmente, através de movimento de torção e tração do pedúnculo, ou de preferência com auxílio de uma tesoura com o corte bem rente ao cálice (SIMÃO, 1971; RAGAZZINI, 1985 e MARTINS & PEREIRA, 1989).

A colheita deve ser feita com muito cuidado evitando lesões e as frutas são colocadas em caixas ou cestas rasas e transportados aos barracões onde são classificados, embalados, e se necessários passados pelo processo de destanização (SIMÃO, 1971 e MARTINS & PEREIRA, 1989).

A produção de caqui se destina, na sua maior parte, ao consumo "in natura", no mercado interno, principalmente em São Paulo e no Rio de Janeiro (MARTINS & PEREIRA, 1989).

### **2.1.7. Características Físico-Químicas**

O caqui, quanto ao aspecto qualitativo, constitui-se numa fruta rica em elementos nutritivos e saborosos. O seu teor em açúcares é elevada e durante o seu amadurecimento, o teor de açúcares redutores tende a aumentar, devido a hidrólise de carboidratos (COSTA,1991) originando açúcares mais simples, o que foi também observado por WILLS et alii (1981). COSTA (1984) estudando 6 variedades de caqui, encontrou, para o cultivar Rama Forte, o teor médio de 13,52% de açúcares redutores.

Os principais açúcares redutores presentes na fruta, segundo ITO (1971), são frutose e glicose, perfazendo total de 90% dos açúcares totais. O percentual de

açúcares redutores, segundo alguns autores (ALMEIDA e VALSECHI, 1966; ITO, 1971 e SILVEIRA et alii 1982) varia de 9,18 a 15,89%. SILVEIRA et alii (1982) verificaram valores de 9,18 % para a variedade Taubaté, 10,22 % para Rama Forte e 10,03 % para variedade Giombo. COSTA (1984) encontrou teores maiores de 13,53 e 12,68% para variedades Rama Forte e Taubaté, respectivamente. Foi relatado por ITO (1971) 13,78 % de açúcares redutores para a variedade Jiro. CONDIT (1919), mencionou que o caqui apresenta 18,2 % de açúcares totais, sendo constituído notadamente por glicose e apenas traço de sacarose. DAOOD et alii (1992), encontrou em variedade não identificada teores de 110,0 mg de glicose/g e 101,0 mg de frutose/g.

O percentual de sólidos solúveis ( $^{\circ}$  Brix), segundo alguns autores (ITO, 1971; ALMEIDA, 1980 e SILVEIRA et alii 1982), varia de 9 a 21%, embora existam relatos de variedades que apresentam até 24% (MURAYAMA, 1973). SILVEIRA et alii (1982), observaram porcentagem de 9,25 para variedade Taubaté, 9,60 para Rama Forte e 10,02 para Giombo, e para a variedade Jiro, ITO (1971) mencionou 16,7%. COSTA (1984) encontrou 16,35 e 14,86 % para as variedades Rama Forte e Taubaté, respectivamente. Podemos concluir que as amostras analisadas por COSTA (1984) apresentavam ponto de maturação diferente dos estudos realizados por SILVEIRA et alii (1982).

Em estudos de caracterização da fruta caqui, observou-se que os teores de açúcar variam de cada variedade, desta forma KOLESNIKOV (1966) apresenta a faixa de 17 - 26%. Provavelmente esta extensa faixa se dá além das diferentes variedades também devido as diferentes condições edafoclimáticas que tem grande influência na composição química da fruta. Deste modo, o caqui apresenta percentual superior ao da maioria das frutas comuns, nas quais, em geral, os teores de açúcares não ultrapassam 12% (RIGITANO, 1966).

Em relação ao teor de umidade, HERMANN (1994) observou um teor de 79 a 83%. BENK (1970) determinou teores de 92% de polpa e 8 % de casca, com porcentagem de massa seca em torno de 15,4 a 21,6.

A acidez titulável, expresso em % de ácido cítrico, varia de 0,16 - 0,23, tornando-se assim com que o caqui seja classificado como fruta de baixo teor de acidez (FONSECA, 1973). SILVEIRA et alii (1982), verificou níveis de acidez da ordem de 0,22, 0,20 e 0,18 para as variedades Taubaté, Rama Forte e Giombo, respectivamente. Nos estudos realizados por COSTA (1984) foi encontrado 0,223% para a variedade Rama Forte e 0,193 % para a variedade Taubaté. O cultivar Taubaté em amadurecimento induzido, apresentou o mesmo teor de acidez (COSTA, 1991). DAOOD et alii (1992) encontraram em seus estudos 7 ácidos orgânicos sendo predominante o ácido málico com 354,5 mg/100g seguido de 109,10 mg/100g de ácido isocítrico, 65,6 mg/100g de ácido cítrico, 12,5 de ácido ascórbico, 5,10 de ácido fumárico, 4,4 de dehidroascórbico e 0,65 mg/100g de ácido gálico. Segundo KOLENISKOV (1966), a faixa está em 0,01 a 0,35% de acidez e valores maiores de 42 mg de vitamina C. Foram encontrados em diversas variedades uma faixa de 35 a 218 mg/100g de ácido ascórbico por HOMNAVA et alii (1990), apresentando a variedade não adstringente denominada Fuyu o maior teor de ácido ascórbico. No trabalho desenvolvido por HERMANN (1994) foi encontrado teores de 60 - 70 mg/100g para a variedade Giombo, FONSECA et alii (1969) e RAGAZZINI (1985) encontraram 9mg/100g e FRANCO (1992) encontrou 17,1 mg/100g de vitamina C.

Quanto ao potencial hidrogeniônico (pH) das frutas os valores encontrados em vários trabalhos situam-se no intervalo de 4,20 - 6,60 (ALMEIDA & VALSECHI, 1966; ALMEIDA, 1980 e SILVEIRA et alii 1982). ALMEIDA & VALSECHI (1966), determinaram pH de 6,40 para variedades cereja e 6,20 para Giombo, e SILVEIRA et alii (1982) encontraram níveis de 4,20 , 5,75 e 5,80 para as variedades Taubaté, Rama Forte e Giombo, respectivamente.

Durante a maturação, observa-se degradação da clorofila e aumento no teor de carotenóides, sendo criptoxantina o pigmento presente em maior quantidade (ITO, 1971) o que ocasiona mudanças na coloração, tanto na polpa quanto na casca da fruta.

CURL (1960) encontrou 38% de criptoxantina do total de carotenóides, seguida por zeaxantina (18%) e anteraxantina (10%). E por BROSSARD & MACKINEY (1963) foi constatado que o teor de criptoxantina variou de 30 a 35% dependendo da variedade do caqui, e foi encontrado licopeno na faixa de 0 - 30 %. KON & SHIMBA (1987) verificaram que existem mudanças dos constituintes de carotenóides do caqui japonês da variedade Yotsumizo durante a maturação, estocagem e no processo de desidratação. Os mesmos autores encontraram na fruta madura  $\beta$  e  $\alpha$ -caroteno, criptoxantina, criptoxantina-5,6-epóxido, luteína, anteraxantina, *cis*-anteraxantina e neoxantina. DAOOD et alii (1992) identificaram também *cis*-mutatoxantina, neoluteína e éster de ácido graxo de criptoxantina e zeaxantina.

O valor de vitamina A nos alimentos é usualmente expresso como equivalentes de retinol (RE) que equivalem a:

1RE = 1 $\mu$ g de all - *trans*- retinol

6 $\mu$ g de all - *trans*-  $\beta$ -caroteno

12 $\mu$ g de outros carotenóides ativos

3,33 UI de atividade vitamínica de retinol

10 UI de atividade vitamínica A de  $\beta$ -caroteno

Segundo BRUSHWAY (1986) os dois mais importantes precursores de vitamina A são o  $\beta$ -caroteno e a  $\beta$ -criptoxantina. As atividades próvitamínicas de alguns carotenóides puros foram medidos, por TEE (1992), em ensaios biológicos sob condições experimentais definidas (Tabela 1).

PHILIP & CHEN (1988) em seus estudos em caqui encontraram 50% dos carotenóides totais como carotenos pró-vitamínicos A determinados como  $\beta$  e  $\alpha$  caroteno e  $\beta$  criptoxantina. HOMNAVA et alii (1990), encontraram a faixa de 17 a

120 RE/100g dependendo da variedade estudada. HERMAM (1994) encontrou na variedade Giombo, 0,78 de  $\beta$ -criptoxantina, 0,19 de  $\alpha$ -caroteno e 0.56 mg/kg de  $\beta$ -caroteno. RAGAZZINI (1985) encontrou, em variedade não citada, valores de 1900 UI de vitamina A. O teor de vitamina A encontrado por FRANCO (1992) foi de 250  $\mu$ g de retinol/100g, RAGAZZINI (1985) encontrou valores maiores de 380 $\mu$ g/100g (1900UI).

Tabela 1. Atividade pró-vitáminica de alguns carotenóides

Carotenóides	Atividade (%)
$\beta$ - caroteno	100
$\alpha$ - caroteno	50 -54
$\gamma$ - caroteno	42 - 45
$\beta$ - criptoxantina	50 -60
$\beta$ - apo - 8'- carotenal	72
$\beta$ - apo - 12'- carotenal	120
$\beta$ - zeacaroteno	20 - 40

Fonte: TEE (1992)

Segundo HERMANN (1994), o teor de tiamina (B1) está em torno de 10-30  $\mu$ g/100g, valores de 50  $\mu$ g/100g foram encontrados por RAGAZZINI (1985) e FRANCO (1992). Foi encontrado pelos mesmos autores em torno de 10-50 $\mu$ g/100g de riboflavina (B2). Para niacina, FRANCO (1992) encontrou 0,8  $\mu$ g/100g e HERMANN (1994) encontrou 0,3-0,5  $\mu$ g/100g.

A redução da firmeza, relativa ao teor de pectina da fruta, é uma mudança observada, que decorre do aumento da atividade em poligalacturonase, celulase (WILLS et alii, 1981) e pectinametilesterase (AWAD, 1985). Desta forma o teor de pectina na fruta madura é relativamente baixa. Entretanto o teor de protopectina é maior pouco antes da colheita decrescendo logo em seguida, pois a ação do ácido péctico modifica a textura da polpa tornando-a mais mucilaginosa (RAGAZZINI, 1985). De acordo com LINDNER (1974) o teor de pectina está ao redor de 0,6 %, sendo confirmado por BENK (1985) que afirma a presença de 0,5 a 1,1% de pectina.

Os compostos fenólicos (taninos) presentes em elevada concentração na fruta imatura, proporciona adstringência indesejável ao paladar (COLTATE, 1989). Esta adstringência é causada pela coagulação das proteínas da saliva e do epitélio mucoso pelos fenóis solúveis presente nas frutas verdes (GOLDSTEIN & SWAIN, 1953). A redução da adstringência ocorre devido à polimerização dos compostos fenólicos, tornando-os insolúveis, reduzindo sua atividade (ITO, 1971). O teor de tanino encontrado por LINDNER (1974), em frutas maduras, foi de 0,25 a 0,9%, entretanto MOURA, (1995) encontrou na variedade Taubaté o valor de 0,13% (131,41mg/100g).

O teor de proteína do caqui, de acordo com KOLENSNIKOV (1966), está na faixa de 0,3 a 1,6% dependendo da variedade, concordante a este autor, LINDNER (1974) e VOLLMER (1990), encontraram teores de 0,6%, e HERMANN (1994) encontrou a faixa de 0,4 a 0,8%.

Foi encontrado teores de cinzas ao redor de 0,3 -0,7% e teor de gordura de 0,1 a 0,3% (LINDNER, 1974 e HERMANN, 1994). Segundo SUZUKI et alii (1982), o caqui japonês possui 0,08 a 0,23 % de gordura, sendo 73,5 a 88,6% de lipídios neutros.

De acordo com BENK (1970) o teor de fibra bruta está na faixa de 1 - 2 %, entretanto LINDNER (1974) cita 0,5% .

Em relação aos compostos voláteis do caqui foram encontrados apenas dois compostos em maior quantidade, acetato de bornil e o (E)-2-hexanol. Foi também encontrado ácido palmítico e os hidrocarbonetos C<sub>23</sub> e C<sub>25</sub> em algumas variedades (HORVAT et alii, 1991).

LIDNER (1974), em seu trabalho identificou a atividade de peroxidase na polpa de caqui e BENK (1974) e TAIRA et alii (1987) estudaram a atividade da polifenol oxidase.

O teor de magnésio encontrado por HERMANN (1994) foi de 8 - 11 mg/100g e BENK (1985) encontrou 2 - 6 mg/100g de sódio na polpa de caqui, FRANCO (1992) encontrou valores bem superiores de 20,6 e 31,0 mg/100g de sódio e magnésio respectivamente (Tabela 2).

BENK (1985), em seus estudos em polpa de caqui encontrou 6-14 mg/100g de cálcio e 42-75 mg/100g de fósforo, valores semelhantes foram encontrados por FRANCO (1992).

De acordo com HERMANN (1994), o peso da fruta varia de 150 a 300 gramas, para a variedade Rama Forte e Taubaté, COSTA (1984) encontrou 102,33 e 130,33 gramas respectivamente.

Tabela 2. Composição química do caqui.

---

COMPONENTES	
CALORIAS (Kcal)	62,1
GLICÍDIOS (g/100g)	14,56
ÁCIDO ASCÓRBICO (mg/100g)	17,1
RETINOL (mcg/100g)	250,0
PROTEÍNA (%)	0,5
LIPÍDEOS (%)	0,22
CALCIO (mg/100g)	6,0
MAGNÉSIO (mg/100g)	31,0
SÓDIO (mg/100g)	20,6
FERRO (mg/100g)	0,19
FÓSFORO (mg/100g)	53,0
POTÁSSIO (mg/100g)	124,2
COBRE (mg/100g)	0,25
TIAMINA (mcg/100g)	50,0
RIBOFLAVINA (mcg/100g)	45,0
NIACINA (mg/100g)	0,80

---

Fonte: FRANCO (1992)

### 2.1.8.Utilização e Aspectos Tecnológicos do caqui

O consumo da produção de caqui se dá basicamente na forma " in natura ". De acordo com KITAGAWA & GLUCINA (1984), o caqui apresenta um potencial para processamento limitado devido ao teor de tanino, se restringindo ao congelamento e a desidratação. A obtenção de caqui em calda é possível mas o produto obtido é medíocre e a comercialização deste produto ocorre em baixa escala somente no Japão. Concordando com o autor, RAGAZZINI; (1985) confirma a dificuldade da elaboração de geléia de caqui pois durante o seu cozimento ocorre a solubilização dos taninos tornando o produto adstringente. Já, na China, segundo WANG e TREPTOW (1993) existem diversos produtos obtidos à partir do caqui como vinho de caqui, destilados, geléias, conservas, sucos e na forma desidratada, sendo este último produzido para exportação para Japão, Singapura, Hong Kong e demais países asiáticos, onde se tem grande aceitação. Macpherson (1952), Topping et alii (1966) e Griffith & Griffith (1982) citados por KITAGAWA & GLUCINA (1984), afirmam também a possibilidade de se obter geléia ou geleada, além de diversas possibilidades do seu uso na culinária.

No Brasil se encontra além do caqui passa, o vinagre de caqui, muito consumido em colônias orientais (MARTINS & PEREIRA, 1989).

Segundo SILVEIRA et alii (1982), na elaboração de caqui passa, ao utilizar frutas maduras não é necessário realizar o processo de destanização pois o calor favorece a degradação bioquímica do tanino. O processo de secagem é realizado em secador a 45°C com circulação de ar forçada até obter a umidade de 22%. Foi verificado que a variedade Rama Forte não é indicada para secagem pois apresentou textura ruim e muito dura, já a variedade Taubaté resultou em melhor qualidade porém reduzido rendimento por possuir menor teor de açúcar, a variedade Giombo apresentou muito boa qualidade mas não foi possível realizar o descascamento químico, dificultando o processo.

Na produção de vinagre de caqui, de qualidade superior aos similares encontrados no comércio, aproveitam-se especialmente refugos ou excedente de produção ( DALL'ORTO et alii, 1985 e MARTINS & PEREIRA, 1989).

ANDERSEN & PINHEIROS (1974) relataram que o caqui maduro proporciona um doce em massa de excelente qualidade e COSTA (1984) afirma em seu trabalho que a variedade Taubaté proporciona um produto final melhor.

YU et alii (1976), desenvolvendo caqui em calda observou que as variedades adstringentes apresentam qualidade superior à variedade não adstringente. COSTA (1984) confirma em seu estudo que as variedades Taubaté e Rama Forte são mais indicadas para a elaboração de caqui em calda e as variedades Jiro e Cereja para doce em massa.

Segundo WANG & TREPTOW (1993) o suco de caqui é obtido à partir da fruta madura. Devido ao teor de proteína, tanino e pectina, o seu rendimento é reduzido. Para contornar esta situação são utilizados enzimas que também proporciona um suco com a aparência agradável e de melhor sabor. O suco de caqui também é utilizado como matéria prima para a elaboração de outros produtos, como refrigerante, vinho, geléia e outros. De acordo com o mesmo autor, pode se obter vinho de caqui com a fermentação da fruta madura , obtendo desta forma um vinho de sabor característico forte de caqui.

Segundo CRUESS (1973), adicionando-se à polpa de caqui, cinco a seis partes de sacarose e 0,1% de ácido áscórbico, para reter a cor, acondicionando-se hermeticamente e armazenando a temperatura de congelamento, resulta em excelente preparo para sorvetes cremosos, de coloração amarelo ouro de sabor agradável, como também pode ser utilizado para elaboração de sobremesas.

## 2.2. POLPA DE FRUTAS

Segundo NTA-21 (Normas Técnicas Especiais Relativas a Alimentos e Bebidas do Estado de São Paulo), tem-se por definição que polpa de fruta é o produto obtido pelo esmagamento das partes comestíveis das frutas carnosas por processos adequados.

O produto deve ser preparado com frutas sadias, limpas, isentas de matéria ferrosa, de parasitos e de outros detritos animais e vegetais. Não deve conter fragmentos de partes não comestíveis da fruta, nem substâncias estranhas à sua composição normal, exceto as previstas pelas normas. É tolerado a adição de sacarose na proporção declarada no rótulo (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1978).

Apesar da polpa de fruta ser um produto processado, sua maior aplicação é como matéria-prima para outras indústrias. A importância da comercialização de polpas ou purês de frutas se dá por serem operosos o transporte, manuseio e armazenamento de frutas "in natura", além de depender das condições climáticas, da distância e da perecibilidade das frutas, e segundo SOLER et alii (1986) o uso de polpa de frutas é uma solução para a indústria processarem no decorrer do ano, com a finalidade de evitar a ociosidade da fábrica e atender a demanda do comércio.

Estes produtos tem grande aplicabilidade nas indústrias de conserva de frutas, que produzem as polpas nas épocas de safra, armazenando-as e reprocessando como doce em massa, geléia, néctares e outros, em ocasiões mais propícias nos períodos ociosos ou segundo a demanda do mercado consumidor. Ao mesmo tempo, pode ser também comercializado para outras indústrias, que utilizam a polpa da fruta como parte da formulação de outros produtos, como iogurtes, doces, biscoitos, bolos, sorvetes, refrescos, alimento infantil, e outros.

### **2.2.1. Elaboração da polpa**

Para a elaboração de polpa, as frutas devem apresentar qualidades químicas adequadas, encontradas em frutas colhidas maduras, ou seja quando apresentarem seu melhor sabor, cor e aroma e conterem teores de pectina, açúcar e acidez adequados.

### **2.2.2. Tratamentos de Conservação da Polpa**

#### **2.2.2.1. Tratamento térmico na polpa**

A pasteurização é um tratamento térmico que destrói parte mas não todas as células vegetativas dos microrganismos presentes no alimento, e portanto é utilizada em alimentos que serão armazenados posteriormente em condições que minimizam o crescimento microbiano. Geralmente a pasteurização é aplicada em alimentos que poderiam ter suas características organolépticas afetadas pelo uso de tratamentos mais rigorosos, sendo utilizada para destruir microrganismos patogênicos como em leites ou deterioradores de baixa resistência ao calor como em sucos (CAMARGO et alii, 1984).

Segundo OSORNO (1983), temperaturas menores de 70°C favorecem a atividade enzimática, portanto é muito importante atingir o centro do produto temperaturas maiores de 70°C.

ASKAR & TWEPTOW (1992), recomenda a pasteurização com o uso de temperaturas de 90°C por 1 minuto em mangas, pois além de inativar as enzimas de escurecimento como pectinesterase e polifenoloxidase e reduzir a carga microbiana, proporciona o amolecimento da polpa aumentando o rendimento e reduzindo o teor de oxigênio, que permite uma melhor estabilidade da cor.

Polpa de goiaba pasteurizada a 88°C/24 segundos apresentou alterações de cor e sabor, comparado a amostras não tratadas termicamente. Em polpas pasteurizadas e armazenadas a -20°C não houve alterações no teor de ácidos orgânicos e de ácido ascórbico (YEN et alii, 1994)

Em carambola com pH de 3,5 e pasteurizada a 75° C por 20 minutos houve redução do escurecimento, entretanto apresentou queda no teor de ácido ascórbico durante o armazenamento a 26-28° C por 12 semanas. Neste caso o uso de aditivos não alterou a qualidade química e a contagem microbiana, sendo a pasteurização eficiente para a conservação do suco de carambola (RUSUL & ANG, 1994).

#### **2.2.2.2. Acidulantes**

Acidulantes são definidos como aquelas substâncias capazes de conferir ou intensificar o sabor ácido em alimentos e bebidas, além de agirem como ajustadores de pH.

Os acidulantes com função de preservantes não devem ser comparados com conservadores como os benzoatos, pois estes atuam a nível de microrganismos, enquanto os acidulantes atuam no meio, que por redução do pH, inibe o crescimento de microrganismos (ANGELUCCI, 1987).

Em princípio, qualquer ácido permitido para o uso em alimentos poderá ser empregado para a acidificação de um produto.

Os ácidos, podem conferir a cada produto um sabor característico, além da sua acidez (POWERS et alii, 1960). Este sabor é devido ao anionte do ácido, além disso a sensação de acidez resultante do emprego de cada ácido é variável, sendo principalmente uma função da constante de dissociação. Assim, ácido tartárico na mesma concentração apresenta um sabor mais ácido que o ácido láctico.

Embora o ácido cítrico seja o mais utilizado para o controle do pH em geléias e doces, outros ácidos como o málico, o láctico e o tartárico podem ser utilizados (Tabela 3). A escolha de um ácido ou outro, ou da sua combinação, dentre aqueles permitidos por lei, para a obtenção de um melhor sabor no produto, a um custo razoável, constitui ainda um vasto campo a ser estudado (JACKIX, 1988).

Tabela 3. Poder relativo de ácidos de baixar o pH e conferir sabor ácido.

