

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**ESTUDO DO EFEITO DO TIPO DE CORTE, ADIÇÃO DE CLORETO DE  
CÁLCIO E ÁCIDO ASCÓRBICO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS,  
FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DO ABACAXI  
MINIMAMENTE PROCESSADO**

**GLEUCIA CARVALHO SILVA  
Engenheira de Alimentos**

**Profº Dr. Geraldo Arraes Maia  
Orientador**

**Fortaleza – Ceará  
2001**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**ESTUDO DO EFEITO DO TIPO DE CORTE, ADIÇÃO DE CLORETO DE  
CÁLCIO E ÁCIDO ASCÓRBICO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS,  
FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DO ABACAXI  
MINIMAMENTE PROCESSADO**

**GLEUCIA CARVALHO SILVA**

**Dissertação**

Apresentada ao Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos da  
Universidade Federal do Ceará como requisito parcial à obtenção do grau de  
MESTRE EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**Orientador**

**Profº Dr. Geraldo Arraes Maia**

Fortaleza – Ceará

2001

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

- 
- S58e Silva, Gleucia Carvalho.  
Estudo do efeito do tipo de corte, adição de cloreto de cálcio e ácido ascórbico nas características físicas, físico-químicas e microbiológicas do abacaxi minimamente processado / Gleucia Carvalho Silva. – 2001.  
81 f. : il., enc. ; 30 cm.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2001.  
Área de Concentração: Ciência e Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal.  
Orientação: Prof. Dr. Geraldo Arraes Maia.
1. Alimentos - Conservação. 2. Produtos agrícolas - Processamento. 3. Tecnologia de alimentos. I. Título.

Esta Dissertação foi submetida à coordenação do curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Tecnologia de Alimentos outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na biblioteca da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta Dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

---

Gleucia Carvalho Silva

Dissertação aprovada em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_



---

Prof. Dr. **Geraldo Arraes Maia**  
Orientador



---

Prof. Dr. **Raimundo Wilane de Figueiredo**  
Universidade Federal do Ceará



---

Dr. **Ricardo Elesbão Alves**  
EMBRAPA Agroindústria Tropical

Aos meus pais,

José Maria e Irismar

Ao meu esposo, Giovani

Ao meu irmão Glauber,

Pela dedicação, apoio, amor e incentivo.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Á **Deus**, pela sua presença constante.

A **Universidade Federal do Ceará** e ao **Departamento de Tecnologia de Alimentos**, pela oportunidade de realização deste curso.

Á **Embrapa / Agroindústria Tropical**, pelo apoio na realização do trabalho e ao **PRODETAB** pelo apoio financeiro.

A **CAPES**, pelo apoio financeiro, através da concessão de bolsa de estudos.

Ao **Prof. Geraldo Arraes Maia** pela orientação e convívio.

Ao **Dr. Men de Sá Moreira de Sousa Filho**, pesquisador da Embrapa / Agroindústria Tropical, pelas valiosas sugestões, apoio, amizade e confiança.

Ao **Prof. Raimundo Wilame de Figueiredo** pela colaboração, sugestões e compreensão.

Ao **Dr. Ricardo Elesbão Alves**, pesquisador da Embrapa / Agroindústria Tropical, pelas sugestões e correção deste trabalho.

Á **Dra. Maria de Fátima Borges**, pesquisadora da Embrapa / Agroindústria Tropical, pelas sugestões e cooperação nas análises microbiológicas.

Aos **professores do Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos**, por seus ensinamentos.

Aos amigos do Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos, **Silvia, Dora Lili, Márcia, Germania, Elayne e Auricélia** pela amizade sincera e união no decorrer do curso.

Aos amigos e funcionários da Embrapa / Agroindústria Tropical, **Manoel Alves de Sousa Neto e Arthur Cláudio Rodrigues de Souza**, pela competência e dedicação ao trabalho.

Aos amigos dos Laboratórios de Físico-Química e Microbiologia de Alimentos da Embrapa / Agroindústria Tropical, **Raquel, Josélia, Vivian, Sergimara, Alexsandra, Glauciane, Lorena, Arbene, Lúcia, Érika e Carlos André**, pela valiosa ajuda no processamento e nas determinações analíticas.

Ao amigo **Carlos Farley Herbester Moura**, pela preciosa colaboração.

Ao amigo **Márcio Eduardo Canto Pereira**, pela amizade e realização da análise estatística.

Á **Valéria Cavalcante Aguiar**, pela amizade e colaboração na elaboração do Abstract.

Ao secretário da coordenação do Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos, **Paulo**, pela sua amizade e ajuda.

Á todos aqueles que de alguma forma colaboraram para realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	Pág.
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE QUADROS.....	Xi
LISTA DE TABELAS.....	Xi
LISTA DE TABELA EM ANEXO.....	Xii
RESUMO.....	Xiii
ABSTRACT.....	Xiv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 Produção de abacaxi.....	4
2.2 Características físico-químicas e nutricionais do abacaxi.....	6
2.3 Armazenamento refrigerado.....	7
2.4 Uso de aditivos.....	9
2.4.1 Cálcio.....	9
2.4.2 Ácido ascórbico.....	11
2.5 Processamento mínimo.....	13
2.6 Características microbiológicas.....	17
2.7 Controle higiênico-sanitário.....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1 Determinações físicas.....	25
3.1.1 Perda de peso.....	25
3.1.2 Textura .....	25

3.1.3 Cor.....	25
3.2 Determinações físico-químicas.....	25
3.2.1 Sólidos solúveis totais (SST).....	25
3.2.2 Açúcares redutores totais (ART).....	26
3.2.3 Acidez total titulável (ATT).....	26
3.2.4 Ph.....	26
3.2.5 Vitamina C.....	26
3.2.6 Umidade.....	26
3.2.7 Atividade de água (AW).....	27
3.3 Determinações microbiológicas.....	27
3.4. Análise estatística.....	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
4.1 Experimento I – efeito do mtipo de corte.....	29
4.2 Experimento II – efeito do cálcio.....	38
4.3 Experimento III – efeito do ácido ascórbico.....	51
5. CONCLUSÕES.....	59
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
ANEXOS.....	70

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Maiores produtores de abacaxi em 2000 (ton. de frutas).....	5
Figura 2 – Produção mundial de abacaxi em 2000 (ton. de frutas).....	5
Figura 3 – Produção nacional de abacaxi em 1996 (ton. de frutas).....	6
Figura 4 – Fluxograma de processamento mínimo de abacaxi.....	24
Figura 5 – Sólidos solúveis totais de abacaxi minimamente processado nas formas de trapézio e de fatia armazenados a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 99% UR durante 16 dias.....	29
Figura 6 – Acidez total titulável em abacaxi minimamente processado e armazenado a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 99% UR por 16 dias.....	30
Figura 7 – pH em abacaxi minimamente processado e armazenado a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 99% UR por 16 dias.....	31
Figura 8 – Vitamina C em abacaxi minimamente processado na forma de trapézio e fatia armazenados a em abacaxi minimamente processado e armazenado $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 99% UR por 16 dias.....	32
Figura 9 – AW em abacaxi minimamente processado e armazenado a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 99% UR por 16 dias.....	33
Figura 10 – Perda de peso em abacaxi minimamente processado nas formas de trapézio e de fatia armazenados a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 99% UR por 16 dias.....	34
Figura 11 – Cor em $\Delta E$ (a) e $L^*$ para abacaxi minimamente processado nas formas de trapézio e fatia armazenados a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 99% UR por 16 dias.....	35
Figura 12 – Atividade de água (AW) para abacaxi minimamente processado nas formas de trapézio e fatia tratados com $\text{CaCl}_2$ armazenados a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 99% UR por 16 dias.....	39
Figura 13 – Umidade para abacaxi minimamente processado na forma de fatia tratado com diferentes concentrações de $\text{CaCl}_2$ armazenados a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 99% UR por 16 dias.....	40

Figura 14 – Sólidos solúveis totais para abacaxi minimamente processados na forma de trapézio e fatia tratados com cloreto de cálcio armazenados a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 99% UR por 16 dias.....	40
Figura 15 - Sólidos solúveis totais para abacaxis minimamente processados na forma de trapézio (a) e fatia (b) tratados diferentes concentrações de cloreto de cálcio armazenados a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 99% UR por 16 dias.....	41
Figura 16 – Açúcares redutores totais (ART) para abacaxis minimamente processados nas formas de trapézio e fatia tratados com cloreto de cálcio armazenados a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 99% UR por 16 dias.....	42
Figura 17 - Açúcares redutores totais (ART) para abacaxis minimamente processados na forma de trapézio armazenados a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 99% UR por 16 dias.....	42
Figura 18 – pH para abacaxis minimamente processados na forma de fatia tratados com diferentes concentrações de cloreto de cálcio armazenados a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 99% UR por 16 dias.....	43
Figura 19 – pH para abacaxis minimamente processados na forma de fatia tratados com cloreto de cálcio armazenados a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 99% UR por 16 dias.....	44
Figura 20 – pH para abacaxis minimamente processados na forma de trapézio tratados com diferentes concentrações de cloreto de cálcio armazenados a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 99% UR por 16 dias.....	44
Figura 21 – Acidez total titulável para abacaxis minimamente processados na forma de trapézio tratados com cloreto de cálcio armazenados a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 99% UR por 16 dias.....	45
Figura 22 - Acidez total titulável para abacaxis minimamente processados na forma de fatia e tratados com diferentes concentrações de cloreto de cálcio e armazenados a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 99% UR por 16 dias.....	46

Figura 23 – Textura para abacaxis minimamente processados na forma de fatia e tratados com diferentes concentrações de cloreto de cálcio e armazenados a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 99% UR por 16 dias.....	47
Figura 24 – Textura para abacaxis minimamente processados na forma de trapézio e tratados com cloreto de cálcio e armazenados a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 99% UR por 16 dias.....	48
Figura 25 – Textura para abacaxis minimamente processados na forma de trapézio tratados com diferentes concentrações de cloreto de cálcio e armazenados a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 99% UR por 16 dias.....	48
Figura 26 – Perda de peso para abacaxis minimamente processados nas formas de trapézio (a) e fatia (b) tratados com diferentes concentrações de cloreto de cálcio e armazenados a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 99% UR por 16 dias.....	49
Figura 27 – Perda de peso para abacaxis minimamente processados nas formas de trapézio (a) e fatia (b) tratados com cloreto de cálcio e armazenados a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 99% UR por 16 dias.....	50
Figura 28 – pH para abacaxis minimamente processados nas formas de trapézio e fatia tratados com ácido ascórbico e armazenados a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 99% UR por 16 dias.....	52
Figura 29 – pH para abacaxis minimamente processados na forma de fatia tratado com diferentes concentrações de ácido ascórbico e armazenados a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 99% UR por 16 dias.....	52
Figura 30 – Sólidos solúveis totais para abacaxis minimamente processados na forma de trapézio tratados com ácido ascórbico e armazenados a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 99% UR por 16 dias.....	54
Figura 31 – Sólidos solúveis totais para abacaxis minimamente processados na forma de trapézio tratados com diferentes concentrações de ácido ascórbico e armazenados a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 99% UR por 16 dias.....	54

Figura 32 – Açúcares redutores totais para abacaxis minimamente processados nas formas de trapézio e fatia tratados com ácido ascórbico e armazenados a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 99% UR por 16 dias.....	55
Figura 33 – Açúcares redutores totais para abacaxis minimamente processados na forma de fatia e tratados com diferentes concentrações de ácido ascórbico e armazenados a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 99% UR por 16 dias.....	56
Figura 34 – Vitamina C para abacaxis minimamente processados na forma de trapézio tratados com diferentes concentrações de ácido ascórbico e armazenados a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 99% UR por 16 dias.....	57
Figura 35 – Vitamina C para abacaxis minimamente processados na forma de fatia tratados com diferentes concentrações de ácido ascórbico e armazenados a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 99% UR por 16 dias.....	57
Figura 36 – Cor em $\Delta\text{E}$ para abacaxi minimamente processado nas formas de trapézio e fatia tratados com ácido ascórbico armazenados a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 99% UR por 16 dias.....	58

### LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparação entre os sistemas de conservação de alimentos.....	16
--	----

### LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados das avaliações microbiológicas dos cortes nas formas de trapézio e fatia de abacaxis minimamente processados e armazenados a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 99% UR por 16 dias.....	36
--	----

## LISTA DE TABELAS EM ANEXO

Tabela 1A – Quadrados médios das análises de variância para as características pH, atividade de água (Aw), sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), açúcares redutores totais (ART), vitamina C, perda de peso, cor e textura apresentados pelo abacaxi minimamente processado submetido aos cortes de trapézio e fatia.....	71
Tabela 2A - Quadrados médios das análises de variância para as características pH, atividade de água (Aw), umidade, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), açúcares redutores totais (ART), perda de peso e textura apresentados pelo abacaxi minimamente processado na forma de trapézio tratados com diferentes concentrações de cloreto de cálcio.....	72
Tabela 3A - Quadrados médios das análises de variância para as características pH, atividade de água (Aw), umidade, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), açúcares redutores totais (ART), perda de peso e textura apresentados pelo abacaxi minimamente processado na forma de fatia tratados com diferentes concentrações de cloreto de cálcio.....	73
Tabela 4A - Quadrados médios das análises de variância para as características pH, sólidos solúveis totais (SST), açúcares redutores totais (ART), vitamina C e cor apresentados pelo abacaxi minimamente processado na forma de trapézio tratados com diferentes concentrações de ácido ascórbico.....	74
Tabela 5A - Quadrados médios das análises de variância para as características pH, sólidos solúveis totais (SST), açúcares redutores totais (ART), vitamina C e cor apresentados pelo abacaxi minimamente processado na forma de fatia tratados com diferentes concentrações de ácido ascórbico.....	75

## RESUMO

Devido a tendência mundial de consumo de produtos in natura ou o mais próximo destes, os produtos minimamente processados vêm apresentando um acentuado destaque no mercado consumidor. Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos do corte e a adição de cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) e ácido ascórbico nas características físico-químicas, físicas e microbiológicas do abacaxi minimamente processado. Os equipamentos, utensílios e embalagens foram higienizados com solução de hipoclorito de sódio a 200ppm por 30 minutos. A higienização da estrutura física da unidade de processamento foi realizada com a mesma solução secada naturalmente. Amostras de abacaxis “pérola” provenientes do Estado da Paraíba foram adquiridas no CEASA em Fortaleza-Ceará e submetidas às etapas de pré-lavagem, lavagem com solução de hipoclorito de sódio (200 ppm por 2 minutos) e armazenadas a 12°C, objetivando a estabilização da temperatura no interior dos frutos. Sob uma temperatura de 12°C, os frutos foram descascados e cortados nas formas de trapézio e fatia, sendo então submetidos a três tratamentos: I) efeito do tipo de corte; II) efeito do cálcio (solução com 0%, 1% e 2,5% de  $\text{CaCl}_2$ ) e III) efeito do ácido ascórbico (solução com 0ppm, 2000ppm e 3000ppm de ácido ascórbico). Os frutos cortados foram imersos nestas soluções, drenado o excesso de água e armazenados por 16 dias a 4°C + 1°C e 99% UR. A intervalos de quatro dias, foram coletadas amostras e submetidas às análises físico-químicas, físicas e microbiológicas. Ao final dos experimentos concluiu-se que os abacaxis cortados em fatia, tratados com 1% de cloreto de cálcio e 3000ppm de ácido ascórbico são os mais indicados para o processamento mínimo, já que preservaram suas características de qualidade.

## ABSTRACT

Because of the World trend about the consumption of “in natura” products or products similar to these, the products with minimum processing have been presenting a high distinction in the consuming market this work had the objective of evaluate the effects of calcium chloride ( $\text{CaCl}_2$ ) and ascorbic acid removal and addition in the physical chemistry, physical and microbiological characteristics of pineapple with minimum processing. The equipments, tools and packages were higienized with 200 ppm sodium hipochloride solution for 30 minutes and the physical estrutura was left in contact until drying “pérola” pineapple samples from the state of Paraíba were acquired in the supplying center – CEASA in Fortaleza, Ceará and were submitted to pre-washing, washing, with 200 ppm sodium hipochloride for 2 minutes phases and stored in  $12^\circ\text{C}$  with the objective of temperature stabilization inside fruit. Under temperature of  $12^\circ\text{C}$  fruit were peeled, cut in trapeze and slice shapes and were submitted to 3 treatments: I) kind of cut effect; II) calcium effect (solution with 0%, 1% and 2,5% of  $\text{CaCl}_2$ ) and III) ascorbic acid effect (solution with 0 ppm, 2000 ppm and 3000 ppm of ascorbic acid). The cut fruit were imersed in these solutions the water excess was drained and were stored for 16 days in  $4^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ , in gaps of 4 days, samples were collected and submitted to physical chemistry, physical and microbiological analyses. By the end if experiments it was concluded that pineapple cut in slices treated with 1% of calcium chloride and 300 ppm of ascorbic acid are the most indicated to the minimum processing because they preserved their quality characteristics.

## 1. INTRODUÇÃO

A vasta extensão territorial, a diversidade de clima e de solos colocam o Brasil em posição privilegiada em relação aos demais países do mundo, possibilitando a exploração econômica de inúmeras espécies de clima tropical, sub-tropical e temperado (Passos e Sousa, 1994).

A fruticultura brasileira teve um grande progresso nos últimos anos, não somente em função do aumento de sua área de produção, como também do incremento do seu parque industrial e de sua capacidade de exportação, principalmente a região nordeste, vez que, possui condições ecológicas favoráveis e uma disponibilidade de áreas considerável (Luna, 1998).

No entanto, o volume de perdas pós-colheita é bastante considerável, o que evidencia claramente a importância e a necessidade da ampliação e busca de novos conhecimentos relativos ao aproveitamento destas frutas, onde a conseqüente minimização das perdas, pelo emprego de técnicas adequadas, trará benefícios de grande valia a todos os segmentos da cadeia produtiva. O processamento mínimo é uma alternativa para a redução dessas perdas e tende a contribuir para o desenvolvimento da agroindústria do país (Chitarra, 1999).

Apesar da importância do setor para cada região e para o país, não existe paralelismo entre o aumento da produção e o avanço de tecnologias de pós-colheita e de processamento agroindustrial capazes de minimizar as perdas, agregando a oferta sob diferentes formas e conseqüentemente a comercialização de frutas tropicais (Luna, 1998).

Nas últimas décadas têm ocorrido mudanças nos padrões de consumo dos alimentos, estando os consumidores mais preocupados com a saúde do que com a própria escolha de alimentos. A industrialização dos alimentos tem provocado uma busca por produtos mais saudáveis, o que tem contribuído consideravelmente para aumentar o consumo de frutas e vegetais frescos (Shewfelt, 1987).

Os produtos minimamente processados surgiram nos Estados Unidos há 30 anos, no mercado francês nos anos 80 e no Brasil no início da década de 90 (Censi, 2000), e nos últimos anos vêm apresentando um crescimento bastante considerável, principalmente dentro da área de negócios dedicados aos produtos hortícolas, visto que o consumidor passou a adquirir produtos mais naturais possíveis, livre de conservantes (Duringan, 2000).

O crescimento das vendas deste tipo de produtos deve-se também a expansão dos serviços de self service (restaurantes, hotéis, lanchonetes) e nível doméstico, visto que estes produtos oferecem uma série de vantagens como: redução na geração de resíduos (cascas e/ou sementes) aumento da qualidade higiênico-sanitária, padronização na forma e tamanho nas porções oferecidas, diminuição nos custos adicionais com mão-de-obra e estrutura física para processamento e armazenamento da matéria-prima e do produto, redução do tempo gasto com o processamento, entre outros (Censi, 2000).

O abacaxi apresenta uma grande tendência de consumo na forma pré-cortada, visto que normalmente é consumido desta forma. Esta fruta é largamente utilizada pelo consumidor final, hotéis, lanchonetes, restaurantes

e cozinhas industriais, na elaboração de refeições e sobremesas. Até o momento são poucos os estudos sobre o abacaxi minimamente processado (Bastos *et al.*, 2000).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do tipo de corte, adição de cloreto de cálcio e ácido ascórbico nas características físicas, físico-químicas e microbiológicas durante o armazenamento do abacaxi “pérola” minimamente processado.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Produção de abacaxi

O abacaxi é uma fruta originária das américas tropical e subtropical e foi levada para toda a Europa logo após o descobrimento da América, onde teve grande aceitação e foi disseminada por um grande número de países (Gadelha *et al.*,1996).

O abacaxi (*Ananas comosus* (L) Merr) pertence a família *Bromeliaceae*, subclasse das monocotiledôneas, compreende aproximadamente 46 gêneros e 1700 espécies (Santa Cruz, 1996).

