

NEUMA MARIA DE SOUZA PINHEIRO

**REVESTIMENTOS COM CERA DE CARNAÚBA INCORPORADOS DE
ANTIMICROBIANOS EM CAJU (*ANACARDIUM OCCIDENTALE L*) E GOIABA
(*PSIDIUM GUAJAVA*)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2012

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

P654r
2012

Pinheiro, Neuma Maria de Souza, 1963-
Revestimentos com cera de carnaúba incorporados de
antimicrobianos em caju (*Anacardium occidentale* L) e goiaba
(*Psidium quajava*) / Neuma Maria de Souza Pinheiro. –
Viçosa, MG, 2012.
xiii, 112f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Afonso Mota Ramos.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 99-112

1. Alimentos - Embalagens. 2. Alimentos - Qualidade.
3. Revestimentos. 4. *Anacardium occidentale*.
5. *Psidium quajava*. I. Universidade Federal de Viçosa.
II. Título.

CDD 22. ed. 664.028

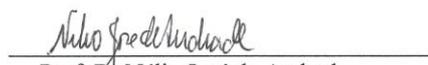
NEUMA MARIA DE SOUZA PINHEIRO

REVESTIMENTOS COM CERA DE CARNAÚBA INCORPORADOS DE
ANTIMICROBIANOS EM CAJU (*ANACARDIUM OCCIDENTALE L*) E GOIABA
(*PSIDIUM GUAJAVA*)

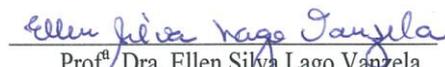
Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

Aprovada: 09 de março de 2012


Dra. Maria do Socorro Rocha Bastos
(co-Orientadora)


Prof. Dr. Nélio José de Andrade


Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa


Prof.ª/Dra. Ellen Silva Lago Vanzela


Prof. Dr. Afonso Mota Ramos
(Orientador)

A Deus, princípio, meio e fim.

À minha mãe e melhor amiga, Salete Pinheiro.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela sua eterna bondade, graça e misericórdia. Obrigada, Senhor!

Ao Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa por me propiciar o doutorado neste departamento.

Ao meu orientador professor Afonso Mota Ramos, o meu sincero agradecimento, por me orientar mesmo distante, por sua compreensão, generosidade, sua paciência que é um dos aspectos de sua personalidade que, aliados à sua inteligência e simplicidade, o tornam uma pessoa digna de honra.

À minha coorientadora, a pesquisadora Maria do Socorro Rocha Bastos, da Embrapa Agroindústria Tropical, pela orientação durante a elaboração deste trabalho, por me permitir compartilhar sua sala e descobrir a pessoa amável por trás da profissional dedicada e competente.

À minha coorientadora professora Evânia Altina Teixeira de Figueiredo, do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, pela ajuda na execução deste trabalho e pelos conselhos sempre oportunos.

Ao Professor Paulo Henrique Machado de Sousa (Paulinho), do Instituto de Cultura e Arte da Universidade Federal do Ceará, por ser esta pessoa tão maravilhosa, tão inteligente e tão correta, pela ajuda a qualquer hora, pela amizade, pelo carinho, por me permitir a honra de ser sua amiga.

Ao professor Nélio José de Andrade, por fazer parte da minha memória da Universidade Federal de Viçosa, pelo seu modo dinâmico de ministrar de aula, pelo seu modo generoso e pelo privilégio de ter sido sua aluna.

Ao chefe do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, Cláudio Ernani Mendes da Silva, pela atenção, estima e compreensão.

Ao professor Cals Gaspar Junior, Coordenador do laboratório de Microbiologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, por acreditar em mim.

À Minha mãe Salete Pinheiro, por sua fé constante, amor incondicional e por me apoiar nesta jornada.

Aos meus irmãos Washington, Júnior, Osana e meu sobrinho Ari, obrigada pela torcida e apoio.

À Natalia e Gisane pela ajuda nas análises microbiológicas, pela amizade e carinho.

Às estagiárias do laboratório de Microbiologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, por sempre estarem dispostas a colaborar quando eu chegava com as 40 amostras frutas revestidas para analisar e sempre com sorrisos estampados no rosto.

À amiga Érika pessoa raríssima, inteligentíssima e simples como se deve ser, que se revelou uma amiga muito querida, inesquecível sempre pronta a ajudar, sem medida de esforços. Obrigada, amiga!

Aos amigos queridos que encontrei nesta caminhada em Viçosa: Fernanda Rocha, Fernanda Ciolfi, João Tomaz, Michele Bertoldi e Solange pela amizade e companheirismo.

À Giovana e Sofia que me receberam em sua casa me permitindo roubar a atenção do marido e pai, obrigada, queridas!

Ao pessoal do Laboratório de Pós-colheita da Embrapa Agroindústria Tropical, especialmente à Marcinha, pela solicitude, apoio e carinho.

Aos estagiário-bolsistas da Embrapa Agroindústria Tropical em Fortaleza por toda ajuda e amizade eternamente conquistada Wellington e Nara, agora alunos de pós-graduação.

A Maria Fontenele pela ajuda sem medida nos dias de processamento deste experimento.

Aos meus colegas de trabalho do Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFC, Gil, Rejane, Luiz, Paulo, Ana Célia, Rozelucia, Pereira, Augusto, por compreenderem minhas ausências nos momentos de descontração e por sempre me receberem na salinha do lanche como se eu fizesse parte da associação dos doadores de café.

À Claudinha e Val, minhas colegas, mais que isto, amigas, com quem compartilho o espaço no laboratório didático de Microbiologia de Alimentos. Obrigada pela força!

Ao meu amigo António Sérgio por, mesmo de longe, me oferecer ajuda na elaboração deste trabalho.

Ao Pastor Assis, Verinha e Socorro Gomes, pelos ensinamentos tão importantes concernentes às verdades espirituais e pelas palavras de vitória proferidas em momentos de angústia na elaboração deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	ix
LISTA DE TABELAS	x
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xiv
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo Geral	3
3 REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1 Características das frutas tropicais: Mercado e pós-colheita	4
3.2 Caju	6
3.3 Goiaba	9
3.4 Aspectos microbiológicos das frutas tropicais	11
3.4.1 Micro-organismos envolvidos na contaminação de frutas	13
3.5 Embalagem ativa	17
3.5.1 Ceras de carnaúba	20
3.5.2 Embalagem Antimicrobiana	21
4 MATERIAL E MÉTODOS	27
4.1 Matéria-Prima	27
4.2 Desenvolvimento dos revestimentos antimicrobianos	27
4.2.1 Avaliação da eficácia dos revestimentos comestíveis pelo método do halo	27
4.2.2 Análise sensorial para escolha da concentração da cera	28
4.2.3. Preparação dos revestimentos comestíveis	29
4.2.4 Processo de revestimentos de caju CCP76 e goiaba ‘Paluma’	29
4.2.5 Avaliação da qualidade das frutas acondicionadas	32
4.2.6 Avaliações físicas, físico-químicas e químicas	32
4.2.6.1 pH	32
4.2.6.2 Sólidos solúveis (SS)	32
4.2.6.3 Textura	32
4.2.6.4 Cor	33
4.2.6.5 Acidez titulável (%)	33
4.2.6.6 Perda de Massa	33
4.2.6.7 Determinação de vitamina C	34
4.2.6.8 Determinação de licopeno nas goiabas ‘Paluma’ revestidas com cera de carnaúba, revestidas com cera incorporada com triclosan e revestidas com cera incorporada com ácido sórbico	34
4.3 Avaliação microbiológica	35
4.3.1 Preparo das amostras	36
4.3.1.1 Contagem de Coliformes a 35° C e Coliformes a 45° C:	36
4.3.1.3 Contagem de bactérias aeróbias mesófilas e psicrotrófilas	36
4.3.1.4 Pesquisa de <i>Salmonella sp</i>	37
4.3.1.4.1 Pré-enriquecimento e Isolamento	37
4.3.1.4.2. Identificação	37
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
5.1 Definição da concentração de cera de carnaúba	39
5.2 Avaliações físicas e físico-químicas nas frutas durante o armazenamento	40
5.2.1 Perda de massa	40
5.2.2 Textura	44

5.2.3 pH	49
5.2.4 Sólidos solúveis	52
5.2.5 Acidez Titulável (AT)	56
5.2.6 Vitamina C.....	60
5.2.7 Cor	65
5.2.8 Licopeno	76
5.3 Avaliações Microbiológicas	81
5.3.1 Pesquisa de <i>Salmonella</i> sp e Contagem de Coliformes a 45°C	81
5.3.2 Contagem de coliformes a 35°C, fungos filamentosos e leveduras e bactérias aeróbias mesófilas e psicrotrófilas de caju armazenados a 10°C	81
5.3.3 Contagens de fungos filamentosos e leveduras, bactérias aeróbias mesófilas e psicrotrófilas para goiabas ‘Paluma’ armazenadas a 10 °C.....	88
5.3.4 Contagem de coliformes a 35 °C, fungos filamentosos e leveduras, bactérias aeróbias mesófilas e psicrotrófilas para goiabas ‘Paluma’ armazenadas a 24 °C	92
6 CONCLUSÕES	97
REFERÊNCIAS	98

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Modelo da ficha do teste de preferência para a escolha da formulação da cera de carnaúba.....	29
Figura 2 - Fluxograma de processamento dos quatro tratamentos estudados no caju CCP76 e na goiaba variedade ‘Paluma’	31
Figura 3 – Variação da perda de massa da goiaba ‘Paluma’ durante o armazenamento a 10 °C	42
Figura 4 - Variação da textura do caju CCP76 ao longo do tempo de armazenado a 10 °C	46
Figura 5 – Variação de Sólidos Solúveis da goiaba ‘Paluma’ ao longo do armazenamento a 10° C	55
Figura 6 – Variação do Hue do caju CCP76 armazenado a 10 °C	68
Figura 7 – Variação do valor (L) da goiaba ‘Paluma’ armazenada a 10 °C	71
Figura 8 – Variação do valor de (a) da goiaba ‘Paluma’ armazenada a 10 °C	72
Figura 9 – Variação do valor de (Hue) da goiaba ‘Paluma’ armazenada a 10 °C	75
Figura 10 – Variação do Licopeno da goiaba ‘Paluma’ armazenada a 24 °C	78
Figura 11 – Variação do licopeno da goiaba ‘Paluma’ armazenada a 10 °C.....	80
Figura 12 - Contagem de coliformes a 35 °C de caju CCP76 armazenado a 10 °C	82
Figura 13 - Contagem de fungos filamentosos e leveduras em cajus CCP76 armazenados a 10°C	83
Figura 14 – Contagem de bactérias aeróbias mesófilas do caju CCP76 armazenado a 10°C ..	84
Figura 15 - Contagem de bactérias aeróbias psicrotrófilas no caju CPP76 e armazenado a 10°C	84
Figura 16 - Cajus CCP76 armazenados a 24 °C	85
Figura 17 - Cajus CCP76 testados no tempo 4 dias de armazenamento sob temperatura de 24°C	86
Figura 18 - Contagem de fungos filamentosos e leveduras em Goiaba ‘Paluma’ armazenada sob 10°C.....	89
Figura 19 - Contagem de bactérias aeróbias mesófilas na goiaba ‘Paluma’ armazenada a 10°C	90
Figura 20 – Contagem de bactérias aeróbias psicrotrófilas da goiaba ‘Paluma’ armazenada a 10°C.....	92
Figura 21 – Contagem de fungos filamentosos e leveduras da goiaba ‘Paluma’ armazenada a 24 °C	94
Figura 22 - Contagem de bactérias aeróbias mesófilas da goiaba ‘Paluma’ armazenada a 24°C	96

