



**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE GOIABA  
'PEDRO SATO' COM APLICAÇÃO DE  
CLORETO DE CÁLCIO EM CONDIÇÕES  
AMBIENTE.**

**ANDRÉA LUIZA RAMOS PEREIRA XISTO**

**2002**

53313

37687 MFN

ANDRÉA LUIZA RAMOS PEREIRA XISTO

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE GOIABA  
'PEDRO SATO' COM APLICAÇÃO DE CLORETO DE  
CÁLCIO EM CONDIÇÕES AMBIENTE**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Lavras,  
como parte das exigências do Curso  
de Pós-Graduação em Agronomia,  
área de concentração em  
Agroquímica e Agrobioquímica,  
para obtenção do título de "Mestre".

Orientadora

Profa. Dra. Celeste Maria Patto de Abreu

**LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRAS  
2002**



**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Xisto, Andréa Luiza Ramos Pereira

Conservação pós-colheita de goiaba 'Pedro Sato' com aplicação de cloreto de cálcio em condições ambiente / Andréa Luiza Ramos Pereira Xisto. -- Lavras : UFLA, 2002.

49 p. : il.

Orientadora: Celeste Maria Patto de Abreu.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Goiaba. 2. Cálcio. 3. Conservação pós-colheita. 4. Armazenamento. 5. Temperatura ambiente. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-634.42168

**ANDRÉA LUIZA RAMOS PEREIRA XISTO**

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE GOIABA  
'PEDRO SATO' COM APLICAÇÃO DE CLORETO DE  
CÁLCIO EM CONDIÇÕES AMBIENTE**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Lavras,  
como parte das exigências do Curso  
de Pós-Graduação em Agronomia,  
área de concentração em  
Agroquímica e Agrobioquímica,  
para obtenção do título de "Mestre".

**APROVADA em 22/02/2002**

**Dra. Angelita Duarte Corrêa  
Dra. Urquiza de Oliveira Bicalho  
Dr. Custódio Donizete dos Santos**

**UFLA  
UNESP  
UFLA**

*Celeste Maria Patto de Abreu*

**Profa. Dra. Celeste Maria Patto de Abreu  
UFLA  
(Orientadora)**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL**

## ***OFEREÇO***

À minha mãe, pelo estímulo constante em  
buscar novos horizontes  
e por seu carinho e compreensão.

À memória de meu pai que me  
incentivou a continuar sempre.

Ao Cassio, pelo amor e compreensão, e ao meu querido  
Guilherme pelo seu amor inocente e sem exigências.

Aos meus irmãos, Ana Rosa, Alexandre  
e Aureliano pela união e carinho em toda nossa vida.

## ***DEDICO***

À memória de meu avô Antônio Moreira Ramos e à minha avó Heloisa  
Mesquita Ramos, pelo começo de tudo.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pois sem a sua graça e vontade nada teria sido concluído.

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de realização deste curso e à CAPES, pelo apoio financeiro

Ao Departamento de Química, em especial aos professores que muito contribuíram para a realização desta pesquisa.

Ao Departamento de Ciência dos Alimentos, principalmente aos professores e funcionários pela colaboração atenciosa.

À Prof<sup>ª</sup> Celeste Maria Patto de Abreu, pela orientação firme e confiante, atenção e principalmente por sua amizade.

À Prof<sup>ª</sup> Angelita Duarte Corrêa, pela minha volta às atividades de pesquisa, por suas valiosas sugestões e amizade.

Ao Prof. Custódio Donizete dos Santos, pela atenção, contribuição e amizade.

À Prof<sup>ª</sup>. Maria das Graças Cardoso e Prof. Mauro dos Santos Carvalho, pelo apoio e cooperação oferecidos durante este trabalho.

Aos técnicos de laboratório do DQI/UFLA, em especial Liége, Marli, Maria Aparecida (Xulita), Cleusa, Joalis, Wilson, Guimarães e João Astolfo, pelo apoio na realização de algumas análises e pelo carinho e amizade.

Às secretárias Vera e Miriam, pela eficiência no atendimento e por suas presenças constantes e amigáveis.

Aos colegas de curso, pelo estímulo e confiança, em especial ao Enio e Hernete, pela troca de experiências e pelo convívio alegre.

À minha avó, Heloisa Mesquita Ramos, pelo seu carinho.

Às minhas tias e tios, principalmente à Heloisa Helena Ramos e Terezinha Aparecida Ramos Torres; aos meus primos, exaltando a presença sempre alegre da Carla, Flávia, Bruno, Izabel, João Paulo e amigos que sempre me apoiaram.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

***Muito obrigado!***

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS E TABELA.....	i
RESUMO.....	iii
ABSTRACT .....	iv
1 INTRODUÇÃO .....	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	03
2.1 Aspectos Gerais .....	03
2.2 Alterações químicas que ocorrem com o amadurecimento .....	04
2.3 Acidez Total Titulável e pH .....	04
2.4 Sólidos Solúveis Totais .....	05
2.5 Açúcares Totais, Redutores e Não-redutores .....	06
2.6 Vitamina C .....	07
2.7 Pectina Total e Solúvel .....	08
2.8 Pectinametilesterase e Poligalacturonase .....	10
2.9 Ação do Cálcio .....	11
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	13
3.1 Material .....	13
3.2 Tratamento com Cálcio .....	13

3.3 Preparo do amostra .....	14
3.4 Delineamento Experimental .....	14
3.5 Análise físico-químicas e químicas .....	15
3.5.1 Perda de massa.....	15
3.5.2 Acidez Total Titulável.....	15
3.5.3 pH.....	16
3.5.4 Sólidos Solúveis Totais.....	16
3.5.5 Açúcares Totais, Redutores e Não-redutores.....	16
3.5.6 Vitamina C .....	16
3.5.7 Pectina Total e Solúvel.....	17
3.5.8 Atividade de Pectinametilesterase e Poligalacturonase .....	17
3.5.9 Cálcio Total.....	18
3.5.10 Cálcio ligado à parede celular.....	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	19
4.1 Perda de Massa .....	19
4.2 Acidez Total Titulável e pH .....	21
4.3 Sólidos Solúveis Totais .....	23
4.4 Açúcares Totais .....	25
4.5 Açúcares Redutores .....	26
4.6 Açúcares Não-redutores .....	27
4.7 Vitamina C .....	28

4.8 Pectina Total e Solúvel .....	31
4.9 Atividade de Pectinametilsterase .....	33
4.10 Atividade de Poligalacturonase .....	34
4.11 Cálcio Total e Cálcio ligado à parede celular .....	36
5 CONCLUSÕES .....	38
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	39
7 ANEXOS .....	47

## LISTA DE FIGURAS E TABELA

### Página

- FIGURA 1 Curva e equação de regressão representativas dos valores de perda de massa de goiabas cv. “Pedro Sato” submetidas ao tratamento hidrotérmico com cloreto de cálcio e armazenadas sob condições ambientais..... 19
- FIGURA 2 Curva e equação de regressão representativas dos teores de acidez total titulável de goiabas cv. “Pedro Sato” submetidas ao tratamento hidrotérmico com cloreto de cálcio e armazenadas sob condições ambientais..... 21
- FIGURA 3 Curva e equação de regressão representativas dos valores de pH de goiabas cultivar “Pedro Sato” submetidas ao tratamento hidrotérmico com cloreto de cálcio e armazenadas sob condições ambientais..... 23
- FIGURA 4 Curva e equação de regressão representativas dos teores de sólidos solúveis totais de goiabas cv. “Pedro Sato” submetidas ao tratamento hidrotérmico com cloreto de cálcio e armazenadas sob condições ambientais..... 24
- FIGURA 5 Curva e equação de regressão representativas dos teores de açúcares totais de goiabas cv. “Pedro Sato” submetidas ao tratamento hidrotérmico com cloreto de cálcio e armazenadas sob condições ambientais. .... 26
- FIGURA 6 Curva e equação de regressão representativas dos valores de açúcares redutores de goiabas cv. “Pedro Sato” submetidas ao tratamento hidrotérmico com cloreto de cálcio e armazenadas sob condições ambientais. .... 27
- FIGURA 7 Curva e equação de regressão representativas dos teores de açúcares não-redutores de goiabas cv. “Pedro Sato” submetidas ao tratamento hidrotérmico com cloreto de cálcio e armazenadas sob condições ambientais. .... 28

FIGURA 8 Curva e equação de regressão representativas dos teores de vitamina C Total de goiabas cv. “Pedro Sato” submetidas ao tratamento hidrotérmico com cloreto de cálcio e armazenadas sob condições ambientais.. .....	30
FIGURA 9 Curva e equação de regressão representativas dos teores de pectina total de goiabas cv. “Pedro Sato” submetidas ao tratamento hidrotérmico com cloreto de cálcio e armazenadas sob condições ambientais. .......	32
FIGURA 10 Curva e equação de regressão representativas dos teores de pectina solúvel de goiabas cv. “Pedro Sato” submetidas ao tratamento hidrotérmico com cloreto de cálcio e armazenadas sob condições ambientais.....	33
FIGURA11 Curva e equação de regressão representativas da atividade da PME de goiabas cv. “Pedro Sato” submetidas ao tratamento hidrotérmico com cloreto de cálcio e armazenadas sob condições ambientais. .......	34
FIGURA12 Curva e equação de regressão representativas da atividade da PG de goiabas cv. “Pedro Sato” submetidas ao tratamento hidrotérmico com cloreto de cálcio e armazenadas sob condições ambientais. .......	36

## TABELA

TABELA 1 Teores médios (% MS) de cálcio total e cálcio ligado à parede celular de goiabas cv. “Pedro Sato” submetidas ao tratamento hidrotérmico com e sem cloreto cloreto de cálcio e armazenadas sob condições ambientais. .......	37
--	----

## RESUMO

XISTO, A. L. R. P. Conservação pós-colheita de goiaba 'Pedro Sato' com aplicação de cloreto de cálcio em condições ambiente. 2002. 49p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica e Agrobioquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG. \*

No Brasil, o consumo de goiabas 'in natura' vem aumentando a cada ano, por ser um fruto de excelente qualidade nutricional e possuir sabor e aroma muito agradáveis. Todavia, durante o transporte, o período de armazenamento e a comercialização, as perdas são bastante significativas, sendo necessário desenvolver tecnologias para manter a qualidade pós-colheita e aumentar a vida útil desse fruto. O tratamento com cálcio já vem sendo utilizado na pós-colheita associado a outras tecnologias com bastante eficiência. Neste trabalho foi avaliada a ação isolada do tratamento com cálcio em goiabas armazenadas em condições ambiente para a manutenção da aparência, firmeza e qualidade nutricional. Os frutos da cv. "Pedro Sato" foram provenientes de Lavras-MG, colhidos no estádio de maturação "de vez" e selecionados em função do tamanho, forma e cor. O tratamento hidrotérmico à temperatura de 30 °C, com cloreto de cálcio a 1g/100 mL (CCa) foi testado comparando-o com frutos sem tratamento (SCa). Em seguida os frutos foram armazenadas em condições ambientais (22,6 °C ± 1, UR 75 % ± 5) durante quatro dias. Após o armazenamento avaliaram-se as características físicas, químicas e físico-químicas. Os teores de cálcio total e cálcio ligado foram mais elevados nos frutos CCa e por terem apresentado uma pequena absorção influenciaram o amadurecimento do fruto, pois os teores de acidez total titulável, pH, sólidos solúveis totais, açúcares totais, redutores e não-redutores foram inferiores aos teores dos frutos SCa. A utilização de cloreto de cálcio também acarretou menor perda de massa e de teor de pectina solúvel e atividades mais baixas de pectinametilesterase e poligalacturonase, promovendo um amaciamento menos intenso, mantendo a firmeza desses frutos. Foram detectadas menores perdas de vitamina C nos frutos CCa, sugerindo que o uso de cálcio pode ter diminuído as reações de degradação desta vitamina, mantendo a qualidade nutricional das goiabas, durante o período de armazenamento.