ÁCIDO	PARTES POR PESO PARA CONFERIR	
	MESMA QUEDA DE pH	MESMO SABOR
CÍTRICO	1,00	1,00
MÁLICO	1,00	0,80
LÁCTICO	1,00	1,25
TARTÁRICO	0,56	1,00
FOSFÓRICO	0,23	0,90

Fonte: JACKIX (1988)

De acordo com FLEMING e McFEETERS (1981), a acidificação de um produto para ser processado pelo calor traz, na prática, diversas vantagens, dentre elas a atuação como melhorador de sabor para certos produtos quando processados termicamente; a possibilidade da pasteurização a temperaturas cerca de 100°C, evitando desta forma a perda de qualidade principalmente da cor e da textura, e possibilitando as médias e pequenas indústrias, bem como a própria indústria caseira de processar termicamente alimentos de baixa acidez com redução de riscos a saúde humana e com reduzidos custos. O emprego de ácido cítrico por exemplo evita ou reduz a descoloração resultantes da ação de enzimas (polifenoloxidase) ou presença de metais como cobre, zinco e cromo.

As atividades das enzimas oxidativas das frutas são retardadas pela redução do pH, com a adição de um ácido tolerável como o ácido cítrico. Tem-se utilizado em polpas de frutas congelados para retardar o escurecimento (CRUESS, 1973).

### **2.2.2.3. Aditivos**

A preservação por aditivos químicos é um processo que apresenta boa perspectiva de uso para conservação de produtos que visam basicamente ao mercado interno, ou então à exportação a países onde não há restrições quanto aos produtos quimicamente conservados ou estão dentro dos limites da legislação local (CAMARGO et alii, 1984).

Os produtos químicos utilizados para conservar o alimento podem agir de diferentes formas: podem inibir o crescimento de microrganismos, podem criar um ambiente desfavorável não permitindo o crescimento até levando a destruição e podem também reagir com a própria fruta e formar novos componentes que atuem como protetor (OSORNO, 1983).

Os conservantes mais comuns são os ácidos sórbicos e benzóicos ou seus derivados de sais de sódio ou potássio. No Brasil os teores máximos dessas substâncias legalmente permitidos para produtos de consumo direto é de 0,1% em peso (DE MARTINS et alii, 1981). Esta porcentagem pode variar de acordo com o tipo de produto a ser consumido, pois para polpas que serão diluídas, a concentração poderá ser maior, desde que o produto final apresente o teor de aditivo de acordo com a legislação.

Os dióxidos de enxofre e seus sais são usados extensivamente como aditivos (preservativos) devido a sua eficácia e versatilidade em inúmeros casos como agentes microbianos, inibidores enzimáticos, antioxidante e controle de escurecimento não enzimático e na modificação da estrutura e propriedades funcionais da proteína (ROBERTS & McWEENY, 1972).

Existem fatores negativos ao uso dos agentes sulfítantes como as reações adversas causados em indivíduos asmáticos, como náuseas, dificuldades respiratórias. Por isto a indicação da presença destes agentes no rótulo é imprescindível. Outro fator negativo é a indicativo da destruição da tiamina (Vit B1) em alimentos. Portanto o uso destes agentes em carnes e pescados são limitados (FOOD TECHNOLOGY,1975 ; NOLAN, 1983 e COULGATE, 1989).

Estão listados desde 1959 pelo FDA seis agentes sulfítantes aprovados para o uso em alimentos, sendo eles dióxido de enxofre, sulfito de sódio, bissulfito de sódio e potássio, meta bissulfito de sódio e potássio (NOLAN, 1983 e WALKER, 1985).

Apesar destes fatores negativos o uso dos agentes sulfítantes em alimentos tem apresentado grandes vantagens. Segundo LÜCK (1977) e WALKER (1985), estes agentes tem efeito no controle de reações de escurecimento causado por outros mecanismos como caramelização e escurecimento do ácido ascórbico na presença ou ausência de compostos aminos, ambos anaeróbica e aeróbicamente.

Segundo BOBBIO & BOBBIO (1992), a reação de Maillard pode ser praticamente inibida pela adição de SO<sub>2</sub> nos estágios iniciais da reação, seguindo um mecanismo de radicais livres.

Os agentes sulfítantes reduzem a perda de vitaminas C e A (carotenos) em alimentos (FOOD TECHNOLOGY,1975). De acordo com ROBERTS & McWEENY (1972) este fator se dá devido a atividade antioxidante dos sulfitos.

O uso dos agentes sulfítantes para o controle de crescimento microbiano é uma das mais antigas aplicações. A atividade dos agentes sulfítantes sobre os microrganismos é genericamente na ordem : bactéria gram negativa> bactéria gram positiva>fungos>leveduras (LUECK citado por WALKER, 1985 )

A atividade antimicrobiana depende do pH, sendo maior em produtos de frutas ácidas. Em frutas e vegetais desidratadas pode ser aplicado no processo de branqueamento antes do congelamento ou do acondicionamento em latas (WALKER, 1985).

De acordo com Baker (1947) citado por WALKER (1985), é comum aplicação de agentes sulfitantes em polpa de frutas destinadas à elaboração de geléias na concentração de 3000mg SO<sub>2</sub>/kg. Neste caso o sulfito previne a contaminação microbiana e também leva a uma boa retenção de ácido ascórbico por muitos meses.

Como benefícios relacionados à saúde WALKER (1985) cita o controle do crescimento de fungos, reduzindo desta forma a produção de micotoxinas como os carcinogênicos aflatoxina e patulina; e a inibição de bactérias patógenas como salmonela.

Nos alimentos ocorre a provável perda de sulfito durante o armazenamento através da oxidação do sulfito ou por volatilização ou evaporação (FOOD TECHNOLOGY, 1975 e WALKER, 1985).

A quantidade de sulfito a adicionar nos alimentos depende da finalidade, do tipo de alimento e da legislação local. De acordo com a legislação brasileira o limite de SO<sub>2</sub> é de 0,02% (200 ppm) no produto final.

#### **2.2.2.4. Congelamento**

As frutas possuem sabor e textura delicadas e que são facilmente danificadas ou alteradas pelo calor, portanto o uso de métodos de conservação que visam minimizar as perdas são importantes.

O processo de congelamento tem como objetivo a retenção das características frescas do produto, isto devido o uso de temperaturas bem abaixo do ponto de congelamento, que reduzem a velocidade de deterioração causadas pelas reações química, física e atividades microbiológicas (CAMARGO et alii, 1984 e CRUESS, 1973).

Segundo OSORNO (1983), o congelamento atua na inibição de microrganismos pela redução da temperaturas e pela mudança da atividade de água (aw), viscosidade e pressão osmótica, tensão superficial e interfacial e potencial redox.

Admitia-se antigamente que não havia desenvolvimento microbiano em alimentos congelados e nem deterioração devido as atividades microbianas. Entretanto diversos autores encontraram crescimento de microrganismos como *Cladosporium* na temperatura de  $-2^{\circ}\text{C}$  e outros à  $-4^{\circ}\text{C}$ . Segundo DESROSIER (1977), algumas leveduras podem se desenvolver a temperaturas de  $-9^{\circ}\text{C}$ , recomendando desta forma temperaturas menores a  $-9^{\circ}\text{C}$ . Foi observado também que os esporos de *Clostridium botulinum*, bacilo tifóide, bacilo da cólera e outras bactérias patogênicas podem sobreviver durante o período de congelamento, como já foi verificado em sorvetes contaminados armazenados, devendo haver desta forma cuidados antes do armazenamento congelado caso o produto seja consumido sem preparo térmico (CRUESS, 1973).

Em geral leveduras e fungos são capazes de se desenvolver a temperaturas menores que as bactérias. O processo de congelamento é danoso para a população microbiana, sendo as células vegetativas mais sensíveis que os esporos que geralmente não são destruídos pelo frio (DESROSIER, 1977).

A qualidade dos alimentos congelados podem ser afetados a cada etapa do processo desde a pós-colheita, transporte, limpeza, o processo propriamente dito, armazenamento congelado até o descongelamento (OLSON et alii, 1968).

Segundo POINTING et alii (1968), deve ser feita escolha da variedade adequada para o processo de congelamento, realizar seleção rigorosa do ponto de maturação das frutas, como também na qualidade das mesmas com o cuidado de verificar a ausência de fungos e leveduras que prejudicarão a qualidade do produto final.

Apesar de ser o congelamento um processo que permite maior retenção das qualidades nutricionais e organolépticas, perdas nutricionais ocorrem principalmente em relação às vitaminas, sendo a vitamina C mais sensível que as demais vitaminas. Os minerais são estáveis quimicamente e são perdidas apenas fisicamente durante o descongelamento pela exsudação de líquidos (DESROSIER, 1977 e FENNEMA, 1977). De acordo com DE GROOT (1963), lipídeos, carboidratos e proteínas não são afetados significativamente durante todo o processo de congelamento.

As perdas de vitamina C já ocorrem em armazenamento a temperatura de 20°C em vegetais, com a redução da temperatura de armazenamento para 4°C as perdas são reduzidas de 40 a 80% dependendo do produto. A estabilidade das vitaminas é fortemente relacionada com a taxa de perdas de água durante o armazenamento congelado, desta forma as perdas são minimizadas quando o teor de água perdida é reduzida (FENNEMA, 1977).

A atividade enzimática é reduzida nos produtos congelados, entretanto a eficiência do congelamento está relacionada com a aplicação do branqueamento. Apesar do tratamento térmico ser responsável pela destruição de nutrientes, é um importante processo pois ao inativar as enzimas protege não só as vitaminas como a qualidade geral dos alimentos congelados (DESROSIER, 1977). Segundo o mesmo autor, os precursores de vitamina A são pouco afetados pelo processo de congelamento.

O processo de congelamento da fruta propriamente dito, deve ser efetuado a maior velocidade possível, a fim de que sejam formados rapidamente muitos cristais

de gelos pequenos que melhor conservam a fruta, como também mais lenta será a deterioração causada pela atividade de enzimas e pelas modificações químicas. O congelamento lento leva à formação de cristais de gelo grandes que podem romper a estrutura do tecido da célula, resultando em produto final de baixa qualidade. Usa-se atualmente temperaturas menores de  $-30^{\circ}\text{C}$  para o congelamento e menores de  $-18^{\circ}\text{C}$  para o armazenamento congelado (CRUESS, 1973).

O congelamento apresenta desvantagens pois durante o descongelamento podem ocorrer mudanças bioquímicas, fisiológicas e crescimento acelerado de microrganismos que podem afetar drasticamente a qualidade final do produto armazenado. Outra desvantagem é a necessidade do uso da cadeia do frio na conservação, distribuição e comercialização que demanda grande consumo de energia, encarecendo o custo final do processo (OSORNO, 1983).

#### **2.2.2.5. Combinação de substâncias conservadoras com agentes físicos**

Da mesma forma que a combinação de agentes químicos pode ser interessante, a combinação de agentes químicos e físicos como o frio podem trazer bons resultados. Muitas vezes estas combinações tem a vantagem de eliminar possíveis reações secundárias de agentes químicos separados e proporciona também um reforço da ação das substâncias conservadoras e dos métodos físicos de conservação (LÜCK, 1977).

A combinação de substâncias conservadoras como os ácidos e a aplicação de calor tem trazido grandes resultados pois permite o uso de temperaturas mais baixas e tempos reduzidos para a esterilização de produtos que possuem textura, sabor e aromas delicados (LÜCK, 1977 e FLEMING & McFEETERS, 1981). NOGUEIRA et alii (1992) em seus estudos de acidificação de hortaliças obteve batatinha e beterraba acidificadas e enlatadas de alta qualidade.

A aplicação do tratamento térmico e bissulfito de sódio tem como vantagem a possibilidade de conservação da polpa de frutas por 2 meses a 2 anos dependendo da concentração de SO<sub>2</sub> utilizada, à qualquer temperatura, não exigindo equipamentos sofisticados portanto um método econômico, pois destroem os microrganismos pelo calor e os remanescentes são inibidos pelo SO<sub>2</sub>. Este processo tem como desvantagem a necessidade de desulfitação da polpa, caso seja consumida sem processamento térmico, exigindo equipamentos adequados, que podem encarecer o custo do processo (OSORNO, 1983).

Em casos de combinação de substâncias químicas e o frio, LÜCK (1977) afirma o uso de concentrações menores dos conservadores químicos para obter o mesmo resultados quando armazenado à temperatura ambiente.

Segundo JACKIX (1988), em algumas frutas mais sensíveis a aplicação de tratamento térmico é inviável, neste caso é possível preservar as características naturais congelando a fruta com adição de açúcar e ácido ascórbico ou cítrico a 0,5%.

### **2.3. GELÉIA**

Segundo a NTA 25, geléia de fruta é definido como o produto obtido pela cocção de frutas inteiras ou em pedaços, polpa ou suco de frutas, com açúcar e água e concentrado até obter consistência gelatinosa.

O produto deve ser preparado com frutas sadias e limpas. Não deve conter substâncias estranhas à sua composição normal, exceto as previstas na norma. Pode ser adicionada glicose ou açúcar invertido. Deve ser isento de pedúnculo e casca, mas pode conter fragmentos da fruta, dependendo da espécie vegetal empregada. Não pode ser colorido artificialmente. É permitido adição de acidulantes e de pectina para compensar qualquer deficiência no conteúdo natural de pectina ou de acidez da fruta. Pode ser classificada em comum, quando

preparadas em uma proporção de 40 partes de polpa de fruta para 60 partes de açúcar e extra quando é preparada com partes iguais de polpa e açúcar (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1978).

Acredita-se que o processo de obtenção de geléia foi inicialmente utilizado com a finalidade de melhorar o sabor das frutas e não como um meio de preservação. Atualmente pode ser considerado como o segundo em importância comercial para a indústria brasileira de conservas de frutas, sendo consumido em escala significativa, tanto no Brasil como em países europeus e americanos.

O princípio do processo de elaboração de geléia é a destruição, pelo calor, do maior número possível de microrganismos, evaporação de grande parte de água de constituição do fruto, conseguindo desta forma um teor de sólidos solúveis maior de 65% com a concentração de açúcar (VOCHELLE, 1969), que implica num valor de atividade de água que impede o crescimento da maioria dos microrganismos e de todos os organismos patogênicos.

No caso específico para obtenção de geléias, as literaturas técnicas e científicas classificam as frutas quanto ao grau de riqueza em acidez e pectina (LEME Jr., 1969, CRUESS, 1973, GAVA, 1985 e JACKIX, 1988):

- **Frutas ricas em pectina e ácido:** maçãs ácidas e silvestres, frutas cítricas, goiaba, cerejas ácidas, amoras pretas ácidas, groselha, ameixa Damson, damascos maduros, manga-espadão, manga Santa Alexandrina, ameixa do japão amarela, ameixa do japão vermelha;
- **Frutas ricas em pectina e média em acidez:** maçãs maduras, uvas viníferas maduras, manga-maçã, pera Kiefer, marmelo, pera kiefer, goiaba vermelha de vez e madura;
- **Frutas ricas em pectina e pobres em acidez:** abóbora, figo verde, e de vez, cenoura, banana verde, melão e marmelo maduro;

- **Frutas médias em pectina e ricas em acidez:** jaboticaba (com casca), manga espada, pitanga, uva Isabel, uva Niagara, nêspera;
- **Frutas médias em pectina e acidez:** ameixas amarelas;
- **Frutas médias em pectina e pobres em acidez:** banana nanica, maçã argentina;
- **Frutas pobres em pectina e ricas em acidez:** abacaxí, jaboticaba-ponhema, uvaia, uva empire state;
- **Frutas pobres em pectina e médias em acidez:** carambola ácida, jaboticaba comum, caju, morango;
- **Frutas pobres em pectina e acidez:** CAQUI, figo maduro, mamão, pera d'água madura, pessego maduro (utilizado em conserva).

Quando se faz a formulação de uma geléia, deve-se levar em conta que o melhor resultado é sempre obtido quando as matérias-primas são combinadas de modo a se obter o menor tempo possível de cocção. Deste modo, retém melhor a cor e sabor característico da fruta ( SOLER, 1991).

Na elaboração da geléia deve se considerar a consistência desejada. Existem condições muito especiais onde acidez, açúcar e pectina se interagem na formação do gel (Figura 1.). A composição da fruta também determina a quantidade a serem adicionada na formulação da geléia.

### 2.3.1. Açúcar

O açúcar empregado com maior frequência na elaboração de geléia é a sacarose. Durante a cocção, em meio ácido, a sacarose sofre um processo de

inversão que se transforma parcialmente em glicose e frutose (açúcar invertido), sendo de grande importância pois evita cristalização que pode ocorrer durante o armazenamento (HIDALGO et alii, 1965).

De acordo com a legislação é permitida a adição de no máximo 60 partes de açúcar para 40 partes de suco ou polpa obtendo a geléia comum, e para obter geléia extra 50 partes de açúcar para 50 de suco ou polpa.

Segundo SOLER (1991), em concentrações superiores a 65% de sólidos solúveis totais, é necessário a substituição de parte de sacarose para evitar a cristalização, usando glicose de milho ou açúcar invertido, pois nem sempre é obtido açúcar invertido o suficiente durante a cocção pois sempre se deseja um tempo mais reduzido possível de cozimento para preservar a pectina, o aroma e o sabor da fruta. De acordo com JACKIX (1988), a adição de glicose numa porcentagem de até 15% dos açúcares totais melhora bastante a qualidade da geléia, proporcionando um aspecto brilhante, retardando ou inibindo a cristalização da sacarose impedindo a sinérese, além de reduzir a docura das geléias.

A temperatura de ebulição de uma solução açucarada aumenta à medida que aumenta a concentração de açúcar (VOCHELLE, 1969), neste caso é indicado a pré-concentração do suco para minimizar as perdas de nutrientes, e a hidrólise da pectina e da sacarose adicionada no suco.

### **2.3.2. Ácido**

Para conseguir uma geleificação adequada, o pH deve estar dentro de um intervalo determinado, geralmente de 3,0 a 3,2. Uma vez que a fruta não apresenta o pH dentro deste intervalo é necessário a adição de ácidos orgânicos (HIDALGO et alii, 1965).

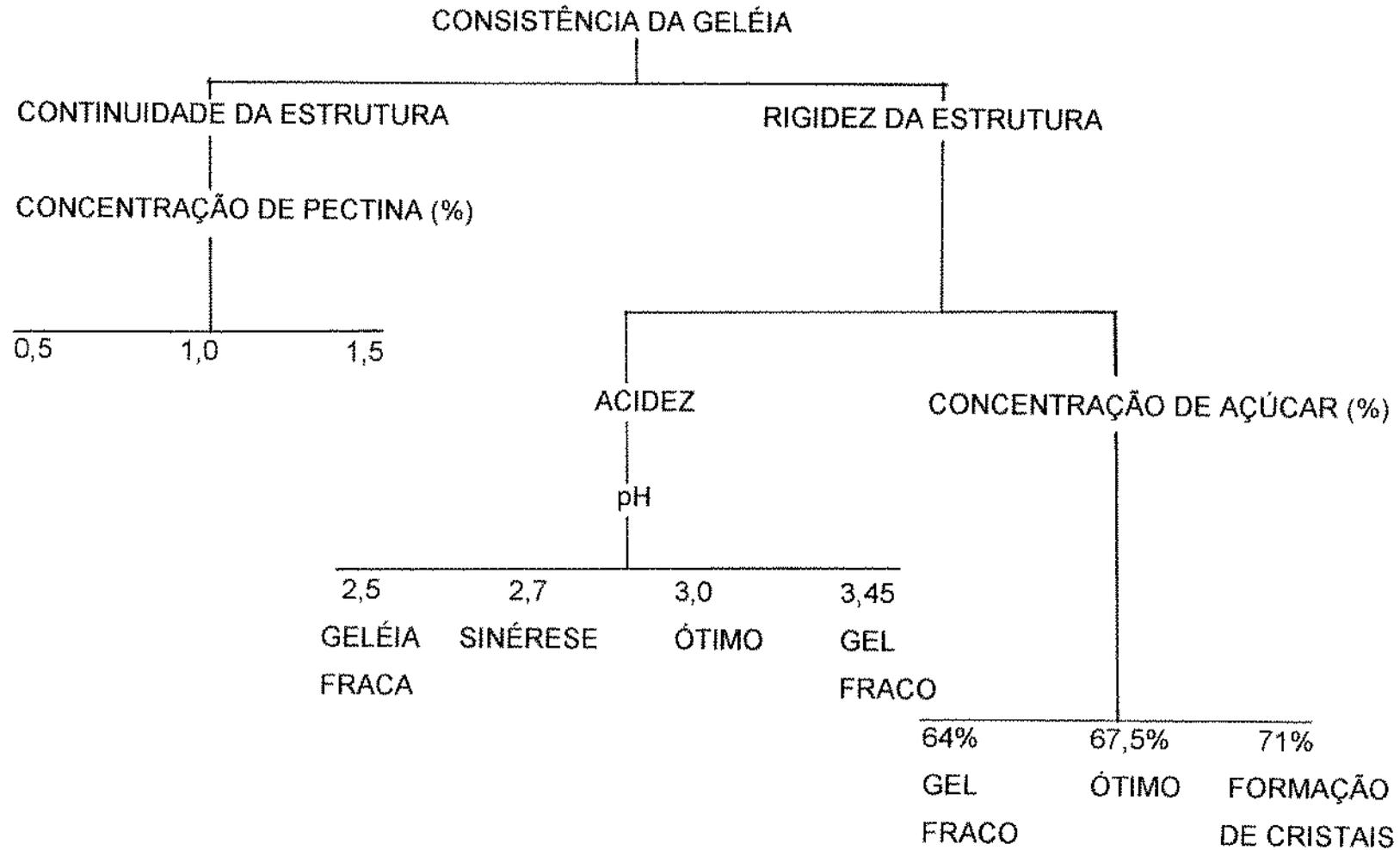


Figura 1. Diagrama de Rauch para a consistência das geléias

Quando necessário, a adição de ácido deve ser realizada bem próxima ao ponto final de concentração, isto é no final da cocção, em torno de 62 a 65° Brix, assim minimiza a hidrólise da pectina pela acidez durante o período de cozimento. Para determinar a quantidade aproximada de ácido necessário para se obter um pH em torno de 3,0 a 3,2, faz-se a titulação do suco, com solução de ácido de concentração conhecida, a ser utilizada na correção, até atingir o pH desejado.

Segundo SOLER (1991), na elaboração de geléia pelo processamento à vácuo, o ácido pode ser adicionado em qualquer etapa, pois a temperatura de trabalho é mais baixa, não ocorrendo desta forma a hidrólise da pectina.

Geralmente, os ácidos utilizados em geléias são os ácidos orgânicos constituintes naturais das frutas, tais como o ácido cítrico, tartárico e málico. O ácido tartárico tem um poder de ionização maior do que o ácido cítrico, sendo portanto, necessária a adição de menor quantidade para se obter o pH desejado. Não deve se utilizar o ácido tartárico em geléia de uva ou maçã pois estas frutas possuem predominância neste ácido podendo ocorrer cristalização do tartarato ácido de potássio, se for elevada a sua concentração (SOLER, 1986).

O ácido málico apresenta o mesmo efeito que o ácido cítrico em pH e sabor, entretanto o sabor ácido é menos intenso, porém mais persistente, já o ácido láctico proporciona um sabor menos ácido na mesma quantidade (DE MARTINS, 1975).

O ácido, além de ser utilizado para possibilitar a geleificação, modifica a doçura do açúcar e atua como auxiliar na melhoria do aroma desejado e tem também ação conservadora (GAVA, 1985).

De acordo com a legislação (ABIA, 1992) é permitido a utilização, como acidulante os ácidos cítrico e tartárico sem limite e ácidos fumárico, málico e láctico na concentração de 0,20 g/100 g como acidulantes.