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplos de agentes antimicrobianos com potencial para uso em embalagens para alimentos.....	25
Tabela 2 - Tipos de tratamentos aplicados ao caju CCP76 e goiaba variedade ‘Paluma’.....	30
Tabela 3 - Diferença do teste de ordenação pelo teste de Friedman do controle (0%) e nas concentrações de 5%, 9% e 11% de cera.....	39
Tabela 4 - Comparação dos somatórios das notas de brilho pelo teste de Friedman do controle (0%) e nas concentrações de 5%, 9% e 11% de cera	40
Tabela 5 - Média dos valores de perda de massa nos quatro tratamentos do caju CCP76 durante o período de armazenamento a 10 °C e 24°C	40
Tabela 6 - Média dos valores de perda de massa nos quatro tratamentos da goiaba ‘Paluma’ durante o período de armazenamento a 10 °C e 24°C	40
Tabela 7 - Análise de variância (ANOVA) e regressão para o parâmetro – perda de massa do caju armazenado à temperatura de 10 °C.....	41
Tabela 8 - Análise de variância (ANOVA) e Regressão para o parâmetro – perda de massa da goiaba ‘Paluma’ armazenada à temperatura de 10 °C	42
Tabela 9 - Análise de variância (ANOVA) e Regressão para o parâmetro – perda de massa da goiaba ‘Paluma’ armazenada à temperatura de 24 °C.....	42
Tabela 10 - Média dos valores de firmeza do caju CCP76 nos quatro tratamentos e armazenamento a 10 °C e 24° C	44
Tabela 11 - Média dos valores do parâmetro - textura da goiaba ‘Paluma’ nos quatro tratamentos e armazenamento a 10 °C e 24° C	45
Tabela 12 - Análise de variância (ANOVA) e regressão para o parâmetro – Textura do caju armazenada à temperatura de 10 °C	46
Tabela 13 - Análise de variância (ANOVA) e regressão para o parâmetro – Textura da goiaba ‘Paluma’ revestida com armazenada à temperatura de 10 °C.....	47
Tabela 14 - Análise de variância (ANOVA) e Regressão para o parâmetro - Textura da goiaba ‘Paluma’ armazenada à temperatura de 24 °C.....	48
Tabela 15 - Valores médios de pH do caju CCP76 para as duas temperaturas de 10 °C armazenamento e 24 °C	49
Tabela 16 - Análise de variância (ANOVA) do pH do caju CCP76 armazenado a 10 °C	50
Tabela 17 - Valores das médias do pH dos quatro tratamentos da goiaba ‘Paluma’ mantidas sob temperatura de 10 °C e 24 °C	50
Tabela 18 - Análise de Variância (ANOVA) para os parâmetros – pH da goiaba ‘Paluma’ sob temperatura de 10 °C	51
Tabela 19 - Análise de variância (ANOVA) e regressão para os parâmetros – pH da goiaba ‘Paluma’ sob temperatura de 24 °C	51
Tabela 20 - Médias dos teores de sólidos solúveis (°Brix) dos quatro tratamentos do caju CCP76 armazenado a 10 °C e a 24 °C	52
Tabela 21-Análise de Variância (ANOVA) e regressão para sólidos solúveis do caju à temperatura de 10 °C	53
Tabela 22 - Médias dos teores de sólidos solúveis (SS) dos quatro tratamentos da goiaba ‘Paluma’ armazenada a 10 °C e a 24 °C	54
Tabela 23 - Análise de variância (ANOVA) e regressão para sólidos solúveis da goiaba ‘Paluma’ à temperatura de 10 °C	54
Tabela 24 - Análise de Variância (ANOVA) e Regressão para sólidos solúveis da goiaba ‘Paluma’ à temperatura de 24 °C.....	55

Tabela 25 - Análise de variância (ANOVA) para o parâmetro acidez titulável do caju armazenado à temperatura de 10 °C	56
Tabela 26 – Médias dos valores de acidez dos quatro tratamentos do caju CCP76 armazenados a 10 °C e a 24 °C	57
Tabela 27 - Acidez dos quatro tratamentos da goiaba ‘Paluma’ armazenada a 10 °C e a 24 °C	58
Tabela 28 – Análise de Variância (ANOVA) e Regressão para acidez titulável da goiaba ‘Paluma’ à temperatura de 10 °C	59
Tabela 29 – Análise de variância (ANOVA) e regressão para acidez titulável da goiaba ‘Paluma’ à temperatura de 24 °C	60
Tabela 30 - Análise de variância (ANOVA) para o parâmetro Vitamina C do caju armazenado à temperatura de 10 °C.....	61
Tabela 31 – Valores médios da vitamina C do caju CCP76 nos quatro tratamentos em temperatura de 10 °C e temperatura de 24 °C.....	61
Tabela 32 – Análise de variância (ANOVA) e regressão para vitamina C da goiaba ‘Paluma’ a temperatura de 10 °C	63
Tabela 33 – Análise de variância (ANOVA) e regressão para vitamina C da goiaba ‘Paluma’ à temperatura de 24 °C	63
Tabela 34 – Valores médios da vitamina C da goiaba ‘Paluma’ nos quatro tratamentos em temperatura de 10 °C e 24 °C.....	64
Tabela 35 - Análise de variância (ANOVA) para o parâmetro cor do caju armazenado à temperatura de 10 °C	65
Tabela 36 – Média dos valores de L^* nos quatro tratamentos durante o período de armazenamento a 10 °C e 24 °C do caju CCP76	66
Tabela 37 – Média dos valores de a^* nos quatro tratamentos durante o período de armazenamento a 10 °C e 24 °C respectivamente para o caju CCP76	67
Tabela 38 – Média dos valores de b^* nos quatro tratamentos durante o período de armazenamento a 10 °C e 24 °C caju CCP76	67
Tabela 39 – Média dos valores de Hue nos quatro tratamentos durante o período de armazenamento a 10 °C e 24 °C do caju CCP76	68
Tabela 40 - Média dos valores de Croma nos quatro tratamentos durante o período de armazenamento a 10 °C e 24 °C respectivamente para o caju CCP76	69
Tabela 41 – Análise de variância (ANOVA) para o parâmetro cor da goiaba ‘Paluma’ armazenada à temperatura de 10 °C	70
Tabela 42 – Análise de variância (ANOVA) para o parâmetro cor da goiaba ‘Paluma’ armazenada à temperatura de 24 °C	70
Tabela 43 – Média dos valores de L^* nos quatro tratamentos durante o período de armazenamento a 10 °C e 24 °C da Goiaba ‘Paluma’	71
Tabela 44 – Média dos valores de a^* nos quatro tratamentos durante o período de armazenamento a 10 °C e 24 °C da Goiaba ‘Paluma’	73
Tabela 45 – Média dos valores de b^* nos quatro tratamentos durante o período de armazenamento a 10 °C e 24 °C da Goiaba ‘Paluma’	73
Tabela 46 – Média dos valores de Hue nos quatro tratamentos durante o período de armazenamento a 10 °C e 24 °C da Goiaba ‘Paluma’	74
Tabela 47 – Média dos valores de Croma nos quatro tratamentos durante o período de armazenamento a 10 °C e 24 °C da Goiaba ‘Paluma’	75
Tabela 48 – Média dos valores de licopeno nos quatro tratamentos durante o período de armazenamento a 10 °C e 24 °C da goiaba ($\mu\text{g/g}$).....	76

Tabela 49 - Análise de variância (ANOVA) para licopeno da goiaba armazenada à temperatura de 24 °C	78
Tabela 50 - Análise de variância (ANOVA) para licopeno da goiaba armazenada à temperatura de 10 °C	79
Tabela 51 – Análise de Variância (ANOVA) das contagens de coliformes a 35°C, fungos filamentosos e leveduras, bactérias aeróbias mesófilas e psicrotrófilas de todos os tratamentos e tempos do caju CCP76.....	82
Tabela 52 - Média das contagens de coliformes a 35°C, fungos filamentosos e leveduras, bactérias aeróbias mesófilas, e psicrotrófilas de todos os tratamentos e tempos do caju CCP76	86
Tabela 53 - Análise de variância (ANOVA) das contagens de fungos filamentosos e leveduras, bactérias aeróbias mesófilas e psicrotrófilas da goiaba ‘Paluma’ nos quatro tratamentos e armazenadas à temperatura de 10 °C.....	89
Tabela 54 - Média das contagens de coliformes a 35°C, Mesófilas, Fungos Filamentosos e Leveduras, Psicrotrófilas de todos os tratamentos e tempos da goiaba ‘Paluma’ a 10°C	92
Tabela 55 - Análise de variância (ANOVA) das contagens de coliformes a 35 °C, fungos filamentosos e leveduras, bactérias aeróbias mesófilas e psicrotrófilas da goiaba ‘Paluma’ nos quatro tratamentos e armazenada à temperatura de 24 °C.....	93

RESUMO

PINHEIRO, Neuma Maria de Souza, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2012.
Revestimentos com cera de carnaúba incorporados de antimicrobianos em caju (*Anacardium occidentale L*) e goiaba (*Psidium guajava*). Orientador: Afonso Mota Ramos.
Coorientadores: Maria do Socorro Rocha Bastos e Evânia Altina Teixeira de Figueiredo.

Os revestimentos comestíveis são uma alternativa de embalagem com menores custos ambientais e são utilizados em frutas com o objetivo de melhorar ou substituir algumas características apresentadas pelas camadas da epiderme natural, aumentar a vida útil pela redução de perda de massa e outros parâmetros de qualidade. O objetivo deste trabalho foi avaliar a aplicação do revestimento comestível antimicrobiano em caju (*Anacardium occidentale L*) e goiaba (*Psidium guajava*). Utilizou-se revestimento à base de cera de carnaúba associada com triclosan e ácido sórbico sobre caju CCP76 e goiaba 'Paluma'. As frutas foram lavadas, sanitizadas, revestidas e armazenadas a 10 °C e 24 °C sendo a cada quatro dias submetidas às análises físicas, físico-químicas e microbiológicas. As frutas revestidas, bem como o controle foram avaliados quanto aos teores de ácido ascórbico (AA), sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável (AT), perda de massa e cor. Foi realizado também análise de licopeno. Os experimentos foram conduzidos em parcelas subdivididas, em delineamento inteiramente casualizado, estando os tratamentos (controle, controle com cera, cera com triclosan, cera com ácido sórbico) nas parcelas e os tempos de armazenamento, nas subparcelas. Observou-se neste estudo que a aplicação dos revestimentos com cera diminuiu a velocidade dos processos metabólicos nas duas frutas, em comparação com as frutas não revestidas e que não houve variação do pH, dos SS ao longo do armazenamento, entretanto ocorreu redução da textura durante o tempo de armazenamento, assim como os teores de AA, principalmente em temperatura de 24 °C. As contagens microbianas foram menores nas frutas revestidas submetidas à temperatura de refrigeração. Por ser uma boa alternativa para a proteção e aumento da vida útil destes produtos, os revestimentos comestíveis à base de cera de carnaúba incorporados com antimicrobianos como triclosan e ácido sórbico podem abrir perspectivas para a produção contínua de revestimentos numa escala industrial.

ABSTRACT

PINHEIRO, Neuma Maria de Souza, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, march 2012. **Carnauba wax coatings with embedded antimicrobials for cashew (*Anacardium occidentale* L) and guava (*Psidium guajava*).** Advisor: Afonso Mota Ramos. Coadvisers: Maria do Socorro Rocha Bastos and. Evânia Altina Teixeira de Figueiredo.

Edible coatings are an alternative to packaging and have lower environmental costs and they are used on fruit in order to improve or replace some of the features present in the natural layers of the epidermis, thus extending the useful life through the reduction of mass loss and other quality parameters. The objective of this study was to evaluate the application of edible antimicrobial coating on cashew (*Anacardium occidentale* L) and guava (*Psidium guajava*), and the base of carnauba wax incorporated with triclosan, and sorbic acid was coated on CCP76 cashew and guava 'Paluma'. The fruits were washed, sanitized, covered and stored at 10 °C and 24 °C and were subjected to physical, physico-chemical and microbiological tests every four days. The coated fruit and control were assessed for levels of ascorbic acid (AA), soluble solids (SS), pH, titratable acidity (TA), weight loss, texture and color. An analysis of lycopene (guavas) was also carried out. The experiments were conducted in a split plot in a completely randomized design with treatments (control, control with wax, wax containing triclosan, sorbic acid wax) in the plots and storage periods in the subplots. It was observed in this study that the application of wax coatings slowed down metabolic processes in both fruits, compared to the uncoated fruit, and there was no variation of pH, SS during storage, but the texture deteriorated during the storage time, as did the AA content, especially at 24 °C. The microbial counts were lower in coated fruits subjected to refrigeration. It can be concluded that because they are a good alternative for protecting and improving the life of these products, edible coatings based on carnauba wax embedded with antimicrobials such as triclosan and sorbic acid may open perspectives for the continuous production of coatings on an industrial scale.

1 INTRODUÇÃO

A fruticultura é um setor do agronegócio brasileiro que apresenta destaque e que, além de atender ao mercado interno, mostra um crescimento constante no mercado externo. Neste contexto, as frutas tropicais, conhecidas por seus sabores agradáveis e às vezes exóticos, têm atraído consumidores de todo o país e do exterior. Além disso, as frutas tropicais contêm compostos antioxidantes importantes no combate aos radicais livres, e às doenças cardiovasculares, fato que justifica o aumento do consumo anual de frutas.

O comércio de frutas tem sofrido mudanças no seu perfil, pois o consumidor passou a exigir mais qualidade dos produtos. Em consequência, os responsáveis pela comercialização tiveram que se valer de técnicas de produção e de processamento pós-colheita para garantir a qualidade das frutas ofertadas.

A produção de alimentos com qualidade e segurança é meta prioritária. A qualidade e a vida útil das frutas têm sido requisito essencial para a inserção destes no mercado,

Atualmente as técnicas pós-colheita têm avançado no sentido de garantir melhores produtos nos principais elos de comercialização. Este avanço apresenta grande importância, visto que as perdas de frutas são grandes no Brasil, alcançando a ordem de 35% (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2011). Estas perdas podem ocorrer tanto na fase de produção, colheita, como também na pós-colheita. As frutas tropicais usualmente têm perdas maiores, devido à maior susceptibilidade aos danos na colheita, transporte e pós-colheita, se estes forem inadequados.