A produção comercial do abacaxi está baseada nas variedades *Smooth cayenne*, Pérola, Queen, *Singapore spanish*, *Espanola roja* e Perolera, sendo que a variedade *Smooth cayenne* detém 70% da produção mundial (Reinhardt, 2000). No Brasil as variedades de maior valor comercial são a *Smooth cayenne* e Pérola ou Pernambuco, sendo a última a mais cultivada (Medina *et al.*,1978).

Segundo a Food and Agriculture Organization (FAO, 2001), no ano de 2000, a produção mundial de abacaxi foi de 13.504.143 toneladas, sendo os continentes asiáticos e americanos, os maiores produtores detendo cerca de 64% da produção. Os cinco países que mais produziram foram: Tailândia (2.280.959 ton.), Filipinas (1.523.791 ton.), Índia (1.400.000 ton.), Brasil (1.353.480 ton.) e China (1.313,450 ton.) (Figura 1).

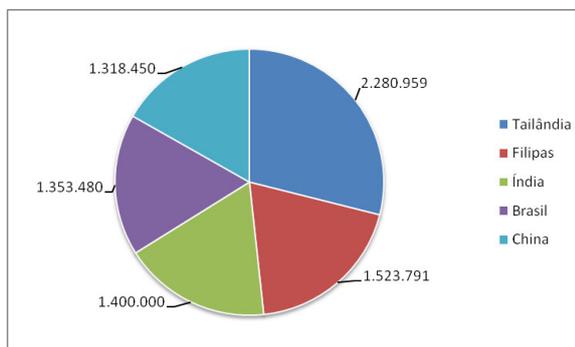


Figura 1 – Maiores produtores de abacaxi em 2000 (em ton. de frutas). Fonte: FAO (2001)

A produtividade do abacaxi é considerada ainda muito baixa (25t/ha a 35t/ha) quando comparada com países produtores com produtividade de 45t/ha a 50t/ha . Fatores como problemas fitossanitários, práticas culturais inadequadas dentre outros têm contribuído para esta baixa (Reinhardt, 2000). De acordo com o Ministério da Agricultura e Abastecimento (2000), o Brasil, até o primeiro semestre de 2000, teve uma queda na produção de abacaxi. A produção foi de 1.348.402 toneladas por hectare.

O Brasil representa hoje 10,02% da produção mundial e possui 50.149 hectares destinados apenas ao cultivo do abacaxi, onde são produzidos 32,038 toneladas por hectare (FAO, 2001) (Figura 2).

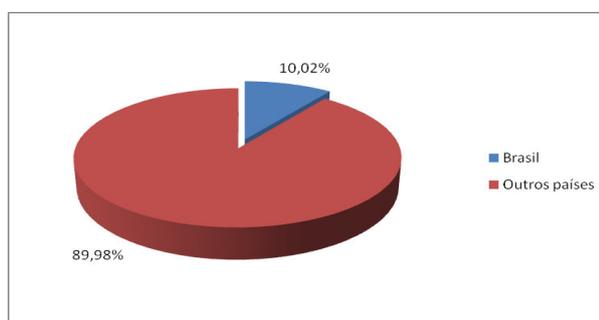


Figura 2 – Produção mundial de abacaxi em 2000. Fonte: FAO (2001)

No Brasil as regiões Sudeste, Nordeste, Norte, Centro-Oeste e Sul produzem respectivamente 40,17%, 34,22%, 19,14%, 5,35% e 1,10%, sendo as regiões Nordeste e Sudeste as maiores produtoras (Figura 3) (IBGE, 1996). No ano de 1998, os maiores produtores de abacaxi foram os estados de Minas Gerais, Pará, Paraíba e Bahia, que juntos responderam por 68% da produção nacional. Considerando as regiões fisiográficas, as maiores produções ocorreram nas regiões Sudeste, Nordeste e Norte, as quais contribuíram, respectivamente com 39%, 31% e 23% da produção brasileira (Gonçalves, 2000).

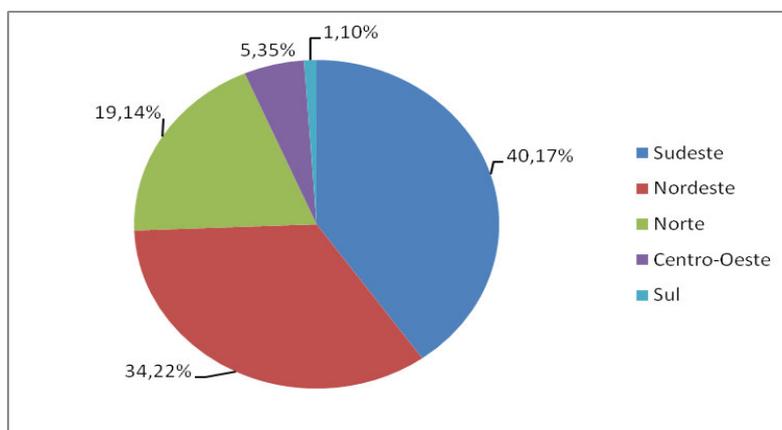


Figura 3 – Produção de abacaxi em 1996. Fonte: IBGE, 1996

Cerca de 65% da produção nacional é consumida na forma “in natura”, restante 35% para industrialização, principalmente a indústria de suco e fruta em calda. A participação brasileira no mercado internacional de frutas frescas é muito pequena (Embrapa, 1999).

## 2.2 Características físico-químicas e nutricionais do abacaxi.

O abacaxi é um fruto muito apreciado devido às suas excelentes qualidades organolépticas e o seu valor nutricional depende de seus açúcares solúveis, das vitaminas e sais minerais. Os teores de proteínas e lipídios são muito baixos (Medina, 1978).

O fruto do abacaxi colhido maduro contém de 12 a 15% de açúcares. Entre os açúcares presentes no abacaxi, a sacarose é o que se encontra em maior quantidade, cerca de 66%, enquanto que os açúcares redutores, glicose, de 1 a 3,2% e frutose de 0,6 a 2,3% (Dull, 1971).

Durante a maturação ocorrem alterações significativas no conteúdo de açúcares que se intensificam após a colheita em decorrência da respiração, visto que são os principais substratos (Chitarra e Chitarra, 1990).

A acidez do abacaxi varia de 0,6 a 1,62%, sendo o ácido cítrico o ácido predominante, o qual corresponde a 80% da acidez total (Dull, 1971). No fruto, a acidez aumenta da base para o topo (Carvalho, 1996). No entanto, a acidez é muito mais acentuada na região próxima a casca, quando comparado ao cilindro central. A acidez do abacaxi é também influenciada pela nutrição mineral. O pH do abacaxi varia de 3,7 a 3,9, dependendo do grau de maturação (Botrel e Abreu, 1994).

A polpa do abacaxi é constituída de parte provitamina solúvel, a qual é responsável pela coloração e parte de vitaminas hidrossolúveis, como riboflavina, nicotinamida, ácido pantotênico e ácido ascórbico. No entanto, a quantidade dessas vitaminas é muito baixa (Medina, 1978).

### **2.3 Armazenamento refrigerado**

Temperaturas de refrigeração e seu controle são procedimentos importantes e disponíveis para a redução de danos causados pelo processamento mínimo, visto que a velocidade das reações metabólicas são reduzidas 2 ou 3 vezes a cada redução de 10°C na temperatura (Brecht, 1995).

O processamento de frutos frescos a baixa temperatura reduz a respiração e produção de etileno (Brecht, 1995), o que evidencia a importância da temperatura no controle das reações enzimáticas, respiratórias e metabólicas, bem como na transpiração e controle microbiano. O controle adequado da temperatura durante o armazenamento de frutas poderá inativar ou retardar danos fisiológicos (Parkin *et al.*, 1989).

Por serem consideradas perecíveis, as frutas apresentam uma rápida degradação na qualidade pós-colheita durante o armazenamento a temperatura ambiente. É preciso cuidados no que se refere a quebra da cadeia de frio para os produtos minimamente processados quer seja durante o processamento ou transporte ou armazenamento (Wiley, 1997). O uso de refrigeração apresenta uma série de vantagens como: melhoria na qualidade do produto, aumento da vida de prateleira, melhor preço, aumento de competitividade no setor, entre outros (Tanaba e Cortez, 1998).

Os frutos tropicais apresentam uma depreciação da qualidade marcante quando armazenados sob baixas temperaturas, muito próximas ao seu ponto de congelamento: *chilling* (Chitarra e Chitarra, 1990).

Os sintomas do *chilling* envolve necrose das células na superfície e dentro dos tecidos. A morte destas células conduz a um escurecimento intenso próximo ao cilindro central e na polpa e descoloração externa, os quais afetam seriamente a qualidade. A severidade dos sintomas manifestados é dependente da temperatura do armazenamento (Rolle e Chism, 1987).

A partir do momento em que o fruto é submetido a temperaturas abaixo do nível considerado crítico, o escurecimento interno torna-se inevitável. No entanto a velocidade da manifestação dos sintomas é muito

variável (Teisson, 1979). Entre os fatores que influenciam esta velocidade estão a temperatura, tempo de exposição e o estado metabólico em que se encontra o fruto (Fennema, 1975). O escurecimento interno é um dos distúrbios mais importantes do abacaxi induzido pelas baixas temperaturas.

O desenvolvimento dos sintomas de escurecimento interno pode ser dividido em duas fases. Na primeira, *chilling* ocorre na temperatura de armazenamento e os sintomas não são evidentes. Numa segunda fase, os sintomas são desenvolvidos quando os frutos são colocados em temperaturas que variam de 18 a 30°C (Botel e Abreu, 1994).

## **2.4 Uso de aditivos**

### **2.4.1 Cálcio**

O cálcio encontra-se ligado a substâncias pécticas da parede celular, a lamela média e a outras substâncias celulares. Durante o armazenamento verifica-se uma formação de ligações covalentes entre as moléculas de pectina das estruturas celulares formando pectato de cálcio que limita a ação de enzimas como pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG), as quais influenciam diretamente no amaciamento dos frutos (Shear, 1975).

Rigney e Willes (1991) afirmam que a solubilização do cálcio facilita a ação da poligalacturonase, o que resulta na degradação da parede celular e consequentemente numa ativação de etileno.

O cálcio é um elemento muito importante para a estrutura e funcionamento da parede celular e membranas, sendo o responsável por uma série de alterações como a deterioração acentuada das membranas causadas por uma deficiência de cálcio e mudanças na permeabilidade à

passagem de água causada por modificações na estrutura das membranas (Chitarra e Chitarra, 1990).

Segundo Rolle e Chrism (1987), a presença de sais de cálcio no fruto implica em grandes vantagens como um retardamento da respiração celular e um aumento na firmeza do fruto.

Para Eaks (1985), o cálcio influencia profundamente a fisiologia dos frutos durante o seu crescimento e desenvolvimento com um retardamento da senescência e redução das desordens fisiológicas durante a estocagem.

Segundo Kader (1985), o etileno promove a senescência, acelerando a deterioração de frutos colhidos. O etileno é responsável por alterações na textura, cor e *flavor*. Rolle e Chrism (1987) afirmam que a produção de etileno é estimulada pela deficiência de cálcio nos tecidos.

O etileno pode ser facilmente produzido em quantidades substanciais pela ação física de descasque e corte durante o processamento interferindo significativamente na qualidade dos frutos. A textura e cor são os dois atributos mais sensíveis a ação do etileno (Watada *et al.*, 1990).

Segundo Grierson (1987), a atividade respiratória é influenciada, em parte, pela composição do fruto, bem como pelas alterações químicas decorrentes da maturação. A respiração resulta em modificações sérias nos constituintes celulares, as quais indesejáveis e depreciam a qualidade do fruto (Chitarra e Chitarra, 1990). Em condições não controladas, estas reações levam rapidamente a senescência, tornando o tecido susceptível ao ataque microbiano e perda de água. O aumento da respiração nos tecidos

danificados pode ser também um conseqüência da elevação da produção de etileno (Lima, 2000). Portanto, o controle do processo respiratório é essencial para conservação de abacaxi minimamente processado.

A conservação das frutas e hortaliças minimamente processadas e refrigeradas é um processo especialmente complexo, no qual participam células danificadas como também células intactas, ou seja, algumas células encontram-se respirando a velocidade normal, as células danificadas a velocidades maiores e outras virtualmente mortas ou inativas (Rolle e Chrism, 1997).

A perda de textura e modificações da aparência como o escurecimento, são as maiores alterações que ocorrem com frutos armazenados por um longo período de tempo. Estas alterações indesejáveis na qualidade são aceleradas por danos mecânicos às células, causados pelas operações de descasque e corte, o que permite o contato das enzimas o substrato (King e Bolin, 1989).

Em trabalhos realizados com maçãs, Poovaiah (1986), observou que o cálcio aplicado promove uma manutenção na firmeza, e aumento do teor de vitamina C e redução dos níveis de etileno.

#### **2.4.2 Ácido ascórbico**

Vários são os aspectos que levam a deterioração dos frutos minimamente processados, sendo os principais as alterações enzimáticas relacionadas com textura e desenvolvimento *off-flavor* (Sapers *et al.*, 1994).

Segundo Shewfelt (1987), os danos mecânicos aceleram as alterações dos produtos frescos ao romper as membranas celulares e

incrementar a atividade enzimática originando o desenvolvimento de reações indesejáveis.

O processamento mínimo origina o incremento de atividade de enzimas chaves no metabolismo vegetal, como por exemplo, catalases, peroxidases e polifenoloxidasas, o que leva ao desenvolvimento de escurecimento, *off-flavor* e lignificação da parede celular, o que possibilita uma limitação na vida de prateleira na vida de estocagem (Rolle e Chrism, 1987).

A enzima peroxidase ao se combinar com o peróxido de hidrogênio forma um complexo ativo que reage com várias moléculas. Essas reações causam mudanças indesejáveis no *flavor*, na cor e perda de nutrientes. Portanto, estudo dessa enzima é de grande importância tanto para a indústria quanto para o consumo *in natura* (Hemeda e Klein, 1990).

A exposição da superfície dos frutos durante as operações de descasque e corte possibilita que os compostos fenólicos sejam oxidados a ortoquinonas, reações estas que se processam na presença de oxigênio (González *et al.*, 1995). As quinonas se plimerizam e formam as melanoidinas e outros pigmentos de coloração escura (Fennema, 1993).

O ácido ascórbico promove a redução da quinona ao substrato fenólico original, impedindo sua polimerização e conseqüentemente à formação de pigmentos escuros, ou ainda inibindo diretamente as enzimas responsáveis (Teisson, 1979).

A vitamina C é muito encontrada no reino vegetal e recebe o nome de ácido ascórbico, sua forma principal de atividade biológica. Ao se oxidar se transforma em ácido dihidroascórbico, que é também ativo. Entre os

frutos tropicais, o abacaxi é um dos que possui baixo teor de vitamina C, sendo considerada o principal inibidor das reações de escurecimento do fruto (Teison, 1979).

De acordo com Das *et al* (1997), para o abacaxi, o ácido ascórbico é considerado um inibidor ativo frente à enzimas do escurecimento.

A vitamina C não está uniformemente distribuída no abacaxi, sua maior concentração encontra-se nas proximidades da casca, na parte superficial, o que explica a ocorrência mais intensa de escurecimento próximo ao cilindro central (Sgarbieri citado por Abreu, 1991).

## **2.5 Processamento mínimo**

O processamento mínimo é uma das tecnologias em desenvolvimento que mais vem crescendo no mundo, principalmente no mercado de consumo de alimentos *in natura*. Esta tecnologia permite a obtenção de um produto com características sensoriais e nutricionais praticamente inalteradas e de grande conveniência para o consumo imediato e em pequenas porções individuais.

Os produtos minimamente processados são também conhecidos como *fresh-cut* e sua utilização é recente no Brasil, tendo sua produção iniciada na década de 90 por algumas empresas atraídas pelas novas tendências do mercado. O valor agregado pelo processamento mínimo aumenta a competitividade do setor produtivo e propicia meios alternativos para a comercialização de frutos (Chitarra, 1999).

O mercado de produtos minimamente processados vem crescendo no mundo inteiro. Em 1994 mobilizou nos EUA US\$ 6 bilhões,

mas possui uma previsão de chegar a US\$ 20 bilhões em 2005. Na França, os supermercados operaram também no mesmo ano, cerca de US\$ 150 milhões. Economistas estimaram que frutos e hortaliças minimamente processadas representassem de 8 a 10% do mercado mundial e espera-se que em 2005 este percentual chegue aos 25% (Censi, 2000).

Existem vários requisitos, considerados básicos, necessários para o processamento de frutas: a quantidade da matéria-prima e água do processo, ráticas higiênicas adequadas nas sanitização, cuidados no descascamento e no corte, uso de embalagens adequadas, controle da temperatura e umidade durante o processo e armazenamento (Lima, 2000).

No processamento mínimo estão envolvidas as operações de lavagem, classificação, redução de tamanho (corte e fatiamento), acondicionamento e armazenamento, de forma a obter um produto com características de frescor similar a matéria-prima *in natura*. Entretanto, há uma promoção de danos mecânicos ou ferimentos que induz à respostas fisiológicas e bioquímicas reduzindo a qualidade e vida útil do produto. As rupturas celulares que são produzidas durante as operações de preparação tais como descasque e corte, permitem que as enzimas enttem em contato com os substratos e acelerem as alterações depreciadoras da qualidade (Wiley, 1997).

A degradação da qualidade dos produtos minimamente processados e refrigerados implica na perda de umidade, danos mecânicos, alterações microbianas e mecanismos catalíticos dos tecidos (Wiley, 1997).

Apesar dos frutos e hortaliças minimamente processados apresentarem-se convenientemente com características similares a matéria-

prima, os tecidos vegetais *in natura*, bem como seus produtos minimamente processados respiram após o processamento. Estes se deterioram rapidamente perdendo qualidade, especialmente cor e textura, como resultado da liberação de enzimas endógenas, aumento da taxa de respiração e crescimento microbiano, levando também a uma redução da vida útil do mesmo (Wiley, 1997).

Com relação a estes aspectos, vários trabalhos têm sido desenvolvidos para o controle destes problemas, tais como o emprego de agentes quelantes como etilenodiaminotetraacético (EDTA), sais de cálcio, ácido ascórbico, eritrobato de sódio e ácido cítrico, no controle dos efeitos deletérios das enzimas (Sapers *et al.*, 1994).

O armazenamento em baixas temperaturas é um fator importante na conservação de frutas e hortaliças minimamente processadas, visto que a mesma regula a velocidade das reações bioquímicas e fisiológicas, bem como controla o desenvolvimento microbiano (Lima, 2000).

A principal diferença entre frutos minimamente processados e frescos é o processamento e armazenamento (Wiley, 1997). O quadro 1 mostra as principais diferenças entre os diversos sistemas conservação de alimentos.

Quadro 1 - Comparação entre os sistemas de conservação de alimentos

<b>Classe de conservação</b>	<b><i>In natura</i></b>	<b>Minimamente processado</b>	<b>Conservado pelo frio</b>	<b>Irradiado</b>	<b>Desidratado</b>	<b>Conservação pelo calor</b>
<b>Qualidade do produto</b>	Fresco	Quase fresco	Ligeiramente modificado	Ligeiramente modificado	Ligeiramente ou totalmente modificado	Totalmente modificado
<b>Processo e método de conservação</b>	Normalmente não requer processamento ou métodos de conservação	Requer processamento mínimo e métodos de conservação	Requer processamento e conservação por congelamento e refrigeração	Requer processamento e conservação por irradiação / pasteurização	Requer processamento e desidratação	Requer processamento e conservação pelo calor
<b>Vida útil</b>	Pode ou não estar refrigerado	Requer temperaturas de refrigeração	Requer temperaturas de refrigeração ou de congelamento	Requer refrigeração ou pode ser estável a temperatura ambiente	Normalmente estável a temperatura ambiente	Estável a temperatura ambiente
<b>Embalagem</b>	Pode ou não estar embalado	Requer embalagem	Requer embalagem	Requer embalagem	Requer embalagem	Requer embalagem fechada hermeticamente

Adaptado de Wiley (1997).

## 2.6 Características microbiológicas

Os microrganismos é um dos fatores mais importantes nas frutas e hortaliças minimamente processadas e refrigeradas, visto que podem alterar de forma adversa tanto a qualidade sensorial como a segurança destes produtos. As bactérias, leveduras e mofos chegam a ser responsáveis por 15% das alterações de pós-colheita (Wiley, 1997).