---

\* Comitê Orientador: Dra. Celeste Maria Patto de Abreu - UFPA (Orientadora), Dra. Angelita Duarte Corrêa - UFPA, Dr. Custódio Donizete dos Santos - UFPA

## ABSTRACT

XISTO, A. L. R. P. **Conservation guava post-harvest “Pedro Sato” with application of calcium chloride in environmental conditions.** 2002. 49p. Lecture (Matership in Agrochemistry and Agrobiochemistry) - Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG. \*

In Brazil, the consumption of guavas ‘in nature ’ comes increasing to every year because it is a fruit of excellent quality of nutrition and it possesses characteristic flavor and aroma that are very pleasant. However, during the transport, the storage period and the commercialization the losses plows even significant, being necessary to develop technologies to maintain the quality post-crop and to increase the useful life of that fruit. The treatment with calcium already comes being used in the post-crop associated to other technologies with plenty of efficiency. In this work the isolated action of the treatment was evaluated with calcium in guavas stored in conditions atmosphere for the maintenance of the appearance, firmness and quality of nutrition. The fruits cv. “Pedro Sato” were coming from Lavras-MG, picked i the maturation stadium “just before ripening” and selected in function of the size, form and color. The hydrothermal treatment to the temperature of 30 °C, with chloride of calcium to 1 g/100 mL was tested comparing it with fruits without treatment (control). Soon after the guavas were stored in environmental temperature (22,6 °C ±2, UR 75% ±10) for four days. After the storage the physic, chemistry and physical-chemistry characteristics were evaluated. The texts of total calcium and tied up calcium were more elevated in the guavas submitted to the hydrothermal treatment with chloride of calcium and for they have presented a small absorpction they influenced the ripeness of the fruit, because the tenors of total acidity, pH, total soluble solids, total sugars, reducers and no-reducers obtained were inferior to the values of the control. The use of chloride of calcium also propitiated smaller mass loss, and the content of soluble pectin and smaller activities of pectinamtilesterase drops and polygalacturonase, promoting a less intense softening, maintaining the firmness of those fruits. Smaller vitamin C losses were detected in the treated fruits with chloride of calcium, suggesting that the use of calcium can have decreased the reactions of degradation of this vitamin, maintaining the quality of nutrition of the guavas during this period.

---

\* Advising Committee: D<sup>ª</sup> Celeste Maria Patto de Abreu – UFLA (Advisor), D<sup>ª</sup> Angelita Duarte Corrêa – UFLA, D<sup>†</sup> Custódio Donizete dos Santos – UFLA.

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o consumo de goiaba 'in natura' vem aumentando significativamente devido ao seu excelente valor nutritivo, apresentando teores consideráveis de vitamina C e outras vitaminas, açúcares, ferro, cálcio e fósforo em sua polpa. Além disso, contém fibras e elevada digestibilidade, fatores que são favoráveis à saúde humana, e apresentam ainda propriedades organolépticas bastante agradáveis (Carvalho, 1994).

Mundialmente o Brasil destaca-se entre os grandes produtores de goiabas. Na região Sudeste, os Estados que mais se destacam são Rio de Janeiro e São Paulo, e no Nordeste a maior produção encontra-se em Pernambuco e Paraíba.

As exportações de goiabas e de seus derivados são inexpressivas, pois a fruta é considerada exótica e pouco difundida nos mercados internacionais o que faz com que a produção dependa quase exclusivamente do mercado interno (Manica et al., 2000). O comércio do fruto "in natura" geralmente é realizado nos grandes centros consumidores (CEAGESP e CEASAS) ou os frutos são distribuídos em feiras, supermercados e fruteiras, além de bares e lanchonetes, normalmente a granel ou acondicionados em caixas plásticas, de madeira ou de papel.

A má qualidade das frutas, provenientes de uma pós-colheita inadequada e a falta de estrutura na comercialização, limita consideravelmente o comércio da goiaba. Após a colheita, a senescência do fruto é rápida, ocorrendo em um ou dois dias, fazendo com que perca seus atributos de qualidade (físicos e sensoriais) diminuindo consideravelmente o seu período de armazenamento. Este é um aspecto fundamental, pois dificulta ou até mesmo impossibilita o produtor de enviar seus frutos a centros consumidores mais distantes visto que as perdas que ocorrem no percurso são irreparáveis.

Diversos Institutos de Pesquisa estimam que 40% da produção nacional é perdida na etapa de comercialização devido ao inadequado manejo do fruto na fase pós-colheita. Registra-se algo em torno de 15 milhões de toneladas de frutos jogado fora (Almcida, 1991). Estudos da UNICAMP revelam que 35 a 40% das frutas colhidas não chegam ao mercado por apodrecerem precocemente (Barreto, 1991).

Portanto, torna-se necessário o desenvolvimento de tecnologias apropriadas para que a vida útil desse fruto seja prolongada, aumentando o seu período de armazenamento e conseqüentemente diminuindo as perdas que ocorrem nesta fase.

Dentre essas tecnologias as aplicações de cálcio vem sendo realizada nas fases pré (Singh & Chauhan, 1993) e pós-colheita (Tavares, 1993) outros métodos de conservação, principalmente a refrigeração, aumentando a concentração de cálcio no fruto visando controlar os processos bioquímicos e fisiológicos que estão envolvidos com a textura e firmeza do fruto.

Entretanto nem todos os produtores têm acesso a câmaras frias, portanto neste trabalho as goiabas foram tratadas com cloreto de cálcio e armazenadas em condições ambientais. Durante o armazenamento, a aparência dos frutos foi avaliada, realizou-se a análise de alguns nutrientes e mediu-se a atividade de algumas enzimas, a fim de destinar as goiabas ao consumo 'in natura'.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Aspectos Gerais

A goiaba é um fruto tropical que pertence ao gênero *Psidium*, da família *Myrtaceae* sendo amplamente distribuída pelas regiões tropicais e subtropicais do mundo. Acredita-se que o seu local de origem seja a América tropical (Pereira & Martinez-Junior, 1986).

Segundo Piza Jr. & Kavati (1994), a goiaba é um fruto tipo baga, pois apresenta um mesocarpo carnoso que possui quatro a cinco lóculos onde as sementes estão alojadas. É um fruto com uma grande variação quanto à forma, coloração, aroma e sabor.

A época normal de produção da goiaba encontra-se entre janeiro e março, mas através de práticas culturais como a poda e irrigação, é possível realizar a colheita durante o ano todo. O índice de maturidade ideal para a colheita é reconhecido pelos produtores observando o tamanho, a consistência e a cor do fruto. No entanto, não existe um método ideal para se determinar a melhor época para a colheita. Recomenda-se então que a colheita seja realizada no estágio maduro assegurando que o fruto maduro tenha uma boa qualidade e alcance atributos de qualidade relacionados com a cor da casca e da polpa, quanto ao flavor, à textura e ao valor nutricional.

A qualidade do fruto pode ser afetada por vários fatores como, práticas de irrigação adotadas, estágio de maturação, localização do fruto na árvore e ambiente de armazenamento (Siddiqui, Sharma & Gupta. 1991).

## **2.2 Alterações químicas que ocorrem com o amadurecimento**

Durante a fase de maturação dos frutos ocorrem alterações físicas e químicas acentuadas, com conseqüentes modificações na coloração da casca e na composição química da polpa. Chitarra & Chitarra (1990) definiram o amadurecimento como sendo as mudanças nos fatores sensoriais do sabor, aroma, cor e textura que torna o fruto aceitável para o consumo.

Algumas dessas mudanças são controladas por processos físicos e bioquímicos e podem ser detectadas pela observação das transformações físicas visíveis ou pela análise de transformações endógenas como alterações na síntese e degradação de pigmentos, conversão do amido em açúcares, perda de firmeza, produção de voláteis, degradação de pectinas e alterações na atividade enzimática (Andrews & Li, 1994).

Crookes & Grierson (1983) têm sugerido que durante o amadurecimento há uma descompartimentalização das células devido ao aumento da permeabilidade das membranas celulares, alterando a atividade de enzimas envolvidas no amadurecimento, tornando o fruto mais susceptível às deteriorações fisiológicas e físicas.

## **2.3 Acidez Total Titulável e pH**

Variações nos teores de acidez total titulável (ATT) e pH durante o período de maturação contribuem para o desenvolvimento do sabor da goiaba. Durante o amadurecimento os teores de ácidos orgânicos diminuem em decorrência do processo respiratório ou da conversão de açúcares, visto que nesta fase observa-se uma maior atividade metabólica. Os ácidos orgânicos constituem excelente reserva energética do fruto, através de sua oxidação no

ciclo de Krebs (Chitarra & Chitarra, 1990). Assim, frutos maduros apresentam-se mais ácidos do que os maduros (Chyau, Chen & Wu, 1992).

Wilson, Shaw & Campbell (1982) estudando cinco variedades de goiabas detectaram a presença de ácidos como, o ácido cítrico, málico e fumárico sendo o ácido cítrico encontrado em maior quantidade.

Durante a maturação de goiabas, aumento na ATT foi encontrado por Yusof & Mohamed (1987) entre a quarta e sexta semana após a formação do fruto.

No armazenamento aumento na ATT tem sido relatado. Siddiqui, Sharma & Gupta (1991) observaram aumento na ATT de goiabas cv. "Kumagai" armazenadas em temperatura ambiente. Aumento na ATT também foi observado por Carvalho (1999) e Gianoni (2000) para goiabas armazenadas sob refrigeração.

Para goiabas, Chitarra (1996), relatou que a ATT pode variar de 0,2 a 1,0 % de ácido cítrico. 100g de polpa<sup>-1</sup>.

Chyau, Chen & Wu (1992), observaram que a variação no pH é menos acentuada, geralmente variando entre 4,5 e 5,2 nos frutos maduros.

Carvalho (1999) e Oliveira (1996) observaram aumento nos valores de pH de goiabas armazenadas sob atmosfera modificada e refrigeradas.

## **2.4 Sólidos Solúveis Totais**

A goiaba apresenta sabor e aroma característicos que são devidos, principalmente ao balanço de açúcares e ácidos (compostos voláteis aromáticos) sendo que a proporção deles está estreitamente relacionada com a intensidade da doçura dos frutos.

Os diferentes cultivares de goiaba possuem o teor de sólidos solúveis totais (SST) variando entre 5,72 e 17,76 % (Singh et al., 1984; Siddiqui, Sharma

& Gupta, 1991). Segundo Carvalho (1994), variedades que apresentam alto grau de doçura com porcentagem de SST variando entre 7,33 e 7,82%, são cultivares próprias para o consumo “in natura”.

Carvalho (1999) observou uma elevação pouco acentuada de SST com o avanço da maturação em goiabas embaladas e armazenadas sob refrigeração.

Para goiabas da cv. “Kumagai” foi observado reduções nos teores de SST dos frutos tratados com  $\text{CaCl}_2$  aos vinte e um dias de armazenamento refrigerado (Gianonni, 2000). Pequena redução no teor de sólidos solúveis totais também foi observado por Yamashita & Benassi (2000) para goiabas tratadas com cloreto de cálcio e armazenadas sob atmosfera modificada e refrigeradas.

## **2.5 Açúcares Solúveis Totais, Redutores e Não-redutores.**

Na fase de maturação dos frutos, a degradação dos polissacarídeos é um dos processos bioquímicos mais relevantes, proporcionando um aumento nos teores de açúcares e conseqüentemente aumentando a doçura do fruto.

Durante o período de desenvolvimento do fruto goiaba, a elevação nos teores de açúcares totais, redutores e não-redutores pode ser devido à hidrólise do amido e acúmulo de glicose, frutose e sacarose. Mowlah & Itoo (1982) relataram que os açúcares predominantes em goiabas, em ordem decrescente, são a frutose, a glicose e a sacarose. A desidratação dos frutos que resulta em concentração de açúcares e a degradação de polissacarídeos da parede celular também contribuem para o aumento dos açúcares totais (Chitarra & Chitarra, 1990).

Para Chitarra & Chitarra (1990) a elevação nos teores de açúcares é devido à maturação do fruto, porém permanece por curtos períodos durante o armazenamento, decrescendo após o armazenamento prolongado.

Segundo Chitarra (1996) o teor de açúcares totais no fruto quando maduro pode variar de 4,00 a 9,00%. Este mesmo autor relatou que a doçura da goiaba é resultante da proporção entre frutose, glicose e sacarose e que esses açúcares são um dos responsáveis pelo sabor e aroma característico da goiaba. Os níveis de açúcares totais, redutores e não redutores de vários cultivares oscilaram entre 2,6 e 8,95; 2,1 e 5,5 e entre 0,5 e 1,83%, respectivamente (Singh e Chauhan, 1982; Esteves & Carvalho, 1982; Wills et al., 1983; Singh et al., 1984).