### **2.3.3. Pectina**

Como os sucos para geléia variam bastante quanto ao teor de pectina, dependendo da fruta e do seu estágio de maturação, é recomendável saber o teor de pectina antes da adição de açúcar. A determinação pode ser demorada utilizando métodos químicos ou rápida utilizando o teste do álcool (CRUESS, 1973).

Pode se utilizar pectina em pó ou solução. Em caso de adição de pectina em pó é necessário que seja feita quando o °Brix não seja maior que 20°, pois a solubilidade da pectina diminui em soluções concentradas de açúcar (CRUESS, 1973). Em caso de adição de solução de pectina deve ser feita no ponto final da cocção, para evitar o risco de degradação por cocção excessiva., além de permitir um controle rigoroso da dissolução da pectina. No processo à vácuo pode ser adicionada no início do processo com os demais ingredientes (SOLER, 1991).

De acordo com a legislação o teor máximo de pectina é de 2 % na geléia (JACKIX, 1988).

### **2.3.4. Cocção**

Esta etapa é uma das mais importantes na elaboração de geléia, pois nesta fase ocorre a dissolução do açúcar, que permite a união do açúcar com o ácido e a pectina, ocorre a destruição das leveduras, esporos de fungos e coagula certos compostos orgânicos que devem ser retirados durante a cocção tornando assim a geléia mais clara (HIDALGO et alii, 1966b, CRUESS, 1973 e JACKIX, 1988). A principal finalidade desta etapa é aumentar a concentração do açúcar até o ponto em que poderá ocorrer a geleificação.

A cocção deve ser realizada o mais rápido possível para evitar a perda de sabor, aroma, alteração de cor, hidrólise de pectina, inversão excessiva de sacarose, caramelização do açúcar, promovendo o escurecimento do produto, além de gastos inúteis de tempo e de energia (JACKIX, 1988).

Entretanto, segundo HIDALGO et alii (1966b), uma cocção excessivamente curta pode causar pouca ou nenhuma inversão da sacarose e a incompleta absorção de açúcar pela fruta, provocando processo osmótico durante o armazenamento, que pode destruir o gel e reduzir a concentração final de sólidos solúveis.

Para a elaboração de geléias existem a cocção em tachos abertos e em tachos à vácuo, neste último a temperatura de cocção é mais baixa, em torno de 50 a 60°C, assim a degradação da pectina é reduzida requerendo teores de 5 a 10% de pectina a menos, e há também menor inversão de açúcar, levando a necessidade de adicionar glicose ou açúcar invertido. Este processo permite a obtenção de geléias de coloração mais clara e sabor mais próximo ao da fruta. Utilizando polpa sulfitada é necessário a cocção em tacho aberto pois no processo à vácuo não ocorre suficiente remoção de SO<sub>2</sub> (JACKIX, 1988).

### **2.3.5. Ponto final de cocção**

Existem diversos parâmetros para determinar o ponto final de cocção, pois depende de vários fatores como pH, proporção de açúcar em relação à pectina e o ácido e a consistência desejada (CRUESS, 1973).

O ponto final de cocção pode ser determinado por diversos métodos entretanto os mais rápidos e precisos são a medida da temperatura de ebulição e o índice de refração (HIDALGO et alii, 1966c; GAVA, 1985 e JACKIX, 1988).

### **2.3.6.Embalagem e Acondicionamento**

Existem diversas formas, tamanhos e tipos de recipientes para geléia, entretanto o vidro é o material mais utilizado embora também seja empregados as latas de folha de flandres com revestimento de verniz e também as embalagens de plástico (JACKIX, 1988).

Os frascos de vidro devem ser lavados com solução de detergente e enxaguados com água quente com a finalidade de facilitar a limpeza e reduzir os problemas de choque térmico.

O acondicionamento deve ser feito com a temperatura da massa de 85° C, a fim de evitar o desenvolvimento de fungos e leveduras osmofílicas. Desta forma as geléias processadas sob pressão reduzida devem ser aquecidas para assegurar a estabilidade do produto final, por outro lado geléias processadas a pressão atmosférica devem ser resfriadas a temperatura de 85° C de modo a permitir a geleificação satisfatória, reduzir os problemas de choque térmicos, permitir a distribuição homogênea das frutas e minimizar o escurecimento, inversão de sacarose e hidrólise da pectina (JACKIX, 1988).

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1. Matéria prima**

Neste estudo foi utilizado frutos do cultivar Rama Forte, por apresentar grande tendência de mercado. Todos os frutos foram classificados como fora de padrão para a comercialização "in natura".

Os caquis foram colhidos na safra de Abril-Maio de 1995 em Turvolândia, município de Pouso Alegre, Estado de Minas Gerais.

Para maior homogeneidade no amadurecimento do caqui, foi aplicado um tratamento denominado destanização, onde as frutas receberam uma fonte exógena de etileno, em forma gasosa em uma câmara, por tempo determinado pela quantidade de fruta a ser tratada.

As frutas foram transportadas logo após o tratamento, ao Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, onde foram analisadas e processadas.

#### **3.2. ANÁLISES DE CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA**

De todo o lote foram retiradas diversas amostras de caqui de forma aleatória, obtendo-se assim uma amostra representativa, onde foram efetuadas as determinações físico-químicas para a caracterização da matéria-prima.

### **3.2.1. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS**

#### **3.2.1.1. pH**

O pH foi determinado em potenciômetro MICRONAL, tipo B-373, com calibração feita com soluções de pH 7,0 e 4,0, de acordo com a temperatura dos padrões e amostras.

#### **3.2.1.2. Brix**

O Brix foi determinado por leitura direta em refratômetro CARL ZEISS (JENA), modelo 32-G 110d, com correção de temperatura.

#### **3.2.1.3. Acidez Total Titulável**

Foi determinada segundo o método da A.O.A.C. (1995), nº 942.15. Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico.

#### **3.2.1.4. Açúcares Redutores, não Redutores e Totais**

Para a determinação dos açúcares redutores e totais foram utilizados os métodos descritos pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1976), onde os resultados foram expressos em porcentagem de glicose (p/p) e porcentagem de sacarose (p/p), respectivamente.

O teor de açúcares não redutores foram obtidos pela diferença entre os açúcares totais e redutores. Resultado expresso em porcentagem de sacarose (p/p).

### **3.2.1.5. Sólidos Totais e Umidade**

Foram determinados utilizando os métodos descritos pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1976) nº 13.6.4, que se fundamenta na evaporação da água presente e pesagem do resíduo não volatilizado. Os resultados foram expressos em porcentagem (p/p).

### **3.2.1.6. Pectina**

Foi determinada segundo a metodologia de CARREÉ & HAYNES, descrita por PEARSON (1970), que se baseia na neutralização das cargas dos resíduos de ácidos urônicos livres pelos íons cálcio, provocando a geleificação da pectina e sua precipitação. Resultados expressos em porcentagem de pectato de cálcio (p/p).

As análises de pectina foram realizados somente após 180 dias de armazenamento, devido as observações de alterações de textura durante o período de estocagem.

### **3.2.1.7. Fibra**

O teor de fibra foi determinado pelo método de detergência descrito por GOERING e VAN SOEST (1970). Os resultados foram expressos em porcentagem (p/p).

### **3.2.1.8. Ácido Ascórbico**

Foi obtido segundo o método de TILLMANS (LEES,1975), que se baseia na redução do 2,6-diclorofenol indofenol-sódico (DCIF) pelo ácido ascórbico. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico/100g.

### **3.2.1.9. Proteína**

Foi determinada utilizando-se o método de Kjeldahl descrito pela A.O.A.C.(1984), nº 22.052. Os resultados foram expressos em porcentagem de proteína bruta (p/p).

### **3.2.1.10. Cinzas**

Para esta determinação foi utilizado o método descrito pela A.O.A.C. (1984), nº 22.027. Resultados expressos em porcentagem (p/p).

### **3.2.1.11. Tanino**

Foi determinada espectrofotometricamente pelo método do Folin-Denis descrito por WINTON & WINTON (1958). Os resultados foram expressos em mg de ácido tânico/100g.

As análises de tanino foram realizadas apenas após o término do período de armazenamento, porque foram detectados presença de adstringência nas geléias elaboradas durante os testes preliminares.

### **3.2.1.12. Gordura**

Foi obtida pelo método de BLIGH & DYER (1959). Resultados expressos em porcentagem de gordura (p/p).

### **3.2.1.13. SO<sub>2</sub> Residual**

Foi determinada utilizando o método descrito pela AOAC (1980) nº 20,114. Os resultados foram expressos em mg de SO<sub>2</sub>/100 g.

## **3.2.2. ANÁLISES FÍSICAS**

### **3.2.2.1. Peso médio em gramas de 100 frutos**

Foi determinado em balança semi analítica o peso médio em gramas de 100 frutos coletadas ao acaso.

### **3.2.2.2. Determinação Objetiva da Cor**

Na polpa de caqui armazenada foi feita a determinação objetiva da cor pelo uso do colorímetro de disco de Macbeth Munsel. Para melhor análise, os resultados foram transformados para o sistema Hunter. Para a geléia de caqui foi utilizado, além do colorímetro de disco de Munsel, o colorímetro Minolta, modelo CHROMA METER CR-300, determinando-se através desse último os valores de  $L_{\text{Hunter}}$  (luminosidade),  $a_{\text{Hunter}}$  (intensidade de vermelho) e  $b_{\text{Hunter}}$  (intensidade de amarelo) por reflexão nas amostras contidas em cápsulas de material plástico branco opaco (Padrão:  $Y = 94,2$ ;  $x = 0,3134$  e  $y = 0,3207$ ). Foi empregado a fonte de luz CIE-iluminante C. Foram realizadas 3 repetições por amostra. Os valores instrumentais obtido pelo colorímetro de Munsel foram posteriormente transformados para o sistema Hunter e correlacionado com os valores Hunter obtido através do colorímetro Minolta.

### **3.2.2.3. Determinação da Sinérese**

Cerca de 10g de amostra de geléia foram colocados no centro de um papel de filtro de 10cm de diâmetro, previamente seco em estufa a 105°C por 30 minutos. Após 2 minutos de repouso, mediu-se o avanço do anel de umidade, que se tomou como índice de sinérese. Os resultados foram expressos em mm de incremento do diâmetro em relação à amostra (BAYDON et alii, 1989).

### **3.2.2.4. Determinação da Consistência e Adesividade**

Foram medidas pelo texturômetro Stable Micro Systems, modelo TA- $\lambda$ t2 texture analyser, utilizando-se o método adaptado a geléia de gel fraco utilizando o "prob" 45 , que para a consistência mediu a força necessária para o êmbolo penetrar 12 mm no gel a uma velocidade de 2,0 mm/s, e para adesividade mediu a força para o êmbolo imergir no gel à mesma velocidade, na mesma unidade.

### **3.2.3. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS**

Foram realizadas na polpa de caqui análises de Contagem Total de Bactérias e Contagem de Bolores e Leveduras aos 0 dias (12 horas após a aplicação dos tratamentos), 60, 120 e 180 dias, e análise de Coliformes fecais após 180 dias de armazenamento (SPECK, 1984).

Na geléia de caqui foi realizado o teste de esterilidade comercial. Conforme Portaria n° 1/1987, da Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos (DINAL), do Ministério da Saúde (A.B.I.A., 1992): "Após dez dias de incubação a 35 °C não deve existir sinais de alterações das embalagens, nem quaisquer modificação física, química ou organoléptica do produto".

Após o período de incubação as amostras foram analisadas com o uso dos meios Caldo Ácido, incubados a 30-35°C/2-5 dias, para detecção de Clostrídios butílicos, indicador de sub processamento; incubação à 55°C/2-3 dias para detectar termófilos, também indicativo de subprocessamento; Caldo APT para detecção de bactérias lácticas, e do Caldo Extrato de Malte para detecção de bolores e leveduras, indicativos para vazamentos ou subprocessamentos grosseiros (SILVA & JUNQUEIRA, 1995).

### **3.3. PROCESSO DE OBTENÇÃO DA POLPA**

As operações de processamento dos frutos foram baseadas na literatura técnico-científica consultada, adaptadas às melhores condições tecnológicas encontradas, desde a chegada da matéria prima até a obtenção da polpa (Figura 2).

#### **a) Seleção e retirada do cálice dos frutos**

A seleção dos frutos foi feita de maneira manual com a função de desprezar frutos verdes e estragados.

Também de forma manual com o auxílio de facas de aço inoxidável foram retirados os cálices dos frutos selecionados.

#### **b) Lavagem**

Os frutos foram lavados em água corrente potável de forma manual em tanque de aço inoxidável.

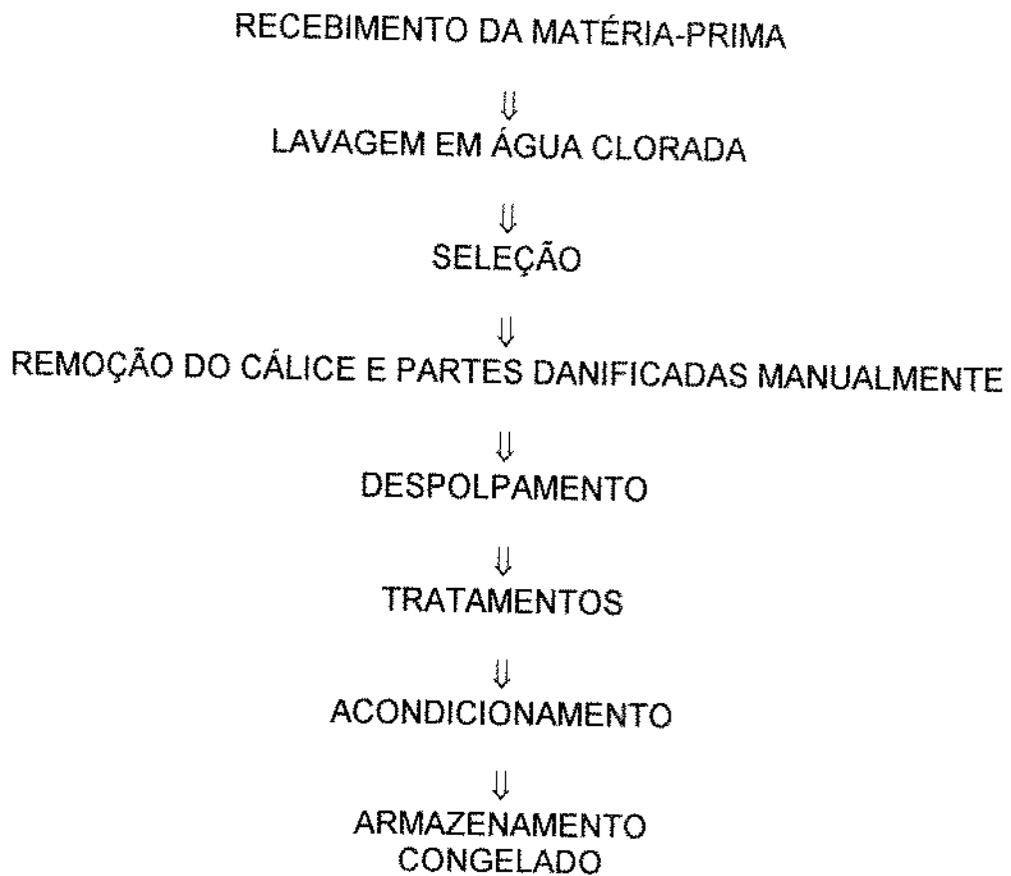


Figura 2. Fluxograma das operações utilizadas no processamento da polpa de caqui

#### c) Despulpamento

Utilizando um despulpador marca Sterling Power Systems, INC, modelo BY154FAC2A1 com velocidade de 200 rpm, utilizando uma tela de 0,6 mm, foram desintegrados os frutos, separando da polpa, sementes e cascas.

#### d) Aplicação dos tratamentos

Para a conservação a polpa foi subdividida em lotes de peso equivalente aos quais foram aplicados os seguintes tratamentos:

1. Sem tratamento - testemunha
2. Pasteurização 85°C / 1 min. em pasteurizador tubular com 4 polegadas de pressão e 40 rpm de rotação, resfriada a temperatura de 35°C
3. Adição de solução de ácido cítrico 50% até a obtenção de pH próximo a 4, seguido de pasteurização
4. Adição de solução de ácido cítrico 50% até a obtenção de pH próximo a 4
5. Adição de solução de ácido cítrico 50% até a obtenção de pH próximo a 4 e 200 ppm de metabissulfito de sódio
6. Adição de 200ppm de metabissulfito de sódio

#### e) Acondicionamento

As polpas tratadas foram acondicionadas em sacos plástico de polietileno de 22 x 32 cm com a capacidade aproximada de 1 kg.

#### f) Congelamento e armazenamento congelado

Esta operação foi realizada com a colocação das polpas com temperatura aproximada de 25°C, diretamente ao congelador horizontal a temperatura de -18°C, do Departamento de Tecnologia de Alimentos, onde permaneceu armazenada durante 180 dias. O processo de congelamento da polpa teve aproximadamente 24 horas de duração.

### **3.4. ANÁLISES FÍSICO - QUÍMICAS DA POLPA DE CAQUI ARMazenada**

Para avaliar a qualidade da polpa durante o armazenamento foram realizadas análises químico-físicas e microbiológicas em amostras retiradas de 0, 60, 120 e 180 dias de armazenamento.

### **3.5. PROCESSAMENTO DA GELÉIA DE CAQUI**

Após o período de 180 dias de armazenamento foram retiradas as polpas do armazenamento congelado para a elaboração da geléia de caqui.

Em testes preliminares em laboratório estabeleceu-se formulações para obter uma geléia tipo extra (Tabela 4).

Em sistema de tacho aberto, foram adicionados metade da quantidade de açúcar a polpa, deixando em ebulição por três a quatro minutos, adicionando-se então, o restante do açúcar. Continuou-se a cocção até próximo do ponto final, quando foram adicionadas as soluções de ácido cítrico e pectina (ATM; 150 ± 5 graus SAG ). Mantendo a ebulição até o ponto final que foi determinado pelo refratômetro, o tempo

total de cocção não excedeu quinze minutos. Esperou-se o resfriamento até temperatura de 85°C, para se conseguir uma geléia satisfatória com a minimização das variações de peso no enchimento, devido à variação de densidade, minimização do risco de quebra dos vidros, devido ao choque térmico e minimização do escurecimento, inversão e hidrólise da pectina.

O acondicionamento foi feito a quente em frascos de vidro de 280 ml deixando um espaço livre de cerca de 2 a 4 mm, equivalendo a uma média de 350 g de produto por frasco, e foram imediatamente fechados hermeticamente com tampas metálicas. Após o fechamento, os frascos foram colocados com a tampa para baixo durante 10 minutos, e depois resfriados até a temperatura ambiente.

Os produtos foram codificados e armazenados a temperatura ambiente até serem aprovados microbiologicamente liberando assim para serem utilizados na análise sensorial.

Tabela 4. Formulação de geléia de caqui

	POLPA NÃO ACIDIFICADA	POLPA ACIDIFICADA
POLPA / AÇÚCAR	1:1	1:1
ÁCIDO (g/100g)	1,84	0,97
PECTINA (%)	0,5	0,5

### **3.6. ANÁLISES FÍSICO - QUÍMICAS DA GELÉIA**

Foram realizadas análises físico-químicas nas geléias após 30 dias de armazenamento a temperatura ambiente.

### **3.7. ANÁLISE SENSORIAL**

Um teste de aceitação foi realizado, utilizando-se uma escala hedônica estruturada de 10 pontos (Figura 3.), utilizando nos extremos as expressões **DESGOSTEI MUITÍSSIMO** e **GOSTEI MUITÍSSIMO**. Na mesma ficha foi aplicado também o teste de escala ideal de 5 pontos, onde os provadores avaliaram a consistência ideal para o produto.

O delineamento experimental aplicado foi blocos completos casualizados. Foram avaliados 5 tratamentos e o grupo de provadores foi constituído de 30 indivíduos de ambos dos sexos, com idade variando de 20 a 50 anos, todos com atividades na UNICAMP e consumidores do produto.

As amostras foram colocados em copos de plástico com capacidade de 50 ml, codificados com números de 3 dígitos, e servidas com alimento suporte bolacha água e sal e uma faca para a avaliação da consistência. A apresentação das amostras foi monádica, com uma sessão, em cabines individuais dotadas de cuspideiras, iluminadas com luz vermelha para evitar a interferência da cor na avaliação.

Na avaliação da cor, utilizou-se a escala hedônica estruturada de 10 pontos (Figura 4). As amostras foram colocadas em pequenas placas de petri de vidro com aproximadamente 6 cm de diâmetro em uma mesa de superfície branca e com

iluminação homogênea. Esta análise foi realizada pelos mesmos provadores que avaliaram o sabor.

### **3.8. ANÁLISE ESTATÍSTICA**

As análises estatísticas foram feitas através de análise de variância para o atributo impressão global (exceto cor) e cor para avaliar a existência ou não de diferença significativa entre as amostras. A comparação dos tratamentos foi realizada pelo uso do teste de Tukey (MORAES, 1985 e GOMES, 1990).

Com os resultados da escala ideal foram avaliados de forma gráfica pelo histograma de barras.

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Amostra: \_\_\_\_\_

1. Prove a amostra e avalie usando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou.

Gostei muitíssimo

Desgostei muitíssimo

2. Descreva o que voce mais gostou e menos gostou da amostra.

Mais gostou: \_\_\_\_\_

Menos gostou: \_\_\_\_\_

3. Com o auxílio da faca, avalie na escala abaixo, quão próximo do ideal está a consistência da amostra.

\_\_\_\_\_ Muito mais consistênte que o ideal

\_\_\_\_\_ Mais consistênte que o idea

\_\_\_\_\_ Ideal

\_\_\_\_\_ Menos consistênte que o ideal

\_\_\_\_\_ Muito menos consistênte que o ideal

Figura 3. Ficha para avaliação sensorial da impressão global exceto cor da geléia de caqui e consistencia.



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. Características físico-químicas da fruta

Encontram-se na Tabela 5 os resultados das análises químicas da matéria-prima

A porcentagem de sólidos solúveis encontrado, 19°Brix, é superior ao citado para a mesma variedade por SILVEIRA et alii (1982), entretanto esta dentro do intervalo citado por ITO (1971) e ALMEIDA (1980).

A acidez total, 0,234% expresso em ácido cítrico/100g e pH de 5,72 são equilaventes aos valores encontrados por SILVEIRA et alii(1982) para o mesmo cultivar classificando-se assim o caqui como fruta de baixo teor de acidez, sendo neste caso necessário adição de ácido para se obter um gel adequado para a elaboração de geléia.

O teor de 0,12 g de pectato de calcio/100g encontrado é muito menor ao que foi encontrado na literatura, BENK(1985) cita uma faixa de 0,5 a 1,1%, mas deve-se considerar o ponto de maturação em que foi feita a análise.

Pela literatura citada, verifica-se uma grande variação no teor de ácido ascórbico (9 a 218 mg/100g) encontrado. Neste caso diversos fatores podem levar a esta variação sendo principalmente dado pelo uso de métodos de análise diferentes, mas também a análise de frutos em diferentes estágios de maturação e variedades. Entretanto, o valor encontrado de 15,21mg/100g de ácido ascórbico, é semelhante ao valor encontrado por DAOOD (1992) e BENK (1985).

Tabela 5. Características físico-químicas da polpa de caqui.