Existe certa preocupação no consumo de alimentos minimamente processados principalmente frutos e hortaliças, devido ao fato da proximidade dos mesmos com o solo, acarretando em contaminação, levando assim o consumidor a desenvolver um quadro de toxinfecção alimentar (King e Bolin, 1989).

Nos frutos frescos encontra-se uma variada espécie de mofos e levedura, os quais promovem deterioração, tornando-os impróprios para o consumo. Entre os mofos tem-se *Aspergillus*, *Mucor*, *Alternaria* e *Cladosporium*. Em relação as leveduras predominam as espécies *Saccharomyces*, *Pichia*, *Candida* e *Rhodotorula* (Wiley, 1997).

Vários são os fatores que influenciam a microbiota, quer seja patogênica ou deteriorante dos frutos minimamente processados. Podem ser citadas como exemplos as práticas de cultivo, irrigação e colheita; as operações de descascamento e corte; controle de temperatura e manejo durante a estocagem (Brackett, 1996).

O tecido danificado durante a colheita ou processamento do fruto, poderá afetar o tecido sadio rapidamente, além de servir como porta para a entrada de microrganismos e as perdas de suco celular possibilita o crescimento microbiano (King e Bolin, 1989; Brackett, 1992).

A deterioração do tecido vegetal pelos microrganismos está relacionada com a sua habilidade e rapidez de invasão e reprodução no tecido vegetal, no qual encontram ótimas condições tanto nutritivas como físico-químicas para seu desenvolvimento (King e Bolin, 1989). O baixo pH e o conteúdo de ácidos orgânicos contribuem de certa forma para a inibição de bactérias, mas não de mofo, que são predominantes nos frutos (Wiley, 1997).

A atividade água dos frutos que é 0,90 ou maior e a umidade relativa (UR) do ambiente de estocagem, tem grande influência no desenvolvimento de qualquer classe de microrganismo (Wiley, 1997).

A temperatura é outro fator importante no controle do crescimento de mofo e bactérias, principalmente as mesófilas em alimentos minimamente processados. A temperatura de refrigeração retardará o desenvolvimento desses microrganismos, no entanto existe outra classe de microrganismo chamada psicrófilos que irá se desenvolver nesta condição de estocagem. Um exemplo é a bactéria *Pseudomonas*, a qual é responsável pela deterioração de uma série de produtos estocados sob refrigeração (Brackett, 1987; Marth, 1998).

A microbiota de frutos minimamente processados ainda necessita de estudos. Não se sabe ao certo se sua origem é o interior do tecido vegetal como resultado de infecções na fase pré-colheita, proveniente da casca como resultado de contaminação ambiental ou se se do processamento (O'Connor-Shaw *et al.*, 1994).

Entre os microrganismos que podem crescer em temperaturas de 5°C temos *Clostridium botulinum*, *Yersinia enterocolitica*, *Escherichia coli* e *Listeria monocytogenes*. Outros podem crescer em temperaturas acima de

5°C como *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* e *Bacillus cereus* (King e Bolin, 1989).

A nova geração de alimentos refrigerados prontos para o consumo desperta uma série de questões no que se refere à segurança alimentar. Ainda não se conhece as barreiras que impedem o crescimento bacteriano bem como o desenvolvimento das contaminações. Sendo os microrganismos psicrófilos patogênicos os mais importantes, as informações acerca deles ainda são insuficientes para se fazer julgamentos destes produtos (Wiley, 1997).

Pesquisas referente a preservação de alimentos têm levado a redução dos níveis de conservantes de um modo geral. Promissores resultados têm indicado o uso de vanilinas para redução de mofo e leveduras em purês de frutas e sistemas de Agar baseado em frutas (Cerruti *et al.*, 1997).

Muitas das técnicas que estão sendo empregadas têm proposto mudanças drásticas na forma como as frutas devem ser manipuladas e armazenadas. Um completo conhecimento e avaliação da ecologia microbiana podem ajudar a minimizar a possibilidade de surgimento de novos problemas microbiológicos. Além disso, uma maior ênfase na higiene e na implantação do sistema de Boas Práticas na Fabricação (BPFs) e Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) reduzirá mais ainda os problemas microbiológicos e de segurança alimentar (Wiley, 1997).

## **2.7 Controle higiênico sanitário**

Segundo Vanetti (2000), a sanificação é uma das etapas de suma importância no processamento mínimo, pois o mesmo favorece a contaminação dos produtos por microrganismos deteriorantes e patogênicos,

em função do manuseio e do aumento de injúrias que servem como porta de entrada para os microrganismos.

Os compostos clorados são os sanificantes mais usados nas indústrias de alimentos, entre eles: cloro líquido, hipocloritos, cloraminas, orgânicas, e inorgânicas. A forma ativa dos compostos clorados é o ácido hipocloroso (HClO). A quantidade de HClO em solução depende do pH, temperatura e material orgânico presente. Em pH de 7,0, 75% do HClO encontra-se em solução. Temperatura mais baixas, faz-se necessário aumentar o tempo de exposição (Andrade e Pinto, 1999).

Devido a sua baixa toxicidade, facilidade de dissolução, manuseio e o baixo custo, o hipoclorito de sódio é um dos sanificantes mais utilizados nas indústrias de alimentos, tanto na desinfecção das matérias-primas como de utensílios e de equipamentos (Park *et al.*, 1991). As concentrações mais utilizadas ficam entre 50 e 200 ppm de cloro ativo. Além disto, possui um amplo espectro de ação, aplicação rápida, facilidade de determinação analítica e não são afetados pela dureza da água (Andrade e Macêdo, 1996).

A superfície dos vegetais de certa forma protege os microrganismos da ação do cloro e de outros sanificantes, visto que eles possuem a capacidade de formar biofilmes nas superfícies, resistindo portanto, na sua remoção através de processos de lavagem e antimicrobianos (Vanetti, 2000).

Segundo Vanetti (2000), os compostos clorados reagem com as proteínas de membranas microbianas interferindo no transporte de nutrientes promovendo perdas de compostos celulares essenciais culminando, portanto na morte do microrganismo.

Concentrações de 500 ppm na lavagem e 100 a 200 ppm de hipoclorito de sódio no processo, foram suficientes para controlar o crescimento microbiano em abacaxis cultivar pérola minimamente processados (Prado *et al.*, 2000a).

Com relação ao emprego do cloro como sanitizante em unidades de processamento mínimo de frutas para saladas cubetadas, uma concentração ótima de cloro ativo de 120 ppm tem sido usada de forma eficaz (Mazzolier, 1988). Convém salientar, entretanto que o cloro simplesmente retarda a alteração microbiana (Bolin *et al.*, 1977),

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado nos Laboratórios de Físico-Química e Microbiologia de Alimentos e na Unidade Piloto de Pós-Colheita e Processamento Mínimo da Emprapa / Agroindústria Tropical, no período de maio a dezembro de 2000.

Para os experimentos foram utilizados abacaxis do cultivar Pérola, obtidos junto à CEASA em Fortaleza-Ce, os quais eram provenientes do Estado da Paraíba. Em média os frutos levavam 2 dias até chegarem em Fortaleza. Os frutos selecionados foram os de grau 2 na escala de maturação (correspondente a menos de 1/4 amarelado), sendo descartados os impróprios para o processamento, ou seja, não maduros, machucados ou senescentes.

Com relação às Boas Práticas de Fabricação, foram avaliadas as condições higiênico-sanitárias da área do processamento (piso, paredes, bancadas, superfícies de equipamentos, utensílios de processamento) nas condições de operação do processo, por meio de técnicas de superfície de contato e avaliação do teor residual de cloro ativo na água de processo de higienização.

Os frutos foram recepcionados e lavados inicialmente com água potável para retirada de areia, material aderido a casca e em seguida imediatamente imersos em tanques contendo água clorada com 200 ppm de cloro ativo por 2 minutos para desinfecção da casca. Os frutos foram armazenados a 12°C por aproximadamente 15 horas, objetivando a estabilização interna do mesmo para posterior processamento.

A uma temperatura ambiente de 12°C, os frutos foram descascados e cortados mecanicamente em máquinas descascadora e fatiadora nas formas de trapézio e fatia, com espessura de 1cm, sendo retirado manualmente o cilindro central. O corte tipo trapézio foi realizado com auxílio de facas em aço inox após estas operações, os cortes foram submetidos aos seguintes experimentos:

- I. Efeito do tipo de corte – imersão dos cortes em solução de hipoclorito de sódio a 20 ppm por 15 segundos;
- II e III Efeito do cálcio – imersão dos cortes tipo trapézio (exp. I) e fatia (exp. II) em soluções contendo 20 ppm de hipoclorito de sódio e cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) em diferentes concentrações (0%, 1% e 2,5%) por 15 segundos;
- IV e V Efeito do ácido ascórbico - imersão dos cortes tipo trapézio (exp. IV) e fatia (exp. V) em soluções contendo 20 ppm de hipoclorito de sódio e ácido ascórbico em diferentes concentrações (0 ppm, 2000 ppm e 3000 ppm) por 15 segundos;

Em todos os experimentos, a temperatura das soluções foi de 10°C. Após a imersão, os cortes foram deixados em repouso para drenagem da água em excesso, acondicionados em embalagens de polipropileno com dimensões de 190 x 120 x 62 (corte trapézio) e 235 x 170 x 75 (corte fatia). Os cortes foram armazenados a  $4^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$  e 99% de UR por 16 dias. A figura 4 mostra a sequência do processamento mínimo de abacaxis.

A intervalos de quatro dias durante o armazenamento, amostras foram submetidas as seguintes análises:

Experimento I – sólidos solúveis totais (SST), açúcares redutores totais (ART), acidez total titulável (ATT), pH, vitamina C, atividade de água e perda

de peso, textura, cor, número mais provável de coliformes totais e fecais e contagem de bactérias aeróbias mesófilas e bolores e leveduras;

Experimentos II e III – sólidos solúveis totais (SST), açúcares redutores totais (ART), acidez total titulável (ATT), pH, umidade, atividade de água, perda de peso e textura.

Experimentos IV e V – sólidos solúveis totais (SST), açúcares redutores totais (ART), acidez total titulável (ATT), pH, vitamina C e cor.

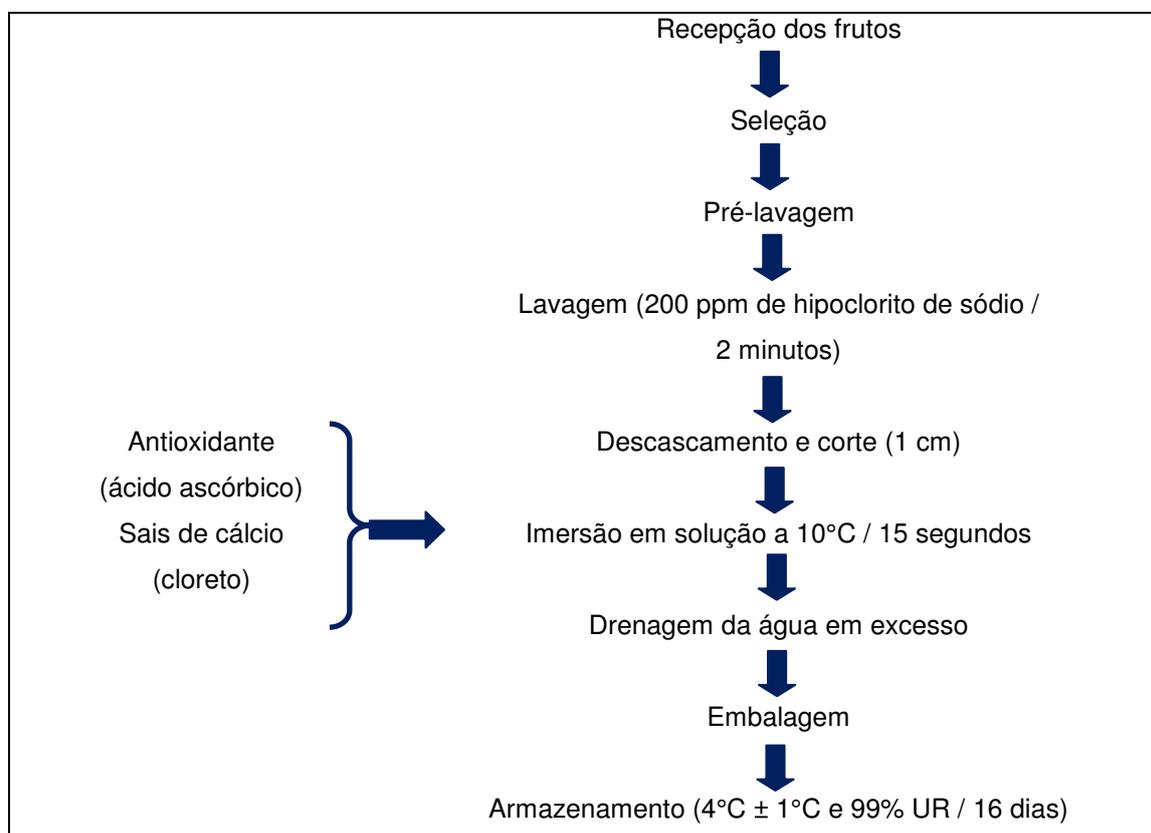


Figura 4 – Fluxograma de processamento mínimo de abacaxi (vide fotos no apêndice)

### **3.1 Determinações físicas**

#### **3.1.1 Perda de peso**

Foi determinada em percentagem, considerado-se a diferença entre o peso da embalagem contendo as amostras do tempo 0 e aquele obtido em cada intervalo de tempo. Usou-se balança semi-analítica com precisão de 0,5g.

#### **3.1.2 Textura**

Os cortes foram medidos diretamente em texturômetro STABLE MICRO SYSTEM, modelo TA-EXT2. Resultados expressos em Kgf.

#### **3.1.3 Cor**

A leitura foi determinada através do colorímetro MINOLTA, modelo CR300, com valores expressados em L\*a\*b\* (Hunter lab color space), segundo Hunter (1975). Os resultados finais foram expressos em  $\Delta E$ , que indica o grau de diferença de cores definida pela equação:  $\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$ , onde  $\Delta L$ ,  $\Delta a$  e  $\Delta b$  significam a diferença entre L, a e b dos valores entre a cor no tempo inicial e os demais tempos.

### **3.2 Determinações físico-químicas**

#### **3.2.1 Sólidos Solúveis Totais (SST)**

Foi determinado através da leitura direta em um refratômetro digital ATAGO, modelo PR-101, com escala de 0 a 45° Brix e compensação de temperatura automática, segundo a Association us Official Analytical Chemistry (AOAC) (1992). Resultados expressos em °Brix.

### **3.2.2 Açúcares Redutores Totais (ART)**

Os açúcares redutores totais foram determinados pelo método do ácido dinitrosalicílico – DNS, segundo Miller (1959). Resultados foram expressos em porcentagem.

### **3.2.3 Acidez Total Titulável (ATT)**

As amostras foram trituradas e o suco obtido foi titulado com NaOH 0,1N e o resultado expresso em termos de ácido cítrico (g de ácido cítrico / 100 ml), segundo o Instituto Adolf Lutz (1985).

### **3.2.4 pH**

O pH foi obtido diretamente através de um medidor de pH HANNA INSTRUMENTS, modelo HI9321, calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0, segundo AOAC (1992).

### **3.2.5 Vitamina C**

A vitamina C foi determinada por espectrofotometria (2-6 diclofenol indofenol), segundo Pearson (1976). Os resultados foram expressos em mg/100g.

### **3.2.6 Umidade**

O teor de umidade foi determinado em estufa aquecida a 105°C, até a obtenção de peso constante segundo a AOAC (1982). Os resultados foram expressos em porcentagem.

### 3.2.7 Atividade de água

As amostras foram medidas diretamente no medidor AQUALAB, modelo CX-2.

### 3.3 Determinações microbiológicas

As análises de contagem de bactérias aeróbias mesófilas, bolores e leveduras, coliformes totais e fecais foram realizados segundo a American Public Health Association (APHA) (1992).

### 3.4 Análise estatística

Os experimentos foram realizados em delineamento inteiramente casualizado (DIC), obedecendo aos seguintes esquemas fatoriais:

- Experimento I: 2 x 5, tendo como fatores o tipo de corte e o tempo de armazenamento;
- Experimentos II e III: 3 x 5, tendo como fatores a concentração de  $\text{CaCl}_2$  e o tempo de armazenamento;
- Experimentos IV e V: 3 x 5, tendo como fatores a concentração de ácido ascórbico e o tempo de armazenamento.

Foram realizadas três repetições, sendo cada uma representada por uma embalagem. Cada embalagem continha 20 pedaços para o corte tipo rapézio ou 10 pedaços para o tipo fatia.

A partir dos resultados de análise de variância e verificando-se as interações entre os fatores, o tempo foi desdobrado dentro de cada corte (exp. I), concentração de  $\text{CaCl}_2$  (exp. II e III) ou concentração de ácido ascórbico (exp. IV e V) e os resultados submetidos à regressão polinomial, considerando-se as equações de até 3º grau. O coeficiente de determinação mínimo para a utilização das curvas foi de 0,70.

Nos casos em que não foram verificadas interações significativas, procedeu-se a aplicação do teste de Tukey ao nível de 5% de significância de probabilidade quando se constatou o efeito significativo do corte ou das concentrações de  $\text{CaCl}_2$  ou das concentrações de ácido ascórbico. Para os casos significativos do fator tempo, os resultados foram submetidos à regressão polinomial.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Experimento I – Efeito do tipo de corte

Foram observadas interações significativas para as características acidez totais titulável e vitamina C. Verificou-se ainda o efeito do corte nos sólidos solúveis totais, perda de peso, tempo e pH, na atividade de água, na acidez total titulável e na cor (Tabela 1A).

#### 4.2.1 Sólidos Solúveis Totais (SST)

Observou-se pela Figura 5, uma diferença significativa entre os dois tipos de corte com relação aos sólidos solúveis totais (SST). Para o corte tipo trapézio constatou-se um teor médio de 14,33°Brix e para o tipo fatia um de 15,32°brix. O corte tipo trapézio por ter uma maior área de tecido danificado, proporcionou um maior aumento da taxa respiratória, que propicia uma perda de água. O tempo de armazenamento não influenciou nesta variável. Antonioli *et al* (2000) trabalhando com diferentes partes de abacaxi cultivar pérola minimamente processado, encontrou valores médios de 10,1 a 13,4% de SST.

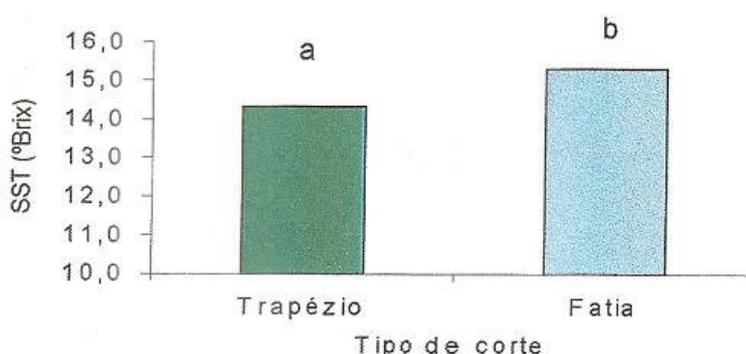


Figura 5 – Sólidos solúveis totais de abacaxi minimamente processados nas formas de trapézio e fatia armazenados a 4°C ± 1°C e 99% UR por 16 dias.

Durigan *et al.* (2000) avaliando abacaxis cultivar pérola minimamente processados submetidos a cortes em rodela armazenados a

3°, 6 e e 9°C encontrou resultados semelhantes ao deste trabalho (14,0%).

O teor de SST encontrado é compatível com os valores encontrados por Smith (1988), o qual considera valores iguais ou superiores a 14% ideais para o consumo de abacaxis *in natura*. De acordo com Kader (1999) o valor mínimo a ser considerado aceitável de SST é de 12%.

Em trabalhos realizados com goiabas (*Psidium guajava* L) minimamente processadas e armazenadas a 5°C e 10°C. Coelho *et al.*(2000), verificou que os SST mantiveram-se praticamente inalterados nestas condições.