No final do período de armazenamento, Gianonni (2000) observou aumento nos teores de açúcares totais, redutores e não-redutores de goiabas tratadas com cloreto de cálcio e armazenadas sob refrigeração.

Tem sido constatado que durante o armazenamento de goiabas há uma diminuição nos teores de açúcares totais redutores e não redutores (Singh et al., 1984). O mesmo comportamento foi observado por Chyau, Chen & Wu (1992) em goiabas colhidas maduras ou maduras.

## **2.6 Vitamina C**

Do ponto de vista nutricional a goiaba pode ser considerada uma boa fonte de vitamina C por apresentar elevados teores de ácido ascórbico em sua composição química. Frutas com teores mais elevados são desejáveis, visto que durante o transporte, armazenamento e processamento há uma perda de parte dessa vitamina (Carvalho, 1994).

Na literatura, para cultivares nacionais os teores de vitamina C analisados após a colheita, encontram-se entre 110 e 336 mg de ácido ascórbico. 100g<sup>-1</sup> de polpa ( Gerhardt et al., 1997).

Segundo Cheftel & Cheftel (1992) decréscimos nos teores de ácido ascórbico de frutos durante o armazenamento dependem do tempo e da temperatura de armazenamento. Durante armazenamento prolongado há diminuição no teor de ácido ascórbico devido à rápida conversão deste ácido em ácido dehidroascórbico na presença da enzima ácido ascórbico oxidase.

Lima (1999) observou uma redução no conteúdo de vitamina C com a evolução da senescência em goiabas armazenadas sob refrigeração. Khedkar et al. (1982) também observaram redução no teor de vitamina C em goiabas da cultivar Sadar L-49 armazenadas por dez dias em temperatura ambiente.

Em diferentes estádios de maturação de goiabas El-Buluk et al. (1997) observaram um aumento intenso no teor de vitamina C durante a maturação e o amadurecimento. Segundo Poovaiah (1986) o cálcio reduz a taxa respiratória dos frutos, podendo haver acúmulo de glicose e sua posterior utilização para a síntese de ácido ascórbico.

O teor de vitamina C está sujeito a grandes variações, dependendo da cultivar, do estágio de maturação e da temperatura de armazenamento podendo aumentar atingindo um teor máximo de 169,76 mg de vitamina C.100g<sup>-1</sup> (Oliveira, 1996) ou diminuir (Singh e Chauhan, 1982) durante o armazenamento em temperatura ambiente.

## **2.7 Pectina Total e Solúvel**

A firmeza dos frutos é um atributo de qualidade estreitamente relacionado com a solubilização de substâncias pécnicas que estão localizadas na parede celular e lamela média. Para Carvalho (1994) a textura firme determina o tempo de conservação, a resistência ao transporte e a resistência ao ataque de microorganismos.

As substâncias pécnicas são polímeros de ácido galacturônico e derivados, encontradas na forma de protopectinas, ácidos pectínicos, ácidos pécnicos e pectinas. A forma insolúvel das substâncias pécnicas é a protopectina que se liga a outras cadeias poliméricas adjacentes através de pontes de cálcio formando um polímero de alto peso molecular. Denominam-se pectinas somente as cadeias poligalacturônicas 100% metiladas, e ácidos pectínicos as cadeias poligalacturônicas com grau de metilação inferior a 100%. Ácidos poligalacturônicos que não apresentam metoxilas são designados ácidos pécnicos (Cheftel & Cheftel, 1992). A desesterificação e hidrólise da protopectina, a transformam em ácidos pectínicos (esterificados com grupos metílicos) e em ácidos pécnicos (sem esterificação) que apresentam menores pesos moleculares e são chamados de pectinas solúveis.

O aumento nos teores de pectina solúvel indica amaciamento do fruto e acontece devido ao fato das substâncias pécnicas serem degradadas a ácido galacturônico solúvel. O amaciamento da goiaba é um processo que se caracteriza pela despolimerização das pectinas da parede celular, acompanhado por um aumento na solubilização das mesmas e é controlado por enzimas pectolíticas (Adams, 1991).

Carvalho (1994), encontrou alta porcentagem de pectina solúvel na cultivar Pirassununga Vermelha, indicando que esta cultivar tem sua utilização limitada, uma vez que a textura muito macia diminui a vida de prateleira dos frutos. Frutos submetidos a diferentes níveis de cloreto de cálcio e armazenados sob refrigeração apresentaram menor solubilização das pectinas, sugerindo uma associação entre firmeza do fruto e presença de cálcio (Gianonni, 2000)

Em um estudo com diversos cultivares de goiabas indianas colhidas em diferentes estádios de desenvolvimento (Pal & Selvaraj, 1979) observaram que o teor de pectina total pode aumentar ou diminuir durante o amadurecimento.

## 2.8 Pectinametilesterase e Poligalacturonase

Durante o amadurecimento de muitos frutos, o aumento no teor de pectinas solúvel tem sido relatado. Essa alteração é resultante provavelmente da ação de enzimas associadas à parede celular, como pectinametilesterase (PME), poligalacturonase (PG),  $\beta$ -galactosidase entre outras sobre a pectina e outros carboidratos (Barret & Gonzalez, 1994).

As mais importantes e mais estudadas são as PME e as PG. Até o momento nenhuma das enzimas envolvidas na regulação do desenvolvimento da maciez dos frutos atuam sozinhas. Estudos com tomates sugerem que a PME deve ter um papel mais direto no controle da textura, talvez regulando a ligação do cálcio ou modulando a ação de hidrolases da parede.

A PME remove grupos metoxílicos das substâncias pécticas atuando sobre a pectina de alta metoxilação transformando-a em pectina de baixa metoxilação liberando metanol e  $H^+$ . Segundo Fry (1986) e King et al. (1988), o pH baixo e inibidores podem afetar a atividade da PME. A pectina de baixa metoxilação formada pode ser hidrolisada pela PG ou complexar com  $Ca^{++}$  e precipitar-se (Da-Silva, Franco & Gomes, 1997).

Segundo Pal & Selvanaj (1979) e Mowlah & Itoo (1983), a atividade da PME aumentou continuamente durante o desenvolvimento da goiaba. Entretanto, a atividade pode diminuir durante o amadurecimento (El-Zoghbi, 1994).

No decorrer do amadurecimento a atividade da PME diminui devido às transformações estruturais da pectina, como redução no tamanho do polímero resultado da atividade da PG.

A PG atua nas ligações glicosídicas próximas a grupos carboxílicos livres, solubilizando o polímero de ácido galacturônico. Frutos climatéricos

apresentam um aumento da atividade da PG no início do amadurecimento e conseqüentemente torna o fruto mais macio (King & O'Donoghue, 1995).

A atividade da PG pode ser regulada pelo pH, pela presença do cálcio solúvel e pela força iônica do apoplasto que afetam a mobilidade da enzima dentro da parede celular, pela hidrólise das cadeias laterais de açúcares neutros e pelo alto grau de esterificação dos resíduos uronosil (Ahmed & Labavitch, 1980). A atividade máxima da PG ocorre em pH de 3,5 a 4,2, enquanto a atividade máxima da PME ocorre em pH 7,5. Segundo Fonseca (1974), à medida que a pectina é desesterificada, o pH diminui e conseqüentemente a atividade de PME também.

Durante o processo de amaciamento de frutos várias observações sugerem que outras modificações da parede celular além da solubilização de pectinas catalisadas pela PG ocorrem. Deve-se mencionar que durante o processo de amadurecimento poderá ocorrer síntese de componentes de parede celular e não apenas reações degradativas (Mitcham & McDonald, 1992; Conway, Sams & Watada, 1995).

A atividade da PG em goiabas aumenta no início do amadurecimento e pode prolongar-se até o fruto tornar-se muito maduro ou declinar neste período (Mowlah & Itoo, 1983; El-Zoghbi, 1994). Esses autores observaram um concomitante declínio na concentração de ácido galacturônico e na textura das frutas.

## **2.9 Ação do Cálcio**

O cálcio é um macronutriente crítico para o crescimento e desenvolvimento normal das plantas (Poovaiah, 1988) e desempenha um papel importante na manutenção da qualidade de frutas e hortaliças (Poovaiah, 1986). Pelo fato de atuar como estabilizante na lamela-média, o cálcio ajuda a proteger

os tecidos do fruto do mecanismo de amaciamento durante o amadurecimento e armazenamento.

O cálcio está relacionado diretamente com a qualidade dos frutos, pois aumenta a conservação pós-colheita através dos efeitos na senescência, na respiração e na textura dos frutos tornando-os mais firmes, e conseqüentemente, menos sujeitos às injúrias (Carvalho & Chalfoun 1991).

A ação do cálcio é devida segundo Bramlage, Drake & Weis, (1980), à atuação na permeabilidade da membrana principalmente nas cadeias pécticas mantendo-as unidas na parede celular e na atividade energética da membrana influenciando a relação ADP/ATP e conseqüentemente, a taxa respiratória.

A parede celular se torna menos acessível a enzimas que ocasionam o amaciamento quando há formação de ligações cruzadas de cálcio entre ácidos urônicos, mantendo a firmeza e aumentando a resistência à invasão por certos microorganismos.

Poovaiah (1986) relata que o tratamento com cálcio tem a função de retardar os processos de amadurecimento e senescência dos frutos e diminuir a perda de massa, devido à incorporação deste mineral à estrutura da parede celular, reduzindo a permeabilidade ao vapor de água e prolongando a vida-de-prateleira do fruto.

A aplicação de cálcio possibilita uma menor taxa respiratória e diminui a produção de etileno (Richardson & Al-Ani, 1982). O cálcio interage com grupos carboxílicos de proteínas e com grupos fosfato de fosfolípidos insolubilizando o material péctico e estabilizando as membranas celulares.

Em goiabas a aplicação de cálcio tem sido realizada nas fases pré (Singh & Chauhan, 1993) e pós-colheita (Tavares, 1993; Yamashita & Benassi, 2000; Gianonni, 2000; Carvalho, 1999) mantendo a firmeza do fruto por mais tempo, sugerindo a formação de pectato de cálcio na parede celular e conseqüentemente aumentando a sua vida útil.

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Material

Os frutos da goiaba foram colhidos no Município de Lavras, Minas Gerais, situado a latitude 21°14'S, longitude 45°00'W e altitude média 918 metros. A temperatura máxima e mínima observada durante o período do experimento foi de 29,1 °C e 17,9 °C, respectivamente.

A cultivar avaliada foi a "Pedro Sato" por ser a mais cultivada e comercializada na região. Os frutos foram colhidos maduros, com a casca verde (de vez), porém apresentando características organolépticas próprias para o consumo.

A colheita foi realizada no período da manhã, manualmente, utilizando tesouras apropriadas. Os frutos foram selecionados em função do tamanho, cor, ausência de injúrias mecânicas e fisiológicas. A seguir, foram acondicionados em caixas de polietileno utilizadas pelo produtor e transportados até o Laboratório de Bioquímica do Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras – Minas Gerais.

### 3.2 Tratamento com Cálcio

No laboratório, os frutos foram lavados em água corrente e separados em dois lotes de 60 frutos cada para a composição dos tratamentos. Os frutos do primeiro lote foram imersos em solução de cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) 1 g/100mL a 30 °C, por trinta minutos (denominados CCa) e os do segundo lote não sofreram tratamento hidrotérmico e foram considerados como controle (denominados SCa). Para evitar o crescimento de patógenos durante o

armazenamento, foi realizada imersão dos frutos de cada tratamento em solução de hipoclorito de sódio 1 g/100mL. A seguir os 120 frutos dos dois tratamentos foram colocados para secar em bancada do laboratório. Posteriormente, foram numerados e acondicionados em caixas de papelão previamente esterilizadas utilizadas no comércio interno de goiabas, colocadas em estante de ferro e mantidos em condições ambientais (22,6 °C e 75 % UR) por um período de quatro dias.

### **3.3 Preparo da amostra**

As análises foram realizadas no dia da colheita e a cada dia até o fim do período de armazenamento. A cada dia de análise os frutos dos dois tratamentos foram picados e o endocarpo (miolo) removido, em seguida foram homogeneizados em liquidificador. Porções de 10 g da polpa previamente triturada em liquidificador foram homogeneizadas manualmente com 20 mL de água destilada. Após filtração em tecido tipo organza, mediu-se o teor de sólidos solúveis totais. Uma outra porção de 10 g de polpa foi homogeneizada, utilizando bastão de vidro com 50 mL de água destilada para as análises de pH e acidez total titulável. O restante do material foi congelado em nitrogênio líquido e acondicionado em sacos de polietileno, hermeticamente fechados, devidamente identificados e mantidos a -18 °C para posteriores análises.