Dentre as técnicas pós-colheita pode-se citar o uso de revestimentos comestíveis. Os revestimentos comestíveis têm sido usados em frutas e hortaliças inteiras ou minimamente processadas, com o objetivo de melhorar ou substituir algumas características apresentadas pelas camadas da epiderme natural, bem como proteger os produtos da degradação física, química e biológica, resultando em extensão da vida de prateleira e da melhoria da segurança. Além disso, o uso de revestimentos como transportadores de substâncias ativas têm sido sugerido como uma aplicação promissora da embalagem ativa de alimentos. A especificação de sistemas de embalagem ou revestimentos para frutas “in natura” é complexa, pois estes produtos continuam tendo atividade metabólica após a colheita.

Entre os materiais utilizados como embalagem ativa, encontram-se os filmes plásticos, os revestimentos e os filmes comestíveis e as ceras aplicadas na superfície dos produtos. Esses materiais apresentam permeabilidade limitada a gases (O_2 e CO_2) e ao vapor de água, reduzindo as trocas entre o produto e o meio ambiente.

Em frutas, o uso de embalagens ativas objetiva minimizar a respiração através de atmosferas adequadas no interior das embalagens, supressão do etileno e redução na condensação de umidade na superfície interna das embalagens, aumentando, desta forma, a vida útil.

Além do aspecto da manutenção das propriedades das frutas, existe hoje a preocupação da segurança microbiológica destes produtos, pois as frutas são carreadoras de micro-organismos, como bactérias deterioradoras e patogênicas, fungos filamentosos e leveduras, que podem ser adquiridas em todas as fases pós-colheita até o consumo. Neste contexto, os revestimentos antimicrobianos podem aumentar a vida útil do produto e prover maior segurança, por meio da incorporação de agentes antimicrobianos voláteis e não voláteis ao material utilizado como revestimento.

As embalagens antimicrobianas têm aspecto tecnológico e de inovação ao aumentar a segurança ao consumidor quanto ao consumo de alimentos, pois liberam de forma controlada o agente antimicrobiano sobre a superfície do alimento, reduzindo ou mesmo dispensando sua adição ao produto. Desta forma o aditivo se encontra em menor quantidade no produto e concentrado na superfície, onde sua presença é mais requerida, pois é nesta região que geralmente ocorre à maioria das deteriorações e contaminações de origem microbiana.

Uma alternativa para formulação destes revestimentos consiste no uso de ceras de carnaúba como matriz para atuação de embalagens ativas. A aplicação de cera em frutas promove a formação de uma barreira física que dificulta a perda de água e a troca gasosa e já vem sendo utilizada por produtores de frutas, para manutenção da qualidade pós-colheita. Os objetivos deste trabalho foram desenvolver revestimentos comestíveis com antimicrobianos para frutas tropicais, caju (*Anacardium occidentale L*) clone CCP76 e goiaba (*Psidium guajava*) “Paluma”, visando avaliar a qualidade em relação às propriedades físicas, físico-químicas e segurança microbiológica das frutas revestidas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver revestimentos comestíveis utilizando cera de carnaúba associado com antimicrobianos para caju (*Anacardium occidentale L*) clone CCP76 e goiaba (*Psidium guajava*), ‘Paluma’

2.2 Objetivos Específicos

- Estabelecer as formulações antimicrobianas dos revestimentos com cera de carnaúba através do método de imersão, com ênfase na aderência, brilho das frutas revestidas;
- Avaliar a eficiência de cada revestimento no controle de micro-organismos, tais como fungos filamentosos e leveduras, bactérias deteriorantes e *Salmonella* sp. pelo método de halo de inibição;
- Aplicar os revestimentos selecionados em caju CCP76 e goiaba ‘Paluma’;
- Avaliar a qualidade das frutas revestidas em relação à textura, cor, sólidos solúveis (°Brix), pH, acidez e perda de massa;
- Avaliar a segurança microbiológica das frutas revestidas.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Características das frutas tropicais: Mercado e pós-colheita

O mercado mundial de frutas aponta para cifras superiores a US\$ 29 bilhões/ano e cresce à taxa de 5% ao ano, sendo constituído, em sua maior parte, por frutas de clima temperado, típicas da produção e do consumo no Hemisfério Norte, embora seja elevado o potencial de mercado para as frutas tropicais (ANDRIGUETO et al., 2008). Os dez maiores produtores ofertam a metade do volume de frutas no mundo, sendo o Brasil superado em produção apenas pela China e Índia.

A produção mundial de frutas está em torno de 540 milhões de toneladas, correspondendo ao montante de US\$ 162 bilhões. O Brasil, depois da China e Índia, é o 3º maior produtor de frutas do mundo (estimado em 43,164 milhões de toneladas – ano 2010) (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2011).

As frutas tropicais são produzidas em regiões temperadas ou tropicais, as quais apresentam clima privilegiado. Além da diversidade climática, tem-se solo fértil e água em abundância. Esses três fatores tornam intrínseca a vocação do Brasil para a fruticultura (BRASIL, 2007).

Segundo Maia et al. (2007), estudos botânicos têm mostrado que frutas comestíveis compreendem mais de 600 tipos diferentes nas regiões tropicais e subtropicais no mundo, 25 deles são explorados comercialmente. Com exceção do abacaxi e da banana, se conhece muito pouco a respeito da produção, consumo e valor nutricional da maioria das frutas tropicais. Entre exemplos de frutas tropicais têm-se: banana, manga, mamão, melão, abacaxi, carambola, caju, goiaba, maracujá, sapoti e tamarindo.

O Nordeste possui condições favoráveis à fruticultura, tais como disponibilidade de mão-de-obra, projetos de irrigação públicos e no semi-árido, clima que propicia baixa incidência de doenças e produção de frutas com qualidade de exportação, sendo a região nordestina responsável por cerca da metade das nossas exportações de frutas frescas. Nesta região, a produção ocorre o ano todo, mas somente em certos períodos (contra estação no hemisfério norte) é competitiva e tem acesso ao mercado exterior. Além disso, a produção que deixa de ser embarcada em certos períodos pode ser absorvida pelos mercados do sul e sudeste do Brasil.

As frutas por serem formadas por células vegetais continuam vivas após a colheita e liberam energia. Essa energia é proveniente das transformações de substâncias presentes nos tecidos vegetais e a velocidade com que ocorrem estas transformações está diretamente relacionada à vida útil pós-colheita desses produtos (HONÓRIO; MORETTI, 2002).

De acordo com Honório; Moretti (2002), além das transformações internas, as frutas estão sujeitas à influência de fatores externos que lhe provocam distúrbios fisiológicos característicos. Mesmo que sejam atendidas todas as melhores recomendações para conservação pós-colheita, a qualidade das frutas diminui como resultado de suas atividades biológicas presentes nos processos de respiração e amadurecimento, ocasionando transformações na composição das mesmas.

As frutas tropicais têm sua vida útil reduzida quando comparadas aos grãos e cereais por apresentar elevado teor de umidade, textura facilmente deteriorável e altas taxas respiratórias e de produção de calor. Essas características geram desvantagens quanto ao seu manuseio após a colheita, resultando em perdas decorrentes da falta de comercialização ou de consumo do produto em tempo hábil (CHITARRA; CHITARRA, 2005). As frutas, neste aspecto, requerem atenção especial, por serem alimentos perecíveis, necessitando, portanto, de um adequado tratamento pós-colheita, seguindo critérios rigorosos de qualidade (RAMOS et al., 2006).

O consumo de compostos tais como açúcares e ácidos orgânicos, durante o armazenamento das frutas, associado às perdas por amassamento, deterioração devido ao crescimento de micro-organismos também reduzem a vida pós-colheita destes produtos. Outras perdas estão relacionadas à perda de massa que, por sua vez, está associada à taxa de perda de água (FINGER ;VIEIRA, 2002).

A redução de umidade em frutas associada a outras alterações metabólicas, leva o produto ao murchamento, tornando-o inaceitável ao consumo. As perdas econômicas devido à perda de peso também podem ser elevadas, fato que demonstra a importância da embalagem, cujos materiais devem ter uma permeabilidade adequada ao oxigênio e ao vapor de água, para diminuir a taxa respiratória e minimizar a perda de peso e desidratação superficial (SARANTOPÓULOS et al., 2001).

As frutas sofrem ainda ação do ambiente durante o transporte e armazenamento, como injúrias mecânicas, ataques microbiológicos e às variações de temperatura e umidade relativa onde se encontram, ocasionando perdas durante a cadeia de comercialização (MAIA et al., 2007).

A colheita das frutas em estádios adequados de maturação é determinante na manutenção da qualidade pós-colheita. Frutas, precocemente, colhidas não apresentam capacidade de desenvolver o completo amadurecimento, prejudicando sua qualidade final. Em contrapartida, a colheita de frutos em estádios sobre-maduros resulta em rápida perda de qualidade, reduzindo o período de comercialização (AZZOLINNI et al., 2004).

Segundo Azzolinni et al. (2004), o melhor estágio de colheita depende da interação das características fisiológicas intrínsecas a cada variedade e da tecnologia de conservação pós-colheita a ser empregada.

A colheita das frutas no estágio de maturação adequado e o controle da temperatura, da umidade relativa do ar, da concentração dos gases respiratórios oxigênio e dióxido de carbono, dos níveis de etileno, da redução da incidência de danos mecânicos e a aplicação de tratamento fitossanitário permite minimizar a ação dos fatores de deterioração, com consequente extensão da vida pós-colheita (FINGER ; VIEIRA, 2002).

Há necessidade, portanto, de entender os fatores biológicos e do ambiente que contribuem para a rápida degradação dos diferentes tecidos vegetais, para que todo o esforço empregado no aumento da produção e da produtividade seja compensado, através da aplicação de técnicas de manutenção da qualidade das frutas até o momento da utilização, seja para consumo *in natura* ou para industrialização (MAIA et al.,2007).

Grande parte das perdas na produção e pós-colheita no Brasil é devido à falta de condições adequadas de armazenamento, dificuldade no escoamento das mercadorias das regiões produtoras, baixa qualidade inicial dos produtos e/ou manuseio inadequado até que o produto chegue ao consumidor final.

Técnicas inovadoras de conservação pós-colheita que garantam a qualidade, a segurança e a durabilidade destes produtos sempre despertarão interesse de empresas, consumidores e da comunidade científica, principalmente se sua aplicação puder proporcionar expansão do mercado para os produtos brasileiros em nível nacional e internacional.

3.2 Caju

O cajueiro (*Anacardium occidentale L*) é uma árvore pertencente à família das Anacardiáceas, nativa da América tropical, de origem brasileira, popular na América do Sul e especialmente encontrada nas regiões norte e nordeste do Brasil (MAIA et al. 2001). Em todos os países onde é encontrado, é normalmente cultivado o cajueiro comum ou gigante. O

cajueiro constitui uma cultura de elevada importância socioeconômica para o nordeste brasileiro, ocupando 670 mil hectares, o que corresponde a 99% da área com cajueiro no Brasil (CAJUNOR, 2006).

Segundo Costa, Lima; Lima (2003), o Brasil é pioneiro e líder no aproveitamento de pedúnculo do caju, sendo o Estado do Ceará responsável por metade de toda a área de cajueiros nativos do Brasil – cerca de 360 mil hectares.

O pedúnculo apresenta modelo de respiração não-climatérico, isto é não apresenta elevação na taxa respiratória próximo ao final do período de maturação, ou seja, a taxa respiratória apresenta um declínio constante até atingir a fase de senescência. Os pedúnculos devem, portanto, permanecer na planta até atingirem a fase de maturação, visto que não ocorrem modificações nos parâmetros físicos e químicos após a colheita,

A utilização do pedúnculo do caju é considerada como uma boa fonte de renda, principalmente quando aproveitado na elaboração de sucos, doces, refrigerantes, vinhos, polpas e outros produtos alimentícios. No consumo *in natura* é bastante consumido nos mercados interno e externo (AGUIAR et al. 2000; ASSUNÇÃO et al. 2000; BARROS, 2006).

No Brasil foi iniciado em meados de 1980 o plantio de clones de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale L var. nanum*), que permite o cultivo nos moldes de fruticultura moderna (LOPES et al., 2011).

Grandes segmentos populacionais do nordeste brasileiro têm no caju importante fonte de recursos, sendo para muitos municípios a principal cultura geradora de divisas, porém, somente pequena quantidade é aproveitada para o consumo *in natura* e industrialmente, sendo a maior parte desperdiçada no próprio campo.

A inacessibilidade ao mercado das frutas consideradas exóticas tem sido causada por diversos fatores, entre eles: condições climáticas restritas; técnicas agrícolas pobres ou ineficientes; conhecimento limitado para a colheita, manuseio e transporte, e falta de conhecimento do valor nutritivo (MENEZES e ALVES, 1995).