#### 4.1.2 Acidez Total Titulável (ATT)

Na Figura 6 verifica-se que a acidez do abacaxi variou com o tempo de 0,68 a 0,87% para o corte tipo trapézio e de 0,71 a 0,87% para o corte tipo fatia. Estes resultados estão de acordo com Dull (1971), cujos valores de ATT encontrados variaram de 0,60 a 1,62%,

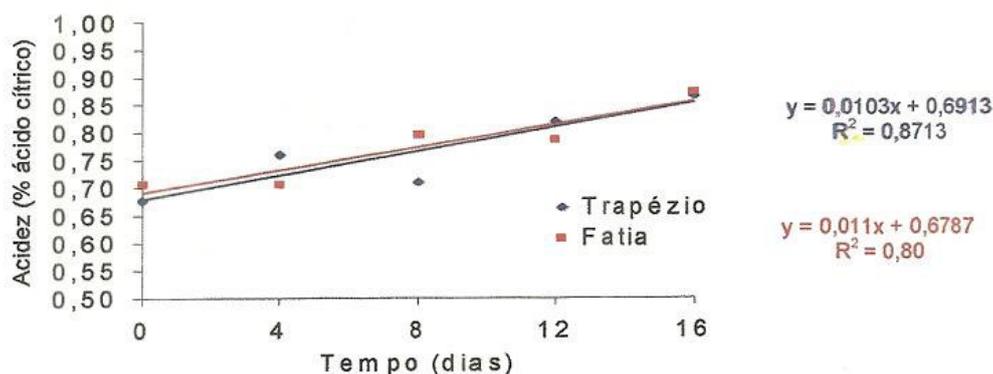


Figura 6 – Acidez total titulável em abacaxi minimamente processado e armazenado a 4°C ± 1°C e 99% UR por 16 dias.

Esta variação observada ocorreu provavelmente em decorrência

da diferença de acidez no próprio fruto, que segundo Carvalho (1996), a acidez aumenta da base para o topo e nas proximidades da casca. Outro fator a ser considerado é a exposição da área do corte, ou seja, o corte tipo trapézio por ter uma área de exposição maior, ficaria mais exposta ao ataque microbiano, o que aumentaria a acidez.

Durigan (2000), encontrou teores de ATT de 0,55% para abacaxis cultivar pérola minimamente processados submetidos a cortes em rodelas e armazenados a 3°, 6° e 9°C.

#### 4.1.3 pH

Verificou-se um leve declínio nos valores de pH de 3,66 a 3,58 com o tempo de armazenamento. Contudo não se observou variações significativas (Figura 7).

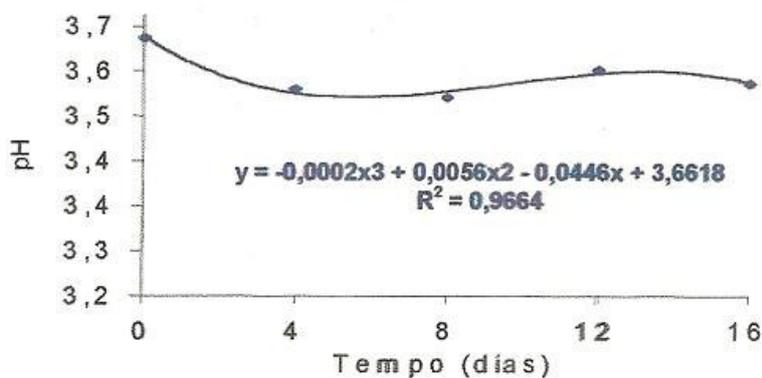


Figura 7 – pH em abacaxi minimamente processado e armazenado a 4°C ± 1°C e 99% UR por 16 dias.

Estes resultados estão em acordo com o encontrado por Botrel e Abreu (1994) para abacaxi *in natura*, no qual o pH variou de 3,7 a 3,9. Além do ataque microbiano, o estágio de maturação do fruto influenciariam também nos valores de pH.

Os resultados estão compatíveis com os encontrados por Durigan *et al.*(2000), cujo pH chegou a 3,7 nos abacaxis da variedade pérola minimamente processados na forma de rodela (fatias) e armazenados a 3°, 6° e 9°C.

#### 4.1.4 Vitamina C

Os resultados de vitamina C encontram-se na Figura 8. O corte tipo trapézio variou de 16,79 a 12,34 mg/100g e o tipo fatia de 20,29 a 16,50 mg/100g. Uma maior área de exposição do corte trapézio propicia uma oxidação do ácido ascórbico mais rápido.

Durigan *et al.*(2000) trabalhando com abacaxis minimamente processados armazenados em diferentes temperaturas encontraram valores médios de ácido ascórbico de 24 a 27 mg/100g.

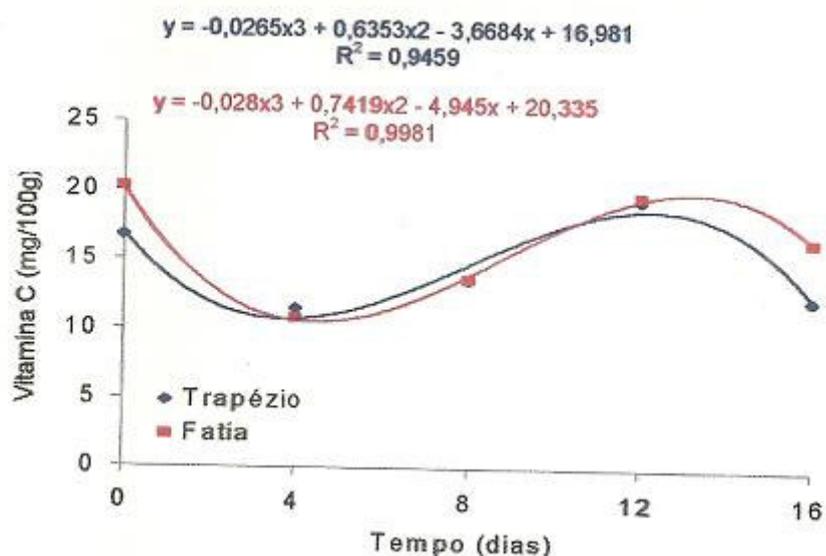


Figura 8 – Vitamina C em abacaxi minimamente processado na formas de trapézio e fatia armazenados a 4°C ± 1°C e 99% UR por 16 dias.

Carmonari *et al.* (2000), avaliando a influência do corte em abacaxis *Smooth cayenne* L Merrill, verificou que nos cortes com cilindro

central, o teor de vitamina C apresentou-se com níveis mais elevados que os sem cilindros a 3°, 6° e 9°C.

Os trabalhos com manga keitt minimamente processadas cortadas em cubos e armazenadas a 3°C por 15 dias revelaram que o teor de vitamina C diminuiu durante o processamento (Donadon *et al.*, 2000).

#### 4.1.5 Atividade de água

Em ambos os cortes, evidenciou-se uma variação nos valores de  $A_w$  0,985 para 0,982 (Figura 9).

Segundo Wiley (1997), uma atividade de água superior a 0,80 é suficiente para facilitar um desenvolvimento microbiano (mofos e bactérias).

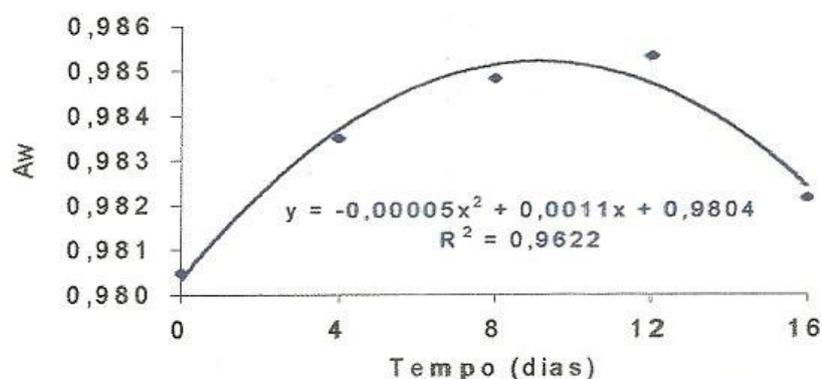


Figura 9 –  $A_w$  em abacaxi minimamente processado armazenados a 4°C ± 1°C e 99% UR por 16 dias.

#### 4.1.6 Perda de peso

O corte de abacaxi tipo trapézio apresentou em média uma maior perda de peso (13,29%) que o tipo fatia (3,13%). Uma maior área de exposição do corte tipo trapézio aos danos mecânicos explicaria uma maior perda de peso (Figura 10).

Prado *et al.* (2000 b), avaliando a influência do hipoclorito de sódio na qualidade de abacaxis do cultivar pérola minimamente processados cortados em leque (trapézio) armazenados a 8°C por 9 dias, verificou que estes cortes apresentaram um maior índice de líquidos drenados ao longo do tempo de armazenamento indicando uma maior perda de peso.

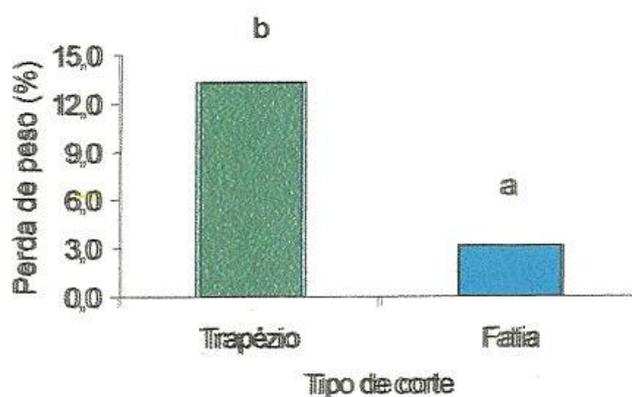


Figura 10 – Perda de peso em abacaxi minimamente processado nas formas de trapézio e fatia armazenados a 4°C ± 1°C e 99% UR por 16 dias.

Mattiuz *et al.* (2000) trabalhando com goiabas *Pedro sato* minimamente processadas, cortadas em metades e sem sementes, armazenadas a 3°C por 10 dias, verificaram uma perda de peso de 3,4%.

Estudos com tangerinas Ponkan minimamente processadas nos quais avaliado o efeito da etapa de descascamento, revelou que os frutos descascados apresentaram uma maior perda de peso que os não cortados (Villas Boas *et al.*, 2000).

Figueiredo (2000) relata que a perda de peso no armazenamento está associada a perda de umidade e do material de reserva durante a transpiração e respiração. Umidade relativa elevada implica numa rápida perda de peso,

#### 4.1.7 Cor

Na figura 11a, observou-se valores crescentes de  $\Delta E$  para os cortes tipo trapézio e fatia, o que indicam um processo de perda de cor dos cortes. Este fato pode está associado ao efeito do corte, que promove danos mecânicos e rupturas celulares, com conseqüente liberação de enzimas tipo polifenoloxidasas, induzindo a um processo de escurecimento.

Estes resultados podem ser reforçados pelos dados apresentados na Figura 11b, onde se considerou mudanças no valor de  $L^*$ , tanto para o corte tipo trapézio como para o tipo fatia durante o período de armazenamento de 16 dias, o que indica o desenvolvimento de um processo de escurecimento. Verifica-se que para o corte tipo trapézio uma menor estabilização do valor de  $L^*$ , indicando uma menor taxa de escurecimento, o que pode ser devido a uma maior relação de área superficial por unidade de volume, favorecendo uma maior atividade de enzimas do tipo oxiredutases e as oxidações químicas.

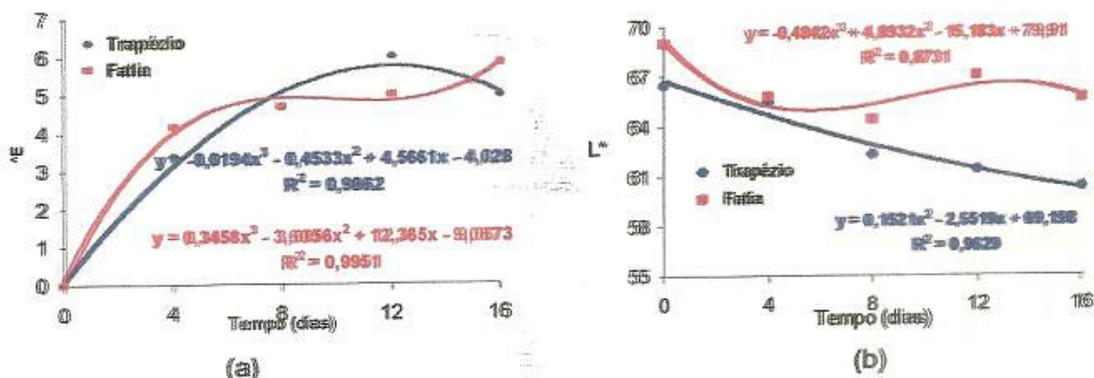


Figura 11 – Cor em  $\Delta E$  (a) e  $L^*$  (b) para abacaxi minimamente processado nas formas de trapézio e fatia armazenados a  $4^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$  e 99% UR por 16 dias.

O  $L^*$  representa a luminosidade, que varia de 0 a 100, com o valor 100 indicando o branco e o valor 0 ausência de luminosidade ou o preto, portanto quanto maior for o  $L^*$ , mais escuras estarão as amostras.

#### 4.1.8 Avaliação microbiológica

Os resultados encontram-se na Tabela 1, onde se verifica que, aparentemente, não houve diferença entre os tipos de cortes de abacaxis.

Tabela 1 – Resultados das avaliações microbiológicas dos cortes nas formas de trapézio e fatia de abacaxis minimamente processados e armazenados a  $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e 99% UR por 16 dias.

Tempo (dias)	Coliformes totais (NMP/g)		Coliformes fecais (NMP/g)		Contagem de aeróbios mesófilos (UFC/g)		Contagem de bolores e leveduras (UFC/g)	
	T	F	T	F	T	F	T	F
0	46,0	37,3	> 3	> 3	$2,49 \times 10^4$	$2,51 \times 10^4$	$1,56 \times 10^4$	$7,23 \times 10^3$
4	37,7	10,7	> 3	> 3	$9,35 \times 10^4$	$8,55 \times 10^5$	$1,21 \times 10^5$	$1,59 \times 10^5$
8	38,0	6,0	> 3	> 3	$9,36 \times 10^6$	$9,91 \times 10^5$	$3,81 \times 10^6$	$2,39 \times 10^6$
12	0,0	0,0	> 3	> 3	$1,23 \times 10^6$	$2,12 \times 10^5$	$7,98 \times 10^5$	$1,78 \times 10^5$
16	1,3	1,3	> 3	> 3	$2,37 \times 10^6$	$3,31 \times 10^6$	$3,97 \times 10^6$	$4,44 \times 10^6$

T = corte tipo trapézio; F = corte tipo fatia

Coliformes totais variaram de 1,3 a 46 NMP/g durante o armazenamento. A presença de coliformes fecais não foi confirmada em nenhum dos cortes. O baixo número de coliformes totais aliado a ausência de coliformes fecais indicaram que o processamento foi realizado dentro de condições higiênico-sanitárias satisfatórias.

A população de bactérias aeróbias mesófilas oscilou entre  $2,5 \times 10^4$  a  $9,4 \times 10^6$  UFC/g e de bolores e leveduras de  $7,2 \times 10^3$  a  $4,4 \times 10^6$  em

ambos os cortes de abacaxis. Observou-se que estas populações aumentaram durante o armazenamento.

A legislação ainda não elaborou padrões microbiológicos para os produtos minimamente processados. Os padrões mais se aproximam são para frutas frescas preparadas, que de acordo com a resolução No. 12 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária determina um valor máximo de  $5 \times 10^2$  para coliformes fecais e ausência de *Salmonella sp* em 25g. O Ministério da Agricultura e Abastecimento (Instrução Normativa nº 1. de 7 de janeiro de 2000) para polpas, prevê uma contagem máxima de  $5 \times 10^3$  para bolores e leveduras.

Acredita-se que as populações de bactérias, bolores e leveduras façam parte da microbiota nativa, o que pode evidenciar a complexidade do processamento mínimo de abacaxi.

O'Connor – Shaw *et al.* (1994) determinaram a vida útil de várias espécies de *fresh-cut*, quando armazenados a 4°C e encontraram 11 dias para o abacaxi. Os sintomas de deterioração foram diferentes entre as espécies, mas não houve crescimento microbiano durante a deterioração do abacaxi. Seus resultados mostraram que lactobacilos, enterobactérias, bolores e leveduras têm ação variável e muitas vezes representam pequena proporção da contagem microbiana total sobre pedaços frescos e deteriorados, após armazenamento a 4°C.

A sabificação tem um papel importante na minimização de perdas e na qualidade do produto final. A desinfecção com hipoclorito de sódio é muito utilizada na higienização de área, em matérias-primas, equipamentos e utensílios, em concentrações variadas (Park *et al.*, 1991).

Prado *et al.*, (2000 a) avaliou a influência do hipoclorito de sódio (100 e 200 ppm) sobre a qualidade de abacaxis cultivar pérola minimamente processados e armazenados a 8°C por 9 dias, no qual não verificou a presença de coliformes fecais nas amostras. No entanto, as concentrações utilizadas não foram suficientes para o controle de coliformes totais, bactérias, bolores e leveduras.

Mões – Oliveira *et al.*, (2000) comparando a ação de diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio com hipoclorito de sódio em mamões minimamente processados, verificou que o hipoclorito de sódio não se mostrou eficaz na inibição do crescimento de bactérias do ácido láctico, bolores e leveduras e coliformes totais.

## **4.2 Experimentos II e III – Efeito do Cloreto de Cálcio**

Para o experimento II (corte tipo trapézio), observou-se interação significativa apenas para a característica pH. Verificou-se ainda o efeito do cloreto de cálcio nos sólidos solúveis totais, perda de peso e textura; e o tempo de armazenamento na atividade de água, na acidez total titulável, nos sólidos solúveis totais, nos açúcares redutores totais, na perda de peso e na textura, (Tabela 2A).

O experimento III (corte tipo fatia) apresentou interação significativa para as características umidade, acidez total titulável, açúcares redutores totais e textura. O cloreto de cálcio influenciou as características pH, sólidos solúveis totais e perda de peso; e o tempo de armazenamento na atividade de água, pH, sólidos solúveis totais e perda de peso (Tabela 3A).

### **4.2.1 Atividade de água**

Na Figura 12 encontram-se os resultados para a atividade de água nos cortes de abacaxis em trapézio e fatia. Observou-se uma redução nos

níveis de atividade de água com o tempo de armazenamento para ambos os cortes. O corte tipo rapézio variou de 0,989 a 0,983 e o tipo fatia de 0,990 a 0,986. A redução foi mais elevada nos abacaxis cortados em trapézio que em fatia, fato este em consequência do corte trapézio possuir uma maior área de exposição, o que induz a um maior dano mecânico.

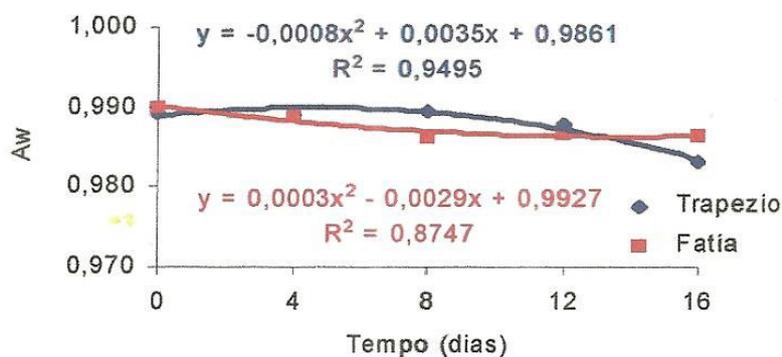


Figura 12 – Atividade de água ( $A_w$ ) para abacaxi minimamente processado nas formas de trapézio e fatia tratados com  $\text{CaCl}_2$  armazenados a  $4^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$  e 99% UR por 16 dias.

#### 4.2.2 Umidade

Observou-se uma interação significativa entre o tempo de armazenamento e as diferentes concentrações de cloreto de cálcio para o corte tipo fatia (Figura 13). A concentração de 1% de  $\text{CaCl}_2$  foi a única que exerceu influência sobre os cortes em fatia apresentando ao final do período de armazenamento uma menor umidade (83,13%). As concentrações de 0% e 2,5% de  $\text{CaCl}_2$  não exerceram nenhuma influência.

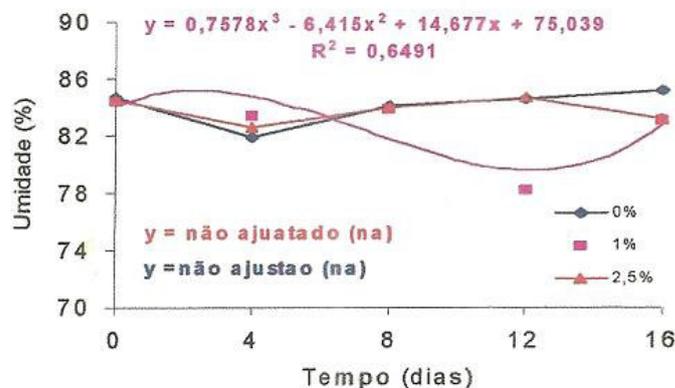


Figura 13 – Umidade para abacaxi minimamente processado na forma de fatia tratados com diferentes concentrações de  $\text{CaCl}_2$  armazenados a  $4^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$  e 99% UR por 16 dias.