### **3.4 Delineamento experimental**

O delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) foi utilizado, sendo os tratamentos dispostos num esquema fatorial 2x5, em que se estudou o efeito da aplicação de cálcio (com cálcio e sem cálcio) e os períodos

armazenamento, foi realizada imersão dos frutos de cada tratamento em solução de hipoclorito de sódio 1 g/100mL. A seguir os 120 frutos dos dois tratamentos foram colocados para secar em bancada do laboratório. Posteriormente, foram numerados e acondicionados em caixas de papelão previamente esterilizadas utilizadas no comércio interno de goiabas, colocadas em estante de ferro e mantidos em condições ambientais (22,6 °C e 75 % UR) por um período de quatro dias.

### **3.3 Preparo da amostra**

As análises foram realizadas no dia da colheita e a cada dia até o fim do período de armazenamento. A cada dia de análise os frutos dos dois tratamentos foram picados e o endocarpo (miolo) removido, em seguida foram homogeneizados em liquidificador. Porções de 10 g da polpa previamente triturada em liquidificador foram homogeneizadas manualmente com 20 mL de água destilada. Após filtração em tecido tipo organza, mediu-se o teor de sólidos solúveis totais. Uma outra porção de 10 g de polpa foi homogeneizada, utilizando bastão de vidro com 50 mL de água destilada para as análises de pH e acidez total titulável. O restante do material foi congelado em nitrogênio líquido e acondicionado em sacos de polietileno, hermeticamente fechados, devidamente identificados e mantidos a -18 °C para posteriores análises.

### **3.4 Delineamento experimental**

O delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) foi utilizado, sendo os tratamentos dispostos num esquema fatorial 2x5, em que se estudou o efeito da aplicação de cálcio (com cálcio e sem cálcio) e os períodos

de armazenamento (0, 1, 2, 3 e 4 dias). A parcela foi composta por três frutos com quatro repetições.

Os resultados observados foram submetidos à análise de variância e as médias de aplicação de cálcio quando significativas, comparadas pelo teste de Tuckey, a 5% de probabilidade. Para a descrição das variáveis em função dos períodos de armazenamento, foram feitas análises de regressão. Os modelos de regressão polinomial foram selecionados observando a significância do teste F para cada modelo e seus respectivos coeficientes de determinação. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software SANEST (Zonta e Machado, 1991).

### **3.5 Análises físicas, físico-químicas e químicas**

#### **3.5.1 Perda de peso**

Foi determinada em percentagem considerando-se a diferença entre a massa inicial dos frutos e aquela obtida a cada dia de armazenamento.

#### **3.5.2 Acidez Total Titulável**

Os resultados de acidez total titulável (ATT) foram obtidos por titulação do filtrado com uma solução padronizada de NaOH 0,1N, seguindo a técnica do Instituto Adolfo Lutz (1985) e expressos em mg de equivalentes de ácido cítrico. 100g polpa<sup>-1</sup>.

### **3.5.3 pH**

Foi determinado utilizando-se um potenciômetro digital (Association of Official Analytical Chemistry - AOAC, 1992).

### **3.5.4 Sólidos Solúveis Totais**

O teor de sólidos solúveis totais (SST) foi determinado no filtrado por leitura em refratômetro digital da marca Atago, modelo PR-100 Palette, com ajuste automático de temperatura e expresso em graus Brix (°Brix), segundo a metodologia da AOAC (1992).

### **3.5.5 Açúcares Solúveis Totais, Redutores e Não-redutores**

Os açúcares totais e redutores foram extraídos pelo método de Lane-Enyon, citado pela AOAC (1992) e dosados pelo método descrito por Noelting & Bernfeld (1948). A sacarose foi determinada pela diferença entre açúcares totais e redutores, multiplicando pelo fator 0,95 (fator de conversão do açúcar invertido em sacarose). Sendo os resultados de todos os açúcares expressos em porcentagem.

### **3.5.6 Vitamina C**

Foi determinada colorimetricamente por reação com o 2,4-dinitrofenilhidrazina, segundo Strohecker & Henning (1967). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico.  $100\text{g}^{-1}$  de polpa.

### 3.5.7 Pectina Total e Solúvel

Foram extraídas seguindo a técnica adaptada por McCready & McCoomb (1952) e determinadas colorimetricamente através de reação com carbazol, segundo a técnica de Bitter & Muir (1962). Os teores foram expressos em g de ácido galacturônico.  $100\text{g}^{-1}$  de polpa.

### 3.5.8 Atividade da Pectinametilsterase e Poligalacturonase

A atividade de pectinametilsterase (PME) foi determinada de acordo com a técnica descrita por Jen & Robinson (1984). Foi utilizado como substrato uma solução de pectina cítrica a 1% em NaCl 0,2N, pH=7,0, à temperatura ambiente. A taxa de desmetilação da pectina, adicionada do extrato enzimático foi medida pela titulação da mistura de reação com NaOH 0,01N, mantendo-se o pH=7,0 por 10 minutos. Uma unidade de atividade enzimática (UAE) foi definida como sendo a capacidade da enzima em catalisar a desmetilação de pectina correspondente a 1 micromol de NaOH por minuto nas condições de ensaio. Os resultados foram expressos em  $\text{U.g}^{-1}$  peso fresco (UAE).

A atividade de poligalacturonase (PG) foi determinada de acordo com a metodologia utilizada por Pressey, Hinton & Avants (1973). A atividade foi determinada por incubação do extrato enzimático com solução de ácido poligalacturônico a 0,25% em tampão acetato de sódio 37,5 mM, pH=5,0 a 30 ° C, por 3 horas. A reação foi interrompida em banho-maria fervente durante 3 minutos. Os grupos redutores liberados foram determinados segundo a técnica de Somogy adaptada por Nelson (1944), usando-se glicose anidra como padrão. Uma unidade de atividade enzimática foi definida como sendo a capacidade da enzima em catalisar a formação de um micromol de açúcar redutor por minuto por grama ( $\text{U.g}^{-1}$  peso fresco - UAE), nas condições de ensaio.

### **3.5.9 Cálcio Total**

O material (polpa + casca) previamente triturado em liquidificador, foi seco dentro de cápsulas de porcelana em estufa com circulação de ar a 105 °C até peso constante e triturado utilizando-se gral de ferro. O cálcio total foi determinado após digestão nitro-perclórica, por espectrofotometria de absorção atômica, conforme a metodologia descrita por Malavolta, Vitti & Oliveira (1997). Os resultados foram expressos em porcentagem de cálcio na matéria seca.

### **3.5.10 Cálcio ligado à parede celular**

O material da parede celular foi extraído seguindo a técnica descrita por Mitcham & MacDonald (1992). Para determinação do cálcio ligado à parede celular, utilizou-se 0,5g do material da parede que foi submetido à digestão nitroperclórica e determinado por espectrofotometria de absorção atômica, segundo Malavolta, Vitti & Oliveira (1997). Os resultados foram expressos em porcentagem de cálcio ligado à parede na MS.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Perda de massa

O tempo de armazenamento, o tratamento hidrotérmico com cálcio e a interação desses fatores foram significativos para a perda de massa das goiabas (Tabela 1A, do anexo). Os resultados da análise de regressão encontram-se na Figura 1.

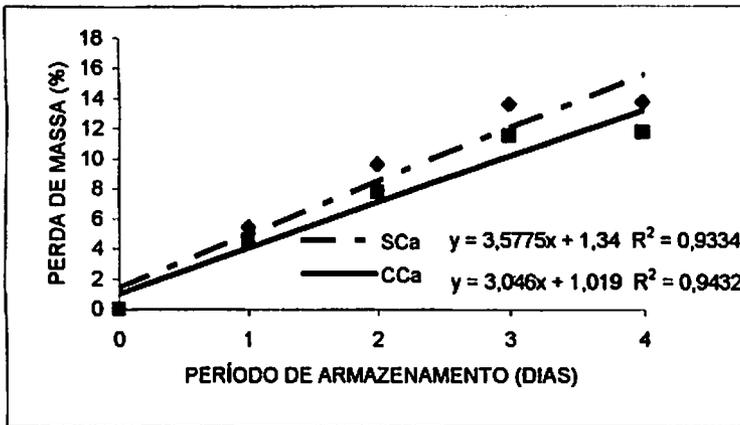


FIGURA 1 Curva e equação de regressão representativas da perda de massa das goiabas cv. "Pedro Sato" submetidas ao tratamento hidrotérmico com cloreto de cálcio e armazenadas sob condições ambientais.

A perda de massa no fim do período de armazenamento foi de 13,80 e 11,77 % para os frutos SCa e para os frutos CCa, respectivamente. Os valores aceitáveis de perda de massa fresca para diferentes cultivares relatados por Dalal, Eiperson & Singh (1971), encontram-se entre 10,0 e 15,0 %, estando os resultados deste estudo situados nesta faixa.

Durante todo o período de armazenamento os frutos SCa apresentaram maior perda de massa fresca que os CCa (Figura 1). O mesmo foi observado por

Gorgatti Netto et al. (1996) que relatam que a imersão dos frutos de goiabira em uma solução de Ca a 1 g/100mL, durante trinta minutos duplica o tempo de conservação da fruta, havendo uma menor perda de peso, mesmo em temperatura ambiente.

Na Figura 1 observa-se aumento linear nos valores de perda de massa fresca nos frutos SCa e com menos intensidade nos CCa até o quarto dia de armazenamento, em condições ambiente. Este fato está de acordo com Singh, Singh & Chauhan (1981) que observaram redução na taxa de respiração de goiabas tratadas com nitrato de cálcio, mantendo a qualidade da fruta a 24 °C e 85% de umidade relativa, durante seis dias.

A menor perda de massa nos frutos CCa se deve à incorporação deste mineral à estrutura da parede celular, reduzindo assim a permeabilidade da mesma ao vapor de água (Poovaiah, 1986). Também Gianonni (2000) constatou uma menor perda de massa fresca nos frutos submetidos a 1 g/100mL de cloreto de cálcio e armazenados sob refrigeração.

A perda de massa em goiabas armazenadas em temperatura ambiente varia de acordo com as condições experimentais utilizadas por cada pesquisador. Gaspar (1997) e Carvalho (1999) verificaram perdas de massa de 12,09 % de goiabas "Kumagai" armazenadas durante 10 dias em temperatura ambiente.

Apesar da percentagem de perda de massa encontrada estar na faixa aceitável para o consumo, no final do período de armazenamento (4 dias) os frutos SCa, quando comparados aos CCa, apresentavam-se com coloração amarelada e com uma menor textura crocante, tornando-se inaceitáveis para o comércio da fruta fresca.

## 4.2 Acidez Total Titulável e pH

A análise de variância (Tabela 1A do anexo) mostrou efeitos significativos da interação cálcio x período de armazenamento sobre o teor de acidez total titulável e apenas do período de armazenamento sobre os valores de pH.

Os frutos CCa foram significativamente menos ácidos que os SCa (Figura 2). Os resultados sugerem que nos frutos CCa o processo de amadurecimento e senescência foi retardado, ajudando a preservá-los por um maior período de tempo.

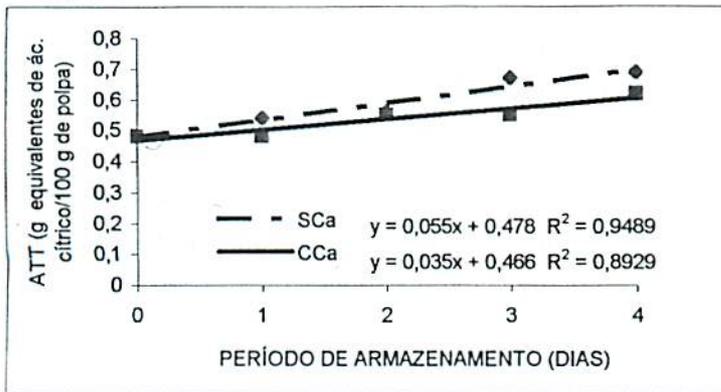


FIGURA 2 Curva e equação de regressão representativas dos valores de acidez total titulável de goiabas cv. “Pedro Sato” submetidas ao tratamento hidrotérmico com cloreto de cálcio e armazenadas sob condições ambientais.