A alta perecibilidade juntamente com as dificuldades de armazenamento durante os meses de pico do processamento industrial também contribuem para as perdas físicas. Por isto diversas pesquisas têm sido feitas na área de conservação destes produtos (MESQUITA et al., 2003; BRANDÃO et al., 2003).

Segundo Pimentel et al. (2002), a demanda por pedúnculo de caju *in natura* deverá ser incrementada nos próximos anos, tendo em vista sua associação com crescentes vantagens da ingestão de frutas.

Algumas empresas do Nordeste estão investindo em pesquisas para melhorar a produção de caju *in natura* e atualmente a produção segue para a região Sudeste, em caminhões-frigoríficos, que fazem o percurso de mais de três mil quilômetros em três dias.

Segundo Araripe (2009) a venda *in natura* reverte à tradição apontada nas estimativas oficiais de desperdício de mais de 95% da safra de pedúnculo do caju, em detrimento da castanha.

O pedúnculo de caju tem perdas anuais em torno de um milhão de toneladas no Estado do Ceará, que detém 54,4% dos quase um milhão de hectares cultivados no país com esse tipo de lavoura (SANCHO et al., 2007).

Segundo Soares (1986), o caju talvez seja uma das frutas (na realidade pseudofruto) que apresenta maior variedade quanto à forma, coloração e tamanho. Em peso o caju é composto de 10% de castanha e 90% de pedúnculo. Destas duas partes, o pedúnculo apresenta a menor porcentagem de industrialização (PAIVA et al., 2000).

Além de sua composição em vitaminas, o caju é rico em taninos, sais minerais, ácidos orgânicos e carboidratos, constituindo-se como uma importante fonte nutricional, entretanto, esses componentes contribuem também para sua elevada perecibilidade, sendo necessários, cuidados especiais na estocagem, transporte e processamento (PARLAMENTO EUROPEU E CONSELHO, 1995 apud LAVINAS et al., 2006).

A composição química e físico-química do pedúnculo de caju pode variar dependendo de vários fatores como: variedade, solo, safra, grau de maturidade e condições climáticas (MAIA et al., 2007).

De acordo com Aguiar et al., (2000), o pedúnculo do caju apresenta alto valor nutritivo, possuindo cerca de 156 mg a 387 mg de vitamina C em 100g, sendo rico em minerais como cálcio, ferro e fósforo.

Além de ser uma ótima fonte de vitamina C, o caju também é considerado uma boa fonte de tiamina e riboflavina, componentes fundamentais das vitaminas do complexo B, conhecidas como Vitamina B1 e B2 (ARAUJO et al., 2004 apud MAIA et al., 2007).

O pedúnculo do caju apresenta também em sua composição carotenóides e antocianinas, pigmentos naturais responsáveis por sua coloração característica (BOBBIO; BOBBIO, 2001).

A demanda por pedúnculo de caju "*in natura*", portanto, tem sido incrementada, tendo em vista a associação com crescentes vantagens da ingestão de frutas, propiciando a chamada dieta perfeita em termos de nutrientes (PIMENTEL et al., 2002).

O incremento da vida de prateleira mediante técnicas de pós-colheita tem ampliado a conquista de mercados da fruta *in natura* junto a consumidores mais distantes dos centros de produção (LEITE; PESSOA, 2004).

3.3 Goiaba

Apesar das divergências sobre sua origem, a goiabeira é hoje encontrada em quase todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo, em virtude da sua fácil adaptação a diferentes climas e sua fácil propagação por semente (GONZAGA NETO, 2001).

Nativa do Norte da América do Sul e amplamente distribuída nas regiões tropicais da América, atualmente pode ser encontrada em todas as regiões do Brasil (RISTERUCCI et al., 2005; CHOUDHURY et al., 2001). O Brasil é um dos principais produtores mundiais de goiaba. A produção brasileira foi de 281.102 t, sendo que o Nordeste produziu 110.620 t, das quais 84.077 t foram produzidas no estado de Pernambuco, a cultivar ‘Paluma’, que pode atender tanto ao processamento quanto ao consumo *in natura*, é a mais cultivada (JOSE et al., 2003). Sendo que, a produção brasileira permanece numa faixa de 230 a 270 mil toneladas (MOITINHO et al., 2010).

A goiabeira (*Psidium guajava*) pertence à família *Myrtaceae*, que compreende aproximadamente 130 gêneros e 3000 espécies de árvores e arbustos distribuídos principalmente nos trópicos e subtropicais.

Os pomares de goiabeira das principais regiões produtoras da maioria dos estados brasileiros são formados por plantas oriundas de sementes, fazendo com que a oferta e a qualidade das frutas se mostrem variáveis e desuniformes (GONZAGA NETO; SOARES, 1995).

A goiaba é uma fruta climatérica (Srisvastava e Narasimhan, 1967) e, por assim ser, possui clara transição entre o crescimento e a senescência, caracterizada pelo aumento da atividade respiratória e da biossíntese de etileno (RODHES, 1980 apud RIBEIRO et al., 2005.)

A goiaba é uma das frutas de maior importância nas regiões subtropicais e tropicais não somente devido ao seu valor nutritivo, mas pela excelente aceitação para o consumo *in natura* (TRINDADE et al., 2004), devido as características apreciáveis, como sabor, aspecto e riqueza em nutrientes e elementos funcionais, além de poder ser consumida *in natura* ou nas

formas de doces, geléias, compotas, sucos, dentre outras, com produção direcionada para mercados nacional e internacional, na forma *in natura*, industrializada (doces e sucos) e desidratada (CHOUDHURY et al., 2001).

A goiaba varia grandemente em tamanho, formato e sabor, dependendo da variedade, sendo encontrada, desde doces e suaves até adstringentes, os quais apresentam, além de aspectos e sabor atrativos, elevados teores de vitaminas A, B e, C e dos minerais, ferro, cálcio e fósforo (YAN et al., 2006).

Dentre as variedades de goiaba destaca-se a ‘Paluma’, amplamente cultivada por sua melhor conservação pós-colheita (resistência ao manuseio e transporte). A variedade ‘Paluma’ ainda apresenta grande produtividade por área plantada, boas características industriais, alta capacidade produtiva, bom rendimento e altos teores de sólidos solúveis (GUTIERREZ et al., 2002).

O principal destino da goiaba é o mercado interno. Segundo Choudhury et al. (2001), apenas 0,06% do total produzido são exportados. Por ser uma fruta tropical climatérica, a goiaba pode ser colhida na maturidade fisiológica, entretanto sua vida útil é relativamente curta, o que pode dificultar sua disponibilidade pós-colheita. O uso de técnicas, como o tratamento com fungicidas, o controle de temperatura e umidade no período de armazenamento e a aplicação de revestimentos para regular as trocas gasosas, para aumentar o seu potencial de consumo (OLIVEIRA; CEREDA, 1999).

A goiaba é uma importante fonte de carotenóides, sobretudo licopeno, cuja ação antioxidante é um importante atributo nutricional. Por este motivo, torna-se importante verificar o efeito da promoção de barreira ao intercâmbio gasoso sobre a sua qualidade (ALENCAR et al, 2008). Tanto o caju como as goiabas são importantes fontes de vitamina C, nutriente que participa em vários processos metabólicos do organismo, dentre eles, formação do colágeno e de ácidos biliares, inativação de radicais livres, aumento da absorção do ferro da dieta e fortalecimento do sistema imunológico (LAVINAS et al., 2006). De acordo com Brunini et al. (2003), a goiaba constitui-se em uma das mais importantes matérias primas para as indústrias de sucos, polpas e néctares. Tem grande aceitação no mercado, sendo considerada uma das melhores fontes de vitamina C, apresentando conteúdo de ácido ascórbico variando de 55 a 1.044 mg de ácido ascórbico por 100g de polpa, de acordo com a cultivar, local e manejo.

Por não poder ser transportada ou armazenada por longo período, a goiaba necessita de adoção de práticas para reduzir a velocidade das mudanças fisiológicas pós-colheita e ampliar seu período de comercialização (CARVALHO et al., 2001).

Ocupando posição de destaque entre as frutas tropicais e subtropicais, a goiaba, apresenta elevados teores de vitamina C, pró-vitamina A e teores satisfatórios de vitaminas do complexo B, principalmente tiamina, riboflavina e niacina. Os teores de açúcares totais e de elementos minerais como o cálcio, potássio e fósforo, fazem da goiaba uma das mais completas e equilibradas frutas no que diz respeito ao valor nutritivo (MANICA et al., 2004).

Segundo Azzolini (2002), a alta perecibilidade da goiaba é o principal problema enfrentado pelos produtores na comercialização na fruta *in natura* tanto no mercado nacional como internacional.

A falta da utilização de tecnologias de conservação limita o período de comercialização e diminui a qualidade dos frutos, tendo por consequência, a redução do número de mercados consumidores. O incremento no consumo da goiaba como fruta fresca está condicionada à melhoria na qualidade dos frutos. Desta forma, a aplicação de tecnologias de conservação pós-colheita é prioridade para a cultura da goiaba (VIEIRA; SANTOS, 2011).

3.4 Aspectos microbiológicos das frutas tropicais

O desenvolvimento microbiano nos alimentos é condicionado por diversos fatores ambientais, como temperatura e umidade relativa, denominados extrínsecos e por fatores intrínsecos, sendo os principais a atividade de água, o pH, o potencial redox e a composição do alimento (TORREZAN et al., 2000).

A temperatura e a umidade relativa do ar no interior das câmaras de frigoconservação têm grande influência na qualidade das frutas armazenadas. Uma alta umidade relativa favorece a multiplicação de micro-organismos e, associado a isso, durante a maturação e senescência, as frutas progressivamente se tornam um substrato excelente para multiplicação de fungos devido à redução de resistência em vista, principalmente da perda progressiva de compostos tóxicos como fenóis e taninos, redução da produção de fitoalexinas e aumento de substâncias que favorecem a nutrição de fungos (SILVEIRA et al., 2005).

Torrezan et al. (2000) afirmam que o pH dos alimentos é um dos fatores que determinam o crescimento e a sobrevivência de micro-organismos durante seu processamento, estocagem e distribuição.

As frutas tropicais, como a maioria das frutas, são geralmente ácidas, com pH variando entre 2,0 a 5,5 e possuem geralmente quantidades elevadas de sólidos solúveis, sendo os sólidos solúveis compostos principalmente de açúcares em maiores quantidades e de menores quantidades de ácidos orgânicos (ácidos cítrico, málico e tartárico) e outros componentes (MAIA et al., 2007).

O desenvolvimento de micro-organismos nos alimentos pode levar a alterações em sua composição química, e em suas propriedades sensoriais. Estas alterações podem ocorrer no transcurso das etapas que vão desde a produção até o consumo destes alimentos (MAIA et al., 2007).

A redução das perdas em pós-colheita na cadeia produtiva de frutas representa um constante desafio, considerando que as frutas são órgãos que apresentam alto teor de água e nutrientes e, mesmo depois da colheita até a senescência, realiza vários processos biológicos, apresentando, desta forma, maior predisposição a distúrbios fisiológicos, danos mecânicos e ocorrência de podridões (KADER, 2002).

A escassez de estudos sobre a estabilidade microbiológica de produtos de origem vegetal pode ser atribuída ao fato de estes serem considerados menos propícios à ação microbiana do que os alimentos de origem animal (LAVINAS et al., 2006).

A microbiota que contamina produtos de frutas é proveniente da matéria-prima, da água de lavagem a que é submetida, além das condições higiênico-sanitárias dos manipuladores, dos equipamentos e ambiente industrial em geral (TORREZAN et al., 2000).

As frutas geralmente possuem uma película ou casca que as protegem do ambiente externo. A contaminação das frutas ocorre quando esta proteção é rompida, durante a colheita, manuseio e durante o processamento na indústria. Esta proteção física não somente ajuda a sua conservação como também determina o tipo, velocidade e desenvolvimento da alteração. Portanto é muito importante que a fruta seja recebida na indústria com a mais baixa contaminação possível, devendo para isto, serem observadas as práticas adequadas de higiene durante a colheita, manuseio e transporte.

Estes cuidados são essenciais, pois frutas danificadas e podres são muito contaminadas e é possível que uma pequena quantidade seja suficiente para contaminar a linha de processamento (MAIA et al., 2007).

3.4.1 Micro-organismos envolvidos na contaminação de frutas

Todas as frutas em seu estado natural são susceptíveis à deterioração microbiana numa velocidade que depende de diversos fatores, tanto intrínsecos como extrínsecos (FEITOSA et al., 1997).

Micro-organismos atuam para degradar substâncias orgânicas complexas como o metabolismo dos carboidratos para CO₂, água e ácidos orgânicos.

Devido as suas propriedades físico-químicas, como baixo pH, altos conteúdos de açúcares e a presença de preservativos químicos adicionados, as frutas permitem apenas o desenvolvimento de micro-organismos deteriorantes, como leveduras, fungos filamentosos e bactérias ácido-tolerantes, como bactérias lácticas (MAIA et al., 2007).