#### 4.2.3 Sólidos Solúveis Totais (SST)

Durante o armazenamento, os SST apresentaram um aumento nos seus teores para o corte tipo trapézio, que variou de 13,21 a 14,24. No corte tipo fatia verificou-se que praticamente não houve variação no decorrer do armazenamento (Figura 14).

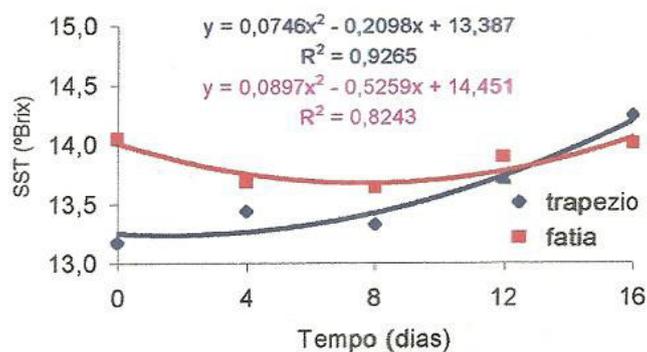


Figura 14 – Sólidos solúveis totais para abacaxi minimamente processado nas formas de trapézio e fatia tratados com de  $\text{CaCl}_2$  armazenados a  $4^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$  e 99% UR por 16 dias.

Na Figura 15 encontram-se os resultados para os cortes tipos trapézio e fatia tratados com  $\text{CaCl}_2$ . Não foi observada diferença significativa.

entre os tratamentos com 1% e 2,5% de  $\text{CaCl}_2$  para ambos os tipos de corte.

Carvalho (2000) trabalhando com kiwis minimamente processados tratados com cloreto de cálcio a 1%, cortados em fatias e armazenados a  $1^\circ\text{C}$  por 10 dias, verificou uma redução nos teores de SST ao longo do tempo de armazenamento.

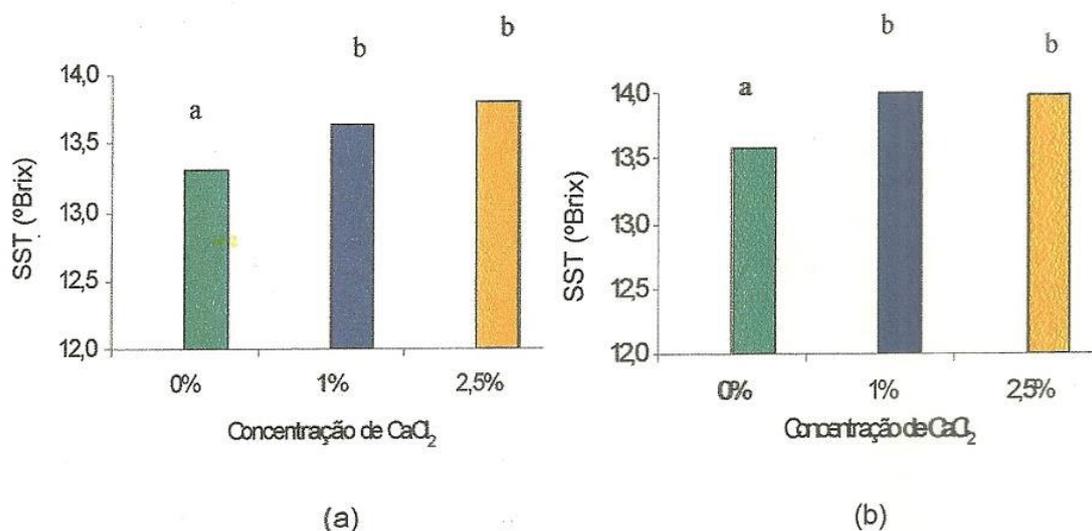


Figura 15 – Sólidos solúveis totais para abacaxi minimamente processado nas formas de trapézio (a) e fatia (b) tratados com diferentes concentrações de cloreto de cálcio e armazenados a  $4^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$  e 99% UR por 16 dias.

#### 4.2.4 Açúcares redutores totais (ART)

As concentrações 0% e 1% de  $\text{CaCl}_2$  apresentaram uma oscilação durante o armazenamento, no entanto os cortes tratados com 2,5% obtiveram uma redução de 12,50% para 11,89% (Figura 16). Os cortes de abacaxi em trapézio apresentaram uma redução durante o tempo de armazenamento de 12,91% para 11,23% (Figura 17).

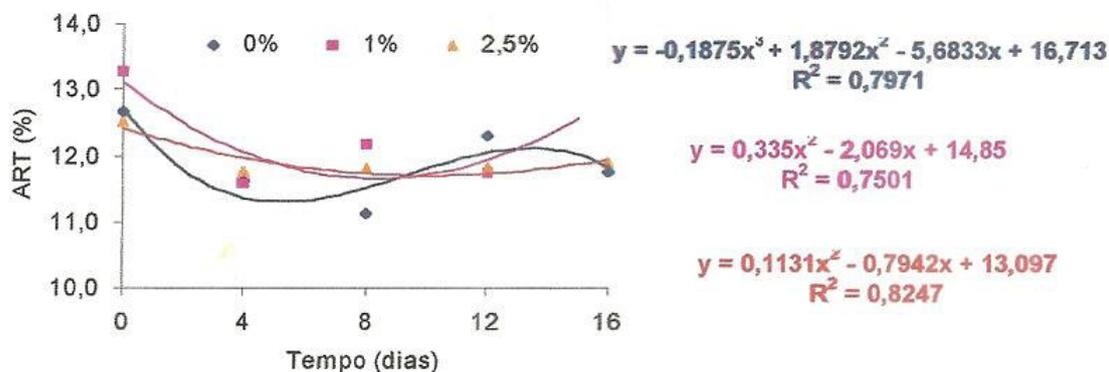


Figura 16 – Açúcares redutores totais para abacaxi minimamente processado nas formas de trapézio e fatia tratados com cloreto de cálcio e armazenados a 4°C ± 1°C e 99% UR por 16 dias.

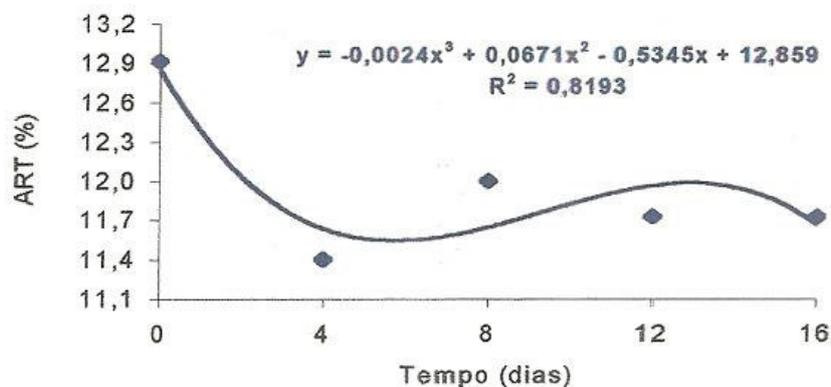


Figura 17 – Açúcares redutores totais (ART) para abacaxi minimamente processado na forma de trapézio armazenado a 4°C ± 1°C e 99% UR por 16 dias.

Segundo Watada *et al.* (1990), a redução nos teores de açúcar pode ser devido a um aumento da produção de etileno com elevação da taxa respiratória ocasionada pelas operações de descasque e corte, onde possibilita a redução dos substratos de reserva.

Carvalho (2000) trabalhando com kiwis verificou uma ligeira redução dos teores de açúcar com o tempo de armazenamento, sendo mais acentuada nos dois primeiros dias de armazenamento com relação as fatias tratadas com 1% de cloreto de cálcio.

De acordo com Chitarra (1990), os teores dos açúcares são normalmente constituídos de 65 a 85% do teor de sólidos solúveis totais.

#### 4.2.5 pH

Analisando os resultados referentes ao pH (Figura 18), verifica-se que a aplicação de cloreto de cálcio refletiu de maneira significativa nos cortes de abacaxi tipo fatia (Tabela 3A) tendo a concentração de 2,5% de cloreto de cálcio apresentado um menor valor (3,58).

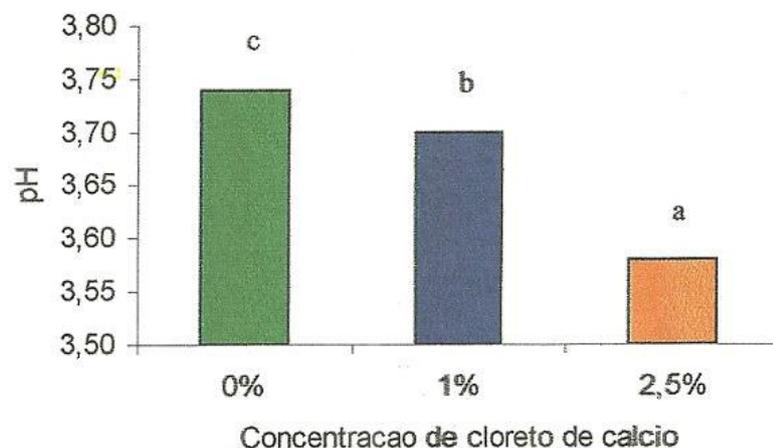


Figura 18 – pH para abacaxi minimamente processado na forma de fatia tratados com diferentes concentrações de cloreto de cálcio armazenado a  $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e 99% UR por 16 dias.

O tempo de armazenamento promoveu um declínio no pH do corte tipo fatia (Figura 19). O pH reduziu de 3,75 para 3,56.

Prado *et al.* (2000 b) avaliando o efeito do cloreto de cálcio 1% sobre a qualidade do abacaxi c.v. *Smooth cayenne* verificou que o pH aparentemente não foi afetado pelo cálcio.

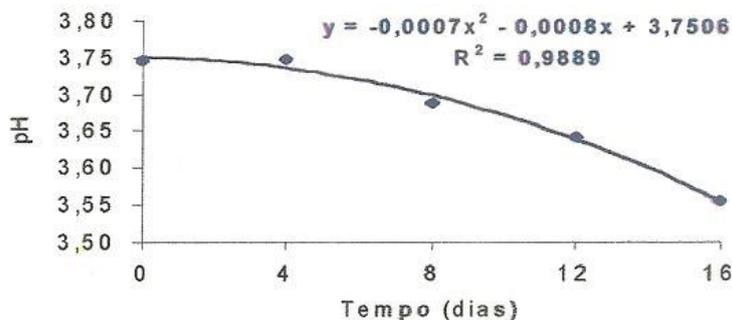


Figura 19 – pH para abacaxi minimamente processado na forma de fatia tratados com cloreto de cálcio e armazenado a  $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e 99% UR por 16 dias.

Na Figura 20 verifica-se que todas as concentrações apresentaram reduções no pH, tendo os cortes tratados com 2,5% de cloreto de cálcio apresentados um menor valor (3,36).

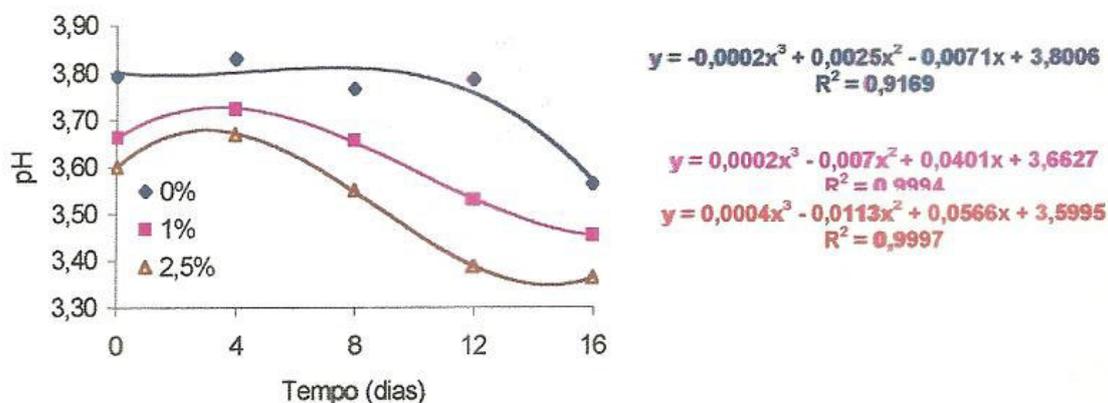


Figura 20 – pH para abacaxi minimamente processado na forma de trapézio tratados com diferentes concentrações de cloreto de cálcio e armazenado a  $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e 99% UR por 16 dias.

Estes resultados encontram-se dentro da variação de 3,0 a 4,0 citada Chada *et al.*(1972) para abacaxis.

#### 4.2.6 Acidez Total titulável (ATT)

Na Figura 21 observou-se que a ATT apresentou uma pequena

variação durante o armazenamento independente dos cortes tipo trapézio, alcançando ao final dos 16 dias um valor de 0,58.

Segundo Botrel e Abreu (1994), a acidez pode variar no interior do fruto. Durante o amadurecimento aumenta da base para o topo. A acidez é mais elevada na região próxima a casca do que no cilindro central.

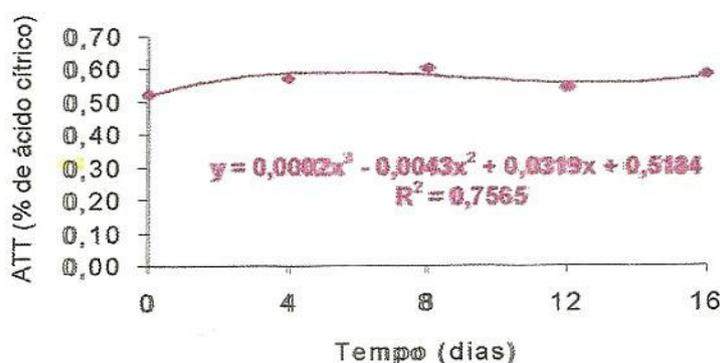


Figura 21 – Acidez total titulável para abacaxi minimamente processado na forma de trapézio tratado com cloreto de cálcio e armazenado a  $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e 99% UR por 16 dias.

Na Figura 22 observou-se que a ATT aumentou independente da concentração de cloreto de cálcio. Os cortes tratados com 0% e 1% de cloreto de cálcio apresentaram valores para acidez menores e muito próximos, e para a acidez nos pedaços de abacaxis cortados em fatias tratados com 2,5% um valor mais elevado (0,65%). Verifica-se também que a acidez nos pedaços tratados com 1% apresentou uma grande variação ao final dos 16 dias de armazenamento.

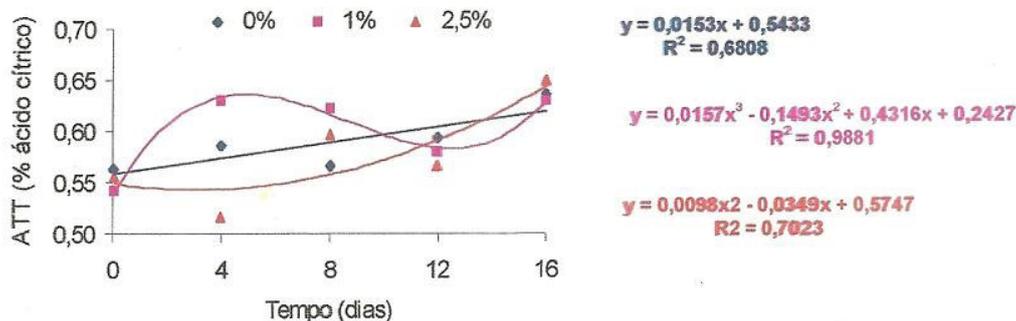


Figura 22 – Acidez total titulável para abacaxi minimamente processado na forma de fatia e tratados com diferentes concentrações de cloreto de cálcio e armazenado a 4°C ± 1°C e 99% UR por 16 dias.

Botrel (1998) avaliando a influência da aplicação de cloreto de cálcio 2% na pós-colheita associado ao tratamento hidrotérmico (38 e 40°C) no escurecimento interno do abacaxi *Smooth cayenne* observou que o cloreto de cálcio não exerceu nenhuma influência na acidez final.

Em trabalhos realizados com kiwis minimamente processados e fatiados tratados com 1% de cloreto de cálcio, Carvalho (2000) observou que a ATT mostrou-se afetada significativamente pelo período de armazenamento e concentração de cálcio.

Prado *et al.*(2000 b) encontrou resultados diferentes trabalhando com abacaxis c.v. *Smooth cayenne*, onde verificou que os cortes não foram afetados pela concentração de 1% de cloreto de cálcio.

#### 4.2.7 Textura

Na Figura 23 verificou-se que as fatias de abacaxis tratadas com 1% de cloreto de cálcio apresentaram uma textura mais elevada ao final do experimento (0,980 Kgf), o que representa uma maior firmeza em comparação com os demais tratamentos.

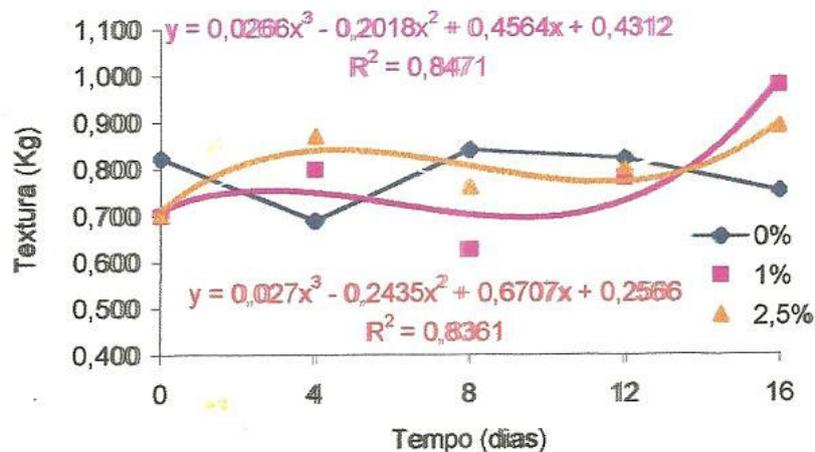


Figura 23 – Textura para abacaxi minimamente processado na forma de fatia tratado com diferentes concentrações de cloreto de cálcio e armazenado a 4°C ± 1°C e 99% UR por 16 dias.

Resultado semelhante encontrou Prado *et al.*(2000 b) com abacaxis *Smooth cayenne* minimamente processados, onde a concentração de 1% de cloreto de cálcio promoveu melhor manutenção da textura.

Os cortes de abacaxis tipo trapézio foram influenciados pelo tempo de armazenamento. Os cortes apresentaram um aumento na textura até 8º dia de armazenamento, reduzindo para 0,788 kgf ao final dos 16 dias de armazenamento (Figura 24).

King e Bolin (1989), afirmaram que perdas de textura refletem em alterações indesejáveis na qualidade, as quais são aceleradas por danos mecânicos causados às células pela soperações de descasque e corte possibilitando assim um contato das enzimas com o substrato.

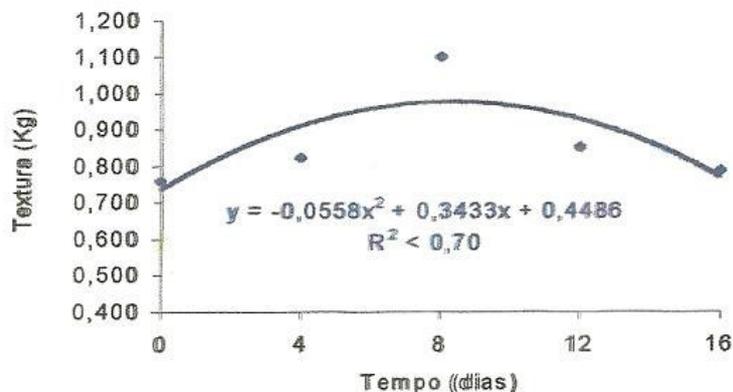


Figura 24 – Textura para abacaxi minimamente processado na forma de trapézio e tratado com cloreto de cálcio armazenado a  $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e 99% UR por 16 dias.

Através da Figura 25 constata-se que os cortes tratados com 1% e 2,5% de não apresentaram diferença significativa entre si.