Observa-se um pequeno aumento linear na acidez, durante os quatro dias de armazenamento, nos frutos dos dois tratamentos (Figura 2), porém nos frutos CCa este aumento foi menos intenso, indicando uma menor atividade metabólica nesses frutos. Estes resultados são semelhantes ao observado por Gianonni (2000), Oliveira (1996), Gaspar (1997) e Carvalho (1999) que relatam ter havido



acréscimo nos teores de acidez total titulável durante o armazenamento refrigerado de goiabas “Kumagai”. Já Singh, Singh & Chauhan (1981) verificaram maior acidez em goiabas “Sadar” tratadas com 0,5 e 1,0 g/100mL de nitrato de cálcio e armazenadas à temperatura ambiente.

Os teores de acidez total titulável observados nos frutos SCa, variaram de 0,48 a 0,69 equivalentes de ácido cítrico.100g de polpa<sup>-1</sup> e foram ligeiramente inferiores aos observados por Carvalho (1999), Oliveira (1996) e Gaspar (1997) que utilizaram armazenamento refrigerado em goiabas “Kumagai”.

Observa-se um ligeiro aumento no valor de pH durante o armazenamento para os dois tratamentos (Figura 3). Apesar de não apresentarem diferenças significativas, a tendência dos frutos submetidos ao tratamento com cálcio de apresentaram-se menos ácidos sugere a ação do cálcio no atraso do processo de senescência. Gianonni (2000) também observou menores valores de pH em frutos tratados com 1 g/100mL de cloreto de cálcio.

O pH variou de 3,66 a 3,74 e foi ligeiramente superior ao observado por Giannoni (2000) e inferior ao relatado por Carvalho (1999) que encontraram valores entre 2,76 e 2,98 e 3,76 e 3,88 respectivamente, para a cultivar “kumagai” durante o armazenamento sob refrigeração. Portanto constata-se ligeiros acréscimos nos valores de pH durante o período de armazenamento.

A acidez total titulável pode apresentar grandes variações, contudo sem haver diferenças discrepantes nos valores de pH. Esta pequena variação no pH pode ser atribuída ao efeito tamponante, devido à presença simultânea de ácidos orgânicos e de seus sais (Leningher, 1990).

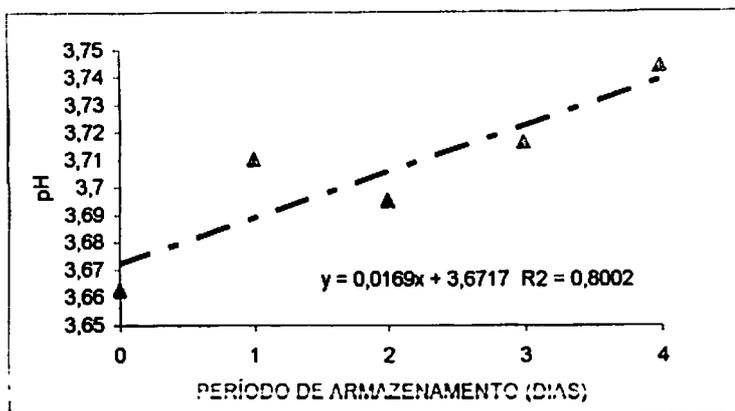


FIGURA 3 Curva e equação de regressão representativas dos valores de pH de goiabas cv. "Pedro Sato" submetidas ao tratamento hidrotérmico com cloreto de cálcio e armazenadas sob condições ambientais

#### 4.3 Sólidos Solúveis Totais

Todas as causas de variação (Tabela 1A do anexo) determinaram efeitos significativos sobre os teores de sólidos solúveis totais. Durante o armazenamento à temperatura ambiente os teores de sólidos solúveis totais dos frutos SCa foram mais elevados que os frutos CCa (Figura 4).

Os frutos CCa apresentaram teores de sólidos solúveis totais ligeiramente inferiores aos SCa, indicando que a utilização de cálcio foi eficiente para retardar o metabolismo do fruto. Este fato leva a inferir que os frutos CCa tenderam a apresentar menor evolução do processo de amadurecimento que os frutos SCa.

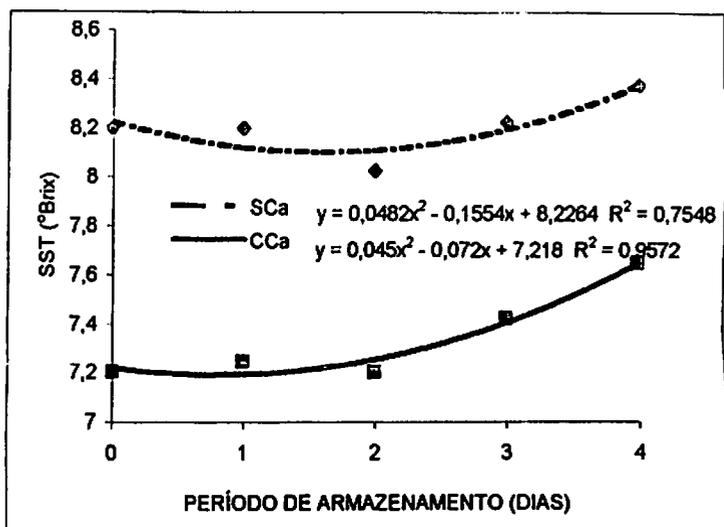


FIGURA 4 Curva e equação de regressão representativas dos teores de sólidos solúveis totais de goiabas cv. "Pedro Sato" submetidas ao tratamento hidrotérmico com cloreto de cálcio e armazenadas sob condições ambientais.

Houve um aumento no teor de sólidos solúveis totais durante o armazenamento nos frutos de cada tratamento. Comportamento semelhante foi observado por Carvalho (1999) e Singh, Singh & Chauhan (1981) para goiabas armazenadas utilizando atmosfera modificada sob temperatura ambiente.

Os valores de sólidos solúveis totais (°Brix) variaram de 7,2 a 8,37 sendo ligeiramente inferiores aos encontrados por Gonzaga Neto et al. (1999) que foram de 9,56 a 9,84 (°Brix) estudando diferentes concentrações de cloreto de cálcio para conservação de goiabas armazenadas em condições ambiente. Essas diferenças podem ser justificadas uma vez que os teores de sólidos solúveis totais podem variar em relação a diversos fatores como, condições edafoclimáticas, época de colheita, cultivar avaliada, parte do fruto analisada e condições de armazenamento.

#### 4.4 Açúcares Totais

Observando a análise de variância (Tabela 1A do anexo) onde os tratamentos e a interação mostram-se significativos, percebe-se que os teores de açúcares totais são altamente influenciados pelas condições de armazenamento.

Na Figura 5 pode-se observar que os frutos CCa mantiveram os teores de açúcares totais em níveis inferiores aos dos frutos SCa, evidenciando que o metabolismo dos frutos controle foi mais intenso. Gianonni (2000) também observou que para goiabas "kumagai" armazenadas sob refrigeração, os frutos tratados com cálcio apresentaram de uma maneira geral menores níveis de açúcares totais quando comparados com a testemunha. Para Chitarra & Chitarra (1990), a elevação dos açúcares totais pode ser devido à hidrólise de amido, à desidratação dos frutos ou à degradação de polissacarídeos da parede celular.

Com o decorrer do armazenamento os teores de açúcares totais tenderam a aumentar nos tratamentos com e sem cálcio, diminuindo no quarto dia de armazenamento (Figura 5). Comportamento semelhante foi observado por Gianonni (2000) que observou acréscimos nos teores de açúcares totais para todos os tratamentos. Apesar de apresentarem o mesmo comportamento durante o período de armazenamento, os frutos CCa tiveram teores menores de açúcares totais quando comparados aos frutos SCa, mostrando que o cálcio pode ter contribuído em retardar a senescência.

Os teores de açúcares totais encontrados neste estudo variaram de 3,32 e 6,14 % , dentro da faixa citada por Chitarra (1996) que é de 4,00 a 9,00%.

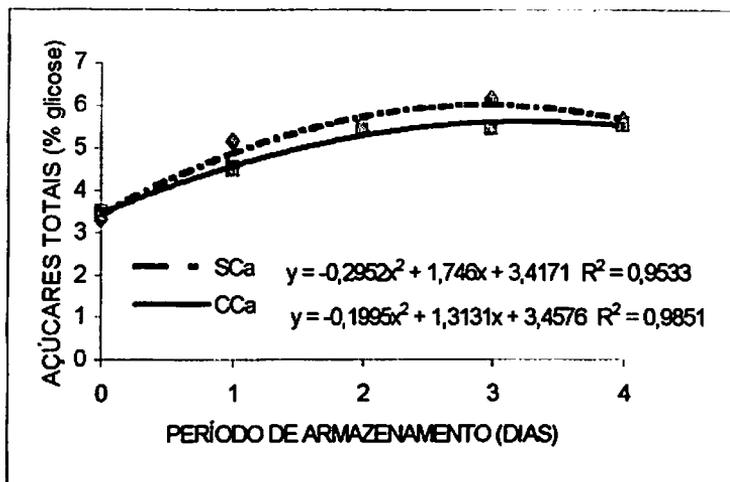


FIGURA 5 Curva e equação de regressão representativas dos valores de açúcares totais de goiabas cv. "Pedro Sato" submetidas ao tratamento hidrotérmico com cloreto de cálcio e armazenadas sob condições ambientais.

#### 4.5 Açúcares Redutores

Nos tratamentos estudados, observaram-se diferenças significativas para o período de armazenamento e para a interação Cálcio x Tempo (Tabela 1A, do anexo).

Os teores de açúcares redutores (%) variaram de 2,60 a 4,54 (Figura 6) e encontram-se na faixa citada por Esteves & Carvalho (1982) e por Gianonni (2000) que foram de e 0,93 a 5,50 e 4,17 a 5,07, respectivamente. Houve um ligeiro acréscimo nos teores de açúcares redutores até o terceiro dia de armazenamento com posterior declínio nos valores observados em ambos tratamentos (Figura 6). Resultados semelhantes foram obtidos por Gianonni (2000) pesquisando goiabas tratadas com cálcio e armazenadas sob refrigeração. Wills et al. (1981) relataram que aumento nos teores de açúcares redutores pode ser devido à maturação dos frutos, à perda de água e à hidrólise de

hemiceluloses e substâncias pécicas da parede celular. Segundo Cheftel & Cheftel (1992), a inversão da sacarose causa um aumento do peso em matéria seca da solução, um ligeiro aumento do sabor doce e uma elevação da solubilidade do açúcar. Declínios nos teores de açúcares redutores podem indicar o início da senescência do fruto com conseqüente perda das qualidades sensoriais como o sabor e doçura.

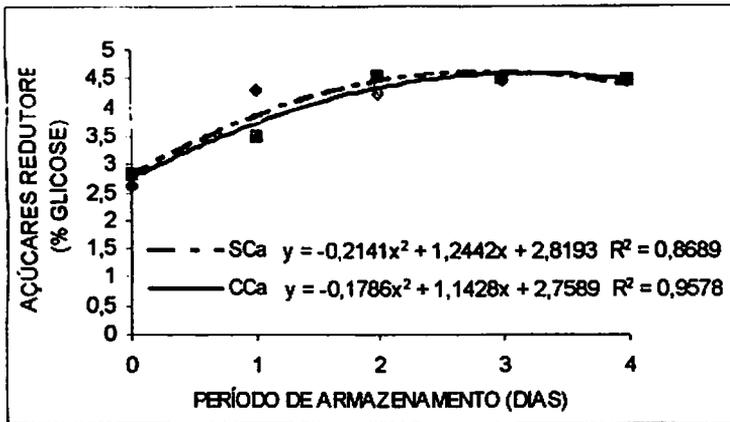


FIGURA 6 Curva e equação de regressão representativas dos valores de açúcares redutores (% glicose) de goiabas cultivar “Pedro Sato” submetidas ao tratamento hidrotérmico com cloreto de cálcio e armazenadas à temperatura ambiente ( $22,6\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $75\% \pm 5\%$  UR), durante quatro dias.

#### 4.6 Açúcares Não-redutores (sacarose)

A análise de variância mostrou efeito significativo de todos os tratamentos estudados e da interação cálcio x tempo sobre o teor de açúcar não-redutor (Tabela 1A, do anexo).