DETERMINAÇÕES	RESULTADOS
pH	5,72
BRIX (°B)	19,0
ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL(g de ácido cítrico/100 g)	0,234
AÇÚCARES REDUTORES (g de GLICOSE/100g)	14,67
AÇÚCARES NÃO REDUTORES(g de SACAROSE/100g)	2,84
AÇÚCARES TOTAIS (g de GLICOSE/100g)	17,51
SÓLIDOS TOTAIS (g/100g)	20,37
UMIDADE (g/100g)	79,62
PECTINA (g de Pectato de Cálcio/100g)	0,12
FIBRA (g /100g)	0,82
ÁCIDO ASCÓRBICO (mg/100g)	15,21
PROTEÍNA (g/100g)	0,65
CINZAS (g/100g)	0,36
TANINO(mg/100g)	166,33
GORDURA (g/100g)	0,43

O teor de 166.33 mg/100g de tanino, é correspondente ao valor encontrado por MOURA (1995) na variedade Taubaté, entretanto LINDNER (1974) encontrou valores maiores de 0,25 a 0,9% (250 a 900 mg/100g).

Peso médio encontrado foi de 136,4g, estando dentro da faixa citada por HERMANN (1994) e COSTA (1984) no estudo realizado com a mesma variedade.

#### **4.2. Características químicas e físicas da polpa após a aplicação dos tratamentos.**

No estudo dos tratamentos aplicados à polpa de caqui, foi utilizada a seguinte legenda:

T1 - Polpa de caqui sem aplicação de tratamento térmico ou químico;

T2 - Polpa de caqui pasteurizada (85° C/1 minuto);

T3 - Polpa de caqui acidificada com solução de ácido cítrico a 50% até pH 4,0 e pasteurizada a temperatura de 85° C por 1 minuto;

T4 - Polpa de caqui acidificada com solução de ácido cítrico a 50% até pH 4,0;

T5 - Polpa de caqui com adição de ácido até pH 4,0 e 200 ppm de metabissulfito de sódio;

T6 - Polpa de caqui com adição de 200 ppm de metabissulfito de sódio.

##### **4.2.1. Características físico-químicas da polpa de caqui**

No tratamento T1 houve redução gradativa do pH e aumento significativo da acidez durante o período de congelamento e armazenamento (Tabela 6), provavelmente devido a ação microbiológica, por se tratar de polpa sem tratamento de

conservação química ou por calor. Resultados semelhantes foi verificado por ABD ALLAH & ZAKI (1974) em suco de manga (Figuras 3 e 4).

O teor de sólidos solúveis ( $^{\circ}$ Brix) apresentou alterações significativas durante o congelamento e se manteve constante durante o armazenamento, os valores de açúcares não apresentaram alterações (Figuras 5, 6, 7 e 8).

Foi observado perdas de 32,89% de ácido ascórbico durante o congelamento e perdas gradativas durante o armazenamento congelado (Tabela 6 e Figura 9). É possível que as perdas de vitamina C tenham ocorrido por ser o ácido ascórbico muito instável, que pode ser degradado por diversos mecanismos em condições aeróbicas ou anaeróbicas em frutas e hortaliças sem tratamento térmico (GREGORY, 1985).

Após 180 dias de armazenamento, podemos observar queda no teor de pectato de cálcio na polpa de caqui. Isto provavelmente ocorreu devido a ação de enzimas pécicas presentes na polpa, que não foram destruídas com a redução de temperatura.

Na polpa de caqui pasteurizada (T2), a acidez total apresentou redução e houve aumento significativo do pH, durante o processo de congelamento, mantendo-se constante durante todo o período de armazenamento (Tabela 7). Similares resultados foram observados por MARÍN et alii (1992) em manga e CANO et alii (1993) em kiwi em fatias congelado (Figuras 3 e 4).

O Brix da polpa aumentou gradativamente durante o armazenamento mas não apresentou alterações significativas nos valores de açúcares ( Figuras 5 , 6, 7 e 8).

Devido ao processo de congelamento houve perdas significativas de ácido ascórbico, mas a polpa apresentou estabilidade durante o armazenamento. Este resultado pode ser justificado pela remoção de oxigênio pela pasteurização permitindo assim a estabilidade do ácido ascórbico na polpa (Figura 9).

Tabela 6 . Características Físico-Químicas da Polpa de Caqui sem tratamento (T1) armazenado a -18 °C (Estudo da Matéria-Prima).

DETERMINAÇÃO	PERÍODO (DIAS)			
	0	60	120	180
pH	5,70a	5,58b	5,53c	5,25d
Brix	19,5a	18,2b	18,0b	18,7b
Acidez Tit. (%)*	0,218b	0,211b	0,233ab	0,252a
Açúcares Red.(%)	14,66a	14,85a	14,64a	14,44a
Açúcares não Red.(%)	2,98a	2,71a	2,90a	2,76a
Açúcares Totais(%)	17,64a	17,56a	17,54a	17,20a
Ác. Ascórbico (mg/100g)	15,14a	10,16b	8,70bc	7,71c
Pectina (%)	0,113	--	--	0,066
Tanino (mg/100g)	166,33	--	--	92,85

\* : equivalente a ácido cítrico

\*\* Médias seguidas pela mesma letra, no sentido horizontal, não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a nível de 0,5%.

A concentração de pectato de cálcio na polpa de caqui armazenado por 180 dias foi de 0,076%, apresentando perdas de 39,7% em relação aos valores encontrados no início do período de armazenamento. Isto se deu provavelmente devido a presença de enzimas pécnicas que resistiram aos tratamentos térmicos aplicados à polpa.

O tanino encontrado na polpa após 180 dias de armazenamento foi bem menor que os valores encontrados na matéria prima e na literatura. Neste caso pode ter ocorrido degradação bioquímica dos taninos durante o armazenamento devido a reações oxidativas.

No tratamento T3, não houve alterações significativas no pH e acidez total titulável durante o armazenamento, como também foi verificado em polpa de kiwi por VENNING et alii (1989). O Brix apresentou redução após o congelamento, provavelmente devido a ação do ácido cítrico adicionado, e se mostrou constante durante a estocagem. Entretanto os açúcares redutores e totais apresentaram aumento significativo ao final de 180 dias (Tabela 8).

Em relação aos teores de vitamina C encontrados na matéria prima, as perdas devido a aplicação do tratamento chegou a 32,8% (no tempo zero). Durante o armazenamento apresentou perdas gradativas, resultados esperados devido a facilidade de reações oxidativas do ácido ascórbico (Figura 9).

A concentração de pectato de cálcio no tempo zero foi bem reduzido em relação aos valores encontrados na matéria prima, isto devido a provável hidrólise ácida da pectina auxiliada pelo calor do processo de pasteurização. Durante o armazenamento apresentou perdas, podendo ser devido as enzimas pécnicas que foram resistentes ao tratamento térmico aplicado a polpa.

Tabela 7. Características Físico-Químicas da Polpa de Caqui Pasteurizada (T2) armazenada a -18 °C (Estudo da Matéria-Prima).

DETERMINAÇÕES	PERÍODO			
	0	60	120	180
pH	5,26b	5,45a	5,48a	5,53a
Brix	17,0c	18,0b	17,0c	18,7a
Acidez Tit. (%)*	0,210a	0,194b	0,195b	0,189b
Açúcares Red.(%)	14,03b	14,47b	15,20a	13,88b
Açúcares não Red.(%)	2,63a	2,64a	2,67a	2,68a
Açúcares Totais(%)	16,66b	17,11ab	17,87a	16,56b
Ác. Ascórbico (mg/100g)	12,98a	9,49b	9,07b	9,41b
Pectina(%)	0,126	--	--	0,076
Tanino (mg/100g)	--	--	--	95,09

\* :Equivalente em ácido cítrico

\*\* Médias seguidas pela mesma letra, no sentido horizontal, não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a nível de 0,5%.

Tabela 8. Características Físico-Químicas da Polpa de Caqui acidificada e pasteurizada (T3) armazenado a -18 °C (Estudo da Matéria-Prima).

DETERMINAÇÕES	PERÍODO (DIAS)			
	0	60	120	180
pH	3,78a	3,49c	3,64b	3,72a
Brix	19,0a	18,2b	17,9b	18,2b
Acidez Tit. (%)*	0,602b	0,724a	0,639b	0,645b
Açúcares Red.(%)	13,13b	14,10ab	13,59ab	14,76a
Açúcares não Red.(%)	2,65a	2,50a	3,06a	2,59a
Açúcares Totais (%)	15,78b	16,60ab	16,50ab	17,35a
Ác. Ascórbico (mg/100g)	10,24a	9,87ab	9,74ab	9,51b
Pectina (%)	0,077	--	--	0,035
Tanino (mg/100g)	--	--	--	87,33

\* : equivalente a ácido cítrico

\*\* Médias seguidas pela mesma letra, no sentido horizontal, não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a nível de 0,5%.

De acordo com a Tabela 9, o tratamento T4 apresentou aumento gradativo do pH e queda da acidez total. Esta queda na acidez pode ser devido ao seu consumo na hidrólise ácida da pectina, que por sua vez apresentou grandes perdas durante o armazenamento (Figuras 3 e 4).

Não houve alterações no Brix mas observa-se um aumento no teor de açúcares redutores e totais, provavelmente devido a sua extração após a ruptura das paredes das células, causadas pela formação de cristais durante o congelamento (MARÍN, 1992) (Figuras 5, 6, 7 e 8).

A perda de ácido ascórbico após a aplicação do tratamento foi de 34,25% (tempo zero). Apesar desta perda elevada inicialmente, durante o armazenamento houve redução significativa apenas aos 180 dias (Figura 9).

A perda de pectina durante a estocagem da polpa foi de 56,24%, sendo provavelmente devido a ação de enzimas pécticas existentes na polpa de caqui, que não foram inativadas com a acidificação e também possivelmente devido a continuação da hidrólise ácida.

Segundo a Tabela 10, verifica-se que no tratamento T5 houve aumento significativo da acidez, mas o pH se manteve constante durante todo o período de armazenamento (Figuras 3 e 4).

O Brix apresentou queda significativa mas não houve alterações nos valores de açúcares na polpa de caqui, como também foi observado no tratamento T2.

Após a aplicação do tratamento, houve perdas de ácido ascórbico de 25,64%. Entretanto a retenção de vitamina C foi de 87% durante todo o armazenamento, resultados esperados, pois a presença de SO<sub>2</sub> na polpa atua como antioxidante, sequestrando o oxigênio impedindo assim a oxidação do ácido ascórbico (Figura 9).

Tabela 9. Características Físico-Químicas da Polpa de Caqui Acidificada (T4) armazenada a -18 °C (Estudo da Matéria-Prima).

DETERMINAÇÕES	PERÍODO			
	0	60	120	180
pH	3,39d	3,47c	3,53b	3,71a
Brix	19,0a	18,0b	18,0b	18,5ab
Acidez Tit. (%)*	0,840a	0,815ab	0,741ab	0,715b
Açúcares Red.(%)	12,78c	13,67bc	14,87a	14,64ab
Açúcares não Red.(%)	2,79a	2,54a	2,78a	3,00a
Açúcares Totais (%)	15,57c	16,21b	17,65a	17,25a
Ác. Ascórbico (mg/100g)	10,00ab	10,11a	9,59ab	9,16b
Pectina (%)	0,112	--	--	0,049
Tanino (mg/100g)	--	--	--	98,40

\* :Equivalente em ácido cítrico

\*\* Médias seguidas pela mesma letra, no sentido horizontal, não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a nível de 0,5%.

A presença de metabissulfito de sódio na polpa no tratamento T5 possivelmente protegeu o tanino de oxidações, resultando em concentrações maiores que nos demais tratamentos já citados. Como o tanino tem a propriedade de precipitar proteína, acredita-se que este tenha atuado sobre as enzimas pécnicas inativando-as, resultando em concentrações maiores de pectato de cálcio na polpa. Resultados mais claros podemos observar no tratamento T6 (Tabela 11), onde a concentração de tanino é bem maior que aquela encontrada na matéria prima.

Os tratamentos T5 e T6 apresentaram concentrações de tanino elevada, provavelmente devido a atuação do sulfito como antioxidante na polpa, podendo assim afirmar que nos demais tratamentos a presença de concentrações menores de tanino seja devido a perdas por oxidação.

Foi encontrado 5,054 mg/100g de SO<sub>2</sub> na polpa de caqui após o período de armazenamento, valor este muito aquém do permitido por lei. As perdas chegaram a 74,73% durante o congelamento e armazenamento. Estas perdas estão relacionadas provavelmente à reações de oxidação de sulfitos, volatilização ou evaporação (WALKER, 1985).

No tratamento T6 não houve alterações do pH durante o congelamento e após 180 dias apresentou leve aumento. Já a acidez total apresentou uma redução gradativa durante o armazenamento congelado que não foi estatisticamente significativa (Tabela 11).

Os valores de açúcares totais e Brix não foram afetados pelo tratamento, processamento e armazenamento. Já os açúcares redutores apresentaram aumento durante a estocagem (Figuras 5, 6, 7 e 8).

Tabela 10. Características Físico-Químicas da Polpa de Caqui Acidificada e com Adição de Metabissulfito de Sódio (T5) armazenado a -18 °C (Estudo da Matéria-Prima).

DETERMINAÇÕES	PERÍODO (DIAS)			
	0	60	120	180
pH	4,05a	3,88a	3,91a	4,05a
Brix	19,0a	18,1c	18,0c	18,5b
Acidez Tit. (%)*	0,426c	0,555a	0,485b	0,517ab
Açúcares Red. (%)	13,37b	13,59b	15,26a	13,58b
Açúcares não Red. (%)	2,86a	2,44a	2,84a	2,88a
Açúcares Totais (%)	16,55b	16,03b	18,10a	16,46b
Ác. Ascórbico (mg/100g)	11,30a	9,81b	9,88b	9,83b
Pectina (%)	0,131	--	--	0,080
Tanino (mg/100g)	--	--	--	140,00
Residual SO <sub>2</sub> (mg/100g)	--	--	--	5,054

\* : equivalente a ácido cítrico

\*\* Médias seguidas pela mesma letra, no sentido horizontal, não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a nível de 0,5%.

Tabela 11. Características Físico-Químicas da Polpa de Caqui com Adição de Metabissulfito de Sódio (T6) armazenada a -18 °C (Estudo da Matéria-Prima).

DETERMINAÇÕES	PERÍODO			
	0	60	120	180
pH	5,54b	5,56b	5,56b	5,83a
Brix	18,5ab	18,3b	18,1b	19,0a
Acidez Tit. (%)*	0,208a	0,191a	0,145a	0,135a
Açúcares Red. (%)	13,51b	13,10b	14,66a	14,74a
Açúcares não Red. (%)	2,96a	2,32a	2,74a	2,83a
Açúcares Totais (%)	16,47ab	15,40b	17,40a	17,57a
Ác. Ascórbico (mg/100g)	12,04a	11,78a	10,50a	10,50a
Pectina (%)	0,124	--	--	0,116
Tanino (mg/100g)	--	--	--	245,80
Residual SO <sub>2</sub> (mg/100g)	--	--	--	5,940

\* :Equivalente em ácido cítrico

\*\* Médias seguidas pela mesma letra, no sentido horizontal, não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a nível de 0,5%.

Após a aplicação do tratamento foi observado perdas de 20,8% de ácido ascórbico, possivelmente devido a reações de oxidações com o oxigênio disponível dentro da embalagem (Figura 9). A retenção de 87,2% de vitamina C foi a maior dentre todos os tratamentos, provavelmente devido a ação anti-oxidante do metabissulfito de sódio, concordando com a literatura citada.

Analisando as amostras em cada tempo verificamos que no tempo zero, onde a polpa de caqui recebeu os tratamentos, houve redução do pH e aumento da acidez nos tratamentos acidificados (Tabela 12). Houve diferença significativa nos valores de Brix entre as amostras, sendo T2 e T6 as amostras de menores Brix. Os açúcares redutores e totais também apresentaram diferença significativa e os açúcares não redutores não apresentaram diferença.

Os valores de ácido ascórbico apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, sendo T3 e T4 as amostras de menores valores.

Aos 60 dias de armazenamento, observamos na Tabela 13, que não houve diferença significativa entre as amostras nos valores de Brix e açúcares não redutores, mas houve diferença em açúcares redutores e totais. Os teores de ácido ascórbico apresentaram diferença apenas na amostra T6, já apresentando resultado da aplicação de SO<sub>2</sub>.

Na Tabela 14 verificamos que apenas a amostra T2 apresentou diferença significativa no teor de Brix, os valores de ácido ascórbico apresentaram diferença sendo T1 de menor média e T6 de maior média, confirmando a atuação do metabissulfito de sódio.

Após 180 dias de armazenamento observamos que houve diferença entre as amostras nos teores de Brix e açúcares redutores e não nos teores de açúcares não redutores e totais em todos os tratamentos (Tabela 15). Em relação ao teor de ácido

ascórbico, a amostra T1 apresentou menores valores e T6 o maior, confirmando a ação antioxidante do metabissulfito de sódio. Em todas as amostras houve diferença significativa na concentração de pectato de cálcio.

O teor de tanino encontrado nas amostras apresentou também diferença significativa sendo a amostra T6 de maior média, devido a ação de  $\text{SO}_2$  como antioxidante.

Tabela 12. Características Físico-Químicas da Polpa de Caqui com aplicação dos tratamentos no tempo zero de armazenamento.

DETERMINAÇÕES	TRATAMENTOS					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
pH***	5,70	5,10	3,78	3,69	4,05	5,84
Brix	19,5a	17,0c	19,0ab	19,0ab	19,0ab	18,5b
Acidez Tit. (%)*	0,218	0,210	0,602	0,840	0,462	0,208
Aç. Red. (%)	14,66a	14,03ab	13,13b	12,78b	13,37ab	13,5ab
Aç.não Red. (%)	2,98a	2,63a	2,65a	2,79a	2,86a	2,96a
Aç.Totais (%)	17,64a	16,66b	15,78bc	15,57c	16,55b	16,5cb
Ác. Asc.(mg/100g)	15,14a	12,98b	10,24c	10,00c	11,30bc	12,36b

\*: equivalente em ácido cítrico

\*\* Médias seguidas pela mesma letra, no sentido horizontal, não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a nível de 0,5%.

\*\*\* Não foram realizadas análise estatística entre os tratamentos em pH e acidez total por serem os tratamentos T3, T4 e T5 acidificadas.

Tabela 13. Características Físico-Químicas da Polpa de Caqui com aplicação dos tratamentos após 60 dias de armazenamento.

DETERMINAÇÕES	TRATAMENTOS					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
pH	5,48	5,26	3,49	3,47	3,88	5,56
Brix	18,2a	18,0a	18,2a	18,0a	18,1a	18,5a
Acidez Tit. (%)*	0,211	0,194	0,735	0,815	0,555	0,191
Aç. Red. (%)	14,85a	14,47ab	14,10ab	13,67bc	13,59bc	13,10c
Aç.não Red. (%)	2,71a	2,64a	2,50a	2,54a	2,44a	2,32a
Aç.Totais (%)	17,56a	17,11ab	16,60abc	16,21bcd	16,03cd	15,40d
Ác. Asc.(mg/100g)	9,49b	10,16b	9,87b	10,11b	9,81b	11,78a

\*: equivalente em ácido cítrico

\*\* Médias seguidas pela mesma letra, no sentido horizontal, não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a nível de 0,5%.

Tabela 14. Características Físico-Químicas da Polpa de Caqui com aplicação dos tratamentos após 120 dias de armazenamento.

DETERMINAÇÕES	TRATAMENTOS					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
pH	5,25	5,48	3,64	3,53	3,91	5,56
Brix	18,1a	17,0b	17,9a	18,0a	18,0a	18,1a
Acidez Tit. (%) <sup>*</sup>	0,233	0,195	0,639	0,741	0,850	0,145
Aç. Red. (%)	14,6ab	15,2ab	13,6b	14,8ab	15,6a	14,6ab
Aç.não Red. (%)	2,90a	2,67a	3,06a	2,78a	2,84a	2,74a
Aç.Totais (%)	17,5a	17,8a	16,5b	17,6ab	18,1a	17,4ab
Ác. Asc. (mg/100g)	8,70c	9,07bc	9,74ab	9,59abc	9,88ab	10,50a

\*: equivalente em ácido cítrico

\*\* Médias seguidas pela mesma letra, no sentido horizontal, não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a nível de 0,5%.

Tabela 15. Características Físico-Químicas da Polpa de Caqui com aplicação dos tratamentos após 180 dias de armazenamento.

DETERMINAÇÕES	TRATAMENTOS					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
pH	5,53	5,22	3,72	3,71	4,05	5,63
Brix	18,7ab	18,7ab	18,2c	18,5bc	18,5bc	19,0a
Acidez Tit. (%)*	0,193	0,139	0,645	0,715	0,517	0,135
Aç. Red. (%)	14,44ab	13,88ab	14,76a	14,64ab	13,58b	14,74a
Aç. não Red. (%)	2,76a	2,68a	2,59a	2,66a	2,88a	2,83a
Aç. Totais (%)	17,20a	16,56a	17,35a	17,65a	16,46a	17,57a
Ác. Asc. (mg/100g)	7,71c	9,40b	9,51b	9,16b	9,83ab	10,50a
Pectina (%)	0,064c	0,076bc	0,035e	0,049d	0,080b	0,116a
Residual SO <sub>2</sub> **	–	–	–	–	50,54	59,40
Tanino **	92,85c	95,09c	87,33c	98,40c	140,00b	245,8a

\*: equivalente em ácido cítrico

\*\* : em mg/100g

\*\*\* Médias seguidas pela mesma letra, no sentido horizontal, não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a nível de 0,5%.

Figura 3. Teores de pH durante o período de armazenamento em todos os tratamentos.

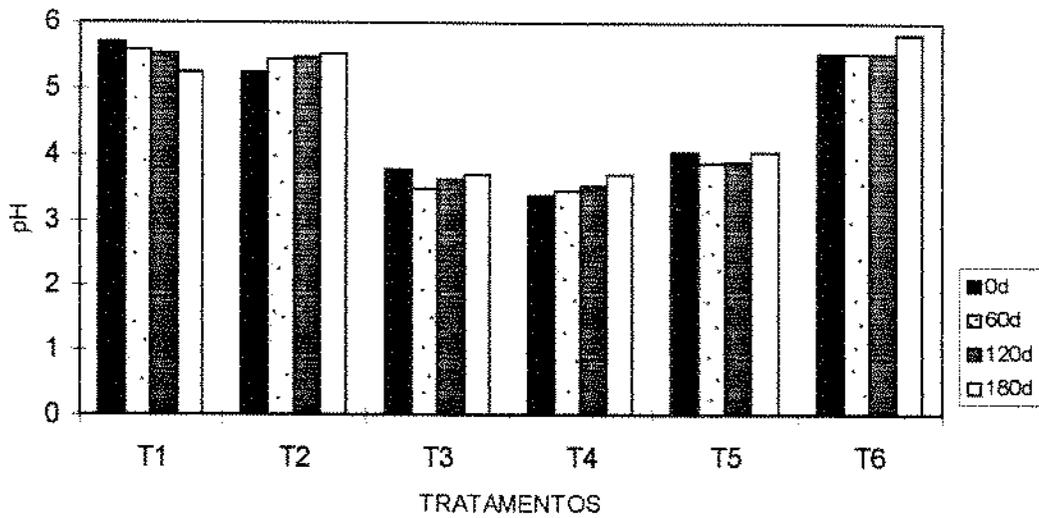


Figura 4. Teores de acidez total expresso em gramas de ácido cítrico em 100 gramas de polpa durante o armazenamento em todos os tratamentos.