Os principais micro-organismos deteriorantes diretamente envolvidos com a diminuição da vida útil das frutas são bactérias pectinolíticas, bactérias Gram-negativas saprófitas, bactérias lácticas e algumas espécies ácido-tolerantes como bactérias acéticas, *Zymomonas* e algumas espécies de *Bacillus* (SIQUEIRA, 1997; NGUYEN-THE; CARLIN, 1994).

As podridões resultantes da atividade de patógenos ocasionam graves perdas em produtos agrícolas, principalmente quando estes são cultivados em locais distantes da área de consumo (SILVEIRA et al., 2005). Durante a pós-colheita, os produtos que não são manipulados adequadamente e/ou tratados com inibidores microbianos eficientes, podem perder a qualidade (MARI; GUIZZARDI apud SILVEIRA et al., 2005).

Após a colheita, as frutas passam por uma série de transformações endógenas resultantes do metabolismo, que se reflete em várias mudanças nas suas características, tais como textura, cor, sabor e aroma, indicativas do processo de amadurecimento e posterior senescência. Durante esses processos, as frutas geralmente tornam-se mais suscetíveis à invasão por patógenos, devido, principalmente, ao aumento da predisposição às injúrias mecânicas, que transformam esses produtos em um substrato disponível para o rápido desenvolvimento de micro-organismos (SILVEIRA et al., 2005).

A qualidade microbiológica de frutas e hortaliças está diretamente relacionada com a presença tanto de micro-organismos deterioradores, que irão contribuir com as alterações indesejáveis das características sensoriais do produto, tais como cor, aroma, textura e aparência, como também, de micro-organismos patogênicos em concentrações prejudiciais à

saúde. A presença de micro-organismos geralmente acarreta comprometimento da qualidade e segurança dos produtos, assim como perdas durante a comercialização (MAIA et al., 2007).

Assim, a segurança microbiológica diz respeito à ausência de toxinas e micro-organismos patogênicos causadores de doenças de origem alimentar (OLIVEIRA SILVA et al., 2006).

De acordo com Barkai-Golan (2001), a refrigeração é o principal método para a manutenção da qualidade das frutas após a colheita. É efetiva por retardar e moderar os processos metabólicos envolvidos na maturação, reduzir a produção e ação do etileno, retardar o crescimento dos micro-organismos, sendo a eficiência de controle maior quanto mais rápido se processa o resfriamento após a colheita.

Embora a redução da temperatura possa diminuir a atividade dos patógenos, quando os níveis de temperatura retornam às condições favoráveis à atividade do patógeno, o desenvolvimento de lesões poderá ocorrer, considerando que baixas temperaturas pode não afetar a germinação de esporos ou subsequente penetração das frutas. Além disso, a manutenção do sistema de refrigeração na conservação de frutas em pós-colheita apresenta custo significativo, como também muitas frutas tropicais apresentam sensibilidade a temperatura abaixo de 10 °C (KADER, 2002).

Ocasionalmente, bactérias patogênicas podem sobreviver em frutas e seus produtos. Segundo Oliveira Silva et al. (2006) os micro-organismos patogênicos diretamente associados às frutas e hortaliças têm sido: *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Shigella*, *Salmonella*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus*, *Campylobacter*, *vibrio sp*, vírus e parasitas.

Em revisão sobre a microbiologia de frutas e hortaliças minimamente processadas, Nguyen-The; Carlin (1994) relataram que a contagem de bactérias mesófilas em ágar padrão ou meio equivalente, encontrada por vários autores variou de 10^3 a 10^9 UFC/g dependendo do local de amostragem e do tempo decorrido até a análise. As contagens de bactérias lácticas, sob condições de anaerobiose, alcançaram 10^9 UFC/g em alguns casos.

Coliformes em meio seletivo representaram uma pequena porção dos contaminantes bacterianos, enquanto os coliformes fecais não foram detectados na maioria das amostras estudadas. As leveduras e fungos filamentosos foram, em geral, menos numerosos que as bactérias mesófilas ou lácticas (VIEITES et al., 2004).

Fungos filamentosos são micro-organismos menos exigentes que as leveduras em relação à umidade, pH, temperaturas, e nutrientes que por serem aeróbios, desenvolvem-se na superfície dos alimentos ou no solo, no ar, na água e em matéria orgânica em decomposição.

São responsáveis por grandes perdas na produção de frutas, cereais e hortaliças, por serem agentes fitopatogênicos e deteriorantes. Os fungos são os principais causadores de doenças pós-colheita em frutas, como consequência do amplo número de espécies envolvidas e da diversidade e eficiência dos mecanismos de penetração nas mesmas (SILVEIRA et al., 2005).

As leveduras são fungos não filamentosos, compreendendo espécies aeróbias e estritas e facultativas e a presença desses micro-organismos em índice elevado nos alimentos pode indicar matéria-prima excessivamente contaminada, condições higiênicas de equipamentos e a ocorrências de multiplicação no produto em função de falhas no processamento e/ou estocagem (MAIA et al., 2007).

De acordo com Maia et al. (2007), um grande número de leveduras pode ser encontrado nas frutas causando a sua deterioração, principalmente no campo. Muitas leveduras são capazes de fermentar os açúcares presentes nas frutas, produzindo álcool e dióxido de carbono. Como normalmente possuem um crescimento mais acelerado que os fungos filamentosos, as leveduras, em circunstâncias, deterioram as frutas antes. Já a utilização dos constituintes de alto peso molecular das frutas é realizada mais pelos fungos filamentosos do que pelas leveduras.

Muitos fungos filamentosos são capazes de utilizar álcool como fonte de energia e, quando estes e outros compostos mais simples são esgotados, tais micro-organismos destroem as partes restantes das frutas, como estruturas de polissacarídeos e cascas (JAY, 2006).

Segundo Tavares; Lima (2001) na fase da pós-colheita, vários fungos têm sido descritos, ocasionando infecções nas frutas, tanto no Brasil como em outros países. A conservação pós-colheita do pedúnculo do caju à temperatura ambiente não ultrapassa 48h, em razão da sua extrema susceptibilidade ao ataque de micro-organismos fitopatogênicos (MENEZES; ALVES, 1995).

Segundo os mesmos autores os principais fungos de pós-colheita que atacam o pedúnculo do caju são: *Colletotrichum*, *Rhizopus*, *Aspergillus* e *Botrytis*.

No caju, a antracnose é a doença mais comum, mais disseminada e mais destrutiva causada pelo fungo *Colletotrichum gloesporioides*, fungo responsável também por perdas em frutas da goiabeira. O fungo *C. gloesporioides* provoca manchas e podridões em várias

espécies de frutas que afetam as polpas e inviabilizam a comercialização desses produtos (DODD et al., 1992; PROUSKY et al., 2000 apud SILVEIRA et al., 2005).

Na goiaba, os fungos mais frequentes na fase pós-colheita são *Lasiodiplodia theobromae*, *C. gloesporoides*, *Fusarium solani*, *Pestalotiopsis versicolor*, *Phomopsis psidii*, *Phytophthora nicotianae*, var. *parasítica*, *P. citricola*, *Rhizopus arrbizus* e *R. stolonifer* (TAVARES; LIMA, 2001).

Foram confirmados também a presença da bactéria *Erwinia psidii* em pomares de goiaba, da cultivar 'Paluma' (TAVARES; LIMA, 2001). Segundo os mesmos autores, além da bacteriose causada pela *Erwinia psidii*, a goiaba pode ser também contaminada por *Pseudomonas sp.*

Ao contrário de diversos fungos, as bactérias não conseguem penetrar pela superfície intacta dos tecidos vegetais. Recorrem por isso às aberturas naturais (hidatódios, estomas, lenticelas) ou a ferimentos (ALMEIDA, 2004).

Segundo Almeida (2004) a ruptura natural é porta de entrada para bactérias, como os que ocorrem frequentemente na junção de caules e pedúnculos. A cicatriz peduncular do tomate é, por exemplo, uma importante porta de entrada para bactérias do gênero *Erwinia*. Ferimentos causados por fatores bióticos (pássaros, fungos, nematóides, animais), abióticos (granizo, chuva) ou antrópicos (poda, máquinas), permitem a entrada de bactérias.

O'Beirne (1990) relata a possível contaminação destes produtos por *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus spp.* através dos manipuladores de alimentos.

Outros patógenos que têm sido detectados em frutas e hortaliças frescas são: *Campylobacter spp.* e *Yersinia enterocolitica* além de parasitas como os *Clyptosporidium* e *Cyclospora* (CHERRY, 1999).

Em geral, bactérias patogênicas não são associadas a frutas e produtos de frutas. A maioria tem origem animal, e muitas não toleram o baixo pH de frutas. Porém, há algumas exceções. Frutas como melões podem conter enteropatógenos na casca que podem contaminar a polpa durante o processamento. A fonte original da contaminação pode ser a água de irrigação poluída. Melancias pré-cortadas foram responsáveis por casos de infecção por *Salmonella oranienber* (MAIA et al., 2007).

Frutas e hortaliças podem ser contaminadas com *E. coli*. 0157:H7 no campo ou ainda com água e pessoal envolvido na colheita, se desenvolvendo em temperatura de 7- 8° C e tolerante ao pH ácido, tendo sido associado em surto que em agosto de 1993 contaminou melão cantaloupe e melancia (ANDRADE, 2008).

Têm se observado uma tendência mundial em exigências quanto à qualidade e segurança alimentar em virtude da divulgação de surtos de doenças transmitidas por alimentos e perdas excessivas de alimentos. Para que se possa garantir a segurança microbiológica dos produtos é de fundamental importância adoção de boas práticas agrícolas (BPA), bem como boas práticas de fabricação e análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC). A redução das perdas, portanto, é de suma importância, pois micro-organismos deteriorantes e patogênicos de frutas podem ser introduzidos em qualquer etapa da cadeia produtiva.

3.5 Embalagem ativa

Técnica que tem despontado no sentido de garantir a qualidade e segurança alimentar, definida como uma embalagem que, além de proteger, interage positivamente com o produto, podendo apresentar funções adicionais, tais como, absorção de compostos que favorece a deterioração do produto; liberação de compostos que aumentam a vida de prateleira do produto e monitoramento da vida de prateleira (VERMEIREN, 1999). Para produtos frescos refrigerados, que se caracterizam por uma vida de prateleira curta, a aplicação de embalagem ativa é desejável. Na embalagem ativa, elementos adicionais são deliberadamente incluídos no material ou no espaço livre da embalagem para melhorar o seu desempenho (ROBERTSON, 2006).

Segundo Scannel et al.; (2000), embalagem ativa é um conceito inovador que combina avanços em tecnologia e segurança dos alimentos e matérias, em um esforço para melhor atender às demandas de consumidores por alimentos mais frescos e seguros. Vários compostos naturais e sintéticos têm tido seu potencial analisado para aplicação em embalagens ativas a exemplo de íons metálicos, ácidos orgânicos e seus sais, bacteriocinas, fungicidas, enzimas, álcoois, gases inorgânicos, extratos naturais e outros (LaCOSTE et al., 2005).

A utilização de coberturas comestíveis em alguns alimentos vem despertando maior interesse dos produtores, comerciantes e consumidores, pois se trata de uma alternativa para a conservação dos alimentos com apelo ecológico e natural.

Revestimentos comestíveis são camadas finas de material aplicado sobre alimentos na forma de imersão ou pulverização que podem ser aplicadas diretamente sobre os alimentos, e poderão ser consumidos ainda com o revestimento (VICENTINI et al., 1999; APPENDINI; HOTCHKISS, 2002).

Além das funções de barreira criada para as diversas condições pelas quais os produtos passam durante o armazenamento, os revestimentos podem ajudar na proteção contra danos mecânicos, contaminação microbiana e na diminuição de resíduos, pois são comestíveis.

Existe ainda a possibilidade dos revestimentos adquirirem importância maior que a epiderme original das frutas, como, por exemplo, quando as mesmas são enriquecidas com vitaminas, agentes antimicrobianos ou pela natureza de sua composição, como nas coberturas à base de proteínas (KESTER; FENNEMA, 1986; KROCHTA; MULDER-JOHNSTON, 1997; BALDWIN et al., 1997; SHRESTHA et al., 2003).

Os revestimentos comestíveis podem reduzir perda de água, difusão de gás, permeação de óleos e gorduras e da perda de sabores e odores do produto, além de melhorar a aparência e as propriedades estruturais, possibilitando a incorporação de aditivos (SALTVEIT, 1998).

As aplicações diretas de revestimentos em frutas e hortaliças, com o objetivo de aumentar seu período de conservação, embora seja uma técnica emergente, não consiste exatamente em uma prática recente.

Emulsões derivadas de óleos minerais têm sido empregadas desde o século 13 na China, para elevar a conservação de frutas cítricas e demais produtos perecíveis que eram transportados por longas distâncias, principalmente por via marítima (ASSIS, 2006).