Os teores de açúcares não-redutores variaram entre 0,63 e 1,26% e encontra-se na faixa dos valores encontrados por Esteves & Carvalho (1982), Singh & Chauhan (1982) e por Singh et al. (1984) que detectaram teores de açúcares não-redutores para diferentes cultivares variando entre 0,5 e 1,83%.

Pode-se notar que houve aumento nos teores de açúcares não-redutores ao longo do período de conservação para os dois tratamentos (Figura 7). Os frutos SCa apresentaram os maiores teores de sacarose, sugerindo que a hidrólise da sacarose foi mais lenta nos frutos desse tratamento, indicando que o cálcio não teve influência sob esta variável.

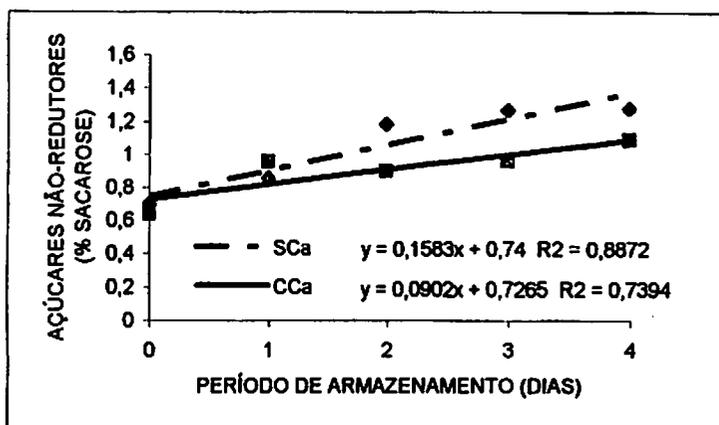


FIGURA 7 Curva e equação de regressão representativas dos valores de açúcares não-redutores de goiabas cv “Pedro Sato” submetidas ao tratamento hidrotérmico com cloreto de cálcio e armazenadas sob condições ambientais.

#### 4.7 Vitamina C Total

Na tabela 2A do anexo, encontra-se a análise de variância dos teores de vitamina C. Verificam-se efeitos significativos para todos os tratamentos e para a interação entre cálcio x tempo.

Durante o período de armazenamento foi observado que os frutos CCa apresentaram maiores valores de vitamina C (110,82 mg de ácido ascórbico. 100g<sup>-1</sup> de polpa) que os frutos SCa (98,37 mg de ácido ascórbico. 100g<sup>-1</sup> ). Gianonni (2000) também encontrou uma maior eficiência deste tratamento na

manutenção da vitamina C de goiabas “kumagai” tratadas com cloreto de cálcio 1g/100 mL e armazenadas sob refrigeração. Estes resultados estão de acordo ao observado por Singh et al. (1981) que relatou ser a dose de 1g/100mL de nitrato de cálcio a mais eficiente na manutenção dos teores de vitamina C em goiabas da cultivar “Sadar” armazenadas em condições ambientais.

Houve diminuição nos teores de vitamina C durante o período de armazenamento para os dois tratamentos (Figura 8). Observam-se perdas dessa vitamina para os frutos CCa de 50% e para os frutos Sca de 60%, sugerindo que o cálcio apresentou uma ação positiva na manutenção da vitamina C da goiaba. Perdas semelhantes foram observadas por Khedkar et al. (1982), Singh & Chauhan (1982) e por Esteves (1981) que afirmaram ter havido diminuição nos teores de ácido ascórbico durante o amadurecimento de goiabas.

Foram encontrados teores de vitamina C variando de 138, 47 a 67, 78 mg de ácido ascórbico.100g de polpa<sup>-1</sup>. Estes resultados são ligeiramente inferiores aos observados por Gerhardt et al (1997) em diferentes cultivares de goiaba e por Carvalho (1999) em goiabas “Kumagai”, armazenadas sob refrigeração, que encontraram teores de 110, 14 a 253,86 mg de ácido ascórbico.100 g de polpa<sup>-1</sup>, porém estão na faixa citada por Oliveira (1996) que detectou valores de 46,97 a 133, 57 mg de ácido ascórbico.100g polpa<sup>-1</sup> em goiabas “kumagai” tratadas com cloreto de cálcio. Lima (1999) e Frateschi (1999) também observaram diminuição nos teores de vitamina C de goiabas irradiadas e armazenadas refrigeradas.

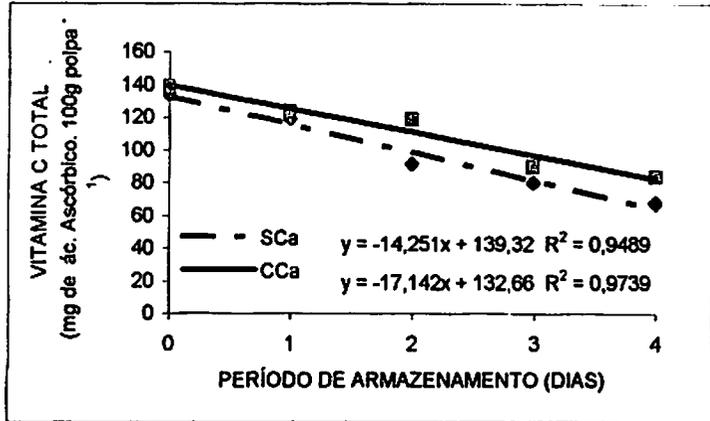


FIGURA 8 Curva e equação de regressão representativas dos teores de vitamina C total de goiabas cv. "Pedro Sato" submetidas ao tratamento hidrotérmico com cloreto de cálcio e armazenadas sob condições ambientais.

Fatores como maturidade, temperatura e umidade relativa de armazenamento e tratamentos pós-colheita, tal como o tratamento hidrotérmico utilizado neste trabalho podem influenciar no teor de vitamina C das frutas e vegetais. Segundo Uddin et al. (2001) quanto maior a temperatura de armazenamento maior a constante de degradação de vitamina C. Cheftel & Cheftel (1992) também relatam que durante o armazenamento os decréscimos nos teores de ácido ascórbico dos frutos dependem do tempo e da temperatura de armazenagem. As perdas de vitamina C observadas neste trabalho podem ser devidas ao fato dos frutos estarem armazenados sem nenhum controle de temperatura e umidade relativa do ambiente de armazenamento, mesmo assim o Ca foi eficiente na retenção de vitamina C, já que os frutos tratados com cloreto de cálcio apresentaram menores perdas desta vitamina.

#### 4.8 Pectina Total e Solúvel

A análise de variância para a pectina total e solúvel está apresentada na Tabela 2A, do anexo. Houve diferença significativa do tempo, do tratamento com cálcio e da interação cálcio x tempo sobre o teor de pectina total e pectina solúvel.

Os teores de pectina total situaram-se entre 0,34 a 0,41% de ácido galacturônico, estando dentro da faixa citada por Pal & Selvaraj (1979) de 0,20 a 1,64%. Porém, mostraram-se inferiores aos observados por Gianonni (2000) e Carvalho (1999) que analisando a goiaba “Kumagai” armazenadas sob refrigeração, encontraram teores de 0,42 a 1,32 e 0,84 a 1,19%, respectivamente.

Os teores de pectina total tenderam a diminuir no início do armazenamento nos frutos CCa, com conseqüente elevação a partir do terceiro dia de armazenamento (Figura 9). Chyau, Chen & Wu (1992) e El-Buluk, Babiker & El-tinay (1997) relataram que o teor de pectina total pode permanecer inalterado, diminuir ou aumentar.

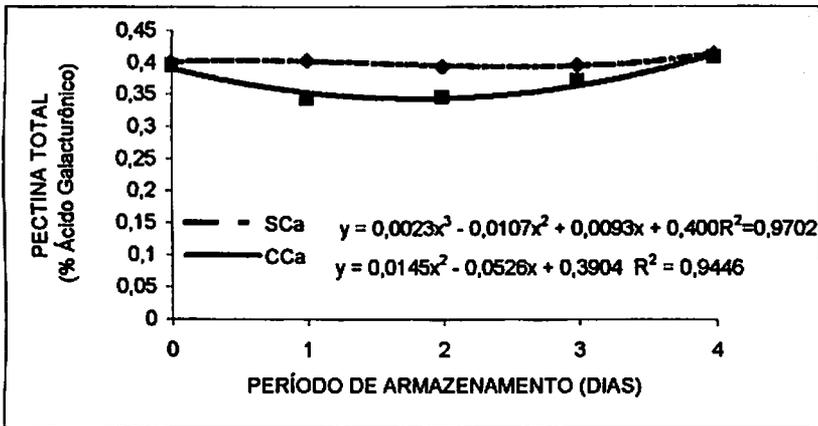


FIGURA 9 Curva e equação de regressão representativas dos teores de pectina total de goiabas cv. “Pedro Sato” submetidas ao tratamento hidrotérmico com cloreto de cálcio e armazenadas sob condições ambientais.

Observa-se pela Figura 10 que os frutos CCa apresentaram menores teores de pectina solúvel em relação aos frutos SCa durante todo o armazenamento, indicando que o cálcio teve um efeito positivo em manter a firmeza do fruto, tornando o amaciamento do fruto menos acentuado. Heppler & Wayne (1985) afirmaram que o cálcio aumenta a insolubilidade do material péctico devido à formação de pectato de cálcio.

Os teores de pectina solúvel observados situam-se na faixa de 0,09 a 0,39% estando de acordo com os dados obtidos por Carvalho (1999) e por El-Buluk, Babiker & El-Tinay (1995).

Foi constatado aumento nos teores de pectina solúvel durante o período de armazenamento de cada tratamento, porém para os frutos CCa este aumento foi menos intenso (Figura 10). Assim, pode-se afirmar que o tratamento com cálcio retardou o processo de amadurecimento dos frutos. Estes resultados concordam com os de Esteves (1981), Carvalho (1999) e Gianonni (2000) que também observaram aumento nos teores de pectina solúvel de goiabas, durante o armazenamento.

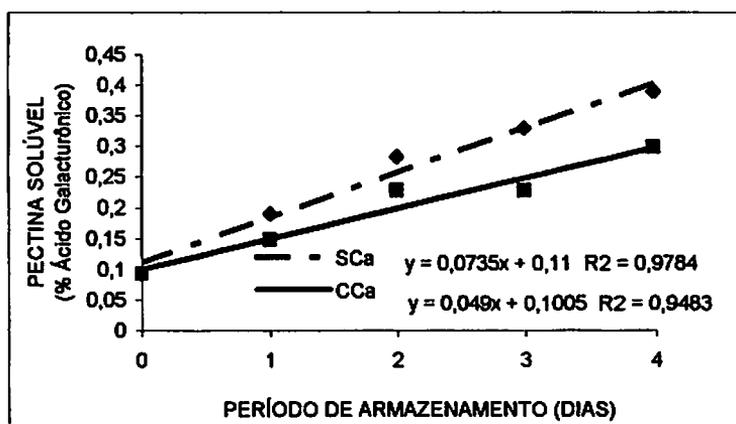


FIGURA 10 Curva e equação de regressão representativas dos teores de pectina solúvel de goiabas cv. "Pedro Sato" submetidas ao tratamento hidrotérmico com cloreto de cálcio e armazenadas sob condições ambientais.

#### 4.9 Atividade da Pectinametilesterase

Na análise de variância (Tabela 2A, do anexo) verifica-se que houve efeito significativo para o tratamento hidrotérmico com cálcio, para o período de armazenamento e para a interação entre esses fatores sobre a atividade da PME.

A atividade da PME pode aumentar, diminuir ou permanecer constante durante a maturação, dependendo do tipo de fruto (Awad, 1993). Para a goiaba “Pedro Sato”, com a evolução da maturação houve, de modo geral, aumento na atividade.

A atividade da PME apresentou a mesma tendência nos tratamentos estudados, porém menores atividades foram encontradas para os frutos CCa, devido à formação de pectato de cálcio, diminuindo assim a ação desta enzima e conseqüentemente, diminuindo a solubilização das pectinas o que contribuiu para a manutenção da firmeza da polpa. Isto foi observado no presente trabalho, já que os frutos CCa apresentaram menores teores de pectina solúvel em relação aos frutos SCa. Acréscimos na atividade desta enzima durante o período de desenvolvimento do fruto também foi observado por Hussain & Shah (1975), com valor máximo no início do amadurecimento e declínio quando os frutos estavam muito maduros.