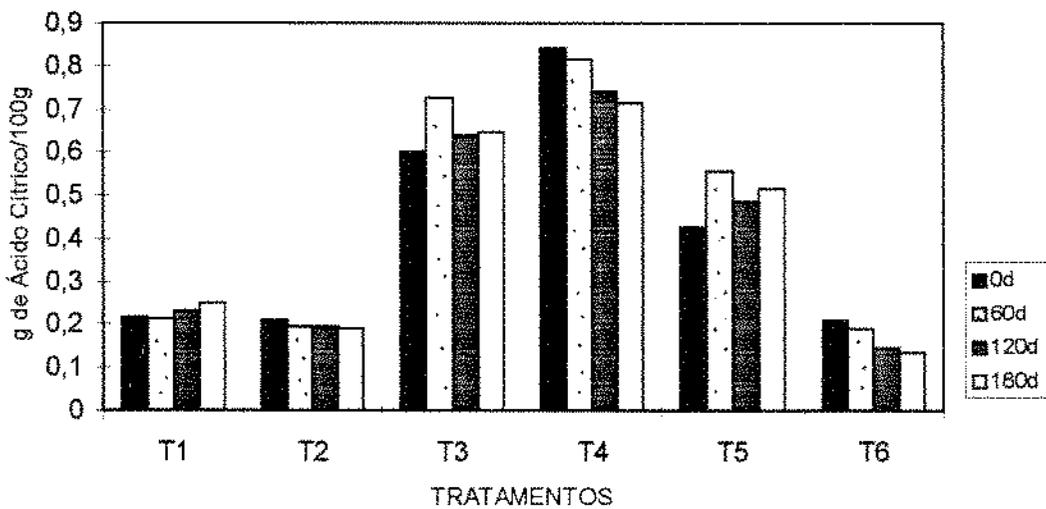


Figura 5. Teores de Sólidos Solúveis (°Brix) durante o período de armazenamento em todos os tratamentos.

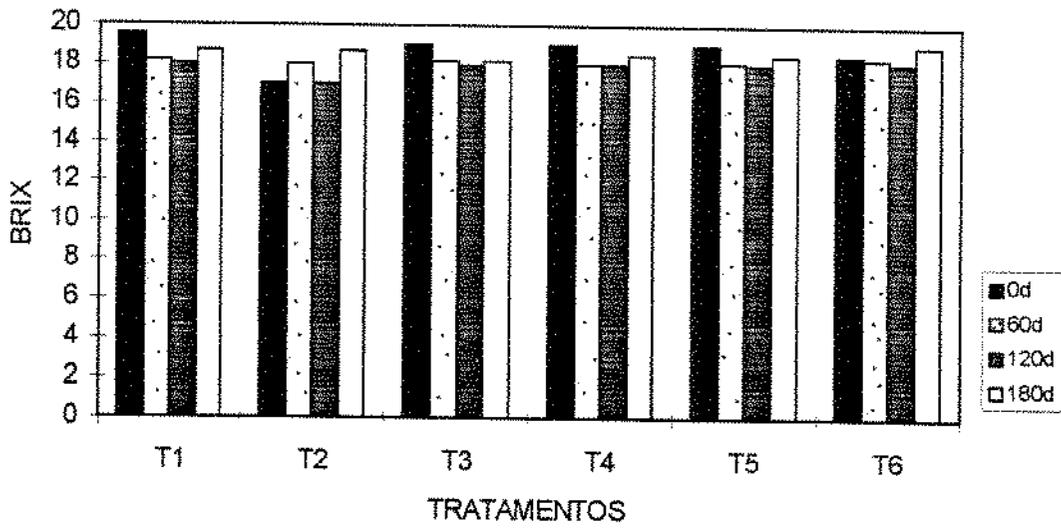


Figura 6. Teores de açúcares redutores durante o armazenamento em todos os tratamentos.

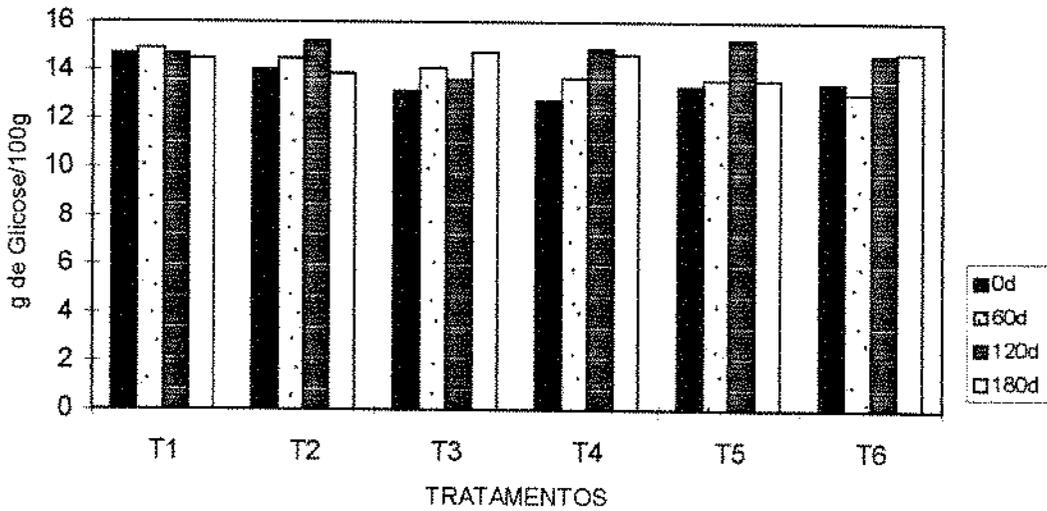


Figura 7. Teores de açúcares não redutores durante o período de armazenamento em todos os tratamentos.

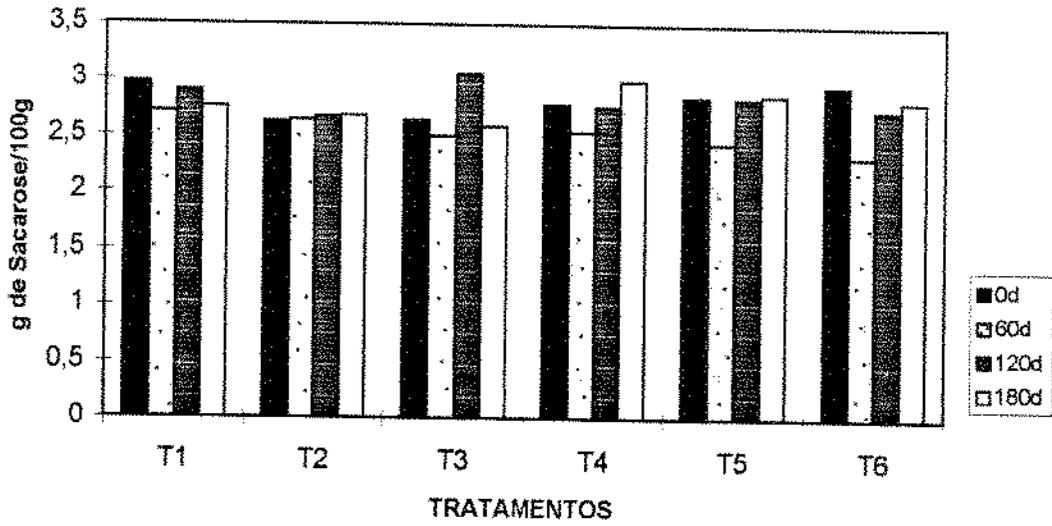


Figura 8. Teores de açúcares totais durante o armazenamento em todos os tratamentos.

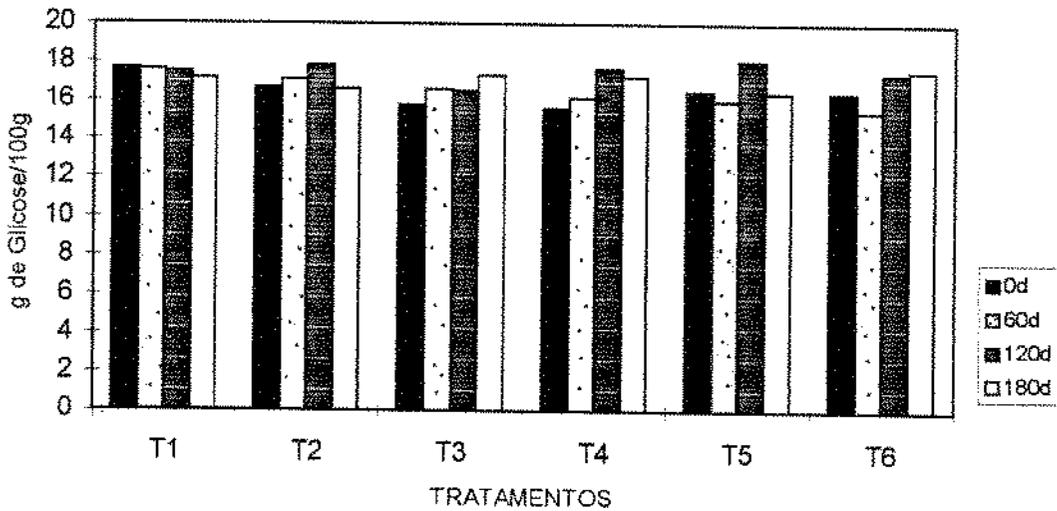
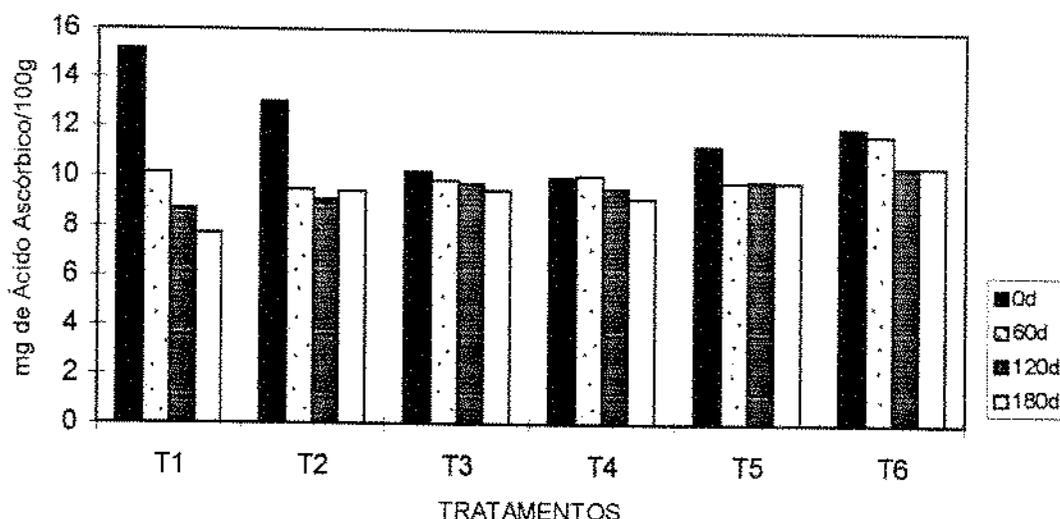


Figura 9. Teores de ácido ascórbico durante o período de armazenamento em todos os tratamentos.



#### 4.2.2. Análises físicas da polpa de caqui

##### 4.2.2.1. Análise objetiva da cor

###### a) Luminosidade

Comparando os valores de luminosidade a cada período de armazenamento entre os tratamentos (Tabela 16), observou-se que após 60 dias de estocagem houve diferença significativa entre os tratamentos, apresentando a amostra T1 a menor média, ou seja a amostra mais escura, provavelmente um escurecimento causado por enzimas presentes na polpa. As amostras T4 e T5 se apresentaram mais claras.

Após 120 dias de estocagem as amostras T3, T4, T5 e T6 não apresentaram diferença e ao final do período de armazenamento as amostras T4 e T5 apresentaram maiores médias, isto é, amostras mais claras, provavelmente devido a ação do ácido cítrico e metabissulfito de sódio.

Observamos na Tabela 17 que houve redução da luminosidade em quase todos os tratamentos, exceto nas amostras T1 e T5, que não apresentaram diferença significativa durante o armazenamento.

#### b) Vermelho ( $a_{\text{Hunter}}$ )

O  $a_{\text{Hunter}}$ , que mede a intensidade de vermelho, quando positivo, apresentou diferença significativa aos 60 dias de armazenamento em todos os tratamentos, apresentando a amostra T2 a maior média e T6 a menor. Já aos 120 dias observamos que diferiram menos entre os tratamentos. As amostras T4 e T5 apresentaram as maiores médias aos 180 dias (Tabela 16).

Observamos na Tabela 17, que as amostras T1, T2 e T3 apresentaram queda da intensidade de vermelho durante o armazenamento e a amostra T4 apresentou aumento, as demais não apresentando diferença significativa após 180 dias de estocagem.

#### c) Amarelo ( $b_{\text{Hunter}}$ )

O  $b_{\text{Hunter}}$ , que mede a intensidade de amarelo, quando positivo, apresentou maiores valores durante todo o armazenameto na amostra onde houve interação de ácido cítrico e metabissulfito de sódio. Entretanto observamos que aos 120 e 180 dias as amostras acidificadas também apresentaram maiores intensidade de amarelo(Tabela 16).

De acordo com a tabela 17, apenas o tratamento T4 apresentou aumento significativo da intensidade de amarelo durante o armazenamento, as amostras T3, T5 e T6 não apresentaram diferença durante o mesmo período.

Tabela 16. Parâmetros de cor (L, a, b Hunter) da polpa de caqui nos diferentes tratamentos em cada período de estocagem a -18°C.

Parâmetros		Período		
		60	120	180
L <sub>hunter</sub>	T1	45,5d	46,3b	43,5c
	T2	47,3cb	44,2c	42,2c
	T3	49,1bc	49,7a	46,9b
	T4	52,50a	50,3a	50,50a
	T5	50,0b	50,0a	50,5a
	T6	48,6bc	49,6a	42,2c
a <sub>hunter</sub>	T1	26,9bc	26,8a	25,3b
	T2	28,2a	23,7b	23,8c
	T3	26,3cd	27,1a	24,7bc
	T4	25,6d	26,9a	27,4a
	T5	27,5ab	26,6a	27,4a
	T6	24,4e	26,4a	23,6c
b <sub>hunter</sub>	T1	26,8b	27,6cd	25,0c
	T2	27,4b	26,8d	24,9c
	T3	27,2b	28,8bc	27,0b
	T4	25,6c	30,2a	30,9a
	T5	31,2a	29,9ab	30,9a
	T6	24,6d	29,2ab	24,9c

\* L<sub>hunter</sub>: luminosidade      a<sub>hunter</sub>: vermelho      b<sub>hunter</sub>: amarelo

\*\* Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si a nível de 5%.

Tabela 17. Estudo estatístico da variação dos parâmetros de cor (L, a ,b Hunter) das amostras de polpa de caqui em todos os tratamentos durante 180 dias de armazenamento a - 18°C..

Tratamento	Tempo(dias)	L	a	b
T1	60	45,50ab	26,96a	26,76a
	120	46,33a	26,83a	27,60a
	180	43,50b	25,30b	25,00b
T2	60	47,30a	28,24a	27,40a
	120	44,24b	23,71b	26,80b
	180	42,20c	23,83b	24,90c
T3	60	49,10a	26,33a	27,20b
	120	49,70a	27,10a	28,80a
	180	46,90b	27,73b	27,03b
T4	60	52,50a	25,63b	25,60c
	120	50,30b	26,90a	30,20b
	180	50,50b	27,43a	30,90a
T5	60	50,00a	27,50a	31,20a
	120	50,03a	26,61b	29,90b
	180	50,50a	27,40a	30,90ab
T6	60	48,60a	24,45b	24,60b
	120	49,60a	26,43a	29,20a
	180	42,20b	23,66b	24,90b

\* L<sub>hunter</sub>: luminosidade      a<sub>hunter</sub>: vermelho      b<sub>Hunter</sub>: amarelo

\*\* Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a nível de 0,5%.

### 4.3. Caracterização da geléia de caqui

#### 4.3.1. Características físico-químicas

Os resultados das análises químicas da geléia de caqui elaboradas à partir das polpas armazenadas se encontram na Tabela 18.

Os teores de sólidos solúveis e os de pH das geléias estão dentro dos valores ótimos estabelecidos por RAUCH (1965) (Figura 2.). As geléias apresentaram teor de pectina abaixo do recomendado (menor igual a 0,5%), obtendo desta forma geléias de consistência mole.

As concentrações de  $SO_2$  encontrados nas amostras T5 e T6 estão bem abaixo dos limites citados pela legislação. Em todas as amostras o teor de tanino se apresentou muito elevada, provavelmente tendo ocorrido uma concentração, e não uma degradação bioquímica pelo calor como foi citado por SILVEIRA et alii (1982).

Os valores de ácido ascórbico encontrados em todas as amostras são muito baixas, concluindo que a geléia de caqui não é uma fonte de vitamina C.

Tabela 18. Características físico-químico da geléia de caqui em todos os tratamentos.

Análises	T1	T2	T3	T4	T5	T6
pH	3,01b	2,98b	3,04ab	3,18ab	3,25a	2,99b
Brix	66,8ab	66,3bc	65,5cd	67,3a	65,0d	65,4d
Acidez total	1,03a	1,03a	0,83bc	0,79bc	0,71c	0,97ab
Aç. red.	54,9a	54,2a	54,3a	54,8a	54,2a	53,2a
Aç. não red.	10,8a	10,6a	10,6a	10,4a	10,3a	10,2a
Aç. totais	65,7a	64,8a	64,8a	65,2a	64,5a	63,2b
Ác. Asc.*	5,1d	6,7b	6,2cb	5,7cd	6,5b	7,7a
Residual SO <sub>2</sub> *	—	—	—	—	4,6	4,4
Pectina	0,47c	0,50bc	0,39d	0,54ba	0,43cd	0,58a
Tanino	* 648,5ba	602,4bc	698,4a	527,5d	554,3cd	657,1a

\* mg/100g

\*\* Médias seguidas pela mesma letra, no sentido horizontal, não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a nível de 0,5%.

### 4.3.2. Caracterização física da geléia de caqui.

#### 4.3.2.1. Análise objetiva da cor

Na correlação realizada entre os métodos instrumentais de determinação da cor, medidas no colorímetro de disco Munsell e colorímetro Minolta pelo sistema Hunter, verificamos que não existe correlação significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os métodos. Essa correlação pode ser explicada pela baixa sensibilidade do colorímetro de disco para medir os níveis de variância que ocorre no produto.

Em relação aos resultados da análise objetiva da cor (Tabela 19), observamos que existe diferença significativa entre os tratamentos nos parâmetros L (luminosidade) e b (amarelo), apresentado T5 e T6 as amostras mais claras e mais amarelas, possivelmente devido a ação do metabissulfito de sódio, como antioxidante, evitando as reações de escurecimento na polpa.

Tabela 19. Resultados da análise objetiva da cor obtida pelo sistema Hunter, em todos os tratamentos.

Tratamentos	L	a	b
Testemunha (T1)	34,12b	10,25a	18,45b
Pasteurizada (T2)	32,59b	10,87a	16,44c
Acidificada e Past. (T3)	32,35b	9,59a	16,28c
Acidificada (T4)	31,85b	9,79a	16,11c
Acidificada e sulfitada (T5)	37,30a	8,95a	21,58a
Sulfitada (T6)	37,16a	10,60a	21,93a

\* Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a nível de 0,5%.

#### 4.3.2.2. Análise objetiva da textura

Dentro dos parâmetros utilizados para a análise da adesividade e consistência das geléias, podemos observar na Tabela 20 que a amostra T4 apresentou a maior média para adesividade e consistência, resultados concordantes com os dados químicos, que revela ser esta amostra com maior Brix e pectato de cálcio.

Da mesma forma a amostra T5 apresentou os menores valores de adesividade e consistência, provavelmente devido ao baixo teor de pectato de cálcio encontrado na amostra.

Tabela 20. Resultados da adesividade e consistência nas amostras de geléia de caqui em todos os tratamentos.

Amostra	Adesividade	Consistência
Testemunha (T1)	- 607,48ab	345,30c
Pasteurizada (T2)	- 643,67ab	386,30bc
Acidificada e Past. (T3)	- 567,36a	401,10bc
Acidificada(T4)	- 765,92b	684,97a
Acidificada e sulfitada (T5)	- 503,92a	330,60c
Sulfitada(T6)	- 664,49ab	491,27b

\* Média seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ( $\alpha=5\%$ ).

#### 4.3.2.3. Determinação da sinérese

Os resultados da sinérese das geléias de caqui estão na Tabela 21.

Observamos que as geléias recém processadas (24 horas) não apresentaram sinérese ao teste aplicado. Entretanto após 30 dias de armazenamento a temperatura ambiente as amostras apresentaram sinérese.

Tabela 21. Resultado da análise da sinérese das geléias de caqui após 30 dias à temperatura ambiente, em todos os tratamentos.

Amostra	$\Delta d$ (cm)*
Testemunha(T1)	0,27b
Pasteurizada(T2)	0,28b
Acidificada e past. (T3)	0,39a
Acidificada (T4)	0,28b
Acidificada e sulfitada (T5)	0,38a
Sulfitada (T6)	0,44a

\* Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a nível de 0,5%.

Não foi encontrada nas literaturas técnicas e científicas dados referentes a sinérese em géis de pectina, obtidos pelo método utilizado, que citasse limites permitido em geléias.

Diversos fatores podem ocasionar a sinérese em geléias, como o baixo teor de sólidos solúveis, baixo pH, pectina insuficiente e outros. Podemos observar, que em todas as amostras a sinérese ocorreu provavelmente devido a insuficiência de pectina, sendo maior nos tratamentos T3 , T5 e T6 onde o Brix era mais baixo. CARDOSO (1994) em estudos com geléia de jambo com casca encontrou 0,35 cm de sinérese após 337 dias de armazenamento e LIRA FILHO (1995) encontrou valores de 0,1 a 0,2 cm, em geléia de maracujá armazenado à temperatura ambiente por 120 dias.

#### **4.4. Análises Microbiológicas**

As contagens de microrganismos podem ser observadas na Tabela 22. Considerando o tratamento T1 (sem tratamento) como referência, os tratamentos T3, T4, T5 e T6 apresentaram redução significativa da carga inicial de microrganismos, indicando que tanto a acidificação quanto a sulfitação podem controlar o número de microrganismos presentes na amostra. O tratamento T2 não apresentou eficiência no controle de microrganismos. Os resultados também indicam que não houve diferença marcante entre a combinação de conservantes para os quatro tratamentos (T3, T4, T5 e T6).

As contagens de bolores e leveduras apresentaram comportamento semelhantes em relação à contagem de microrganismos (Tabela 23), com reduções mais acentuadas nas contagens obtidas para os tratamentos T3, T4, T5 e T6. Os tratamentos T3 e T4 tiveram redução menos acentuada, indicando uma influência diferenciada entre a acidificação e sulfitação, este último apresentando uma redução maior da carga de bolores e leveduras em relação aos tratamentos de acidificação.