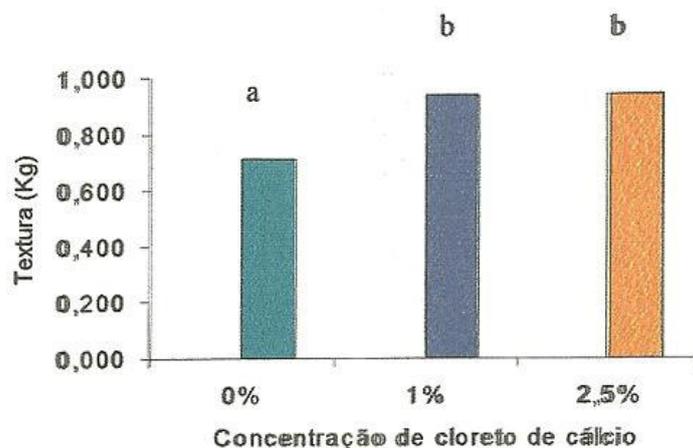


Figura 25 – Textura para abacaxi minimamente processado na forma de trapézio tratado com diferentes concentrações de cloreto de cálcio e armazenado a  $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e 99% UR por 16 dias.

Resultado semelhante encontrou Carvalho (2000) trabalhando com kiwis minimamente processados, na qual a textura apresentou-se mais elevada nas fatias tratadas com 1% de cloreto de cálcio ao final de 10 dias de armazenamento a  $1^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de 85%.

Miranda *et al.*(2000) em trabalhos com mamões minimamente processados, verificaram que os pedaços de frutos tratados com 2% de cloreto de cálcio foi suficiente para a amnutenção das substâncias pécnicas e consequentemente melhor textura.

#### 4.2.8 Perda de peso

Na Figura 26 encontram-se os resultados para perda de peso dos cortes de abacaxis tipo trapézio e fatia. Observou-se uma diferença significativa entre os dois tipos de corte e as diferentes concentrações de cloreto de cálcio, tendo o corte trapézio apresentada uma maior perda de peso que o corte fatia. Os pedaços de abacaxis cortados em trapézio tratados com 2,5% de cloreto de cálcio apresentaram uma maior perda de peso (1,37%). Os cortes em fatia, pelo contrário, a perda de peso foi bem menor (0,10%). Não se verificou diferença estatística entre os cortes em trapézio tratados com 1% e 2,5%.

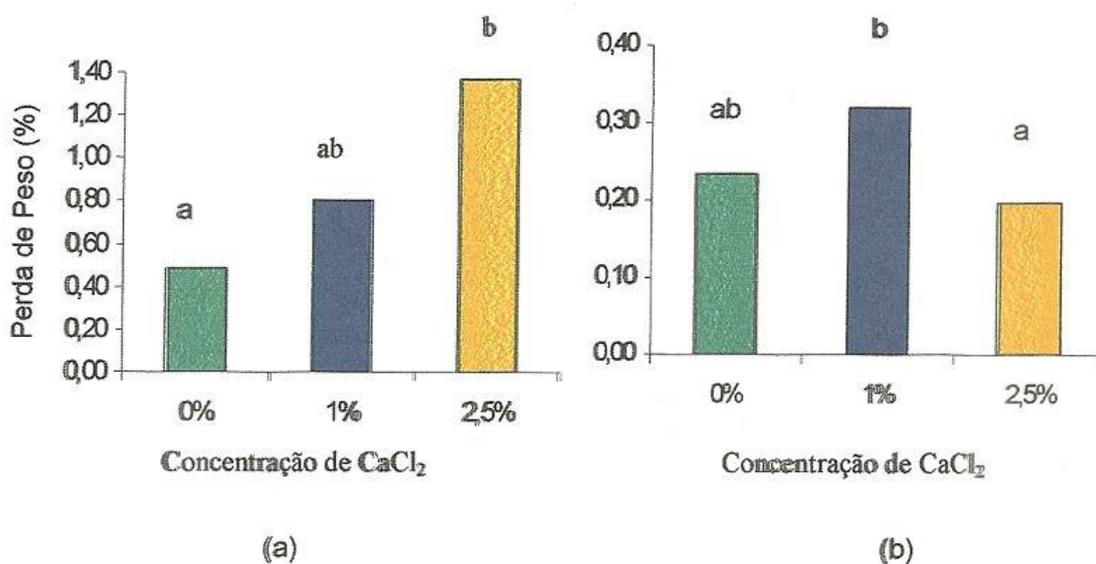


Figura 26 – Perda de peso para abacaxi minimamente processado nas formas de trapézio (a) e fatia (b) tratados com diferentes concentrações de cloreto de cálcio e armazenados a 4°C ± 1°C e 99% UR por 16 dias.

Estes resultados revelaram que por ter uma área de exposição bem maior, as perdas de peso dos cortes em trapézio foram maiores dos que em fatia. É possível que o tempo de imersão de 15 segundos não tenha sido suficiente para promover melhor penetração do cloreto de cálcio no tecido vegetal.

Carvalho (2000) realizou trabalhos com kiwis minimamente processados e não verificou diferença significativa entre as fatias tratadas com cloreto de cálcio e ácido cítrico. No tratamento com cloreto de cálcio a 1% verificou-se perda de peso ao longo dos 10 dias de armazenamento.

O tempo de armazenamento também influenciou a perda de peso em ambos os tipos de cortes, tendo o corte tipo fatia apresentado uma menor perda de peso (0,47%) que o tipo trapézio (1,28%) (Figura 27).

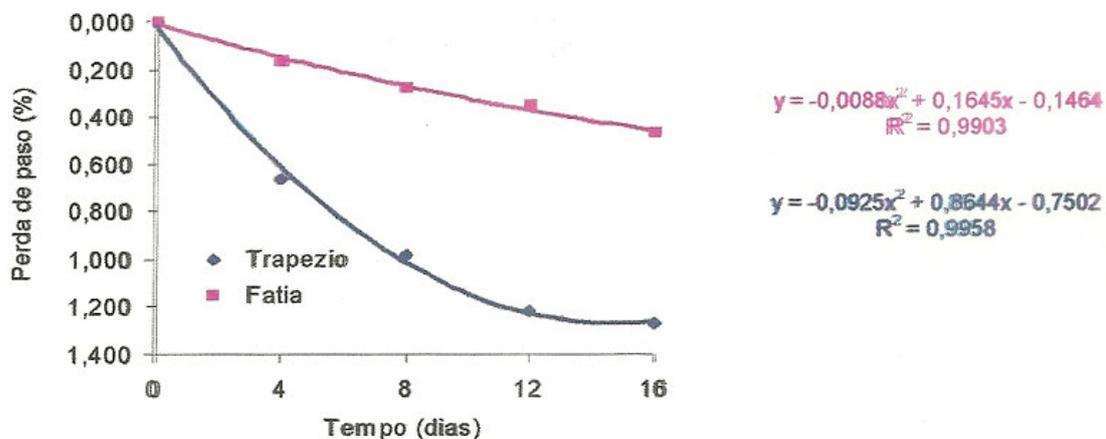


Figura 27 – Perda de peso para abacaxi minimamente processado nas formas de trapézio e fatia tratados com cloreto de cálcio e armazenados a  $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e 99% UR por 16 dias.

A perda de peso pode ser atribuída, principalmente a perda de umidade e de material de reserva pela transpiração e respiração (Carvalho, 2000).

Carvalho (2000) citando Kader (1992) relatou que a perda de peso está relacionada diretamente a perda de água, o que reflete negativamente em perdas nutritivas, na aparência como murchamento e enrugamento e na textura como amaciamento, perda de frescor e suculência.

### **4.3 Experimento IV e V – Efeito do Ácido Ascórbico**

No experimento IV (corte tipo trapézio) observou-se interação significativa apenas para a característica vitamina C. O ácido ascórbico influenciou nos sólidos solúveis totais e cor; e o tempo de armazenamento no pH, nos sólidos solúveis totais, nos açúcares redutores totais e na cor (Tabela 4A).

O experimento V (corte tipo fatia) apresentou interação significativa também para a vitamina C. O ácido ascórbico influenciou as características no pH e açúcares redutores totais; o tempo de armazenamento, no pH, nos açúcares redutores totais e na cor (Tabela 5A).

#### **4.3.1 pH**

O pH oscilou com o tempo de armazenamento nos cortes de abacaxis em trapézio e fatia (Figura 28). A média do pH foi de 3,48 para o corte tipo trapézio e 3,49 para o tipo fatia. Resultados esses que praticamente não diferiram entre os cortes.

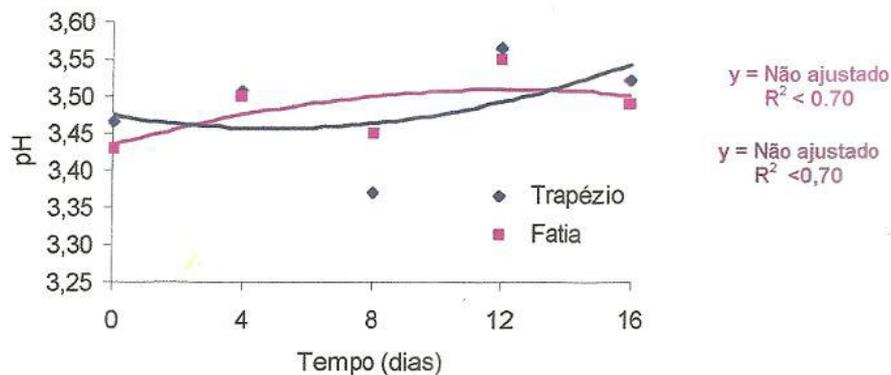


Figura 28 – pH para abacaxi minimamente processado nas formas de trapézio e fatia tratados com ácido ascórbico e armazenados a  $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e 99% UR por 16 dias.

Na Figura 29 observou-se que o tratamento influenciou apenas os cortes de abacaxis tipo fatia. O tratamento com 3000 ppm de ácido ascórbico apresentou o melhor resultado, onde o pH foi de 3,46. As fatias tratadas com 2000 ppm tiveram um maior valor de pH (3,50), porém esta diferença não foi aparentemente percebida.

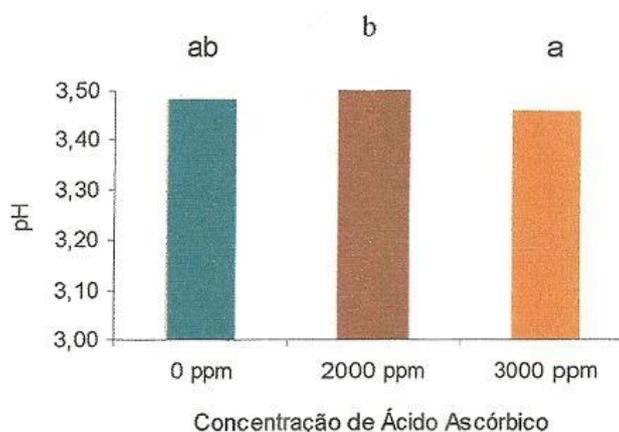


Figura 29 – pH para abacaxi minimamente processado na forma de fatia e tratado com diferentes concentrações de ácido ascórbico armazenados a  $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e 99% UR por 16 dias.

Prado *et al.* (2000 b) trabalhando com abacaxis *Smoth cayenne* minimamente processados cortados em cubo e tratados com ácido

ascórbico a 0,5%, verificaram que o pH não foi aparentemente influenciado pelo tratamento.

Miranda *et al.* (2000) avaliando a qualidade de mamões minimamente processados, constataram que o pH foi afetado significativamente pelo ácido ascórbico a 0,5%.

Carvalho (2000) verificou que em kiwis minimamente processados cortados em fatias e tratados com 1% de ácido ascórbico, o pH mostrou-se afetado pela interação tratamento e tempo de armazenamento.

O pH dos tecidos vegetais tem um papel importante nos fenômenos de escurecimento interno, visto que sua diminuição reduz a velocidade dos escurecimento (Abreu citando Bravenman, 1991).

#### **4.3.2 Sólidos Solúveis Totais (SST)**

Os cortes de abacaxis em trapézio apresentaram um aumento nos teores de SST no armazenamento, tendo no primeiro dia um teor de 10,9° Brix, e ao final do período de armazenamento um teor de 11,5° Brix (Figura 30). Supõe-se que este resultado deva-se à perda de peso, a qual concentraria os SST, aumentado assim ao final do período de armazenamento.

Prado *et al.* (2000 b), em experimentos com abacaxis *Smooth cayenne* minimamente processados na forma de cubos tratados com 5000 ppm de ácido ascórbico e armazenados até 10°C por 8 dias, constataram os maiores teores de SST somente a partir do 4° dia de armazenamento

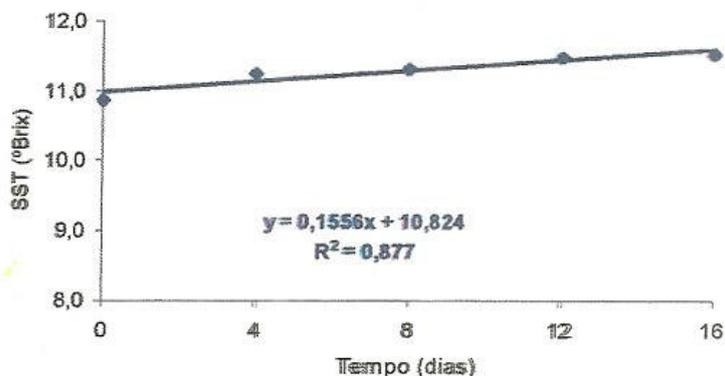


Figura 30 – Sólidos solúveis totais para abacaxi minimamente processado na forma de trapézio e tratado com ácido ascórbico e armazenados a  $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e 99% UR por 16 dias.

Segundo Chitarra e Chitarra (1990), é bastante comum que os sólidos solúveis aumentem com a maturação.

As diferentes concentrações de ácidos ascórbico exerceram influência no corte tipo trapézio (Figura 31). Os cortes tratados com 0 ppm de ácido ascórbico apresentaram os maiores teores de SST ( $11,5^{\circ}$  Brix) e com 3000 ppm, os menores teores ( $11,0^{\circ}$  Brix). Esses resultados estão abaixo do que considera Kader (1999) aceitável para consumo que é de  $12^{\circ}$  Brix.

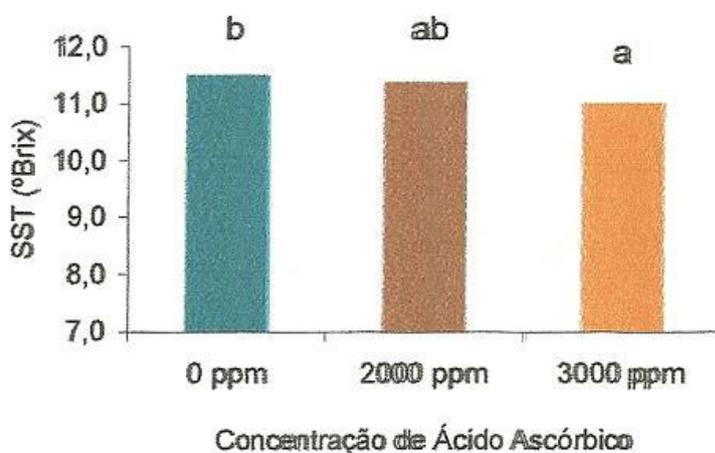


Figura 31 – Sólidos solúveis totais para abacaxi minimamente processado na forma de trapézio tratado com diferentes concentrações de ácido ascórbico e armazenados a  $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e 99% UR por 16 dias.

Carvalho (2000) encontrou interação significativa entre o tratamento contendo 1% de ácido ascórbico e o tempo de armazenamento em kiwis minimamente processados, apresentando uma média de 13° Brix.

### 4.3.3 Açúcares Redutores Totais (ART)

O teor de ART para os cortes de abacaxis em trapézio e fatia encontram-se na Figura 32. Nota-se que o corte tipo trapézio apresentou um aumento de 8,55% a 9,52% ao final dos 16 dias de armazenamento. No corte fatia, os ART oscilaram muito, apresentando uma redução no 4º dia de armazenamento seguido de um aumento (Figura 32).

Rocha (1992) citado por Abreu (1991), afirma que o aumento dos açúcares redutores totais em abacaxis refrigerados pode ser explicado por uma inversão as sacarose quando o mesmo é submetido a temperaturas inferiores a 7°C.

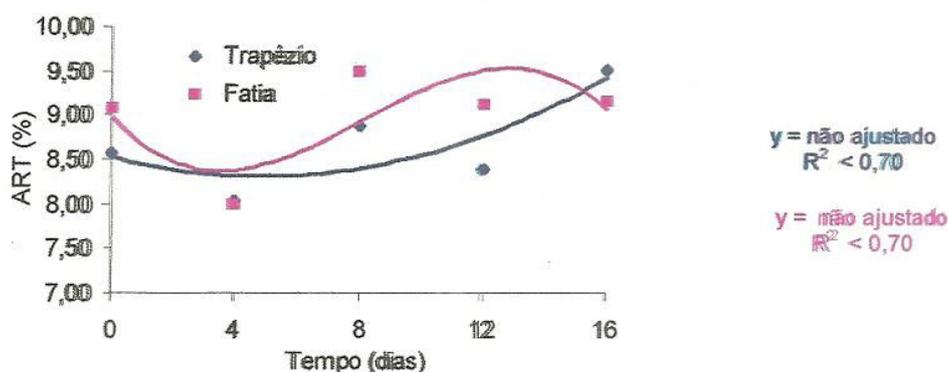


Figura 32 – Açúcares redutores totais para abacaxi minimamente processado nas formas de trapézio e fatia tratados com ácido ascórbico e armazenados a 4°C ± 1°C e 99% UR por 16 dias.

Os tratamento com diferentes concentrações de ácido ascórbico nos cortes de abacaxis em fatia não apresentaram diferença significativas entre os tratamentos com 0 e 2000 ppm, os quais obtiveram

respectivamente teores de 9,11% e 9,13%. Nos pedaços tratados com 3000 ppm observou-se os menores teores (8,66%) (Figura 33)

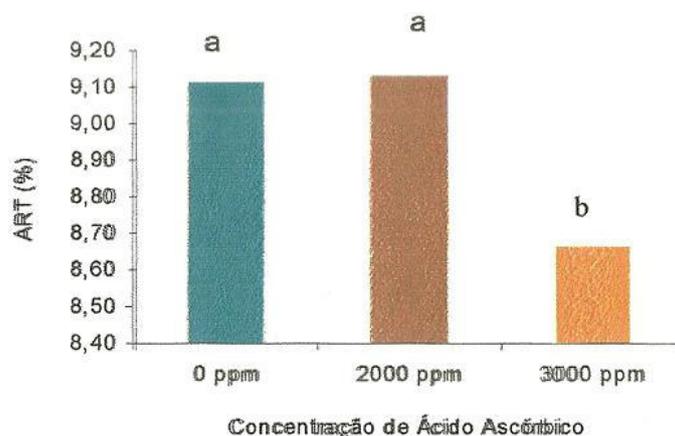


Figura 33 – Açúcares redutores totais para abacaxi minimamente processado na forma de fatia e tratados com diferentes concentrações de ácido ascórbico e armazenados a  $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e 99% UR por 16 dias.

Miranda *et al.* (2000) trabalhando com mamões minimamente processados tratados com 5000 ppm de ácido ascórbico verificou que ocorreu uma manutenção nos teores de açúcares totais.

#### 4.3.4 Vitamina C

Os cortes tipo trapézio apresentaram uma redução nos teores de vitamina C em ambos os tratamentos. Em média, os teores com 0, 2000 e 3000 ppm foram respectivamente 10,79 mg/100g, 9,83 mg/100g e 10,48 mg/100g (Figura 34).

Resultado semelhante observou-se nos cortes em fatia, onde o teor médio de vitamina C com 0, 2000 e 3000 ppm foi respectivamente de 9,35 mg/100g, 12,07 mg/100g e 14,04 mg/100g (Figura 35).