Na década de 1950, cera de carnaúba foi amplamente empregada para esse fim, mas devido à aparência fosca resultante de sua aplicação, para melhor resultado visual polietileno e parafinas foram adicionadas.

Nos anos de 1960, ceras e vernizes processados a partir de gomas solúveis em água se tornaram populares no revestimento de cítricos e frutas em geral (ASSIS, 2006).

Nos últimos anos, estes novos conceitos sobre embalagens de alimentos têm sido introduzidos, levando-se em conta o aumento da demanda por produtos que tenham a aparência do frescor do produto *in natura* assim como qualidade e segurança alimentar. As embalagens tradicionais são limitadas no que se refere à capacidade de alterar propriedades desejáveis dos produtos alimentícios.

A maioria das frutas e hortaliças possui uma camada de cera natural na superfície, chamada cutícula. A aplicação de um revestimento externo realçará esta barreira natural ou substituirá nos casos onde esta camada parcialmente foi removida ou alterada durante a manipulação ou o processamento pós-colheita (LAWRENCE; IYENGAR 1983; WARTH, 1986).

As formulações de revestimentos comestíveis e/ou biodegradáveis devem incluir pelo menos um componente capaz de formar uma matriz adequada, contínua, coesa e aderente (GUILBERT; BIQUET, 1995). São constituídas de pelo menos um agente formador de cobertura (macromoléculas), solvente (água, etanol, água/etanol, entre outros), plastificante (glicerol, sorbitol, etc), agente ajustador de pH (ácido acético, NH_4OH) (BERTRAN, 2003).

O revestimento comestível é definido por dois princípios. Primeiro, o termo comestível implica que os compostos usados na elaboração da embalagem devem ser seguros para o consumo humano, ou seja, sejam considerados *GRAS* (*Generally Recognized as Safe*). Segundo, a cobertura deve ser feita a partir de um polímero, tipicamente um biopolímero, já que a cadeia longa é necessária para dar certa insolubilidade e estabilidade à matriz da embalagem em meio aquoso (KLAHORST, 1999).

Os biopolímeros mais utilizados na elaboração de revestimentos para frutas são as proteínas (gelatina, caseína, ovoalbumina, glúten de trigo, zeína e proteínas miofibrilares); os polissacarídeos (amido e seus derivados, pectina, celulose e seus derivados, alginato e carragena); os lipídios (monoglicerídeos acetilados, ácido esteárico, ceras e ésteres de ácido graxo) ou a combinação dos mesmos (CUQ et al., 1995).

De acordo com Fakhouri et al., (2007), os revestimentos elaborados a partir de polissacarídeos ou proteínas possuem excelentes propriedades mecânicas, ópticas e sensoriais, porém, são sensíveis à umidade e apresentam alto coeficiente de permeabilidade ao vapor d'água. Os revestimentos compostos de lipídios apresentam boas propriedades de barreiras ao vapor d'água, embora sejam opacas e pouco flexíveis, além de apresentarem sabor residual, o que pode influenciar nas características sensoriais do alimento.

Os componentes lipídicos utilizados como revestimento são as ceras naturais (carnaúba, abelha, candelileia, farelo de arroz), ceras de petróleo (parafina e polietileno), óleos (parafina, óleos mineral e vegetal) e acetoglicerídeos e ácido oléico (componentes de coberturas) (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Materiais de revestimento tipo ceras ou lipídeos e derivados podem ser aplicados na forma de emulsão estável, micro emulsão com água ou ainda, diretamente no produto quando ainda fundidos (CHITARRA; CHITARRA, 2005), sendo a adesão e a durabilidade importantes para manter a qualidade do alimento durante o armazenamento (LIN; ZHAO, 1993)

O processo de preparação das soluções precursoras para coberturas comestíveis requer protocolos e seqüências específicas. O revestimento em si é um procedimento simples e

passível de aplicação em larga escala. As frutas, ou hortaliças íntegras ou fatiadas são diretamente mergulhadas ou submetidas à nebulização com sistema de pressão manual (*spray*) do composto protetor em condição líquida. Após o escoamento do excesso, parte do material aderido à superfície é parcialmente absorvida e a fração superficial sofre o processo de cura (polimerização) por evaporação espontânea ou forçada do solvente formando uma cobertura, transparente (ASSIS, 2007).

3.5.1 Ceras de carnaúba

A carnaubeira (*Copernícia prunífera*), planta típica do Nordeste brasileiro, predominando nos Estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, possui emprego industrial abrangente em diversas áreas devido às características da cera, a qual após ser refinada, e conforme as variadas classificações é utilizada na fabricação de diversos produtos (LEAL, 2006).

A cera obtida a partir da palmeira brasileira tem sido comercializada sob muitas marcas, em diferentes concentrações e misturas. Pode ser aplicada em produtos dos quais também se consome a casca, devido ao fato de não ser tóxica. Confere brilho e reduz a perda de umidade e voláteis dos produtos, além de ser facilmente removível com água, se necessário (HAGENMAIER; BAKER, 1994).

A cera de carnaúba tem elevado ponto de fusão, sendo adicionada a outras ceras para aumentar o ponto de fusão, dureza, resistência e brilho. A cera de carnaúba é considerada uma substância *GRAS* isto é, geralmente reconhecida como segura sendo, portanto, seu uso permitido em revestimentos de frutas e legumes frescos, em gomas de mascar, em confeitos, molhos e sem limitações que não sejam as boas práticas de fabricação (HERNANDEZ, 1991).

As ceras (cera de carnaúba, cera de abelha, cera de parafina e outros) têm aplicação comercial como revestimentos protetores para frutas frescas inteiras e hortaliças desde os anos 30 reduzindo a abrasão da superfície durante a manipulação da fruta (BAKER, 1994).

Como exemplos de aplicações da cera de carnaúba têm-se a área médica (revestimento de cápsulas, cera dental), cosméticos (batom, rímel e creme de barbear), produtos de limpeza, papelaria (fabricação de papel-carbono, lápis de cera, cola, grafite), informática (confeção de chips, *túneis* de impressoras e código de barra), alimentícia (polimento de frutas e queijos, goma de mascar, doces, refrigerantes), automobilística (capas

de assento de automóveis, e polimento de pintura), cerâmica, de embalagens de papelão para produtos alimentícios e revestimentos de latas, frutas e flores artificiais, vegetais desidratados, borracha, materiais elétricos dentre outros (ALVES, 2008).

As coberturas oferecem potencial de aplicações em frutas conservadas por métodos combinados, podendo ser utilizadas para aumentar a estabilidade física, química e microbiológica de tais produtos, bem como para aumentar sua aceitação por meio da melhoria da aparência e retenção de suas propriedades de sabor e textura (AZEREDO, 2003).

As perdas econômicas devido à perda de peso também podem ser elevadas, fato que demonstra a importância da embalagem, cujos materiais devem ter uma permeabilidade adequada ao oxigênio e ao vapor d'água, para diminuir a taxa respiratória e minimizar a perda de peso e desidratação superficial (SARANTOPÓULOS et al., 2001).

A aplicação de revestimentos tem demonstrado ser uma técnica eficaz de preservação, promovendo aparência fresca, firmeza e brilho, desse modo, aumentando o valor comercial das frutas (XU, 2003).

De acordo com Wurlitzer (2007), a legislação brasileira não se pronuncia com relação às embalagens ativas, devendo ser considerados em conjunto a lista de aditivos aplicados a alimentos, a legislação de materiais de embalagens e migração de substâncias e a legislação de contaminantes químicos. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) está conduzindo reuniões com equipe de especialista em embalagens para definir o posicionamento legal.

3.5.2 Embalagem Antimicrobiana

Os recentes surtos de toxiinfecções alimentares e o fato dos métodos tradicionais de conservação, tais como a pasteurização, não serem aplicáveis a todos os tipos de alimentos (como os vegetais frescos), nortearam as pesquisas para a obtenção de soluções inovadoras que pudessem ao mesmo tempo, inibir o crescimento microbiano e manter a qualidade, o frescor e a segurança do alimento. Uma alternativa para se atingir tal objetivo, consiste na utilização de embalagens que aumentem a margem de segurança e qualidade, através do uso de materiais com propriedades antimicrobianas (APPENDINI; HOTCHKISS, 2002, QUINTAVALLA; VICINNI, 2002).

Nos alimentos sólidos e semi-sólidos observa-se que o crescimento microbiano ocorre inicialmente na superfície, justificando o uso de agentes antimicrobianos aplicados à superfície (por aspersão ou polvilhamento) de certos alimentos, como queijos, frutas e hortaliças. Entretanto, a aplicação direta destas substâncias tem benefícios limitados, visto que elas podem ser neutralizadas no contato ou difundirem-se rapidamente para o interior do alimento (QUINTAVALLA; VICINNI, 2002; PELEG, 1985 apud ROONEY, 1995).

A embalagem antimicrobiana pode afetar diretamente a microbiota dos alimentos, de maneiras variadas, reduzindo, inibindo ou retardando o crescimento de micro-organismos que possam estar presentes no alimento embalado ou no próprio material de embalagem e são classificadas em dois tipos: filmes com tecnologia baseada na migração do antimicrobiano para a superfície do alimento e filmes que são efetivos contra o crescimento superficial dos micro-organismos, sem migração de agentes (APPENDINI; HOTCHKISS, 2002; ROONEY, 1995).

Devido à presença prolongada do antimicrobiano incorporado à embalagem e não ao alimento sua atividade favorece também do transporte e da distribuição do produto (QUINTAVALLA; VICINNI, 2002).

O revestimento antimicrobiano é um tipo promissor de embalagem ativa capaz de eliminar ou inibir micro-organismos deterioradores e patogênicos presentes nos alimentos.

A função antimicrobiana é adquirida pela adição de agentes no material da embalagem com o objetivo de limitar ou prevenir o crescimento microbiano, com o aumento da fase *lag* e redução da taxa de crescimento do micro-organismo alvo (HAN, 2000), especialmente de bactérias patogênicas e deteriorantes em vegetais (CAGRI; USTUNOL; RYSER, 2004).

De uma maneira geral, alguns aspectos devem ser considerados no desenvolvimento dos referidos filmes ou revestimentos: o espectro de micro-organismos contra os quais o revestimento é efetivo (alguns filmes podem inibir a deterioração sem afetar o crescimento de patógenos, necessitando de avaliação aprofundada); o efeito dos agentes antimicrobianos nas propriedades físicas e mecânicas; o efeito da atividade antimicrobiana (redução da taxa de crescimento ou promoção da morte celular); a extensão com que o agente migra para o alimento; a toxicidade e a regulamentação; efeito nas características do produto (alguns antimicrobianos são efetivos somente em determinado pH), entre outros fatores (ROONEY, 1995).

Os revestimentos antimicrobianos podem ser obtidos mediante fusão ou solubilização de solvente (processo cast) do composto antimicrobiano no suporte polimérico,

sendo o método por solubilização o mais indicado quando se trata de antimicrobianos sensíveis ao calor.

Os revestimentos antimicrobianos podem reduzir o desperdício, o crescimento de micro-organismos deteriorantes e patogênicos, contribuindo para a melhoria da segurança alimentar e da extensão da vida de prateleira do produto pela incorporação do aditivo ao material de embalagem, propiciando uma maior concentração do antimicrobiano na superfície do alimento (BRODY et al., 2005).

A migração de diferentes antimicrobianos através do revestimento comestível é influenciada pelo próprio revestimento (tipo, processo de fabricação), alimento (pH, Aw), características hidrofílicas e condições de estocagem (temperatura, duração).

Alguns dos conservantes e antimicrobianos usados em revestimentos comestíveis são os benzoatos, propionatos, sorbatos, parabenos (Propilparaben, etilparaben), agentes acidificantes (ácido acético e láctico), agentes curadores (cloreto de sódio e nitrito de sódio), bacteriocinas e conservantes naturais (óleos essenciais, lisozima, líquido fumo) (CAGRI; USTUNOL; RYSER; 2001).

Conservantes de ácidos fracos não têm implicações tóxicas nas concentrações aplicadas, porém, atualmente há uma demanda dos consumidores no sentido de diminuir as concentrações de aditivos de alimentos (OLIVEIRA, 2004).

Os sais do ácido sórbico e de potássio (sorbato de potássio) são os conservantes de alimento conhecidos que têm o *status* de GRAS. São inibidores eficazes da maioria dos fungos filamentosos, leveduras e algumas bactérias (LIMAJEROAN, 2003). São reconhecidos nos Estados Unidos como dos mais seguros antimicrobianos, mesmo em níveis que excedam aos normalmente usados em alimentos (DAVIDSON; JUNEJA 1990) (SILVEIRA, 2005; CAGRI et al., 2001) sendo o único ácido orgânico insaturado permitido como conservador de alimentos.