Após 180 dias de armazenamento da polpa de caqui congelado, todos os tratamentos apresentaram resultados menores que 0,3/g de amostra (NMP) para o

número de coliformes fecais, valor este permitido por lei, que determina a ausência de coliformes fecais em 1 grama de amostra.

Do ponto de vista microbiológico podemos dizer que a pasteurização foi pouco eficiente na redução da carga microbiológica. A acidificação e a sulfitação apresentaram resultados mais eficientes no controle. No caso de bolores e leveduras, que tem maiores possibilidades de se desenvolver em baixo pH, a sulfitação foi mais eficiente.

Considerando os resultados para os diferentes controles microbiológicos a combinação do congelamento e agentes químicos indicam contribuir no controle do desenvolvimento de microrganismos nos diferentes tratamentos.

As geléias foram testadas quanto a esterilidade comercial e todos os tratamentos apresentaram estabilidade nas condições ambientais em 10 dias de incubação, exceto para o tratamento T5 que em uma das triplicatas apresentou indicação de contaminantes decorrentes provavelmente de falhas no processamento da geléia. Esta amostra com problemas não foi utilizada nos testes de avaliação sensorial.

Tabela 22. Contagem total de microrganismos (UFC/g) das polpas de caqui congeladas em diferentes tratamentos.

Tratamentos	Período (dias)			
	0	60	120	180
Testemunha (T1)	$9,0 \times 10^6$	$7,6 \times 10^6$	$1,5 \times 10^7$	$1,4 \times 10^7$
Pasteurizado (T2)	$2,2 \times 10^6$	$1,2 \times 10^6$	$1,4 \times 10^6$	$1,5 \times 10^5$
Acidificado e past. (T3)	$3,1 \times 10^4$	$5,5 \times 10^4$	$4,1 \times 10^4$	$2,1 \times 10^4$
Acidificado (T4)	$8,0 \times 10^4$	$5,8 \times 10^4$	$1,8 \times 10^4$	$4,9 \times 10^3$
Acidificado e sulfitado (T5)	$5,0 \times 10^4$	$2,9 \times 10^4$	$2,6 \times 10^4$	$1,2 \times 10^4$
Sulfitado (T6)	$1,2 \times 10^5$	$1,4 \times 10^4$	$2,1 \times 10^4$	$1,6 \times 10^4$

UFC: unidade formadora de colônia

Tabela 23. Contagem de bolores e leveduras (UFC/g) das polpas de caqui congeladas nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Período (dias)			
	0	60	120	180
Testemunha (T1)	$1,4 \times 10^5$	$1,0 \times 10^4$	$1,3 \times 10^5$	$1,8 \times 10^4$
Pasteurizado (T2)	$2,5 \times 10^5$	$1,3 \times 10^5$	$3,2 \times 10^3$	$1,7 \times 10^4$
Acidificado e past. (T3)	$2,7 \times 10^4$	$1,0 \times 10^4$	$8,1 \times 10^3$	$6,7 \times 10^3$
Acidificado (T4)	$9,0 \times 10^4$	$1,7 \times 10^4$	$6,6 \times 10^3$	$3,5 \times 10^3$
Acidificado e sulfitado (T5)	$1,0 \times 10^4$	$1,2 \times 10^3$	$7,1 \times 10^2$	$5,0 \times 10^2$
Sulfitado (T6)	$1,6 \times 10^3$	$7,6 \times 10^2$	$5,3 \times 10^2$	$4,0 \times 10^2$

UFC: unidade formadora de colônia

#### 4.5. Análise sensorial

O teste de aceitação em função da impressão global exceto cor do produto após a degustação realizada na geléia de caqui mostra que não houve diferença significativa à nível de 5% entre as amostras. As notas médias estão indicadas na Tabela 24. De acordo com os histogramas (Figura 10) observamos que apesar de não haver diferença significativa entre as amostras, o tratamento acidificado apresentou grande concentração de notas na faixa do GOSTEI MODERADAMENTE - GOSTEI MUITO ainda que uma proporção moderada de provadores não tenha apreciado esta amostra.

Podemos observar que as médias dadas aos tratamentos, considerando que foi utilizada escala hedônica de 10 pontos, indicaram que o produto foi aceito por uma proporção razoável de provadores.

Tabela 24. Valores médios atribuídos pelos provadores na avaliação de sabor da geléia de caqui em diferentes tratamentos.

Tratamentos	Nota média
Testemunha (T1)	4,287a
Pasteurizado (T2)	4,373a
Acidificado e pasteurizado(T3)	4,593a
Acidificado (T4)	4,623a
Sulfitado (T6)	4,363a

\* As médias seguidas das mesmas letras não diferem significativamente entre si ao nível de significância de 5% (0 = desgostei muitíssimo, 9 = gostei muitíssimo).

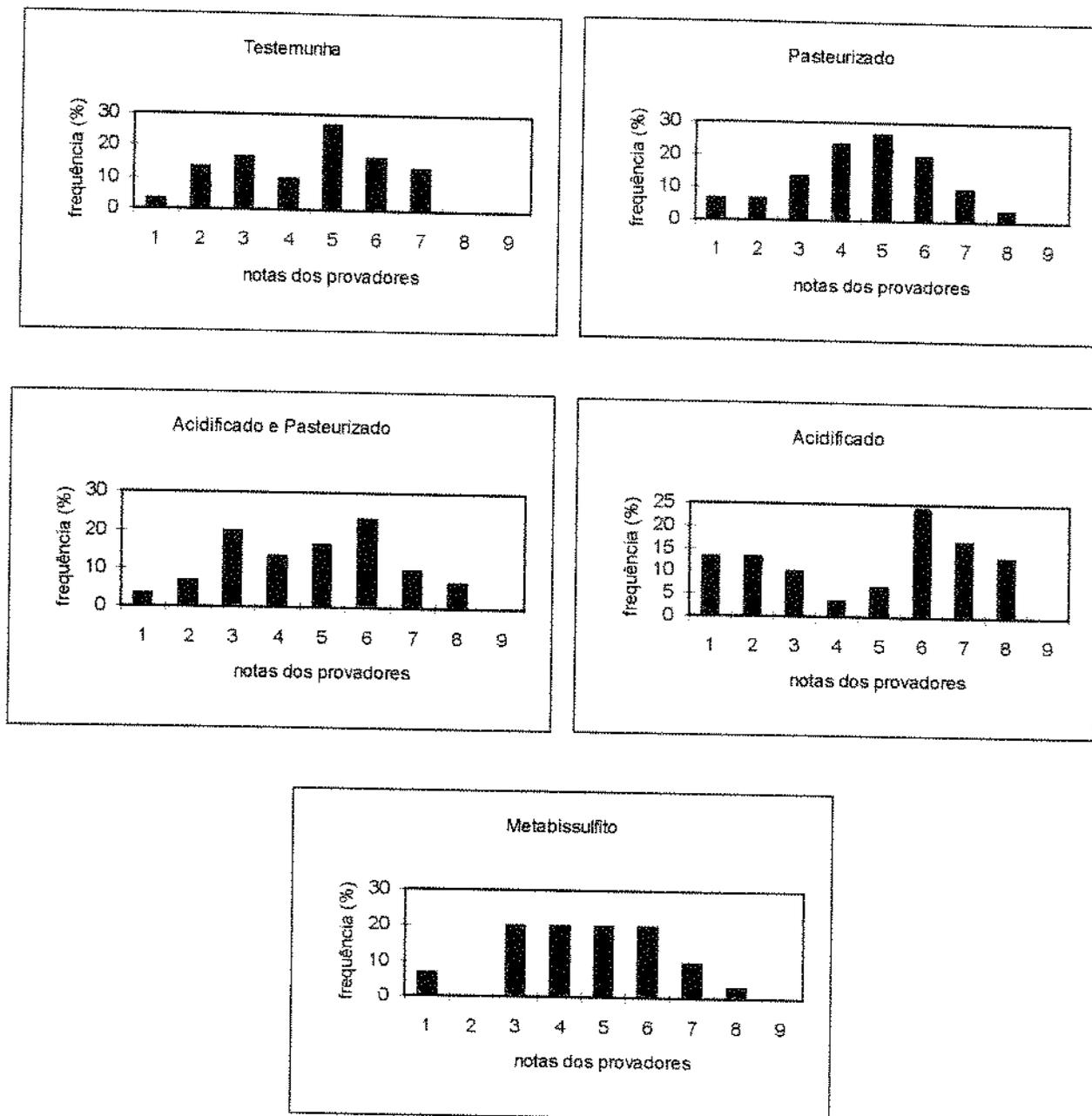


Figura 10: Avaliação sensorial: aceitação dos 5 tratamentos de geléia de caqui quanto a impressão global menos cor ( 0 = desgostei muitíssimo, 9 = gostei muitíssimo).

Pelas observações realizadas pelos provadores, a característica positiva foi o sabor característico da fruta e o ponto negativo, em todos os tratamentos, foi a elevada adstringência.

Quanto ao atributo cor, foi observado que houve diferença significativa à nível de 5% entre as amostras (Tabela 25). Sendo que as amostras de maior aceitação foram T2, T3 e T6 com tendência a maior preferência pela sulfitada que apresentou coloração mais clara. O tratamento de pior aceitação foi a amostra T1 que apresentou coloração mais escura.

Tabela 25. Valores médios atribuídos pelos provadores na avaliação da cor da geléia de caqui em diferentes tratamentos.

Tratamentos	Nota média
Testemunha (T1)	3,927c
Pasteurizado (T2)	6,553a
Acidificado e pasteurizado(T3)	6,283a
Acidificado (T4)	5,033b
Sulfitado (T6)	6,777a

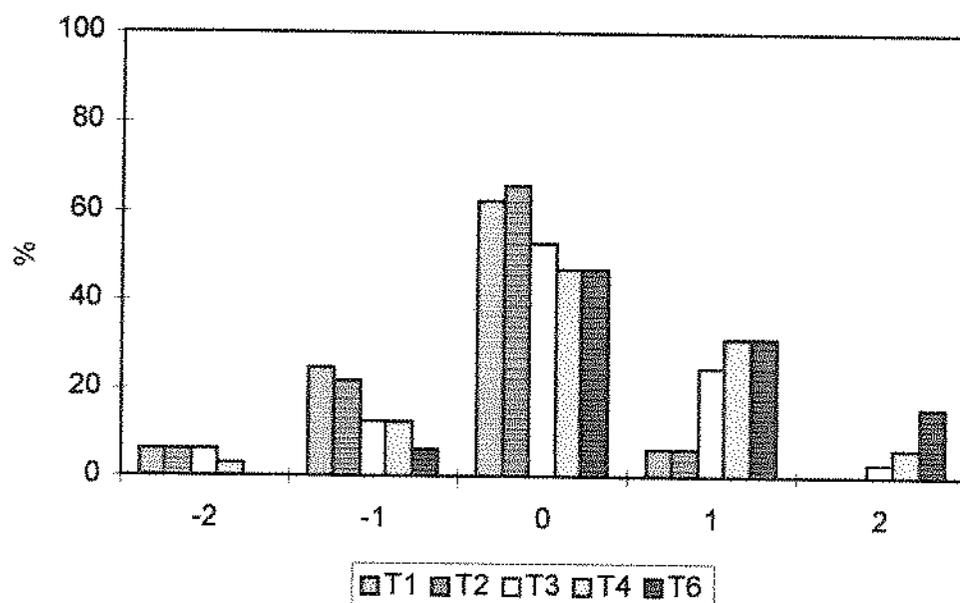
\* As médias seguidas das mesmas letras não diferem significativamente entre si ao nível de significância de 5% (0 = desgostei muitíssimo, 9 = gostei muitíssimo).

Observamos na Figura 11, que as amostras T1 e T2 apresentaram consistência ideal com tendência a "menos consistente que a ideal". Já as amostras T3, T4 e T6

apresentaram menores porcentagens que o ideal tendendo para "mais consistente que o ideal".

Podemos concluir que as amostras T2, T3 e T6 apresentaram melhores médias para cor e a melhor consistência foi dada para a amostra T2. Como não houve diferença significativa entre as amostras no atributo impressão global, podemos concluir que o tratamento T2 foi o melhor em todos os atributos.

Figura 11. Gráfico da consistência ideal nos diferentes tratamentos.



-2 - Muito menos consistente que o ideal

-1 - Menos consistente que o ideal

0 - Ideal

1 - Mais consistente que o ideal

2 - Muito mais consistente que o ideal

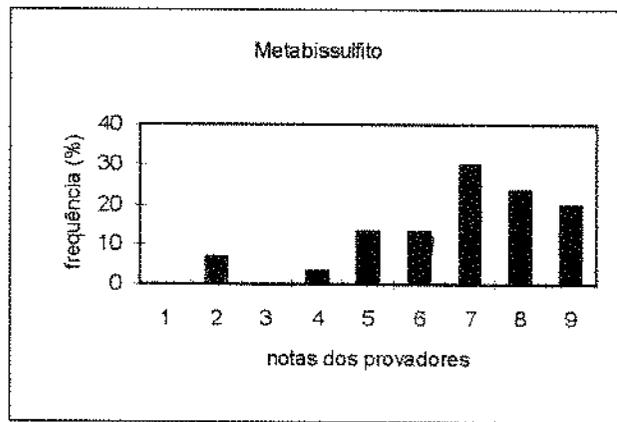
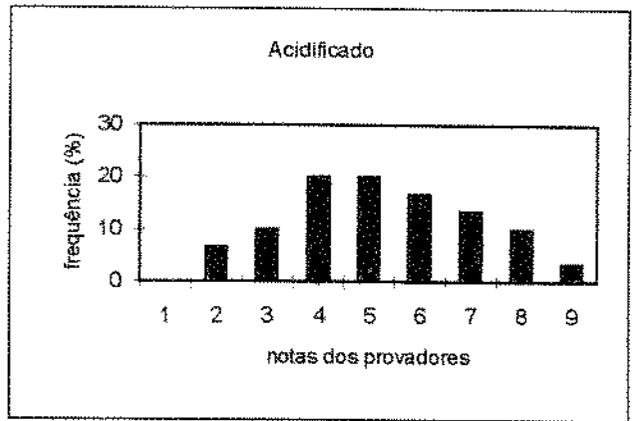
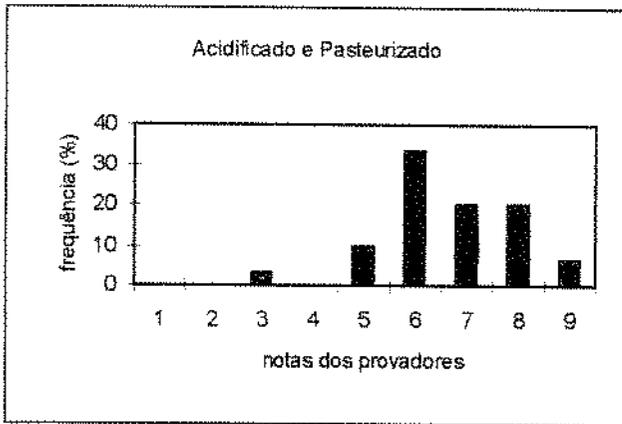
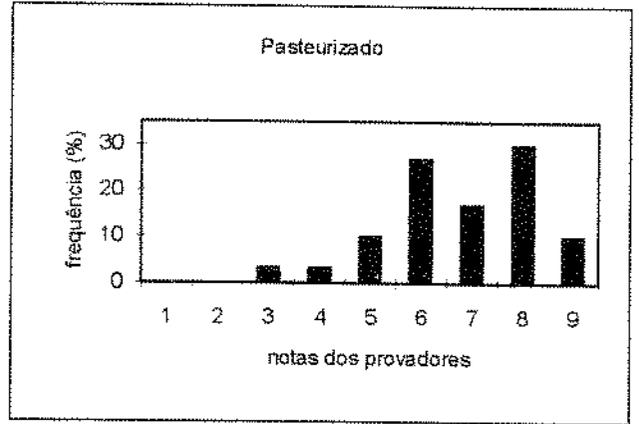
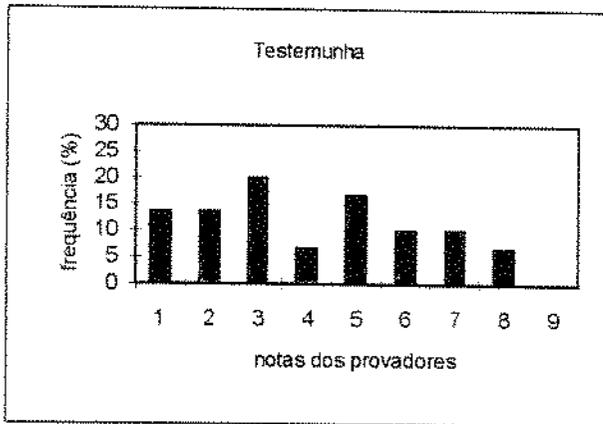


Figura 12: Avaliação sensorial: aceitação dos 5 tratamentos de geléia de caqui quanto a cor ( 0 = desgostei muitíssimo, 9 = gostei muitíssimo).

#### 4.6. Considerações gerais

Os tratamentos que apresentaram menores alterações químicas na polpa foram T5 e T6, onde foram aplicados o metabissulfito de sódio. A polpa apresentou maior retenção de ácido ascórbico e reduzidas perdas de pectina e tanino.

Microbiologicamente os tratamentos T3, T4, T5 e T6 apresentaram resultados positivos em relação a testemunha (T1) com respeito ao controle da contagem total de microrganismos e bolores e leveduras.

Em relação à polpa de caqui, podemos observar que os tratamentos T5 e T6 apresentaram os melhores resultados químicos e microbiológicos. As análises de cor indicaram alterações durante o armazenamento, apresentando amostras com cores mais claras como T2 e T6 e mais escuras como T4 e T5.

Em todas as geléias elaboradas o teor de açúcares e o pH ficaram dentro dos limites recomendados. Apesar das amostras serem quimicamente diferentes entre si, sensorialmente não apresentaram diferença significativa no atributo impressão global exceto cor.

As amostras T5 e T6 apresentaram coloração mais claras que as demais. Sensorialmente as amostras T6, T2 e T3 apresentaram as maiores médias. Apesar destas amostras não apresentarem diferença significativa, observamos que existe uma concentração de notas maiores pelo tratamento T6 concluindo a tendência da preferência da cor mais clara.

De acordo com a avaliação instrumental da consistência, a amostra T4 apresentou ser mais consistente e mais adesiva. Já sensorialmente foi observado que os tratamentos T1 e T2 apresentaram médias mais elevadas para a consistência ideal, isto é, consistência mais cremosa.

De acordo com os provadores as amostras T2, T3 e T6 apresentaram a melhor cor e T1 e T2 a consistência ideal. O atributo impressão global exceto cor não apresentou diferença significativa entre as amostras e microbiologicamente apenas a geléia T5 apresentou problemas. Portanto podemos concluir que a geléia T2 apresentou as melhores características sensoriais.

Desta forma verificamos a necessidade de dar continuidade aos estudos. Podemos sugerir o estudo detalhado do tempo e temperatura de pasteurização da polpa, novas formulações de geléia e outros produtos e sobre os problemas de adstringência causados pelo tanino em geléias de caqui, com o objetivo de fornecer aos consumidores novos produtos de caqui de qualidade.

## 5. CONCLUSÕES

No estudo do armazenamento da polpa de caqui podemos concluir que:

O tratamento térmico de 85°C por 1 minuto em pasteurizador tubular não foi eficiente para reduzir a carga microbiana na polpa;

A acidificação leva a maiores perdas iniciais de ácido ascórbico mas proporciona estabilidade durante o armazenamento congelado. O uso do ácido como conservante é mais indicado para polpas de frutas com elevado teor de pectina, devido a possível hidrólise ácida durante o armazenamento;

O sulfito como conservante apresentou bons resultados microbiologicamente, principalmente para bolores e leveduras. O uso de sulfitos como antioxidantes, apresentou resultados eficientes sobre o ácido ascórbico, atividade das enzimas de escurecimento e também na conservação de taninos.

O processo de congelamento em si não reduz a carga microbiana da polpa sem tratamento;

No estudo do processamento de geléia de caqui, pode-se obter as seguintes conclusões:

É possível o processamento de geléia de caqui com polpas congeladas. O produto final apresenta sabor característico da fruta, mas apresentou elevada adstringência, devido a alta concentração de tanino;

Sensorialmente a consistência ideal da geléia de caqui é mais cremosa. A cor mais clara obteve maior média mas a geléia obtida por polpa pasteurizada foi classificada como a melhor geléia mesmo com cor mais escura;

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABD ALLAH, M.A.; ZAKI, M.S.A. Preservation of mango juice by freezing and canning. *Die Nahrung*, v.18, n. 2, p. 207-216, 1974.
2. **Compêndio da legislação de alimentos:** consolidação das normas e padrões para alimentos. 5. Rev. São Paulo, 1992. v 1A (Resolução CNS/MS nº 4/88).
3. ALMEIDA, J.R. ;Valsechi, O. **Guia de composição de frutas.** Piracicaba: Instituto Zimotécnico, 1966. 259 p.
4. ALMEIDA, T.D. **Estudo sobre a saturação de frutas tropicais com açúcares.** Campinas, 1980. 69p. Tese ( Mestre em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.
5. ANGELUCCI, E. **I Simpósio sobre aditivos para alimentos** (Resumos). Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas. Setembro 1987. 165p.
6. ANDERSEN; O. ; PINHEIRO; R.V.R. **O caqui e sua cultura.** Vicososa: UFV, Impr. Univ., 1974 22p. (Série Técnica Boletim 47).
7. ARIMA, H.K.; SABINO,M.; RODRIGUES-AMAYA, D.;CONTRERAS-GUZMÁN, E.S.; MANZ, U. ; BERQUIST, C.W. **Análises químicas de vitaminas em alimentos.** Campinas: ITAL. 1983.
8. ASKAR, A. ; TWEPTOW, H. Cloud stable premium nectars made from tropical fruits. *Confructa Studien*, v.36, n.5/6, p. 130-138, 140-145, 153, 1992 Apud CD-Rom Food Science and Technology Abstract: 93-09-H0142.

9. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURE CHEMISTS (AOAC) **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 13.ed. Washington D.C., 1980.
10. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURE CHEMISTS (AOAC) **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 14.ed. Washington D.C., 1984.
11. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURE CHEMISTS (AOAC) **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 16.ed. Washington D.C., 1995.
12. AWAD, M. Persimmon pectinmethylesterase: extraction and variation during ripening. **Journal of Food Science**, v.50,p.1643-1645, 1985.
13. BAYDON, S. M.; FISZMAN, E.; COSTELL, E.; DURÁN, L: Sineresis de los geles de agar y kappa-carragenato. Influencia de la adición de gomas de garrafin y guar. **Revista Agroquímica y Tecnología Alimentos**, v.27, n.4, p.548, 1989.
14. BENK, E. Tropische und subtropische obstfrüchte: ihre zusammensetzung und zubereitungen. **Die Ernährungswirtschaft / Lebensmitteltechnik**, v.17, n.3,p.154-155-158-160-162 e 165, 1970.
15. BENK, E. Tropische und subtropisch früchte und ihre zubereitungen. **Süßwaren**, n.9, p.365-370, 1974.
16. BENK, E. Zur herstellung von fruchtnektarn und fruchtsaftgetränken verwendete tropische und subtropische früchte und fruchtsäfte. **Flüssiges Obst**, n. 7, p.56 1985.