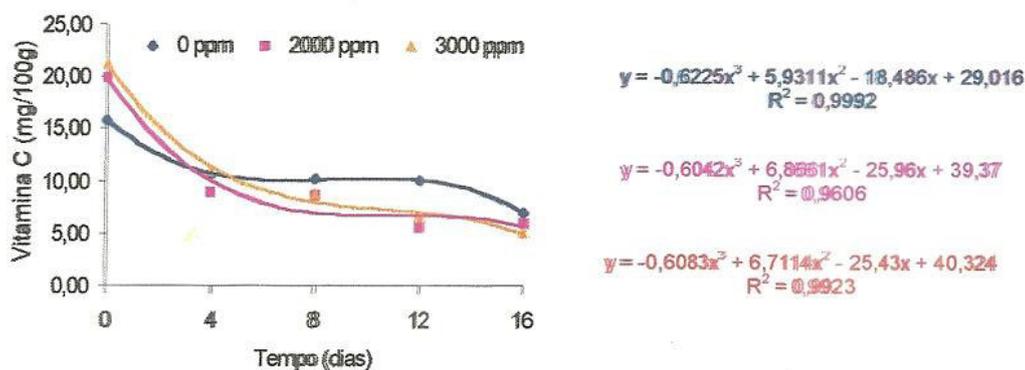


Figura 34 – Vitamina C para abacaxi minimamente processado na forma de trapézio tratados com diferentes concentrações de ácido ascórbico e armazenados a  $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e 99% UR por 16 dias.

Miranda *et al.* (2000) avaliando a qualidade de mamões minimamente processados, constatou que o pH foi afetado significativamente pelo ácido ascórbico (0,5%). O ácido ascórbico foi aparentemente absorvido pelo tratamento, pois o mesmo encontrou-se com níveis elevados ao final do tempo de armazenamento.

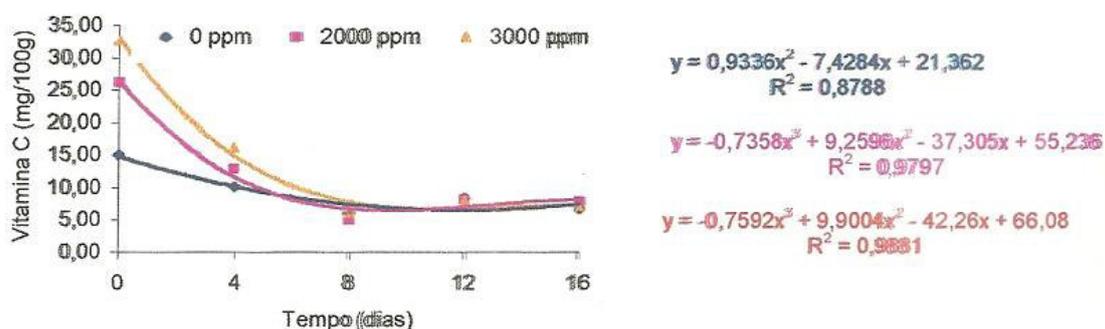


Figura 35 – Vitamina C para abacaxi minimamente processado na forma de fatia tratado com diferentes concentrações de ácido ascórbico e armazenados a  $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e 99% UR por 16 dias.

Abreu (1991) avaliando as alterações no escurecimento interno na composição química de abacaxis *Smooth cayenne* encontrou também uma

diminuição nos teores de vitamina C. O autor relata uma oxidação do ácido ascórbico em compostos que não foram identificados em seu trabalho.

#### 4.3.5 Cor

A Figura 36 mostra os valores de  $\Delta E$  para os abacaxis minimamente processados. Os cortes trapézio e fatia, quando submetidos a imersão em solução de ácido ascórbico verificou-se que para o corte tipo fatia uma maior estabilização dos valores de  $\Delta E$ , tendo este tipo de corte alcançado valores maiores que o corte em trapézio.

Este resultado justifica-se pela maior relação superfície / volume e maiores danos mecânicos sofrido pelo corte tipo trapézio. O que favorece de forma mais acelerada as reações de degradação da cor do produto ocasionadas pelo processo de escurecimento pelas polifenoloxidasas.

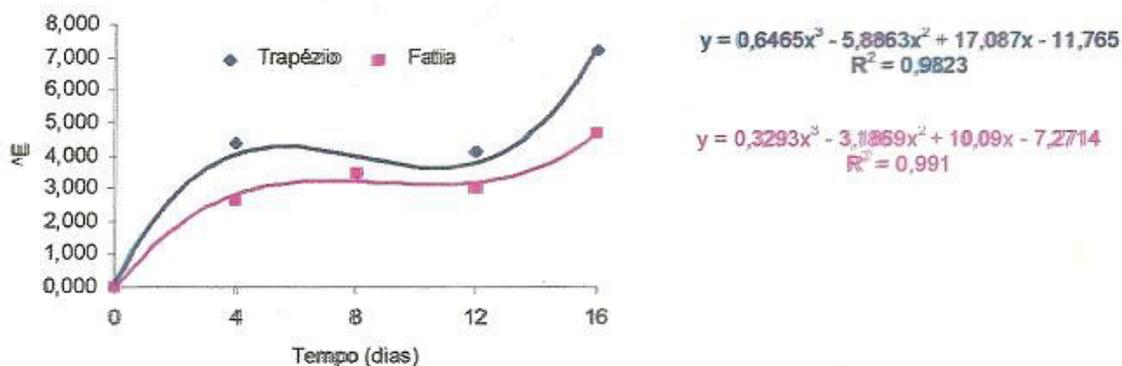


Figura 36 – Cor em  $\Delta E$  para abacaxi minimamente processado nas formas de trapézio e fatia tratados com ácido ascórbico e armazenados a  $4^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$  e 99% UR por 16 dias.

## 5. CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos nas condições experimentais do presente trabalho concluiu-se que:

- O processamento mínimo do abacaxi cultivar pérola foi conduzido dentro das condições higiênico-sanitárias satisfatórias.
- No corte tipo trapézio, para as determinações perda de peso e textura, não se verificou diferença entre os pedaços tratados com 1% e 2,5%, sendo indicados, portanto um tratamento com 1% de cloreto de cálcio.
- No corte tipo fatia, para a perda de peso, a concentração de 1% de cloreto de cálcio apresentou um resultado mais significativo que os demais tratamentos.
- Não se observou diferença entre as concentrações de ácido ascórbico usadas no tratamento, para a determinação de vitamina C, no corte tipo trapézio.
- O corte tipo fatia apresentou um menor escurecimento que o tipo trapézio, independente da concentração de ácido ascórbico utilizada.
- Estima-se um tempo de 10 dias para armazenamento dos cortes de abacaxi cultivar pérola minimamente processado.
- O corte tipo fatia tratado com 1% de cloreto de cálcio e 2000 ppm de ácido ascórbico e o tipo trapézio tratado com 1% de cloreto de cálcio e 3000 ppm de ácido ascórbico são mais indicados para o processamento mínimo de abacaxi cultivar pérola, visto que preservaram as características de qualidade.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, C.M.P. **Alterações no escurecimento interno e na composição química do abacaxi c.v. *Smooth cayenne* durante seu amadurecimento com e sem refrigeração.** 1991, 72f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1991.

ANDRADE, N.J. ; PINTO, C.L. de O. **Higiene na indústria de alimentos.** Viçosa, CPT, 1999, 96p.

ANDRADE, N.J.; MACEDO, J.A.B. **Higienização na indústria de alimentos.** São Paulo, Varela, 1996, 182p.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods.** 3<sup>a</sup> ed. Washington, 1992, 941p.

ANTONIOLLI, L.R.; BENEDETTI, B.C.; CASTRO, P.R.C. Avaliação de algumas características organolépticas de frutos de abacaxizeiro (*Ananas comosus* (L) Meer) destinados ao processamento mínimo. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, **Trabalho apresentado...**, Fortaleza, 2000.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry.** 12<sup>a</sup> ed. Washington, 1992.

BASTOS, M.S.R. *et al.* Processamento mínimo de melão e abacaxi. In: II Encontro de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças, 2000, Viçosa, MG. **Palestra...** Viçosa, MG, Ed. UFV. 2000, p.89-94.

BOLIN, H.R. *et al.* Factors affecting the storage of shredded lettuce. **Journal of Food Science**, n. 42, p 1319, 1977.

BOTREL, N. **Efeito da aplicação de cálcio associado ao tratamento hidrotérmico sobre a composição química e susceptibilidade ao escurecimento interno do abacaxi c.v. Smooth cayenne.** 1998, 101f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras. Lavras, 1998.

BOTREL, N. ; ABREU, C.P.M. Colheita, cuidados e fisiologia pós-colheita do abacaxi. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.17, n. 139, p. 33 – 40, 1994.

BRACKETT, R.E. Shelf stability and safety of fresh produce as influenced by sanitation and disinfection. **Journal of Food Science**, v. 55, n. 10, p. 808 – 814, 1992.

BRACKETT, R.E. Factors affecting spoilage and safety of minimally processed fruits and vegetables. **In: IFT Annual Meeting**, 1996. Book of Abstract, 1996, p.139-140.

BRACKETT, R.E. Microbiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. **Journal Food Quality**, v. 20, p. 195 – 206, 1987.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução no. 12 de 2001.** Estabelece padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/regis/resol/12> Acesso em : 29 jan. 2001.

BRECHT, J.K. Physiology of lightly processed fruits and vegetable. **HortScience**, v.30, n.1, p. 18-21, 1995.

CARMONARI, M. *et al.* Influência do corte e da embalagem em abacaxi minimamente processado. **In: II Encontro de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**, 2000, **Anais...** Viçosa, MG, UFV, 2000, p.3.

CARVALHO, A.V. **Avaliação da qualidade de kiwis v.c. Hayward minimamente processados**. 2000, 86f., Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

CARVALHO, V.D. Qualidade, colheita, embalagem e transporte do abacaxi. **In: I Curso Intensivo Nacional de Fruticultura**. 3, 1996, Cruz das Almas. **Apostila...** Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPAT, 1986, 15p.

CENSI, S.A. Pesquisa em processamento mínimo de hortaliças no Brasil. **In: II Encontro de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**, 2000, Viçosa, MG. **Palestra...**, Viçosa, MG, Ed.UFV, 2000, p.110-116.

CERRUTTI, P.; ALZAMORA, S.M.; VIDALES, S.L. Vanillin as antimicrobial for producing shelf-stable strawberry puree. **Journal of Food Science**, v.62, n.3, p.608-610, 1997.

CHADA, K.L. *et al.* Biochemical changes with growth and development of pineapple-kew. 1 Changes in physicochemical constituents. **The Indian Journal of Horticultural**, Bangalore, v.29, n.1, p.54-57, 1972.

CHITARRA, M.I.F. ; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990, 230p.

CHITARRA, M.I.F. Processamento mínimo de frutas e hortaliças. **Tecnologia e Treinamento Agropecuário**. n.10, p.7, 1999.

COELHO, E.M. *et al.* Influência da temperatura e do período de armazenamento nas características físico-químicas, sensoriais e microbiológicas de goiaba (*Pesidium guajava* L) minimamente processada. **In: II Encontro de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**, 2000, **Anais...** Viçosa, MG, UFV, 2000, p.7.

DAS, J.R.; BHAT, S.G.; GOWDA, L.R. Purifications and characterization of Indian pineapple fruit. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, Washington, n.45, p.2031-2035, 1997.

DONADON, J. *et al.* Uso de mangas “keitt” na produção de produtos minimamente processados. **II Encontro de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**, 2000, **Anais...** Viçosa, MG, UFV, 2000, p.20.

DULL, G.G. **The pineapple**. In: HULME, A.C. (ED). *The Biochemistry of fruits and their products*. London: Academic Press, v.2, p.303-324, 1971.

DURIGAN, J.F. Processamento mínimo de frutas. 2, 2000, Viçosa, MG. **Palestra...** Viçosa, MG, Ed. UFV, 2000, p.86-94.

DURIGAN, J.F. *et al.* Avaliação do abacaxi pérola submetido a dois tipos de corte e três temperaturas de armazenamento. **In: II Encontro de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**, 2000, **Anais...** Viçosa, MG, UFV, 2000, p.2.

EAKS, I. L. Effects of calcium on ripening, respiratory rate, ethylene production, and quality of avocado fruit. **HortScience**, v.110, n.2, p.145-148, 1985.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical. **Relatório de atividades 1996-1997**, Fortaleza, 1999, 156p.

FENNEMA, O.R. Preservation of food by sotage at chilling temperatures. In: KAREL, M.; FENNEMA, O.R. ; LUND, D.B. **Principles of food sciences**, New York, Maecel Dekker, 1975. Part II Physical principles of food preservations, p. 133-170.

FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. 2ª. Ed. Zaragoza, España: Acribia, 1993, 1094p.

FIGUEIREDO, R.W. Desenvolvimento , maturação e armazenamento de pendúculos de cajueiro anão precoce CCP-76 sob influência do cálcio. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos), 2000, 149f. Universidade de São Paulo – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, São Paulo, 2000.

FAO STAT. Agriculture data: banco de dados. Disponível: <http://apps.fao.org/page/collections?subset=agriculture> Acesso em: 20 mai. 2001.

GADELHA, R.S.S. *et al.* **A cultura do abacaxi: perspectivas, tecnologias e viabilidade**. Niterói: PESSAGRO-RIO, 1996, 28p.

GONSALVES, N.B. **Abacaxi pós-colheita**. Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA, 2000, 45p. (Série Frutas do Brasil, 5).

GONZALÉZ, A.M. *et al.* Inibition of enzymactc browing in Apple products by 4-hexybesorcinol. **Food Technology**, v. 49, n.4, p.110-118, 1995.

GRIERSON, D. Senescence in fruits. **HortScience**. Alexandria, v.22, n.5, p.859-862, 1987.

HEMEDA, H.M.; KLEIN, B.P. Effects of naturally occurring antioxidants on peroxidase activity of vegetables extracts. **Journal of Food Science**, Chicago, v.55, n.1, p. 184-185, 1990.

HUNTER, R.S. **The instruments of appearance**. New York: John Wiley and Son, 1975.

INSTITUTO ADOLF LUTZ. **Normas Analíticas, Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos**, 3ª. Ed., São Paulo, 1985, v.1, 533p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTAÍSTICA. Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes, **Prod. Agric. Munic.**, Rio de Janeiro, v. 23, n.1, p.1-81, 1996.

KADER, A.A. Ethylene induce senescence and physiological disorders in harvested horticultural crops. **HortScience**, Alexandria, v.20, n.1, p.54-56, 1985.

KADER, A.A. **Pineapple**. Disponível em: <http://postharvest.ucdavis.edu/produce/producefacts/index.html> Acesso em 19 nov. 1999.

KING, A.D; BOLIN, H.R. Physiological and microbiological storage stability of minimally processed fruits and vegetables. **Food Technology**. p.132-135, 1989.

LIMA, L.C. de O. Processamento mínimo de kiwi e mamão. **In: II Encontro de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**, 2000, Viçosa, MG. **Palestra...** Viçosa, MG, Ed. UFV, 2000, p.95-109.

LUNA, J.V.U. **Fruticultura tropical: potencial brasileiro e desenvolvimento tecnológico**. Salvador. EPABA, 1998. 31p. (Documentos, 14).

MARTH, E.H. Extended shelf life refrigerated foods: microbiological quality and safety. **Food Technology**, v.52, n.2, p.57-62, 1998.

MATTIUZ, B. *et al.* Processamento mínimo de goiabas Pedro sato. **In: II Encontro de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**, 2000, **Anais...** Viçosa, MG, UFV, 2000, p.8.

MOZOLLIER, J. Ive Gamme. Lavage desinfections dès salades. **Infos-CTIFL**, n. 42, p.20-23, 1998.

MEDINA, J.C. *et al.* **Abacaxi: da cultura ao processamento e comercialização**. São Paulo: Secretaria de Agricultura, 1978, 13p. (Série frutos tropicais, 2).

MILLER, G.L. Use of dinitrosalicycle acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, Washington, n.31, p.26-428, 1959.

Ministério da Agricultura e Abastecimento. Produção de Abacaxi. <http://www.agricultura.gov.br/spa/pagespa/index.html> Consultado em 07/03/2001.

MIRANDA, R.B. *et al.* Avaliação da qualidade de mamões (*Carica papaya* L.) de entresafra minimamente processados. **In: II Encontro de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**, 2000, **Anais...** Viçosa, MG, UFV, 2000, p.18.

MÕES-OLIVEIRA, E.C. *et al.* Caracterização microbiológica do mamão (*Carica papaya* L.) minimamente processado. Resultados preliminares. **In: II Encontro de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**, 2000, **Anais...** Viçosa, MG, UFV, 2000, p.12.

O'CONNOR-SHAW, R.E. *et al.* Shelf life of minimally processed honeydew, kiwifruit, papaya, pineapple and cantaloupe. **Journal of Food Science**, v.59, n.6, p.1202-1215, 1994.

PARK, D.L.; RUA, J.R.S.M.; ACKER, R.F. Direct application of a new hipoclorite sanitizer for reducing bacterial contamination on foods. **Journal of Food Protection**, v.54, n. 12, p.969-965, 1991.

PARKIN, K.L. *et al.* Chilling injury: a review of possible mechanisms. **Journal Food Biochemistry**, n.13, p.127-153, 1989.

PASSOS, O.S.; SOUZA, J.S. **Considerações sobre a fruticultura brasileira, com ênfase no nordeste.** Crus das Almas, Bahia: EMBRAPA – ccnpmf, 1994, 51p. (Documentos, 54).

PEARSON, D. **Técnicas de laboratório para análises de alimentos.** Zaragoza, Acribia, 1976, 331p.

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

PRADO, M.E.T.P. *et al.* Influência do hipoclorito de sódio sobre a qualidade de abacaxis minimamente processados. **In: II Encontro de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**, 2000, **Anais...** Viçosa, MG, UFV, 2000a, p.5.

PRADO, M.E.T.P. *et al.* Abacaxi *Smooth cayenne* minimamente processado. In: **II Encontro de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**, 2000, **Anais...** Viçosa, MG, UFV, 2000b, p.6.

REINHARDT, D.H. *et al.* **Abacaxi. Produção: aspectos técnicos**, 2000, Cruz das Almas, EMBRAPA mandioca e Fruticultura, Bahia, 2000, 77p.

RIGNEY, C.J.; WILLS, R.B.H. Calcium movement a regulating factor in initiation of tomato fruit ripening. **HortScience**, Alexandria, v.16, n. 6, p.550-551, 1981.

ROLLE, R. CHISM, G.W. Physiological consequences of minimally processed fruits and vegetable. **Journal of Food Quality**. V.10, p.157-177, 1987.

SANTA CRUZ, S.B. **O cultivo do abacaxizeiro**. Sergipe, 16p. (SUDAP Circular Técnica, 2), 1986.

SAPERS, G.M. *et al.* Enzymatic browning control in minimally processed mushrooms. **Journal of Food Science**, v. 50, n.5, p.1042-1047, 1994.

SERRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1994, 56p.

SHEAR, C.B. Calcium related disorders of fruits and vegetables. **HortScience**, v.10, n.4, p.361-365, 1975.

SHEWFELT, R.L. Quality of minimally processed fruits and vegetables. **Journal of Food Quality**, n.10, p143, 1987.

SMITH, L.G. Indices of physiological maturity and eating in *Smooth cayenne* pineapples. 2 indices of eating quality. **Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences**, v.45, n.2, p. 219-228, 1988.

TEISSON, C. Le brunissement interne de l'ananas. I-Historique. II-Material ET méthodes. *Fruits*, Paris, v.43, n.4, p.245-261, 1979.

VANETTI, M.A.D. Controle microbiológico e hygiene no processamento mínimo. **In: II Encontro de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**, 2000, Viçosa, MG, **Palestra...** Viçosa, MG, UFV, 2000, p.44-52..

VILLAS BOAS, E.V. de B. *et al.* Efeito do descascamento sobre a qualidade de tangerinas "Pokan". **In: II Encontro de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**, 2000, **Anais...** Viçosa, MG, UFV, 2000b, p.22.

WATADA, A.; ABE, K. ; YAMAUCHI, N. Physiological activities of partially processed fruits and vegetables. **Food Technology**, n.20, p.116-122, 1990.

WILEY, R.C. **Frutas y hortalizas minimamente procesadas y refrigeradas**. Zaragoza, Acribia, 1997, 361p.

## **ANEXOS**

TABELA 1A – Quadrados médios das análises de variância para as características pH, atividade de água (Aw), sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), açúcares redutores totais (ART), vitamina C, perda de peso, cor e textura apresentados pelo abacaxi minimamente processado submetido aos cortes trapézio (C1) e fatia (C2).