Guilbert et. al. (1997) observaram que o ácido sórbico apresentou maior atividade antimicrobiana sobre o crescimento de fungos, quando incorporados em filmes à base de pectina/glúten/monoglicerídeos do que quando adicionado diretamente ao alimento.

No Brasil, o ácido sórbico e seus sais podem ser adicionados a vários alimentos como coco - ralado, bombons e similares, leite de coco, massas frescas, recheadas ou não, molhos, néctares de frutas, entre outros; desde que o limite máximo esteja na faixa de 0,01 a 0,2%, dependendo do alimento (BRASIL, 1988).

Por apresentar sabor neutro, constituem um importante conservador em sucos de frutas, essências, refrigerantes, queijos, carnes etc., possuindo amplo espectro de ação sobre fungos filamentosos e leveduras, quando aplicados em concentrações de 0,05 a 0,3% (DAVIDSON, 2000)

O triclosan (2, 2,4'-tricloro-2'-hidroxidifenil-éter) é um antimicrobiano não iônico, derivado de um difenil éter, capaz de bloquear a síntese de ácidos graxos por meio de inibição enzimática inibindo o crescimento de bactérias Gram positiva (tais como *Staphylococcus aureus*) e negativa (tais como *Escherichia coli*), fungos filamentosos e leveduras (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2004). O triclosan tem mecanismo de ação sobre os grupos sulfidrila dos aminoácidos de enzimas da via glicolítica, sendo usado também em procedimentos de higienização da indústria de alimentos (ANDRADE, 2008).

Este antimicrobiano age rompendo a função metabólica de micro-organismos como bactérias, leveduras e fungos filamentosos, sendo empregado contra uma grande gama de bactérias Gram-positivas (tais como *Staphylococcus aureus*) e Gram-negativas, tais como *Escherichia coli* (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2004) e pode ser incorporado a vários tipos de plásticos e precisa migrar para o alimento para exercer sua ação antimicrobiana. O mesmo, ao ser incorporado ao polietileno de baixa densidade (PEBD) em concentração de 1000mg/kg apresentou alta atividade em estudos desenvolvidos in vitro.

O Brasil não possui legislação quanto ao uso do triclosan em contato com alimentos. A Comunidade Européia aprovou pelo *Scientific Committee for Food* (SCF), o limite de 5mg/kg de alimento (SCF, 2000).

Na Tabela 1 encontram-se dispostos alguns dos agentes antimicrobianos com grande potencial para uso.

Tabela 1 - Exemplos de agentes antimicrobianos com potencial para uso em embalagens para alimentos

Classes	Exemplos
Ácidos orgânicos	Propiônico, benzóico, sórbico
Bacteriocinas	Nisina
Extratos de pimenta	Timol
Tiosulfínatos	Alicina
Enzimas	Peroxidase, lisozima
Proteínas	Conalbumina
Isotiocianatos	Alilisotiocianato
Antibióticos	Imazalil
Fungicidas	Benomil
Agentes quelantes	EDTA
Metais	Prata
Parabenos	Metilparabeno

(FONTE: ROONEY, 1995).

Nos últimos anos é visível uma tendência na utilização de antimicrobianos de origem natural, isolados de fontes vegetais, animais e de certos micro-organismos. Combinações de origens vegetais incluem os extratos de canela, cravo-da-índia, tomilho, alecrim, pimenta, orégano, alho etc.; enquanto que as de origem animal e vegetal incluem, entre outros, a quitosana e as bacteriocinas, respectivamente. Enquanto alguns antimicrobianos naturais sequestram substâncias químicas importantes ao metabolismo dos micro-organismos, a maioria interrompe a via metabólica pela interferência na membrana celular.

A alternativa para formulação dos revestimentos comestíveis antimicrobianos utilizando ceras de carnaúba como matrizes já vêm sendo utilizadas por produtores de frutas, para manutenção da qualidade pós-colheita.

O caju e a goiaba foram selecionados para este trabalho em razão da importância econômica para a região Nordeste, bem como por suas grandes perdas pós-colheita, aliada a grande aceitação pelos consumidores, tanto por suas propriedades sensoriais (cor, aroma, sabor e textura) quanto pelos seus valores nutricionais e funcionais.

Os conservantes mais comuns são os ácidos sórbico e benzóico ou seus derivados de sais de sódio e potássio. O teor máximo dessas substâncias legalmente permitido para produtos de consumo direto é de 0,1% em peso (SOUZA, 2001)

Empregou-se o ácido sórbico, por ser reconhecido como dos mais seguros antimicrobianos e por apresentar sabor neutro, e já vir sendo um importante conservador em sucos de frutas, possuindo amplo espectro de ação sobre fungos filamentosos e leveduras.

Empregou-se triclosan por ser um antimicrobiano que age contra micro-organismos leveduras e fungos filamentosos, e por ser efetivo também contra uma grande gama de bactérias Gram-positivas (tais como *Staphylococcus aureus*) e Gram-negativas, tais como *Escherichia-coli*

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Matéria-Prima

Os cajus foram colhidos no estágio de maturidade fisiológica (cor do pedúnculo amarelo com início de cor laranja e castanha madura e seca), de acordo com tabela adaptada por Lopes et al.,(2011). Os mesmos foram selecionados quanto à presença de danos mecânicos e ausência de injúrias. O caju (clone -CCP76) foi obtido no campo experimental da Embrapa Agroindústria Tropical em Pacajus- Ceará, durante as safras de 2008/2009 e 2009/2010.

As goiabas da cultivar ‘Paluma’, foram colhidas no estágio de maturação, segundo a cor da casca (estádio – 1-verde escura), nas primeiras horas da manhã em plantio comercial localizado no município de Limoeiro do Norte-Ceará, durante as safras de 2008/2009 e 2010/2011.

O revestimento comestível proposto foi preparado utilizando matrizes de cera de carnaúba. A emulsão da cera de carnaúba foi obtida através da cera de caráter não iônico da marca Pontes Starlight EF-15- (Fortaleza-Ce), com concentração em torno de 22% de sólidos.

Os agentes antimicrobianos utilizados foram ácido sórbico ($C_6H_8O_2$) da marca Vetec e triclosan (2,2,4'-tricloro-2'-hidroxidifenil-éter), da Microban.

4.2 Desenvolvimento dos revestimentos antimicrobianos

4.2.1 Avaliação da eficácia dos revestimentos comestíveis pelo método do halo

Esta etapa foi realizada no Laboratório de Microbiologia de Alimentos no Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará.

A eficácia dos revestimentos comestíveis no controle microbiológico foi medida por meio do teste de halo. Neste teste, para a avaliação da eficiência dos antimicrobianos, foram utilizadas três formulações diferentes da emulsão de cera de carnaúba, com concentrações de 5%, 9 e 11%, e adicionadas de diferentes concentrações do agente antimicrobiano triclosan (0,1%, 0,5% e 1% do agente antimicrobiano).

Os revestimentos comestíveis foram previamente preparados e pré-testados quanto à sua aderência às frutas. Em seguida foram avaliados quanto a sua eficácia na redução e/ou eliminação de micro-organismos.

Esta avaliação foi realizada por meio do método de halo de inibição, conforme método descrito por Limjaroen et al. (2003).

Os micro-organismos utilizados para o teste de halo de inibição foram: *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 1027), *Salmonella thyphimurium* (ATCC 1251) que foram obtidos de cultura pura, adquiridas no instituto Osvaldo Cruz.

Inicialmente, as colônias isoladas foram inoculadas em caldo TSB (caldo triptcase de soja para obter-se suspensão com aproximadamente 10^7 UFC/mL. Foi inoculada uma alíquota de 0,1mL da suspensão e espalhada com alça de *Drigalsky* em TSA (ágar triptcase de soja). A parte, os revestimentos comestíveis foram preparados e previamente esterilizados em luz ultravioleta por 15 minutos. Após este período, os discos de 16 mm previamente esterilizados foram imersos em condições assépticas na emulsão dos revestimentos comestíveis. Em seguida, estes discos foram colocados assepticamente nas placas inoculadas (dois discos por placa) que foram incubadas a 35°C por 24 horas. Após a incubação, realizou-se a medição do raio do halo de inibição (em mm), que foi feita com a ajuda de um escalímetro (KOLETAR, 1995). O diâmetro do halo fornece a indicação da melhor eficiência microbiológica das formulações em estudo, visto que quanto maior for o halo, maior é o efeito do antimicrobiano sobre o crescimento dos micro-organismos.

4.2.2 Análise sensorial para escolha da concentração da cera

A escolha da concentração da cera de carnaúba foi feita por meio de análise sensorial, realizada no Laboratório de Análise Sensorial da Embrapa Agroindústria Tropical - Fortaleza - CE. O teste empregado foi o de ordenação-preferência, realizado da seguinte forma: as frutas revestidas com cera de carnaúba nas concentrações de 5%, 9% e 11% foram expostas em mesas em ambiente iluminado (luz branca tipo “luz do dia”) para observação da aparência e do brilho. Em seguida, cerca de 50 provadores (pesquisadores, funcionários e estagiários da Embrapa Agroindústria Tropical com idade entre 21 e 49 anos (30 mulheres e 20 homens), avaliaram-se as amostras utilizando uma ficha de avaliação para o teste de preferência (Figura 1). Os provadores foram orientados a ordenar as amostras de acordo com a preferência quanto ao brilho (1 = amostra de maior preferência; 4 = amostra menos preferida) e a marcar na ficha

fornecida. Para avaliação dos resultados, as ordens foram somadas para cada tratamento e avaliadas pelo Teste de Ordenação-Preferência (MININ et al., 2010).

Teste de Ordenação - Preferência	
Nome: _____	
Sexo: _____ Data: _____ Grau de escolaridade: _____ Idade: () <25 () 25-35 () 36-50 () >50	
<p>Por favor, observe as amostras de goiaba e ordene-as de acordo com sua preferência quanto ao brilho. Atribua o numero 1 para amostra de maior preferência, 2 para a segunda mais preferida e assim sucessivamente.</p>	
Código da amostra _____ _____ _____ _____	Ordem de preferência _____ _____ _____ _____
Comentários: _____	

Figura 1 - Modelo da ficha do teste de preferência para a escolha da formulação da cera de carnaúba

4.2.3. Preparação dos revestimentos comestíveis

Os revestimentos comestíveis a base de cera de carnaúba foram preparados por meio da solubilização em água da emulsão comercial de cera de carnaúba e homogeneizados.

Foram feitas duas emulsões de cera de carnaúba, uma com adição de Triclosan 1% e outra com ácido sórbico 0,1%, além de uma terceira composta apenas de cera de carnaúba, que serviu de controle. As emulsões com antimicrobianos foram devidamente homogeneizadas com o uso de Ultra Turrax modelo T 25 D para permitir a uniformidade do agente antimicrobiano na solução.

4.2.4 Processo de revestimentos de caju CCP76 e goiaba ‘Paluma’

As frutas colhidas e selecionadas foram transportadas em caixas plásticas para a Embrapa Agroindústria Tropical - Fortaleza-Ce, onde foram armazenadas sob refrigeração de $15^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ para a retirada do calor de campo. Após o resfriamento, os caju foram lavados em água corrente, sanitizados em solução de hipoclorito de sódio com 100 mg.L^{-1} de cloro ativo por 15 min e enxaguados em solução de hipoclorito de sódio a 10 mg.L^{-1} de cloro ativo. As goiabas, por sua vez, foram lavadas e depois sanitizadas em solução com 150 mg.L^{-1} de cloro ativo por 10 min e enxaguadas em solução de hipoclorito de sódio a 10 mg.mL^{-1} . Após o enxágüe, procedeu-se a drenagem ou retirada do excesso de água e após este procedimento, as frutas foram deixadas ao ar para secagem com o uso de ventiladores. Em seguida, as formulações dos revestimentos à base de cera de carnaúba (selecionadas no teste sensorial) foram aplicadas na superfície das frutas. Os revestimentos foram preparados com uma emulsão de cera de carnaúba a 11%, e adicionados dos antimicrobianos triclosan (1%) e ácido sórbico (0,1%).

As frutas foram recobertas com o revestimento, aplicado pelo método de imersão, para os diferentes tratamentos apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Tipos de tratamentos aplicados ao caju CCP76 e goiaba variedade 'Paluma'

Fruta	Tratamento
Caju	<ul style="list-style-type: none"> - Controle - lavado e sanitizado. - Controle com cera - lavado, sanitizado e revestido com cera de carnaúba 11%; - Caju com triclosan - lavado, sanitizado e revestido com solução de cera de carnaúba 11% adicionada de 1% de triclosan; - Caju com ácido sórbico - lavado, sanitizado e revestido com solução de cera de carnaúba 11% adicionada de 0,1% de ácido sórbico;
Goiaba	<ul style="list-style-type: none"> - Controle - lavada e sanitizada; - Controle com cera-lavada, sanitizada e revestida com cera de carnaúba 11%; - Goiaba com triclosan - lavada, sanitizada e revestida com solução de cera de carnaúba 11% adicionada de 1% de triclosan; - Goiaba com ácido sórbico - lavada, sanitizada e revestida com solução de cera de carnaúba 11% adicionada de 0,1% de ácido sórbico;

Posteriormente, as frutas tratadas com cera foram expostas em fluxo de ar com o uso de ventiladores para secagem do revestimento, tendo-se o cuidado de realizar a mudança de posição das frutas para evitar o acúmulo da emulsão em determinadas áreas da superfície da

fruta. Após a secagem, as frutas foram pesadas e acondicionadas em bandejas de poliestireno expandido e armazenadas em câmara fria sob as temperaturas de 24 °C e 10 °C. Na Figura 2 encontra-se o fluxograma de processamento utilizado neste experimento.