17. BLIGH, E. G. ; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37, p.911-917, 1959.
18. BOBBIO, P.A. ; BOBBIO, F.O. **Química do processamento de alimentos**. 2.ed. São Paulo: Varela. 151, 1992.
19. BOULD, C. ; NICHOLAS, D.I.D. Zinc deficiency on fruit trees in Britain. **Nature**, n.164, p.801-802, 1949.
20. BROSSARD, J. ; MACKINNEY, G. The carotenoids of *Diospyros kaki* (japanese persimmons). **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v.11, n.6, p.501-503, 1963.
21. BUSHWAY, R.J. Determination of alfa and beta carotenoids in some raw fruits and vegetables by high performance liquid chromatography. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.34:, p.409. 1986.
22. CANO, M.P.; FUSTER, C. ; MARÍN, M.A. Freezing preservation of four spanish kiwi fruits cultivars (*Actinidia chinensis*. Planch): Chemical aspects. **Zetschrift fuer Lebensmittel Untersuchung und Forschung**, v.196, n.2, p.142-146, 1993.
23. CAMARGO, R.; FONSECA, H.; GRANER, M.; PRADO FILHO, L.G.; CARUSO, F.G.B.; ANDRADE, M.O.; NOGUEIRA, J.N.; CANTARELLI, P.R.; LIMA, U.A.; OLIVEIRA, A.J. ; MOREIRA, L.S. **Tecnologia dos produtos agropecuários alimentos** São Paulo: Nobel, 1984. 298p.

24. CARDOSO, R.L. **Estabilidade de geléia de jambo vermelho (*Eugenia malaccensis* L.) em copo de vidro.** Campinas,1994. 173p. Tese (Doutor em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.
25. CONDIT, I.J. **The kaki or oriental persimmon.** Berkeley,: University of California Press, 1919. 20 p. (Bulletin, 316).
26. COSTA, A.N. **Produção e qualidade das frutas de diferentes variedades de caqui (*Diospyros kaki* L.) visando a industrialização.** Viçosa, 1984. 49p. Tese (mestre em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa.
27. COSTA, F.O.M. **Efeito do ethephon na maturação e qualidade do caqui (*Diospyros kaki* L.) Cv. Taubaté.** Viçosa, 1991. 61p. Tese (mestre em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa.
28. COULGATE, T.P. **Food - The chemistry of ist components.** 2.ed. Royal Society of Chemistry Paperbacks. 1989. 325p.
29. CRUESS, W.V. **Produtos industriais de frutas e hortaliças;** Trad. H. Tavares. São Paulo: Edgard Blucher, 1973, v.1-2.
30. CURL, L.A. **The carotenoids of japanese Persimmons.** **Food Research.** v.25, n.5, 670-674, 1960.
31. DALLÓRTO, F.A.C.; OJIMA, M.; RIBEIRO, I.J.A.; BLEINROTH, E.; NOGUEIRA, E.; AMARO, A.A. **Frutas de clima temperado.** In: DALLÓRTO, F.A.C.; OJIMA, M.; RIBEIRO, I.J.A.; BLEINROTH, E.; NOGUEIRA, E.; AMARO, A.A. **Programa Integrado de Pesquisa.** São Paulo., 1985. p.1 - 31

32. DAOOD, H.G.; BIACS, P.; CZINKOTAI, B. ;HOSCHKE, A. Chromatographic investigation of carotenoids, sugar and organic acids from *Diospyros kaki* fruits. **Food Chemistry**, v.45, p.151-155, 1992.
33. DAURIACH, J. Le Kaki. Une question d'adstromgence. **Arboriculture Fruitière**, v.33, n.339, p. 27-29, 1986.
34. DE MARTINS, Z.J. Processamento de frutas. In: DE MARTINS, Z.J. **Curso sobre processamento de frutas tropicais**. Campinas, Secretaria da Agricultura. Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1975. p. 45-54.
35. DE MARTINS, Z.J.; QUAST, D.G.; MEDINA, J.C. ; HASHIZUME, T. Processamento: produtos, características e utilizações. In: MEDINA, J.C. et alii. **Manga**, p.239-354, 1981 (Série Frutas Tropicais, 8).
36. DESROSIER, N.W. ; DESROSIER, J.N. **The tecnology of food preservation**. 4.ed. Westport: AVI. 1977. 558p.
37. DIAS, J.M.M. **Estudo da produção e dos atributos físicos e químicos dos frutos de duas variedades de goiabeira (*Psium grajava* L.) submetidas a quatro épocas de poda, em virtude do Rio Branco, Minas Gerais**. Viçosa, 1983. 68p. Tese (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa.
38. FENNEMA, O. Lost of vitamins in fresch and frozen foods. **Food Technology**, v.12, p.32-38, 1977.
39. FLEMING, H.P.; McFEETERS, R.F. Use of microbial cultures vegetables products. **Food Tecnology**, v.35, n. 1, p. 84, 1981.
40. FONSECA, H.; NOGUEIRA, J.N. ; MARCONDES, A.M.S. Teor de ácido ascórbico e beta-caroteno em frutas e hortalias brasileiras. **Archivos Latinoamericanos de Nutritión**, v. XIX, n.1, p.9-16, 1969.

41. FONSECA, H. As Frutas para geléias. **Revista Brasileira de Bebidas e Alimentos**, v.6, n.73, p. 18-19, 1973.
42. FONSECA, J.L.F. **Sucos de maracujá concentrado**. Campinas, 1971. 86p. Tese (Mestre em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.
43. FOOD TECHNOLOGY. Sulfites as food additives. **Food Technology**, v.20, n. 10, p. 117-120, 1975.
44. FRANCO, G. **Tabela de composição dos alimentos**. 9.ed. São Paulo: Atheneu, 1992. 307p.
45. GAVA, A.J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. 2.ed. São Paulo:Nobel, 1985. p. 233-238.
46. GOERING, H.K. ; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis**. Agric. Handbook. 1970. 357p.
47. GOLDSTEIN, J.L. ; SWAIN, T. Changes in tannins in ripening fruits. **Phytochemistry**, v.2, n.4,p.371-383, 1953.
48. GOLUBEV, V.N.; KHALILOV, M.A.; KOSTINSKAYA, L.I. Biochemical characteristics of Azerbaijan persimmon fruit. *Subtropicheskie kul'tury* n.4, p.145-147, 1987. Apud **Horticultural Abstracts**, v.58, n.3, p.201, 1988. Ref: 1819.
49. GOMES,F.P. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. São Paulo: Livraria Nobel, 1973, 468p.

50. GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Decreto nº 12.486 de 20 de out de 1978. **Normas técnicas especiais relativas a alimentos e bebidas do Estado de São Paulo.**
51. GREGORY, J.F. Chemical changes of vitamins during food processing. In: **Chemical in food during processing.**, Westport: AVI 1985.
52. HERMANN, K. Über die Inhaltsstoffe und die Verwendung Wichtiger Exotischer Obstarten IV. Kaki und Granatapfel. **Die Industrielle Obst- und Gemüseverwertung**, v.79, n.4,p.130-5, 1994.
53. HERMANN, K. Übersicht über die Chemische Zusammensetzung und die Inhaltsstoffe einer Reihe Wichtiger Exotischer Obstarten. **Lebensmittel-Untersuchung und Forschung**. v.173,p. 47-60, 1981.
54. HIDALGO, L.D.; MASCARELL, J.M.; DURÁN, J.F.; ENGUÍDANOS, M.R. Marmeladas y jaleas. I. materias-primas: frutas, azúcar y ácidos. **Revista Agroquímica y Tecnología Alimentos.**, v.5,n.4, p.381-384, 1965.
55. HIDALGO, L.D.; MASCARELL, J.M.; DURÁN, J.F.; ENGUÍDANOS, M.R. Marmeladas y jaleas.II. Las pectinas y el fenómeno de geleificación. **Revista Agroquímica y Tecnología. Alimentos.**, v.6, n.1, p.7-11, 1966a.
56. HIDALGO, L.D.; MASCARELL, J.M.; DURÁN, J.F.; ENGUÍDANOS, M.R. Marmeladas y jaleas. III. Operación de fabricación. **Revista Agroquímica y Tecnología Alimentos.**, v.6, n.3, p.273-279, 1966b.
57. HIDALGO, L.D.; MASCARELL, J.M.; DURÁN, J.F.; ENGUÍDANOS, M.R. Marmeladas y jaleas. IV. Procedimiento de fabricación. **Revista Agroquímica y Tecnología Alimentos**, v.6, n.4, p.399-402, 1966c.

58. HOMNAYA, A.; PAYNE, J.; KOEHLER, P.; EITENMILLER, R. Provitamin a (Alpha-carotene; beta-carotene and beta-cryptoxanthin) and ascorbic acid content of japonese and american persimmons. **Journal of Food Quality**, v.13, p.84-95, 1990.
59. HORVAT, R.J.; SENTER, S.D.; CHAPMAN,G.W. ; PAYNE,J.A. Volatile componds from the mesocarp of persimmons. **Journal of Food Science**, v.56, n.1. p.262-263, 1991.
60. ANUÁRIO ESTATISTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: IBGE. 1993. v. 29
61. INSTITUTO ADOLFO LUTZ.. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**, Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos, 2. ed, São Paulo, 2.ed.,vol 1. 1976.
62. ITO, S. The persimmon. In: HULME, A.C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press,1971. v.2. Cap. 8, p.281-301.
63. JACKIX, M.H. **Doces, geléias e doces em calda**. Campinas:Ed. Unicamp, 1988. 172p.
64. KITAGAWA, H. ; GLUCINA, P.G. **Persimmon - Culture in New Zealand**. New Zealand: Wellington, 1984. 74p.
65. KOLESNIKOV, V. **Fruit biology**. Moscow. 1966, p.338.
66. KON, M. ; SHIMBA, R. Changes of carotenoids in japonese persimmon (Yotsumizo) during maturation, storage and drying presses. **Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi**,v.34, n.3, p.155-162, 1987.

67. KIROBKINA, Z.V.; ABDINOVA, M.Kh. ; KOSENKO, M.Ya. The stability of ascorbic acid in frozen fruit. **Konservnaya i Ovoshchesushil'naya Promyshlennost'**. n.2, p.25-27, 1975. (Apud Food Science and Technology Abstract, 76-07-J1020).
68. LEES, R. **Food analysis and quality control methods for the food manufacturer and buyer**. London: Leonard Hill Books, 1975.
69. LEME Jr. J. **Contribuição ao estudo da geleificação de frutas e do equilíbrio do gel péctico**. Piracicaba, 1968. 97p. Dissertação (Tecnologia e conservação de alimentos). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz"
70. LIRA FILHO, J.F. **Utilização da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* F. flavicarpa, Degener) na produção de geléia**. Campinas, 1995. 132p. Tese (Mestre em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.
71. LINDNER, M.W. A monograph on the kaki-fig. **Zeitschrift Fuer Lebensmittel untersuchung und Forschung**, v.155, n.2, p.65-71, 1974.
72. LÚCK, E. **Conservacion quimica de los alimentos**. Madrid;Ed. Acribia, 1977. p.243
73. NOGUEIRA, J.N.; CANTARELLI, P.R.; TIBA, M.A.; GALLO, C.R. ; MORENO, I.A. Estudo da acidificação da beterraba para processamento térmico. In: IIIº REUNIÃO PAULISTA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIA AGRÁRIA. 1992, Taubaté. **Anais**. SP. 19p.
74. NOLAN, A. L. The sulfite controversy. **Food Engineering**, v.55, n. 10, p. 84-85 e 89-90, 1983.

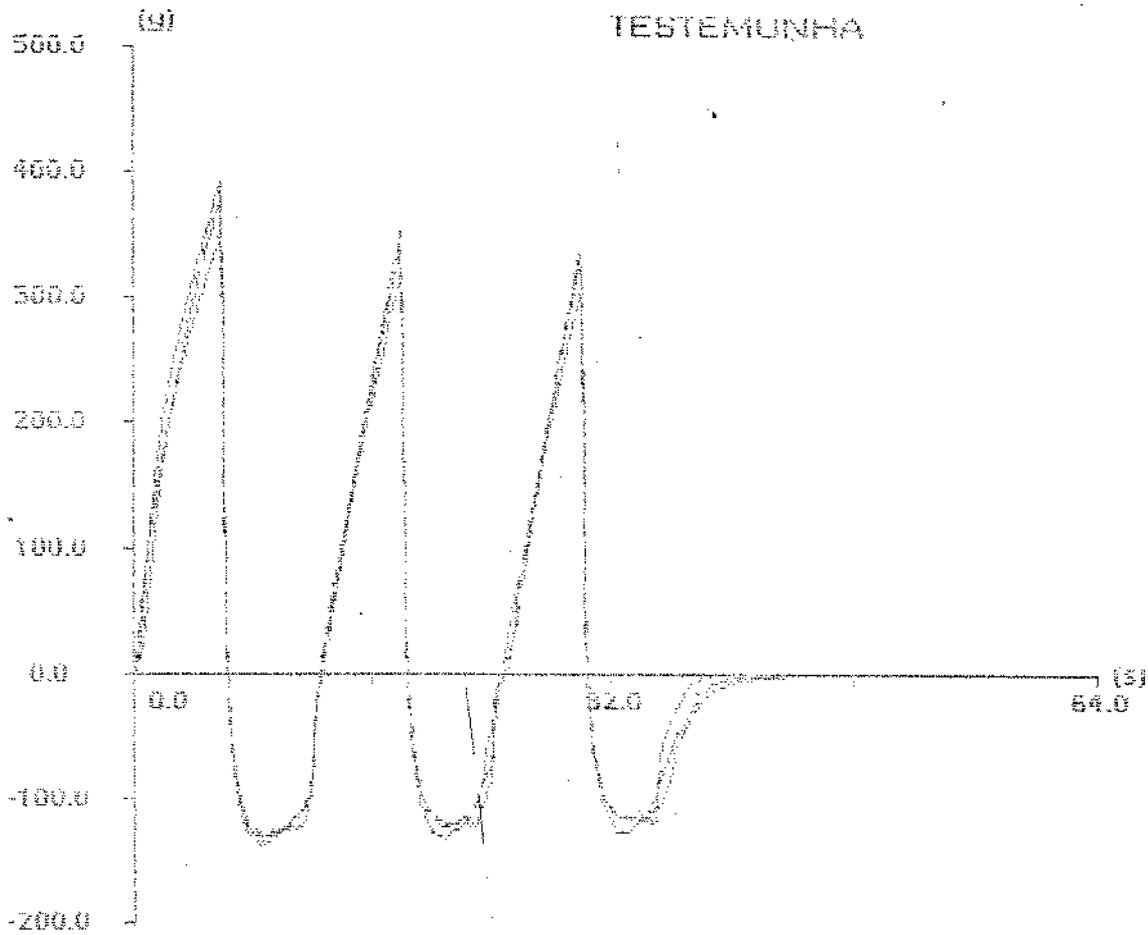
75. MARÍN, M.A.; CANO, P ; FÚSTER, C. Freezing preservation of four spanish mango cultivars (*mangifera indica* L.): chemical and biochemical aspects. **Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung**, v.196, p. 142-146, 1993.
76. MARTINS.F.P. ; PEREIRA, F.M. **Cultura do caquizeiro**. Jaboticabal, São Paulo: Funep, 1989. 71p.
77. MORAES; M.A.C: **Métodos para avaliação sensorial dos alimentos**. 5ªEd. Campinas: Editora Unicamp. 1985. 85p.
78. MOURA, M.A. **Efeito da embalagem e do armazenamento do caqui (*Diopyros kakai* L.) cultivar Taubaté**, Viçosa, 1995. 84p. Tese de mestrado - Univerddidade Federal de Viçosa.
79. MURAYAMA, S. **Fruticultura**. 2 ed. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola 1973. 371p.
80. OLSON, R.L. ; DIETRICH, W.C. Vegetable: characteristics and the stability of frozen product. In: **Freezing Preservation of Foods**. The AVI Publishing Company INC. 1968. Cap. 4. 83p.
81. OSORNO, M.V. Diferentes métodos de conservación de pulpas de frutas tropicales. **Revista del Instituto de Investigaciones Tecnológicas**, v. 24, n. 144, p. 34-48, 1983.
82. PEARSON, D. **The chemical analysis of food**. 5 ed. London J.A. Churchul. 1970. 452.
83. PENTEADO, S.R. Cultura do caquizeiro. In: **Fundação Cargill Fruticultura de Clima Temperado em São Paulo** , Campinas, p.157-173, 1986.

84. PHILIP, T. ; CHEN. T. Qualitative analysis of major carotenoid fatty acids esters in fruits by liquid chromatography: persimmon and papaya. **Journal of Food Science** v.53, n.6, p.1720-1722 e 1745, 1988.
85. POINTING, J.D.; FEINBERG, B.; BOYLE, F. P. Fruits: Characteristics and The Stability of The Frozen Products. In: **The Freezing Preservation of Foods**. The AVI Publishing Company INC.,1968. v.2, Cap. 5, 107p.
86. POPENOE, W. **Manual of tropical and subtropical fruits**. New York, The Macmillan, 1938. 474p.
87. POWERS, J.J.; MORSE, R.E.; SANE, R.H.; MILLS, W.C. Acidification and calcium-firming of canned pimientos. **Food Technology**, v.4, p. 485, 1960.
88. RAGAZZINI,D. **El kaki**. Madri: Ediciones Mundi-Prensa, 1985. 176p.
89. RAUCH, G.H. **Jam manufacture**. Londres, Leonard Hill Books, 1965. 199p.
90. RIGITANO; O: **Instruções técnicas para cultura do caqui**. Campinas, Instituto Agrônômico 1965. 25p. Boletim Técnico nº 30.
91. RIGITANO, O. **Cultura do Caqui**. 2 ed. São Paulo: Ed. Melhoramentos, 1966. 32p. (ABC do Lavrador Prático).
92. ROBERTS, A.C. ; McWEENY, D.J. The uses of sulphur dioxide in the food industry. **Journal Food Techology**, v.7, p. 221-238, 1972.
93. SALES, A.M. **Perdas nutricionais em alimentos** - Manual Técnico. Instituto de Tecnologia de Alimentos. Campinas, 1988, 105p.

94. SHIN, S.R.; MOON, K.D.; LEE, K.H.; KIM, K.S. Changes in the enzyme activities, pectins and structure os persimmon fruit during softening. **Jornal of the Korean Society of Food and Nutrition**, v.22, n.5, p.661-616, 1993. (Abstract FSTA, 92-03)
95. SILVA; N. ; JUNQUEIRA, U.C.A. **Métodos de análises microbiológicas de alimentos**. Manual Técnico nº 14. Campinas Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1995, 229p.
96. SILVA, S.E.L. **Efeitos de nitrogênio, fósforo e potássio na qualidade do fruto e na produtividade do caquizeiro (*Diospyros kaki* L)**. Viçosa, 1991. 60p. Tese de mestrado - Univerdidade Federal de Viçosa.
97. SILVA, S.D. Cor: Definição e métodos de medição. **Boletim do ITAL**, v.36, n.12, p.75-85, 1973.
98. SILVEIRA,E.T.F.; TRAVAGLINI, D.A.; MORI,E.E.M.; AGUIRRE, J.M.; FERREIRA, V.L.P. ; FIGUEIREDO, I.B. Aptidão das cultivares de caqui - Taubaté, Giombo e Ramaforte- quanto ao processamento na forma seca. **Boletim do ITAL**, Campinas. v.4, n.19, p.423-32, 1982.
99. SIMÃO, S. **Manual de fruticultura**. São Paulo: Editora Agronomica Ceres, 1971. 530p.
100. SPECK, M.L. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 2º Ed. Washington D.C. APHA, 1984, 914p.
101. SOLER, M. P. **Manual técnico industrialização de frutas**. Campinas:Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1986. 278p.
102. SOLER, M.P. **Industrialização de geléias**. Manual Técnico nº 7 Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL, Campinas 71p. 1991.

103. SUZUKI, K.; ITOH, S. ; TSUYUKI, H. Studies on lipid in persimmon. III. total lipidis and neutral lipidis in fruits on persimmon. *Journal of Japanese Society of Food Science and Techology*. v.29, n.8, p.484-489, 1982 In: **Food Science and Tecnology Abstracts**, n° 9. 1983 Ref: 83-09-J1372
104. RUSUL, G.e ANG,P.Y. Keeping quality of pasteurized bottled starfruit juice preseved by sodium bebzoate, sodium sorbate and sodium bissulphite. *ASEAN - Food Journal*, v.9, n.2, p. 77-82. 1994. (Abstract FSTA 94-12-H0079)
105. TAIRA, S.; SUGIURA, Y. e TOMANA, T. Relationships between natural flrsh Darking and polyphenoloxidase activiy in japanese persimmon (*D kaki* Thunb.) fruits. **Journal of the Japanise Society for Food Science and Techology**. v.34, n.9, p. 612-615, 1987.
106. TANAKA,T.;TAKAYASHI,R.; KOUNO, I.;NOGATA, G. Chemical evidence for the adstringency (insolubilization of tannins) of persimmon fruit. **Journal of the Chemical Society, Perkins Trasaction-1**, v.20, p. 3013-3022, 1994. (abstract FSTA 95-01-J0087).
107. TEE, E. S. Carotenoids and retinoids in human cutrition. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.31,n.1/2, p.103-163, 1992.
108. VENNING, J.A.; BURNS, D.J.W.; HOSKIN, K.M.; NGUYEN,T.; STEC, G.H. Factors influencing the stability of frozen kiwifruit pulp. **Journal of Food Science**, v.54, n. 2, p.396-400 e 404, 1989.
109. VOHELLE, J. **Frio industrial y domestico en la conservacion de los alimentos**. Barcelona, Aedos, 1969. p. 95-127.

110. VOLLMER, G.; JOSST, G.; SCHNENKER, D.; STURM, W.; VREDEN, N.  
**Lebensmittelfuehrer 1. Obst, Gemuese, Getreide,Brot, Wasser, Getraenke, Inhalte, Zusaetze, Rueckstaende.** Stuttgart Alemanha 1990. 300p.
111. WALKER, R. Sulphiting agents in foods:some risk / benefit considerations.  
**Food Additives and Contaminants**, v.2, n.1, p. 5-24, 1985.
112. WANG, B. ; TREPTOW, H. Kakianbau und -Verarbeitung in China **Flüssiges Obst**, v.60, n.4, p.159-163, 1993.
113. WILLS, R.H.H.; LEE, T.H.; GRAHAM, D.; McGLASSON, W.B.; HALL, E.G.  
**Postharvest An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables.** Westport, Connecticut, AVI, 1981. 161 p.
114. WINTON, K.B. ; WINTON, A.L. **Analisis de Alimentos**;Trad. F.J. VALLEJO) Barcelona: Ed.Hispano Americana, 1958.
115. YEN, G.C.; LIN, H.T. e YANG, P. Effects of heating process and frozen storage on changes in quality of guava puree. **Journal of The Chinese Agricultural Chemical Society**, v.32, n.2, p.156-169, 1994. (Abstract FSTA 94-08-J0046).
116. YU, Y.S.; KIM, Y.H.; LEE, C.S.; HONG, S. B. Studies on the canning of persimmon. In: **Horticultural Abstracts**, v.46, n. 12, 1976. (Ref. 11802).