Causas da Variação	GL	QM								
		pH	Aw	SST	ATT	ART	Vit C	Perda de peso	Cor	Textura
Corte (C)	1	0,0006 ns	0,0000 ns	7,3013 **	0,0040 ns	2,2413 ns	15,8995 **	774,2936 **	0,0120 ns	0,0203 ns
Tempo (T)	4	0,0104 **	0,0000 **	0,4805 ns	0,0283 **	1,8647 ns	73,6341 **	152,4065 *	30,8901 *	0,0198 ns
C x T	4	0,0010 ns	0,0000 ns	1,2621 ns	0,0455 *	0,8079 ns	7,4869 **	43,3840 ns	0,6907 ns	0,0287 ns
T dentro de C1	-	-	-	-	0,0181 **	-	32,8222 **	-	-	-
T dentro de C2	-	-	-	-	0,0147 **	-	48,2982 **	-	-	-
Resíduos	20	0,0018	0,0000	0,7623	0,0014	0,8252	1,5489	31,0478	4,8421	0,0173
CV (%)		1,2079	0,2258	5,8888	4,8802	6,6579	8,04113	116, 2483	56,2880	19,9788

\*, \*\*,ns correspondem respectivamente a significativo a 5%, 1% e não significativo de probabilidade pelo teste F

TABELA 2A – Quadrados médios das análises de variância para as características pH, atividade de água (Aw), umidade, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), açúcares redutores totais (ART), perda de peso e textura apresentados pelo abacaxi minimamente processado na forma de trapézio tratados com diferentes concentrações de cloreto de cálcio.

Causas da Variação	GL	QM							
		Umidade	Aw	pH	ATT	SST	ART	Perda de Peso	Textura
Concentração (C)	2	1,8048 ns	0,0000 ns	0,2086 **	0,0000 ns	0,9722 **	0,1677 ns	2,9936 *	0,2632 **
Tempo (T)	4	8,2094 ns	0,0000 **	0,1095 **	0,0094 **	1,5622 **	2,9844 **	3,2015 **	0,1671 **
C x T	8	4,0676 ns	0,0000 ns	0,0072 **	0,0017 ns	0,1280 ns	0,4727 ns	0,2214 ns	0,0125 ns
T dentro de C1		-	-	0,0335 **	-	-	-	-	-
T dentro de C2		-	-	0,0365 **	-	-	-	-	-
T dentro de C3		-	-	0,0539 **	-	-	-	-	-
Resíduos	30	5,2764	0,0000	0,0011	0,0010	0,0933	0,2213	0,7116	0,0079
CV (%)		2,7232	0,1985	0,9275	5,7718	2,2500	3,9339	95,2127	10,3192

\*, \*\*, ns correspondem respectivamente a significativo a 5%, 1% e não significativo de probabilidade pelo teste F

C1 – 0% ; C2 – 1% e C3 – 2,5%

TABELA 3A – Quadrados médios das análises de variância para as características pH, atividade de água (Aw), umidade, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), açúcares redutores totais (ART), perda de peso e textura apresentados pelo abacaxi minimamente processado na forma de fatia tratados com diferentes concentrações de cloreto de cálcio.

Causas da Variação	GL	QM							
		Umidade	Aw	pH	ATT	SST	ART	Perda de Peso	Textura
Concentração (C)	2	9,2852 ns	0,0000 ns	0,0922 **	0,0021 ns	0,8406 **	0,7107*	0,0612 *	0.0033 ns
Tempo (T)	4	7,2178 ns	0,0000 **	0,0577 **	0,0089 **	0,3114 *	2,3757**	0,2857 **	0,0267 **
C x T	8	9,6090 *	0,0000 ns	0,0042 ns	0,0028 **	0,0601 ns	0,5410*	0,0055 ns	0,0281 **
T dentro de C1		4,9241 ns	-	-	0,0025 *	-	1,0707 **	-	0,0121 ns
T dentro de C2		19,1727 **	-	-	0,0046**	-	1,6056 **	-	0,0525 **
T dentro de C3		2,3390 ns	-	-	0,0074**	-	0,7815**	-	0,0181 *
Resíduos	30	3,4288	0,0000	0,0019	0,0006	0,0960	0,1974	0,0134	0,0051
CV (%)		2,2176	0,2123	1,2042	4,4020	2,2354	3,6643	46,3197	9,0474

\*, \*\*,ns correspondem respectivamente a significativo a 5%, 1% e não significativo de probabilidade pelo teste F

C1 – 0% ; C2 – 1% e C3 – 2,5%

TABELA 4A – Quadrados médios das análises de variância para as características pH, sólidos solúveis totais (SST), açúcares redutores totais (ART), vitamina C e cor apresentados pelo abacaxi minimamente processado na forma de trapézio tratados com diferentes concentrações de ácido ascórbico.

Causas da Variação	GL	QM				
		pH	Vitamina C	SST	ART	Cor
Concentração (C)	2	0,0008 ns	3,5690 ns	0,9768**	0,6646 ns	21,7846 **
Tempo (T)	4	0,0465 **	232,0648 **	0,6207 *	2,8402 **	60,2942 **
C x T	8	0,0019 ns	11,1531 **	0,0666 ns	0,3235 ns	5,4322 ns
T dentro de C1		-	30,3120 **	-	-	-
T dentro de C2		-	102,9319 **	-	-	-
T dentro de C3		-	121,1271 **	-	-	-
Resíduos	30	0,0015	2,9679	0,1702	2,2239	3,8656
CV (%)		1,1091	16,6184	3,6540	5,4509	51,2097

\*, \*\*,ns correspondem respectivamente a significativo a 5%, 1% e não significativo de probabilidade pelo teste F

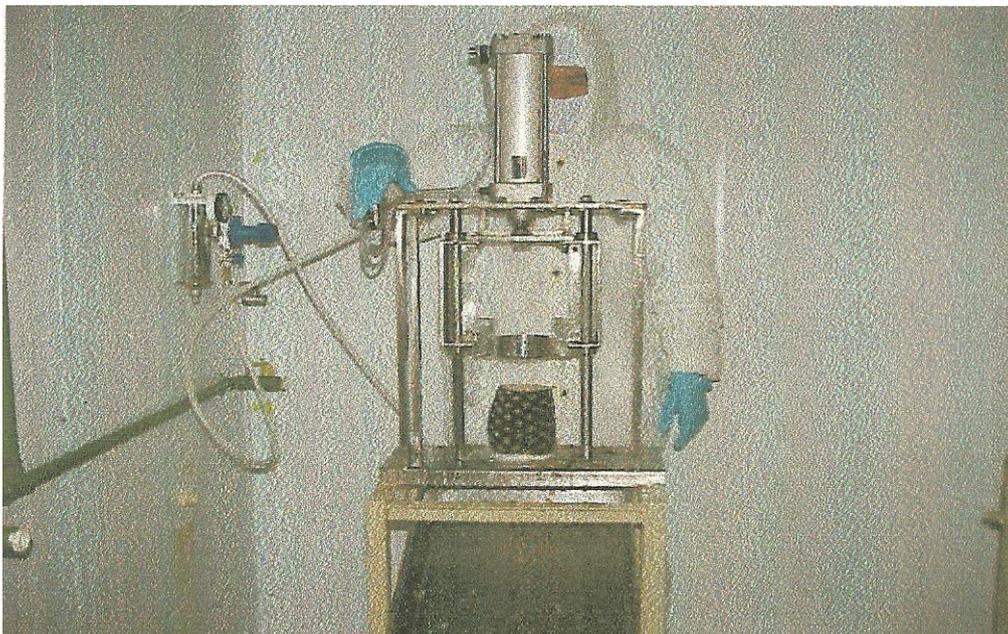
C1 – 0 ppm ; C2 – 2000 ppm e C3 – 3000 ppm

TABELA 5A – Quadrados médios das análises de variância para as características pH, sólidos solúveis totais (SST), açúcares redutores totais (ART), vitamina C e cor apresentados pelo abacaxi minimamente processado na forma de fatia tratados com diferentes concentrações de ácido ascórbico.

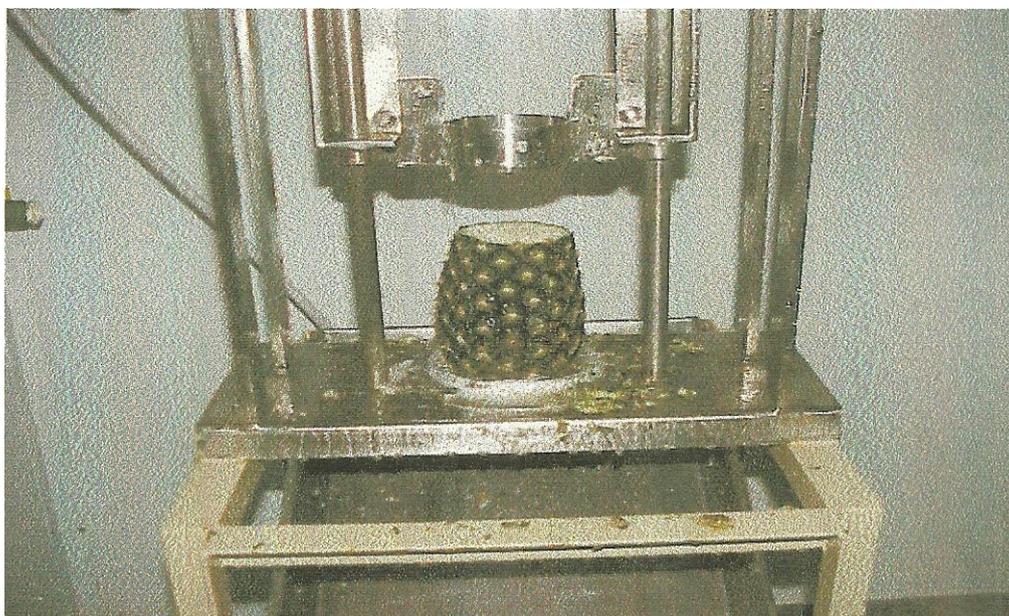
Causas da Variação	GL	QM				
		pH	Vitamina C	SST	ART	Cor
Concentração (C)	2	0,0066 *	83,4231 **	0,2602 ns	1,0708 *	5,9056 ns
Tempo (T)	4	0,0201 **	531, 6662 **	0,6161 ns	2,9264 **	26,9283 **
C x T	8	0,0012 ns	45,6693 **	0,4382 ns	4,4823 ns	2,9848 ns
T dentro de C1		-	38,9065 **	-	-	-
T dentro de C2		-	210, 1954 **	-	-	-
T dentro de C3		-	373,9030 **	-	-	-
Resíduos	30	0,0012	2,9334	0,2962	0,3062	2,2245
CV (%)		1,0169	14,4925	4,6606	6,1687	54,0009

\*, \*\*,ns correspondem respectivamente a significativo a 5%, 1% e não significativo de probabilidade pelo teste F

C1 – 0 ppm ; C2 – 2000 ppm e C3 – 3000 ppm



Etapa de descascamento



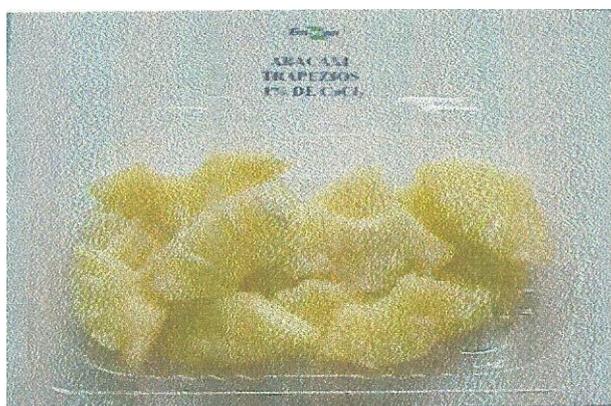
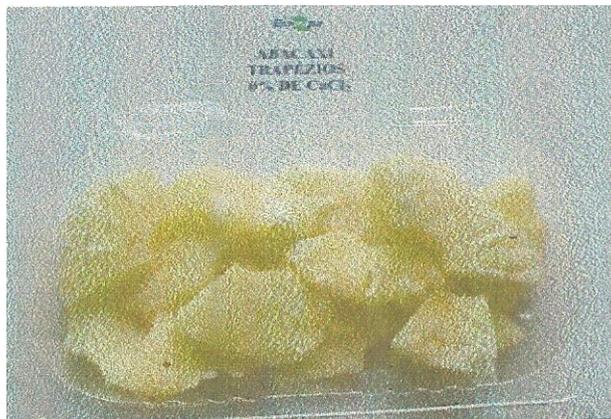
Etapa de descascamento



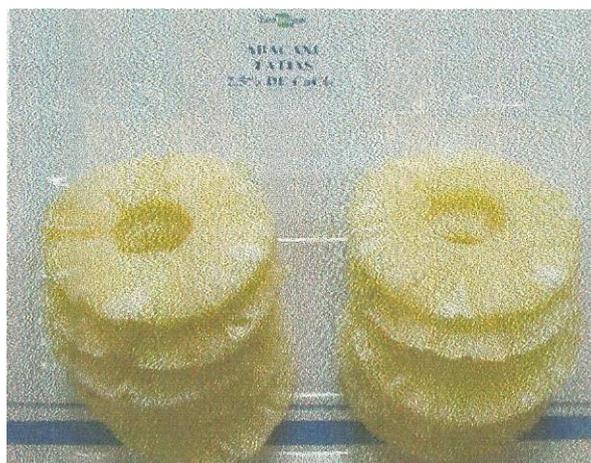
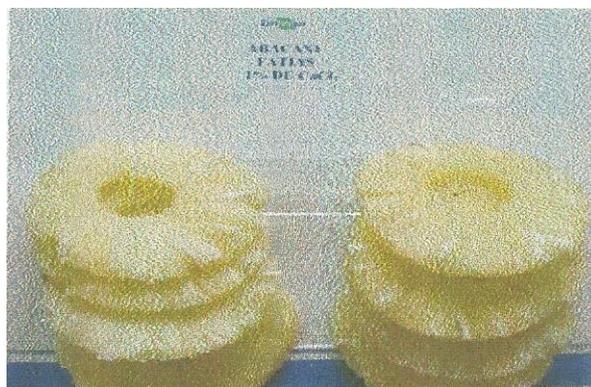
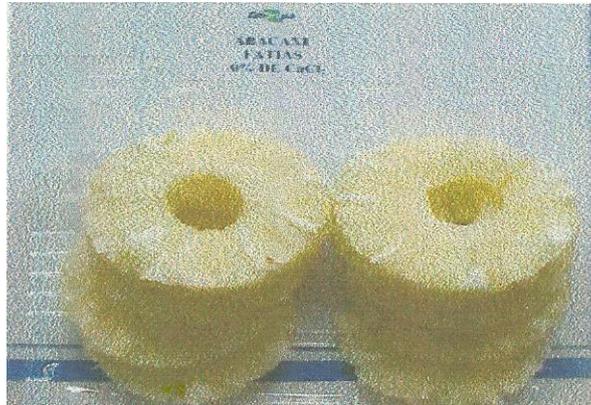
Retirada do cilindro central no corte tipo trapézio



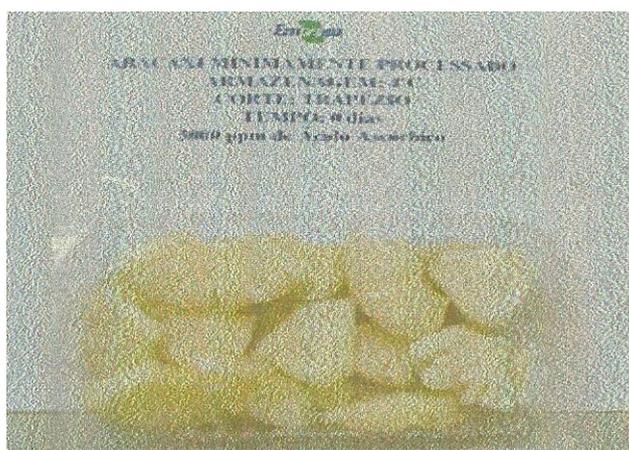
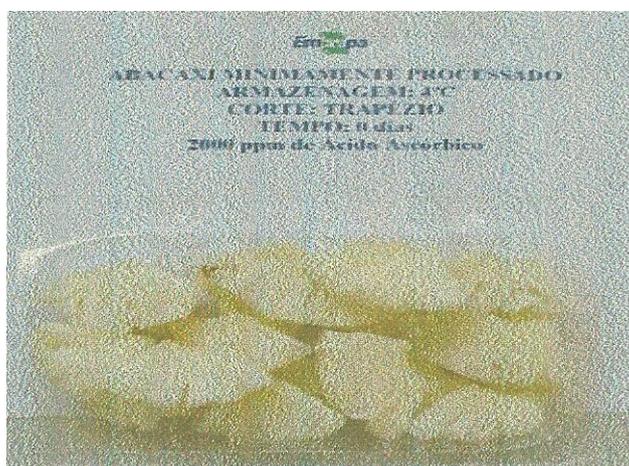
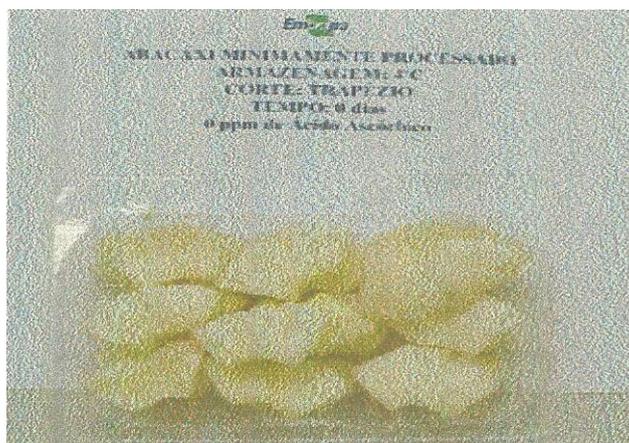
Armazenamento a  $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$



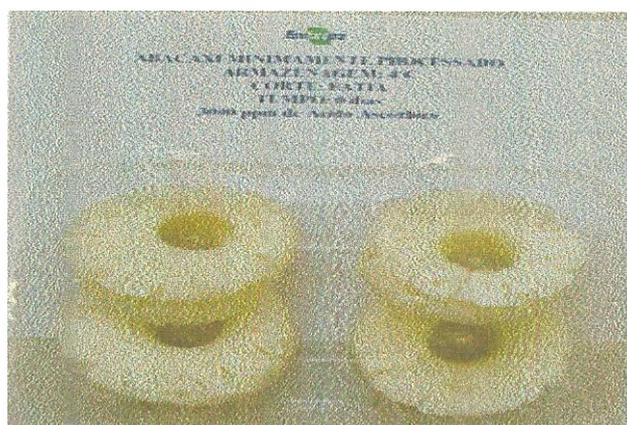
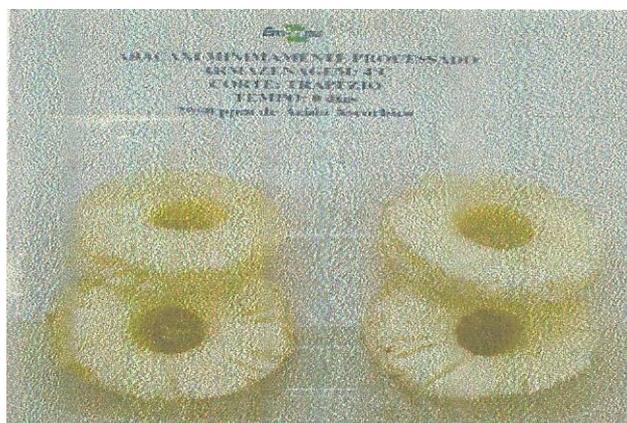
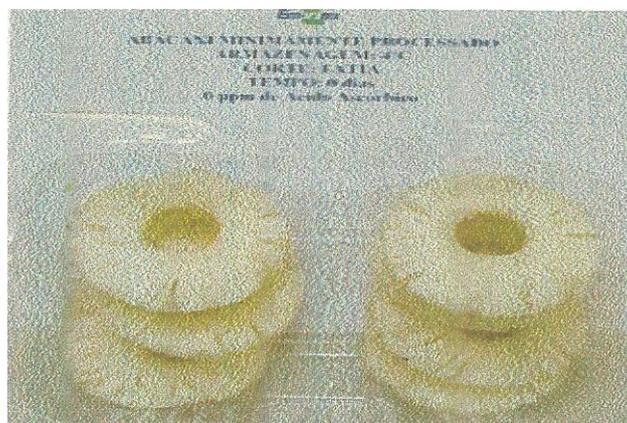
Efeito do cloreto de cálcio no corte trapézio (0%, 1% e 2,5% respectivamente)



Efeito do cloreto de cálcio no corte fatia (0%, 1% e 2,5% respectivamente)



Efeito do ácido ascórbico no corte trapézio (0ppm, 2000 ppm e 3000 ppm respectivamente)



Efeito do ácido ascórbico no corte fatia (0ppm, 2000 ppm e 3000 ppm respectivamente)