Na cultivar estudada, a atividade da PME detectada no primeiro dia de armazenamento ( $546,62 \text{ U.g}^{-1}$  peso fresco) foi inferior à observada após o armazenamento ( $864,59 \text{ U. g}^{-1}$  peso fresco) e houve, de uma maneira geral, aumento na atividade para os dois tratamentos (Figura 11). Carvalho (1999) também observou aumento na atividade da PME de goiabas “kumagai” armazenadas sob refrigeração. No entanto, estes resultados estão em desacordo ao observado por El-Zoghbi (1994), que detectou decréscimos na atividade da PME durante o amadurecimento de frutos colhidos em diferentes estádios de maturação.

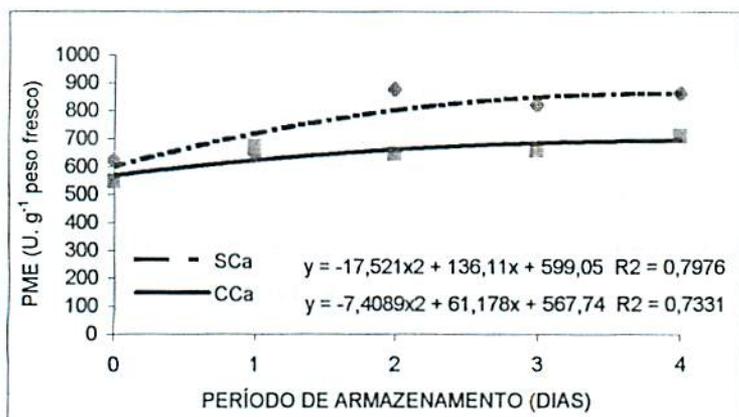


FIGURA 11 Curva e equação de regressão representativas da atividade da PME de goiabas cv. “Pedro Sato” submetidas ao tratamento hidrotérmico com cloreto de cálcio e armazenadas sob condições ambientais.

#### 4.10 Atividade de Poligalacturonase

A análise de variância (Tabela 2A, do anexo) indica que a atividade da PG foi influenciada pelo tratamento com cálcio, pelo tempo de armazenamento e pela interação desses fatores.

A atividade da PG teve o mesmo comportamento para os dois tratamentos durante o armazenamento, entretanto observa-se que nos frutos CCa a PG apresentou menor atividade (Figura 12).

O fato da atividade da PG diminuir durante o amadurecimento não era esperado, já que a atividade de PME aumentou durante todo o período de armazenamento. Isto sugere existir outra enzima responsável pela maior solubilização das pectinas desse fruto. Segundo Lazan & Ali (1993) a atividade da PG é considerada baixa para frutos tropicais e relatam que a celulase e  $\beta$ -galactosidase apresentam aumento em suas atividades durante o amadurecimento da goiaba auxiliando a degradação de pectinas, pois segundo

estes mesmos autores, a  $\beta$ -galactosidase além de remover resíduos de galactose, pode degradar polímeros pécnicos.

Observou-se que a atividade da PG foi maior para os frutos SCa quando comparados aos frutos CCa (Figura 12). Estes resultados estão de acordo com Hepler & Wayne (1985), que constataram que o cálcio, além de conferir insolubilidade ao material pécnico, inibiu a atividade da PG. Este fato pode ser explicado pela formação do pectato de cálcio, que é resistente à degradação pela PG, que atua preferencialmente na ligação glicosídica adjacente ao grupo carboxílico não esterificado. Foi observada diferença entre os tratamentos, devendo-se ressaltar que a atividade média da PG foi inferior nos frutos CCa, ou seja, nos frutos que apresentaram menores teores de pectina solúvel. Neste trabalho, os resultados obtidos para a atividade da PG ( $U \cdot g^{-1}$  peso fresco) variou de 147,5 a 79,42 para os frutos SCa e de 128,42 a 73,97 para os CCa, sendo superiores ao observado por Carvalho (1999) que encontrou atividade da PG variando entre 57,67 e 107,28  $nanomol \cdot min^{-1} \cdot g^{-1}$  peso fresco, de goiabas armazenadas embaladas e refrigeradas.

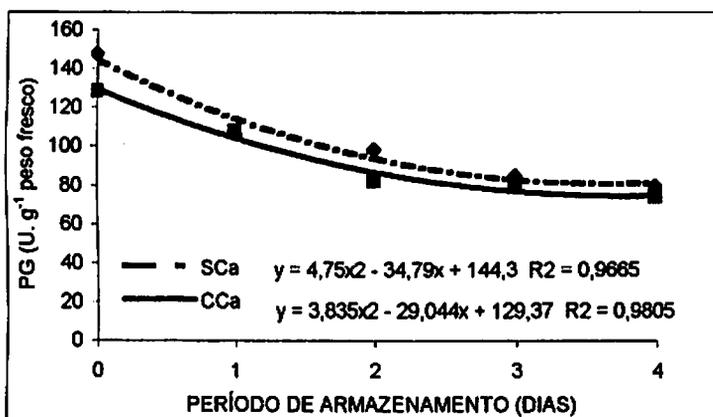


FIGURA 12 Curva e equação de regressão representativas da atividade da PG de goiabas cv. "Pedro Sato" submetidas ao tratamento hidrotérmico com cloreto de cálcio e armazenadas sob condições ambientais.

#### 4.11 Cálcio total e Cálcio ligado à parede celular

A análise de variância relativa ao cálcio total e cálcio ligado à parede celular encontra-se representada na Tabela 2A do anexo havendo efeito significativo somente para o fator cálcio para ambas variáveis.

O teor (% MS) de cálcio total dos frutos S<sub>Ca</sub> foi de 0,09 e o dos frutos C<sub>Ca</sub>, 0,15 (Tabela 1). A maior absorção deste cátion pode ser observada nos frutos submetidos ao tratamento hidrotérmico com cloreto de cálcio. Estes resultados sugerem que houve absorção de cálcio por infiltração nos frutos submetidos ao tratamento. Os teores de cálcio dos frutos encontram-se na faixa citada por Yadava (1996) que detectou em goiabas teores variando de 0,06 a 0,16 % na MS.

Wills et al. (1983) também encontraram aumento na absorção de cálcio em goiabas submetidas ao tratamento hidrotérmico. Os frutos do tratamento controle apresentaram menores teores de cálcio e conseqüentemente menor firmeza (Tabela 1). Segundo Poovaiah, Glenn & Ready (1988), durante o amadurecimento de frutos o nível de cálcio nos tecidos pode influenciar a taxa de senescência.

O teor de cálcio ligado à parede celular também foi superior nos frutos C<sub>Ca</sub> e variaram de 0,07 a 0,12 %, provavelmente devido à absorção desse íon pelos frutos que foram submetidos ao tratamento hidrotérmico. A quantidade de cálcio ligado nos frutos C<sub>Ca</sub>, pode ter contribuído para uma maior retenção de polímeros pécnicos da parede celular, pois foi verificado menores teores de pectina solúvel. Gianonni (2000) também observou maiores teores de cálcio nos frutos tratados com cloreto de cálcio.

TABELA 1 Teores médios (% MS) de cálcio total e cálcio ligado à parede celular de goiabas cv. "Pedro Sato" submetidas ao tratamento hidrotérmico com cloreto de cálcio e armazenadas sob condições ambientais, durante quatro dias. <sup>(1)</sup>

Tratamentos	Ca total	Ca ligado à parede celular
CCa	0,15a	0,12a
SCa	0,09b	0,07b

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tuckey em  $P < 0,05$ .

## 5 CONCLUSÕES

- O tratamento hidrotérmico com cálcio mostrou-se eficiente na manutenção da aparência e valor nutricional das goiabas armazenadas sob condições ambiente, por quatro dias.
- Esta técnica poderá ser utilizada para conservação pós-colheita de goiabas por períodos de armazenamento relativamente curtos, pois os resultados obtidos indicaram que este método não impediu o metabolismo dos frutos, porém nos frutos CCa, estes processos foram menos intensos, mantendo uma melhor aparência dos mesmos.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, J. B. Significance of enzymes in individual vegetables In: FOX, P. F. **Food Enzymology**. London: Elsevier Applied Science, 1991, p. 499-543.
- AHMED, A. E.; LABAVITCH, J. M. Cell wall metabolism in ripening fruit 1. Cell wall changes in ripening 'Barlett' pears. **Plant Physiology**, Baltimore, v. 65, n. 5, p. 1009-1013, May 1980.
- ALMEIDA, F. B. Padrões de qualidade e potencial de exportação de hortaliças e frutas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DE HORTALIÇAS E FRUTAS FRESCAS, **Anais...** Brasília, 1991.
- ANDREWS, P. K.; LI, S. Partial purification and characterization of  $\beta$ -D-galactosidase from sweet cherry, a nonclimateric fruit. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 42, n. 10, p. 2177-2182, 1994.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association on Analytical Chemistry**. 12 ed. Washington: AOAC, 1992. 1015p.
- AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114p.
- BARRET, D. M.; GONZALEZ, C. Activity of softening enzymes during cherry maturation. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 59, n. 3, p. 574-577, 1994.
- BARRETO, A. C. P. S. Padrão de qualidade e potencialidade de exportação de hortaliças e frutas frescas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DE HORTALIÇAS E FRUTAS FRESCAS. **Anais...** Brasília, 1991.
- BITTER, T.; MUIR, H.M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analytical Chemistry**, New York, v. 34, p. 330-334, 1962.
- BRAMLAGE, W. J.; DRAKE, M.; WEIS, S. A. Comparisons of calcium chloride, calcium phosphate, and calcium chelate as foliar sprays for "MacIntosh" apple trees. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 10, n. 6, p. 786-789, 1980.

- CARVALHO, H. A. de. **Utilização de atmosfera modificada na conservação pós-colheita da goiaba "Kumagai"**. 1999. 115p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- CARVALHO, V. D.; CHALFOUN, S. M. A importância do cálcio na agricultura. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 15, n. 170, p.17-28, 1991.
- CARVALHO, V. D. Qualidade e conservação pós-colheita de goiabas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 179, p.48-54, 1994.
- CHEFTEL, J. C.; CHEFTEL, H. **Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1992. v. 1, 333 p.
- CHITARRA, M. I. F. Características das frutas de exportação. In: GONGATTI NETO et al. **Goiaba para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA, 1996. cap. 1, p.9-11. (Série Publicações técnicas FRUPEX, n. 20).
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Armazenamento pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 293 p.
- CHYAU, C. C.; CHEN, S. Y.; WU, C. M. Differences of volatile and nonvolatile constituents between mature and ripe guava (*Psidium guajava* Linn) fruits. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 40, n. 5, p. 846-849, 1992.
- CONWAY, W. S.; SAMS, C. E.; WATADA, A. E. Relationship between total and cell wall bound calcium in apples following postharvest pressure infiltration of calcium chloride. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 398, p. 31-39, 1995.
- CROOKES, P. R.; GRIERSON, D. Ultrastructure of tomato fruit ripening and the role of polygalacturonase isoenzymes in cell wall degradation. **Plant Physiology**, Baltimore, v.72, p. 1088-1093, 1983.
- DALAL, V. B.; EIPERSON, W. E.; SINGH, N. S. Wax emulsion for fresh fruits and vegetables to extend their storage life. **Indian Food Packer**, New Delhi, v. 25, n. 2, p. 9-15, 1971.

DA-SILVA, R.; FRANCO, C. M. L.; GOMES, E. Pectinesterases, hemicelulases e celulases, ação, produção e aplicação no processamento de alimentos: revisão. *Boletim SBCTA*, Campinas, v.31, n. 2, p. 249-260, jul/dez. 1997.

EL-BULUK, R. E.; BABIKER, E. F. E.; EL-TINAY, A. H. Biochemical and physical changes in fruits of four guava cultivars during growth and development. *Food Chemistry*, London, v. 54, p. 279-282, 1995.

EL-BULUK, R. E.; BABIKER, E. F. E.; EL-TINAY, A. H. Changes in chemical composition of guava fruits during development and ripening. *Food Chemistry*, London, v. 59, n. 3, p. 395-399, 1997.

EL-ZOGHBI, M. Biochemical changes in some tropical fruits during ripening. *Food Chemistry*, London, v. 49, n. 1, p. 33-37, Jan. 1994.