Cursor	
0.000	s
-14.530	mm
-5.2	g

Files

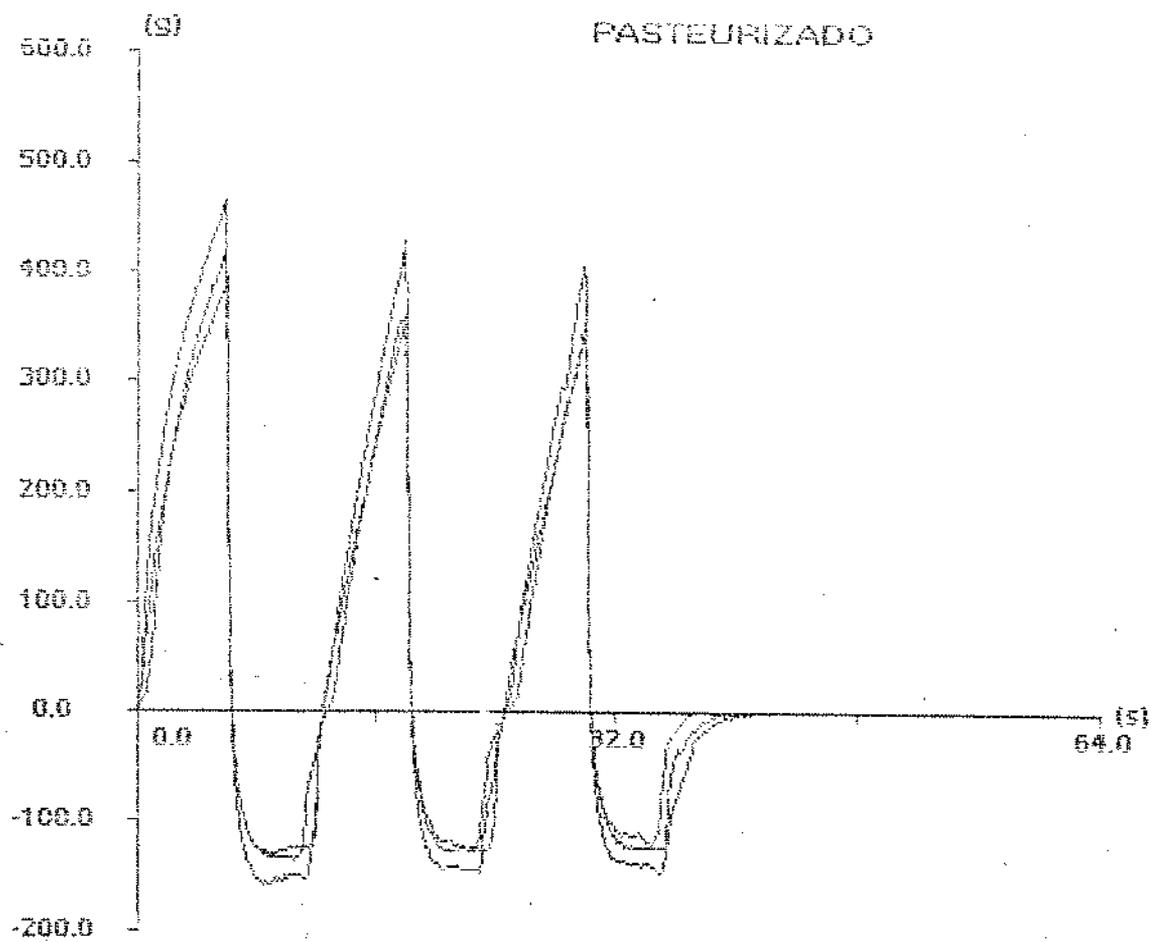
\*T11  
T12  
T13

Min. +ve peak	Max. +ve peak	Mean +ve peak	Std. Dev.	Coeff. of Var.
355.9 g	396.7 g	379.6 g	21.2 g	5.59 %
11.920 mm	12.000 mm	11.967 mm	0.042 mm	0.35 %

Sample Rate	:	200.00	pps	Test Time	:	43.36	s
Force Threshold	:	20.0	g	Dist. Threshold	:	0.50	mm
Sample Area	:	1.00	mm <sup>2</sup>	Contact Force	:	5.0	g

Measure Force in Compression		Cycle Until Count
SPEED: 2.0 mm/s	PRE TEST SPEED: 2.0 mm/s	POST TEST SPEED: 2.0 mm/s
TRIGGER TYPE: Auto @ 5	g	DISTANCE: 12.0 mm
COUNT: 3		

Figura 1. Gráfico da análise da consistência e adesividade da geléia de caqui - testemunha



Cursor	
0.000	s
-13.255	mm
1.8	g

Files

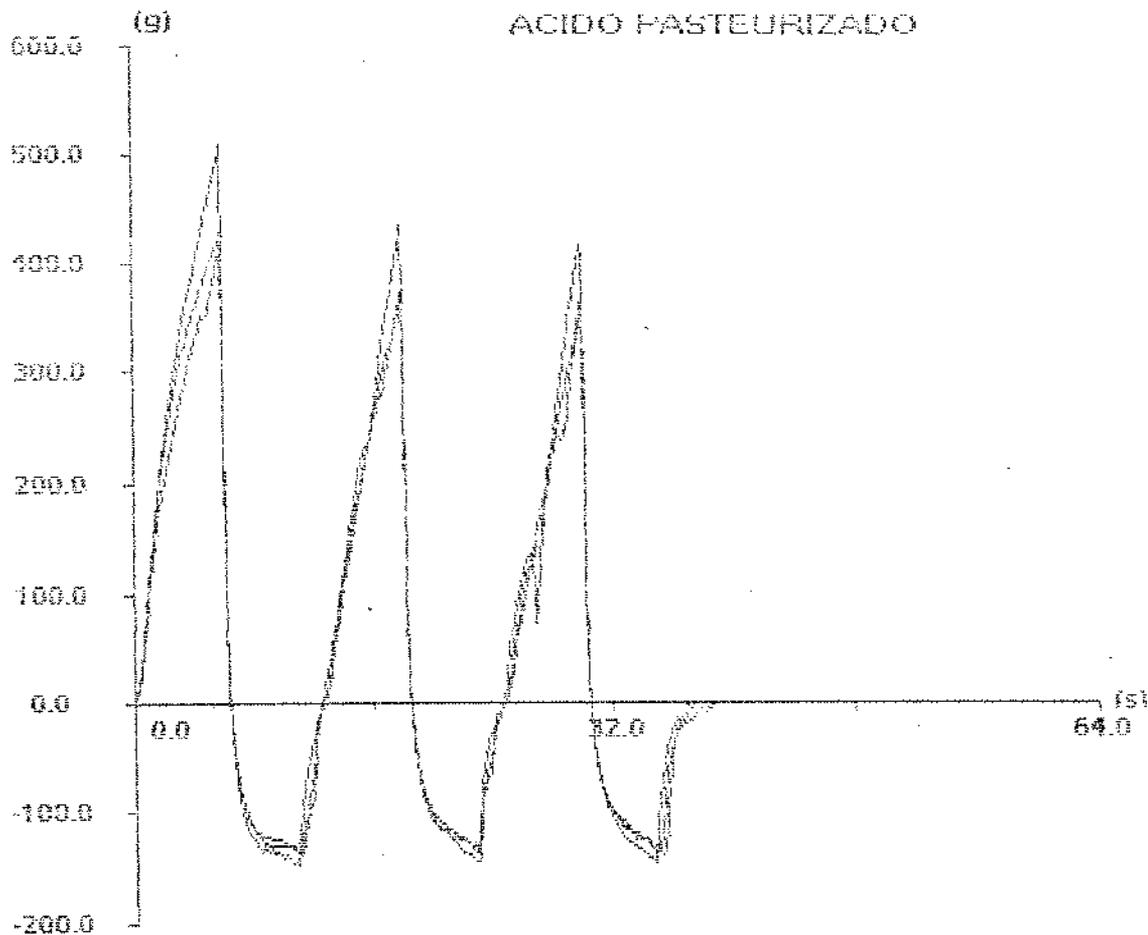
\*T21  
T22  
T23

Min. +ve peak	Max. +ve peak	Mean +ve peak	Std. Dev.	Coeff. of Var.
390.4 g	472.1 g	428.5 g	41.1 g	9.60 %
11.930 mm	11.990 mm	11.967 mm	0.032 mm	0.27 %

Sample Rate : 200.00 pps Test Time : 42.72 s  
 Force Threshold : 20.0 g Dist. Threshold : 0.50 mm  
 Sample Area : 1.00 mm<sup>2</sup> Contact Force : 5.0 g

Measure Force in Compression Cycle Until Count  
 SPEED: 2.0 mm/s PRE TEST SPEED: 2.0 mm/s POST TEST SPEED: 2.0 mm/s  
 TRIGGER TYPE: Auto @ 5 g DISTANCE: 12.0 mm  
 COUNT: 3

Figura 2. Gráfico da análise da consistência e adesividade da geléia de caqui -  
pasteurizado



Cursor	
0.000	s
-14.212	mm
-1.8	g

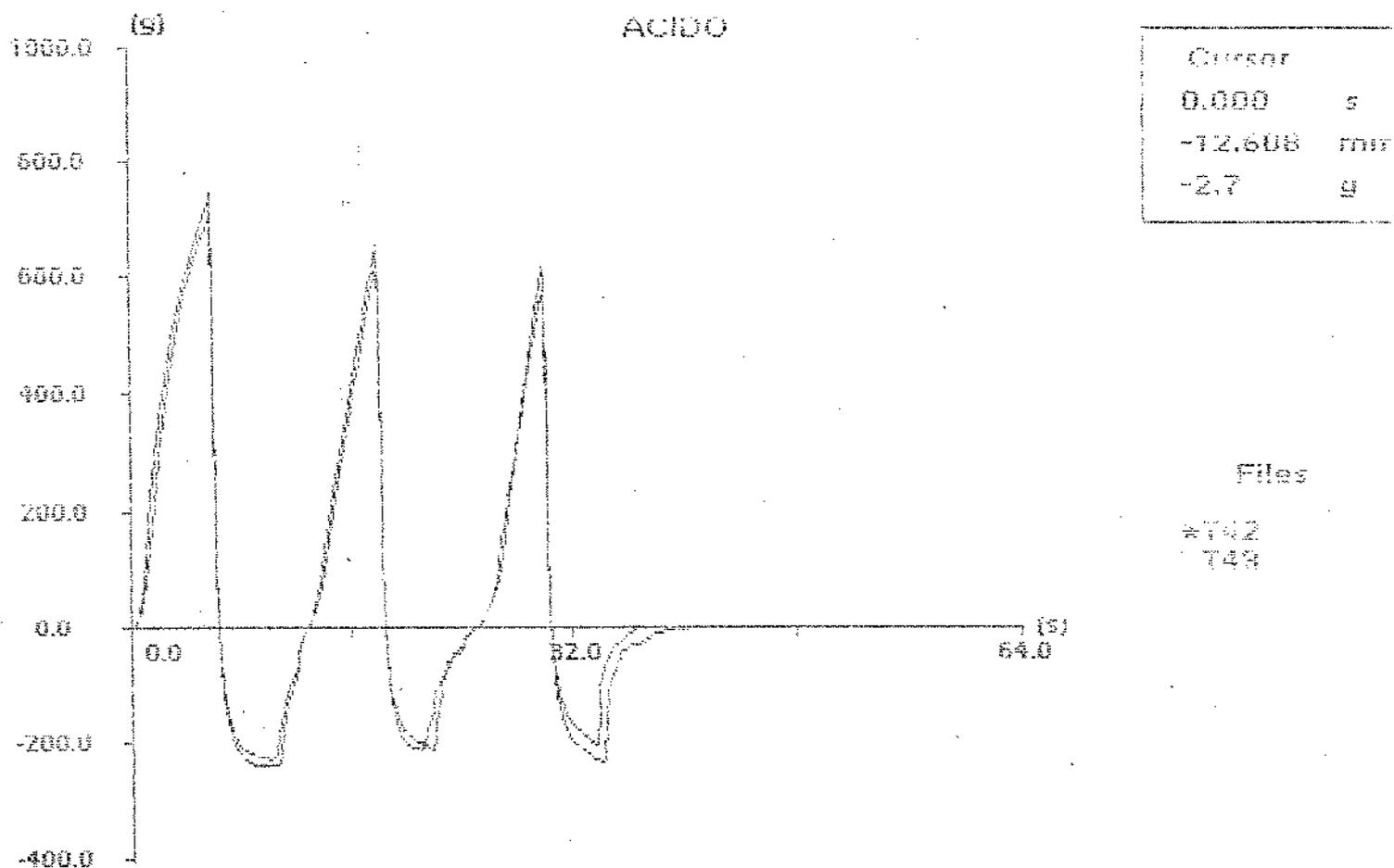
Files

\*T31  
RT32  
RT33

Min. +ve peak	Max. +ve peak	Mean +ve peak	Std. Dev.	Coeff. of Var.
421.2 g	510.7 g	455.4 g	48.3 g	10.60 %
11.930 mm	11.970 mm	11.967 mm	0.035 mm	0.29 %

Sample Rate	:	200.00	pps	Test Time	:	43.20	s
Force Threshold	:	20.0	g	Dist. Threshold	:	0.50	mm
Sample Area	:	1.00	mm <sup>2</sup>	Contact Force	:	5.0	g
Measure Force in Compression				Cycle Until Count			
SPEED: 2.0 mm/s		PRE TEST SPEED: 2.0 mm/s		POST TEST SPEED: 2.0 mm/s			
TRIGGER TYPE: Auto @ 5		g		DISTANCE: 12.0		mm	
COUNT: 3							

Figura 3. Gráfico da análise da consistência e adesividade da geléia de caqui - acidificado e pasteurizado

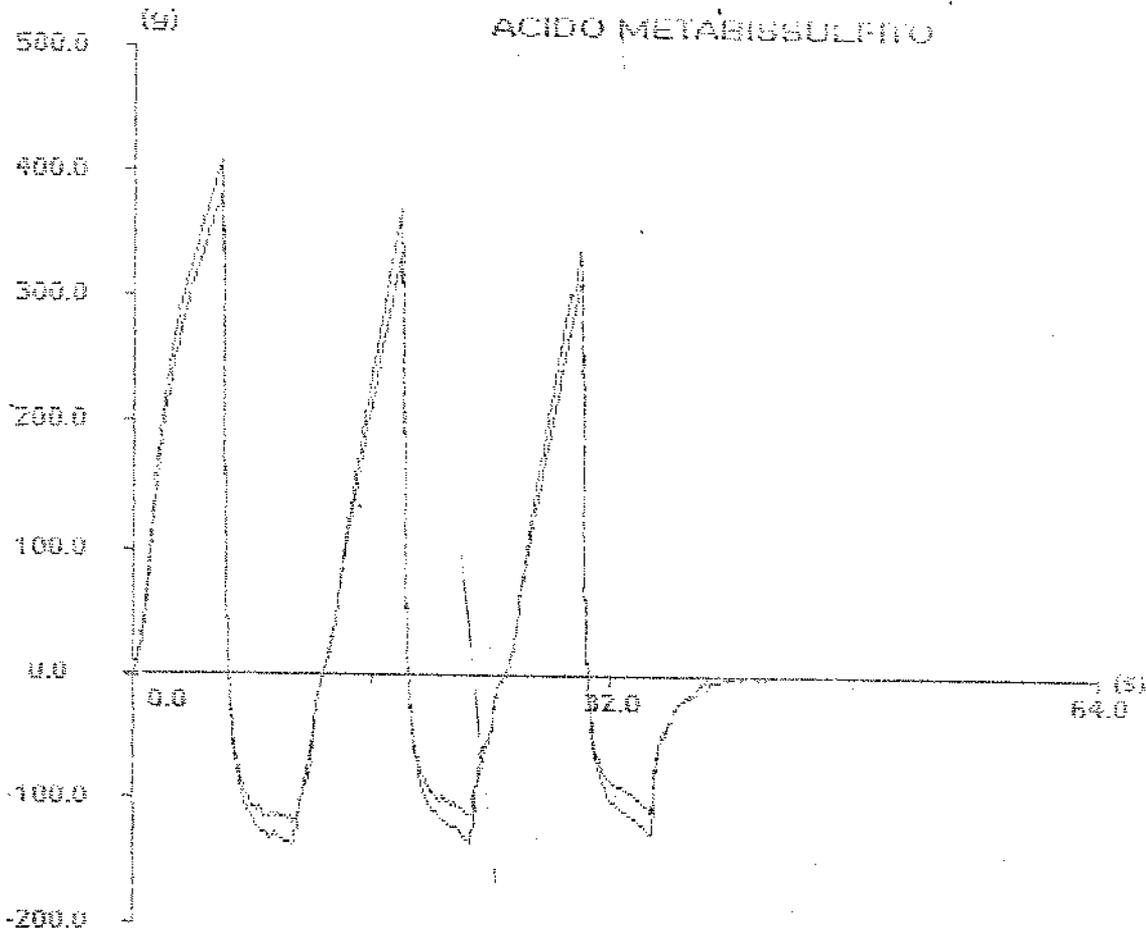


Min. +ve peak	Max. +ve peak	Mean +ve peak	Std. Dev.	Coeff. of Var.
715.8 g	745.8 g	730.6 g	20.9 g	2.86 %
11.940 mm	11.830 mm	11.885 mm	0.078 mm	0.65 %

Sample Rate : 200.00 pps      Test Time : 42.40 s  
 Force Threshold : 20.0 g      Dist. Threshold : 0.50 mm  
 Sample Area : 1.00 mm<sup>2</sup>      Contact Force : 5.0 g

Measure Force in Compression      Cycle Until Count  
 SPEED: 2.0 mm/s    PRE TEST SPEED: 2.0 mm/s    POST TEST SPEED: 2.0 mm/s  
 TRIGGER TYPE: Auto @ 5      g      DISTANCE: 12.0 mm  
 COUNT: 5

Figura 4. Gráfico da análise da consistência e adesividade da geléia de caqui - acidificado.



Cursor	
0.000	s
-16.450	mm
-0.5	g

Files  
\*TSE  
TSS

Min. +ve peak	Max. +ve peak	Mean +ve peak	Std. Dev.	Coeff. of Var.
185.4 g	414.4 g	329.9 g	20.5 g	5.24 %
11.960 mm	11.950 mm	11.955 mm	0.007 mm	0.06 %

Amplitude Rate	:	200.00	pps	Test Time	:	44.32	s
Force Threshold	:	20.0	g	Dist. Threshold	:	0.50	mm
Amplitude Area	:	1.00	mm <sup>2</sup>	Contact Force	:	5.0	g

Measure Force in Compression	Cycle Until Count
SPEED: 2.0 mm/s	PRE TEST SPEED: 2.0 mm/s
RIGGER TYPE: Auto @ 5	POST TEST SPEED: 2.0 mm/s
COUNT: 3	DISTANCE: 12.0 mm

Figura 5. Gráfico da análise da consistência e adesividade da geléia de caqui - acidificado e sulfitado.

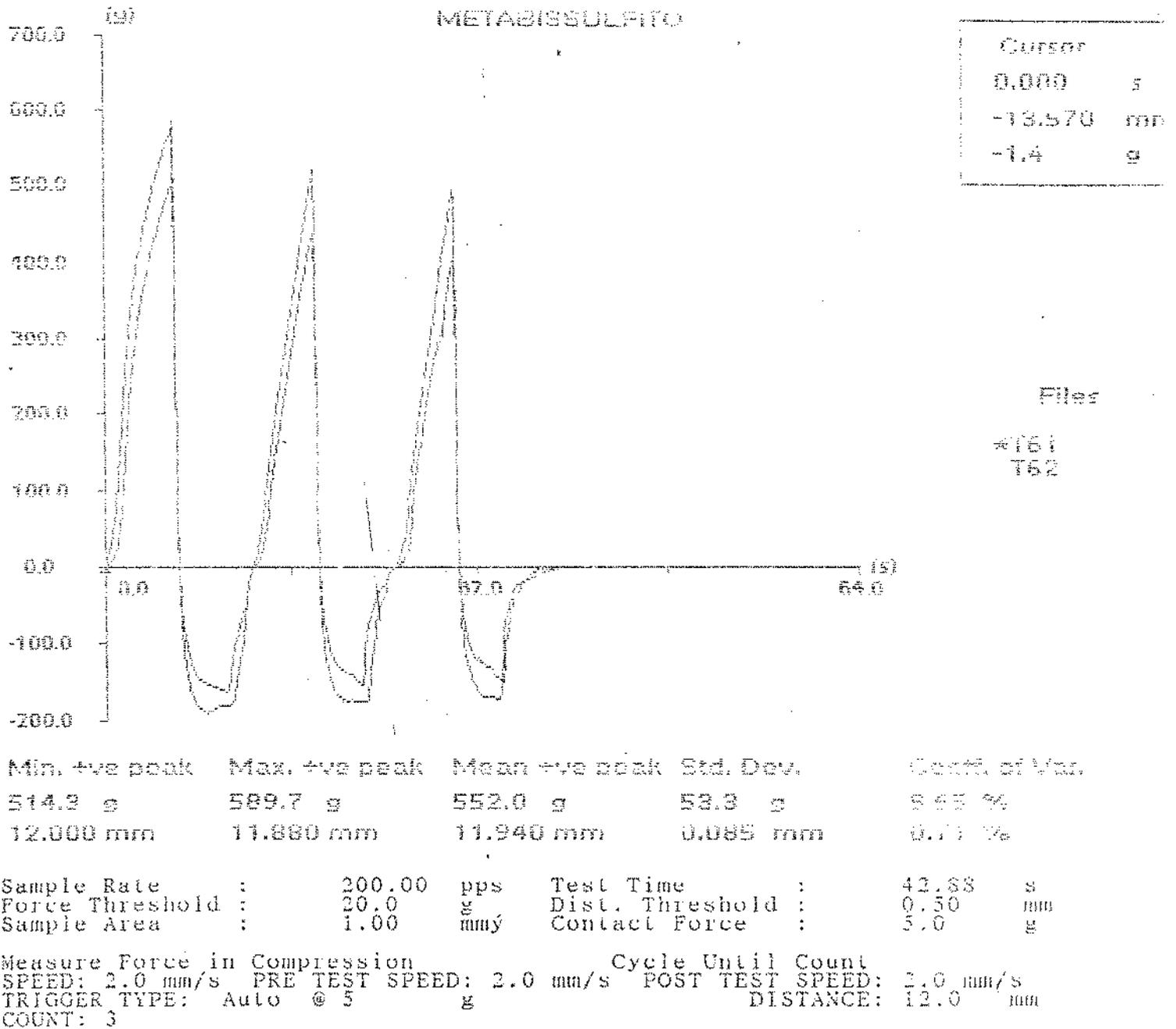


Figura 6. Gráfico da análise da consistência e adesividade da geléia de caqui - sulfitada.

Tabela 1. Análise de variância das geléias de caqui quanto a impressão global exceto cor.

F.V.	GL	SQ	QM	Fo
Amostra	4	174,472	43,618	19,29
Provador	29	191,67	6,60	2,92
Resíduo	116	262,355	2,26	
Total	149	628,507		

Fo > Ftab (p<0,05)

Tabela 2. Análise de variância das geléias de caqui quanto ao atributo cor.

F.V.	GL	SQ	QM	Fo
Amostra	4	2,719	0,679	0,62
Provador	29	410,414	14,152	12,91
Resíduo	116	127,16	1,096	
Total	149	540,294		

Fo > Ftab (p<0,05)