ESTEVEES, M. T. C. Características físicas, físico-químicas e químicas de frutos de cultivares de goiabeira (*Psidium guajava*, Linn). 1981. 65p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

ESTEVEES, M. T. C.; CARVALHO, V. D. Modificações nos teores de amido, açúcar e grau de doçura em seis cultivares de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em diferentes estádios de maturação. *Ciência e Prática*, Lavras, v. 6, n. 2, p. 208-218, 1982.

FONSECA, H. Amadurecimento de frutas. In: FONSECA, H. et al. *Bioquímica de alimentos*. Piracicaba: ESALQ, 1974. 249p.

FRATESCHI, P. W. B. Radiação gama com <sup>60</sup>cobalto na conservação pós-colheita de goiaba branca (*Psidium guajava* L.). 1999. 141p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiânia, Goiânia.

FRY, S. C. Cross-linking of matrix polymers in the growing cell walls of angiosperms. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, v. 37, p. 165-186, 1986.

GASPAR, J.W. Influência da refrigeração e de filmes plásticos sobre a conservação pós-colheita da goiaba "Kumagai". 1997. 70p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

GERHARDT, L. B. A.; et al. Características físico-químicas dos frutos de quatro cultivares e três clones de goiabeira em Porto Luccna, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 2, p.185-192, fev. 1997.

→ GIANONNI, J. A . Efeito da radiação gama e do cálcio na conservação pós-colheita da goiaba branca armazenada sob refrigeração. 2000. 181p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu.

GONZAGA NETO, L.; CRISTO, A. S.; CHOUDHURY, M. M. Conservação pós-colheita de frutos de goiabeira, variedade Paluma. **Pesquis Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 1-6, jan. 1999.

GORGATTI NETTO, A.; et al. **Goiaba para exportação: procedimento de colheita e pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1996. 35p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, n.20).

HEPPLER, P. K.; WAYNE, R. O. Calcium and plant development. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 36, p. 397-439, 1985.

HUSSAIN, A.; SHAH, A. H. Activity of pectic enzymes (pectinesterase and polygalacturonase) during the ripening of guava fruit. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**, Lyallpur, v. 12, n. 3/4, p. 191-194, 1975.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3 ed. São Paulo, 1985. v. 1, 533 p.

JEN, J. J.; ROBINSON, M. L. P. Pectolytic enzymes in sweet bell peppers (*Capsicum annuum* L.). **Journal of Food Science**, Chicago, v. 49, n. 4, p. 1085-1087, Mar./Apr. 1984.

KHEDKAR, D. M. et al. Extension of storage life of guava var. L-49. **Indian food Parcker**, New Delhi, v. 36, n. 2, p. 49-52, 1982.

KING, G. A.; O'DONOGHUE, E. M. Unravelling senescence: new opportunities for delaying the inevitable in harvested fruit and vegetables. **Trends in Food Science & Technology**, New York, v. 6, p. 385-389, Dec. 1995.

KING, K. et al. A study of factors affecting in-situ de-esterification of mango (*Mangifera indica*) pectin. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 45, p. 231-241, 1988.

LAZAN, H.; ALI, Z. M. Cell wall hydrolases and their potential in the manipulation of ripening of tropical fruits. **Asean Food Journal**, Singapore, v. 8, n. 2, p. 47-53, 1993.

LENINGHER, A. L. **Princípios de bioquímica**. São Paulo: Sarvier, 1990. 725 p.

LIMA, M. A. **Conservação pós-colheita de goiaba e caracterização tecnológica de frutos de diferentes genótipos produzidos em Jabotical, SP**. 1999. 101p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal.

MANICA, I. et al. **Fruticultura Tropical: 6. Goiaba**, Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000. 374 p.

McCREADY, R. M.; McCOOMB, E. A. Extraction and determination of total pectic materials in fruits. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 42, n. 12, p. 1586-1588, Dec. 1952.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed., rev. e atual. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MITCHAM, E. J.; McDONALD, R. E. Cell wall modification during ripening of 'Keitt' and 'Tommy Atkins' mango fruit. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 117, n. 6, p. 919-924, 1992.

MOWLAH, G.; ITOO, S. Changes in pectic components, ascorbic acid, pectic enzymes and cellulase activity in ripening and stored guava (*Psidium guajava* L.), **Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi**, Tóquio, v. 30, n. 8, p. 454-461, 1983.

MOWLAH, G.; ITOO, S. Guava (*Psidium guajava* L.) sugar components and related enzymes at stages of fruit development and ripening. **Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi**, Tóquio, v. 29, n. 8, p. 472-476, 1982.

NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 135, n. 1, p. 136-175, Jan. 1944.



NOELTING, G.; BERNFELD, P. Sur les enzymes amylolytiques. III. La  $\beta$ -amilase: dosage l'activat  et contole de l'absence l'  $\alpha$ -amilase. **Helvien Chimistries Acta**, v. 31, p. 286-290, 1948.

→ OLIVEIRA, M.A. Utiliza o de pel cula de f cula de mandioca como alternativa   cera comercial na conserva o p s-colheita de frutos de goiaba (*Psidium guajava* L.). 1996. 73p. Disserta o (Mestrado em Ci ncias) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

→ PAL, D. K.; SELVARAJ, Y. Changes in pectin and pectinesterase activity in developing guava fruits. **Journal of Food Science and Tecnology**, Mysore, v. 16, n. 3, p. 115-116, May/Jun. 1979.

PEREIRA, F. M.; MARTINEZ-JUNIOR, M. **Goiabas para industrializa o**. Jaboticabal: Legis Summa, 1986. 142p.

PIZA JR., C. T.; KAVATI, R. **A cultura da goiaba de mesa**. Campinas: CATI, 1994. 29p. (Boletim T cnico- CATI, 219).

POOVAIAH, B. W.; GLENN, G. M.; READY, A. S. N. Calcium and fruit softening: physiology and biochemistry. **Horticultural Reviews**, Cairo, v. 10, p. 107-153, 1988.

POOVAIAH, B. W. Molecular and cellular aspects of calcium action in plants. **Hortscience**, Alexandria, v. 23, n. 2, p. 267-271, Apr. 1988.

POOVAIAH, B. W. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. **Food Technology**, Oxford, v. 16, p. 86-89, 1986.

→ PRESSEY, R.; HINTON, D. M.; AVANTS, J. K. Development of polygalacturonase activity and solubilization of pectin in peaches during ripening. **Plant Physiology**, Baltimore, v. 52, n. 3, p. 252-256, Sep. 1973.

RICHARDSON, D. G.; AL-ANI, A. M. Calcium and nitrogen effects on d'anjou pear fruit respiration and ethylene evolution. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 124, p. 195-201, 1982.

→ SIDDIQUI, S.; SHARMA, R. K.; GUPTA, O. P. Physiological and quality response of guava fruits to posture during storage. **HortScience**, Alexandria, v. 26, n. 10, p. 1295-1297, Oct. 1991.

- SINGH, B. P.; CHAUHAN, K. S. Effect of pre-harvest application of calcium, potassium and alar on fruit quality and storage life of guava fruits. **Haryana Agricultural University Journal of Research**, Hissar, v. 12, n. 4, p. 649-654, 1982.
- SINGH, B. P.; CHAUHAN, K. S. Effect of pre-harvest of certain chemicals on the storage behaviour of guava at low temperature. **Haryana Journal of Horticultural Science**, India, v. 22, n. 2, p. 95-102, 1993.
- SINGH, B. P.; SINGH, H. K.; CHAUHAN, K. S. Effects of post-harvest calcium treatments on the storage life of guava fruits. **Indian Journal Agricultural Science**, New Delhi, v. 51, n. 1, p. 44-47, Jan. 1981.
- SINGH, R.V. et al. Effect of wax coating & prepackaging on the storage behaviour of guava cv. Allahad Safeda. **Indian Food Packer**, New Delhi, p. 80-85, Nov./Dec. 1984.
- STROHECKER, R. L.; HENNING, H. M. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428p.
- TAVARES, J. C. **Efeitos da refrigeração, cera, fungicida e cálcio na conservação pós-colheita da goiaba 'Paluma' (*Psidium guajava* L.)**. 1993. 93p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal.
- UDDIN, M. S. et al. Degradation of ascorbic acid in dried guava during storage. **Journal of Food Engineering**, Singapore, v. 51, p. 21-26, 2001.
- WILLS, R. B. H. et al. **Postharvest: An introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables**. West Port: AVI, 1981. 161p.
- WILLS, R.B.H. et al. Storage of two new cultivars of guava fruit for processing. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v. 60, n. 3, p. 175-178, July 1983.
- WILSON, C. W.; SHAW, P. E.; CAMPBELL, C. W. Determination of organic acids and sugars in guava (*Psidium guajava* L.) cultivars by high-performance liquid chromatography. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 33, p. 77-780, 1982.
- YADAVA, U. L. Guava (*Psidium guajava* L.): na exotic tree fruit with potential in the southeastern United State. **HortScience**, Alexandria, v. 31, n. 5, Sep. 1996.

→ YAMASHITA, F.; BENASSI, M. de T. Influência da embalagem de atmosfera modificada e do tratamento com cálcio na cinética de degradação de ácido ascórbico e perda de massa em goiabas (*Psidium guajava* L.). **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 1, abr. 2000.

YUSOF, S.; MOHAMED, S. Physico-chemical changes in guava (*Psidium guajava* L.) during development and maturation. **Journal of the Science of food and Agriculture**, London, v. 38, p. 31-39, 1987.

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. **Manual do Sanest: sistema de análise estatística para microcomputadores**. Pelotas: UFPel, 1991. 102p.

## 7 ANEXOS

Página

TABELA 1A	Resumo da análise de variância de fatores que influenciam na aparência e na qualidade sensorial de goiabas cv. “Pedro Sato”, submetidas ao tratamento hidrotérmico com cloreto de cálcio, armazenadas sob condições ambientais. ....	48
TABELA 2A	Resumo da análise de variância de fatores que influenciam a textura e o valor nutricional de goiabas cv. “Pedro Sato” submetidas ao tratamento hidrotérmico com cloreto de cálcio, armazenadas sob condições ambientais. ....	49

TABELA 1A Resumo da análise de variância de fatores que influenciam na aparência e na qualidade sensorial de goiabas goiabas cv. "Pedro Sato" submetidas ao tratamento hidrotérmico com e sem cloreto de cálcio e armazenadas sob condições ambiente, durante quatro dias.

QM								
Causas da Variação	GL	Perda de peso (%)	ATT (eq. ácido cítrico/100g polpa)	pH	SST (%)	Açúcares Totais (% glicose)	Açúcares Redutores (% glicose)	Açúcares não-redutores (% sacarose)
Cálcio	1	19,04*	0,009*	0,003 <sup>ns</sup>	4,22*	0,62*	0,02 <sup>ns</sup>	0,21*
Tempo	4	234,00*	0,040*	0,007*	0,52*	7,59*	0,47*	0,33*
Cálcio x Tempo	4	1,66*	0,009*	0,003 <sup>ns</sup>	0,37*	0,30*	0,37*	0,06*
Resíduo	30	0,05	0,0005	0,001	0,01	0,02	0,06	0,002
CV (%)	-	2,90	4,00	1,09	1,53	3,18	6,15	5,38
Média geral	-	7,80	0,56	3,70	7,88	5,01	3,99	0,98

\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 2A Resumo da análise de variância de fatores que influenciam a textura e o valor nutricional de goiabas cv. "Pedro Sato" submetidas ao tratamento hidrotérmico com e sem cloreto de cálcio, armazenadas sob condições ambiente, durante quatro dias.

QM								
Causas da Variação	GL	Pectina Total (%)	Pectina Solúvel (%)	PME (U. g <sup>-1</sup> peso fresco)	PG (U. g <sup>-1</sup> peso fresco)	Vitamina C (%)	Ca total (%MS)	Ca Ligado à parede (% MS)
Cálcio	1	0,008*	0,03*	145213,92*	799,24*	1548,14*	0,03481*	0,0280*
Tempo	4	0,002*	0,07*	55753,654*	4891,65*	4974,11*	0,00005	0,00002
Cálcio x Tempo	4	0,001*	0,003*	18912,21*	140,61*	183,24*	0,00004	0,00009
Resíduo	30	0,0001	0,004	613,64	7,97	1,33	0,00004	0,00006
CV (%)	-	2,94	5,51	3,50	2,85	1,10	5,08	7,69
Média geral	-	0,38	0,22	705,89	98,76	104,59	0,12	0,10

\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