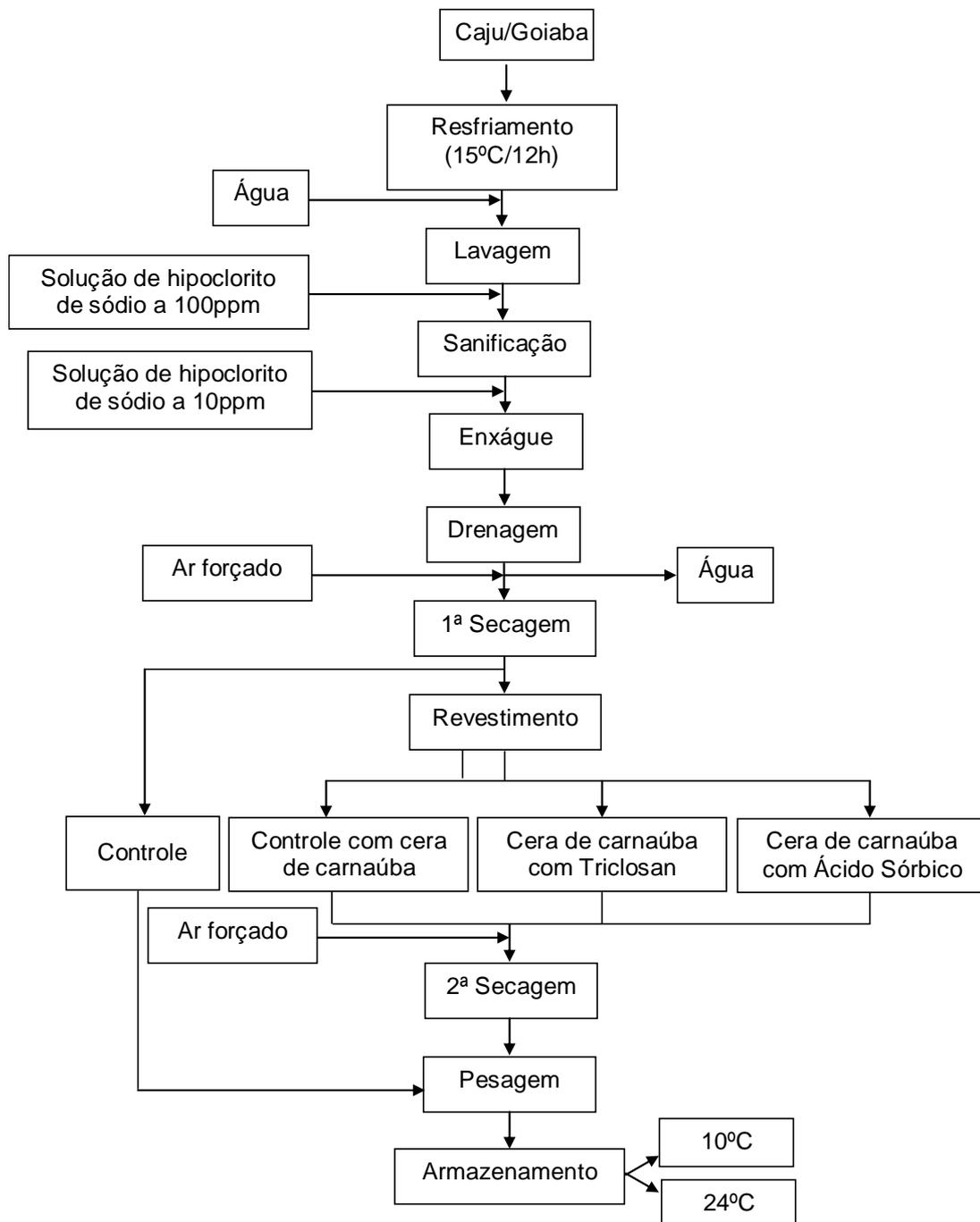


Figura 2 - Fluxograma de processamento dos quatro tratamentos estudados no caju CCP76 e na goiaba variedade 'Paluma'

4.2.5 Avaliação da qualidade das frutas acondicionadas

As frutas revestidas e o controle foram avaliados a cada quatro dias por um período que teve como o fator determinante a sua qualidade. Para tanto foram realizadas as análises físicas, físico-químicas, químicas e microbiológicas.

4.2.6 Avaliações físicas, físico-químicas e químicas

Para cada tratamento, as frutas foram avaliadas quanto à perda de massa fresca (diferença entre os pesos iniciais e finais, divididos pelo peso final), textura (texturômetro), cor (Hunter, em colorímetro Minolta), sólidos solúveis, pH e acidez titulável (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

4.2.6.1 pH

O pH foi medido em pHmetro digital Mettler DL 12 Titrator (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

4.2.6.2 Sólidos solúveis (SS)

Para determinação do teor de sólidos solúveis, foram retiradas amostras das frutas de todos os tratamentos e respectivos tempos de estocagem. O teor de SS foi determinado com o auxílio de um refratômetro manual (Atago) Digital Refractometer PR-101 com leitura na faixa de 0 a 32 °Brix (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

4.2.6.3 Textura

Foram tomadas duas medidas por fruto em lados opostos na região equatorial medida nas frutas inteiras na região equatorial, em lados opostos, com uma leitura feita de cada lado com a casca, utilizando texturômetro Stable Micro System, modelo TA. XT2i. Foram usados os probes de 6 mm e 8 mm de diâmetro para caju e goiaba respectivamente, bem como a velocidade de penetração e profundidade necessárias para se obter resultados condizentes. Os resultados foram expressos em Newton (N).

4.2.6.4 Cor

O método empregado para a determinação da cor nas frutas tratadas neste trabalho foi o método definido como CIE, utilizando o espaço colorimétrico $L^*a^*b^*$ que foi desenvolvido pela Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) para fornecer mais uniformidade nas análises colorimétricas.

Neste sistema L^* indica a luminosidade de uma cor, e a^* e b^* são as coordenadas de cromaticidade que indicam a direção das cores. Esta varia de a^* e b^* , onde $+a^*$ é a direção do vermelho, $-a^*$ é a direção do verde, $+b^*$, direção do amarelo, e $-b^*$, direção do azul. (KONICA MINOLTA, 1998).

A evolução da coloração da casca foi avaliada através da média de 2 leituras por fruta, sendo uma por quadrante, obtendo-se uma média para cada componente, utilizando o colorímetro MINOLTA, modelo CR-300, com valores expressos em $L^*a^*b^*$. Com as leituras efetuadas, foram calculadas as medidas do Hue e do Croma.

Abaixo segue a fórmula destas variáveis:

$$\text{Hue} = \text{tg}^{-1} (b/a); C^* = ((a^*)^2 + (b^*)^2)^{1/2}$$

4.2.6.5 Acidez titulável (%)

Realizada de acordo com o método do Instituto Adolfo Lutz (2008). A amostra foi pesada em 1g (triplicata) e adicionada em 50 mL de água destilada. Em seguida, a alíquota obtida foi adicionada de três gotas do indicador fenolftaleína e titulada com uma solução padronizada de NaOH a 0,1M e expressa em % de ácido cítrico.

4.2.6.6 Perda de Massa

As frutas foram pesadas em balança semi-analítica. Os resultados foram expressos em percentagem, considerando-se a diferença entre o peso inicial do fruto e aquele obtido em cada período de amostragem.

A perda de massa foi avaliada considerando a diferença entre o peso inicial e o final conforme a equação abaixo:

$$\text{PM} (\%) = (P_i - P_f) / P_i \times 100$$

PM = perda de massa em % (p/p);

Pi = peso do fruto no tempo t = 0, em g;

Pf = peso final do fruto tratado no tempo t, em g.

4.2.6.7 Determinação de vitamina C

As frutas foram cortadas e imediatamente procedeu-se a extração da polpa. Este procedimento foi realizado tanto para o caju, como para a goiaba. Após a extração e homogeneização da amostra realizada com o uso da centrifuga doméstica, tomou-se 5 g desta. A amostra foi adicionada de, aproximadamente, 30 mL de ácido oxálico 0,5% (refrigerado) e a solução completada para 100 mL com ácido oxálico 0,5% em balão volumétrico.

Tomou-se 4-5 mL desse extrato colocando-se em um erlenmeyer e completando até 50 mL de água destilada. Procedeu-se a titulação com solução de Tillman refrigerada - DFI (2,6 dicloro-fenol indofenol) até o ponto de viragem. As determinações foram feitas em duas repetições por amostra e os cálculos realizados de acordo com a fórmula abaixo.

$$\text{Vitamina C mg/ 100g} = V_{\text{titulação}} \times f_{\text{DFI}} \times 100$$

4.2.6.8 Determinação de licopeno nas goiabas ‘Paluma’ revestidas com cera de carnaúba, revestidas com cera incorporada com triclosan e revestidas com cera incorporada com ácido sórbico

A determinação do licopeno nas goiabas submetidas ao revestimento comestível antimicrobiano e do controle (frutas não revestidas) foi feita de acordo com metodologia descrita por Rodriguez-Amaya (2001). As amostras foram cortadas e logo em seguida a polpa foi extraída por meio de uma centrifuga doméstica e foram congeladas para posterior análise de quantificação do licopeno.

As análises foram feitas para os seis tempos de armazenamento, bem como para as duas temperaturas de armazenamento.

A quantificação foi realizada por meio de medidas espectrofotométricas.

Foram pesados, aproximadamente, 3 g da polpa homogeneizada de goiaba congelada. Em seguida, em um almofariz, misturou-se a amostra com aproximadamente quatro vezes sua quantidade de celite (Hiflosupercel / Merck).

Acetona foi adicionada para promover a extração dos pigmentos. A mistura foi filtrada em funil de Büchner e o resíduo foi levado novamente ao almofariz. A extração e a filtração

foram repetidas até que o resíduo se tornasse incolor e o extrato foi recolhido em um único kitassato.

Os carotenóides foram transferidos, aos poucos, para aproximadamente 30 mL de éter de petróleo em funil de separação, seguido por adição de água, separação das fases e descarte da fase inferior constituída de água-acetona.

Após a transferência dos carotenóides para o éter de petróleo, a fase etérea foi lavada três vezes com água para a remoção total da acetona, sendo recolhida em Erlenmeyer. Em seguida, procedeu-se à leitura em espectrofotômetro (Micronal B495), que foi feita no comprimento de onda de 470nm.

O teor de licopeno foi obtido pela seguinte fórmula:

$$\mu\text{g/g} = (A \times V \times 1.0000.000) / A^{1\%}_{1\text{cm}} \times M \times 100$$

Em que A = absorvância da solução no comprimento de onda de 470 nm; V = volume final da solução; $A^{1\%}_{1\text{cm}}$ é o coeficiente de extinção ou coeficiente de absorvidade molar de um pigmento em um determinado solvente específico e M = massa da amostra tomada para a análise. Para o licopeno em éter de petróleo, o valor do coeficiente de extinção é 3450.

Os dados obtidos foram analisados via “General Linear Models Procedure” e “Regression Analysis” dentro do aplicativo computacional SAS (SAS INSTITUTE, 2006).

4.3 Avaliação microbiológica

Nesta etapa, realizada no Laboratório de Microbiologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, as frutas foram avaliadas quanto à contagem de mesófilos, psicrotrofos, fungos filamentosos, leveduras e *Salmonella* sp., segundo a metodologia descrita pela American Public Health Association (APHA, 2001).

As frutas mantidas sob refrigeração foram transportadas em caixas térmicas (isopor) até o Laboratório de Microbiologia de Alimentos do DTA/CCA/ UFC. Já as frutas mantidas sob temperatura ambiente foram acondicionadas em bandejas plásticas, tendo-se o cuidado de uso de filme plástico para evitar a contaminação durante o transporte.

A qualidade microbiológica foi avaliada, periodicamente a cada quatro dias de armazenamento perfazendo um total de 16 dias para os cajus CCP76 e 24 dias para goiabas ‘Paluma’ refrigeradas. Para as frutas mantidas sob temperatura ambiente o tempo de armazenamento foi de quatro dias para os cajus CCP76 e 12 dias para as goiabas da variedade ‘Paluma’. As avaliações foram realizadas com a casca das frutas e parte da polpa.

4.3.1 Preparo das amostras

As frutas foram cortadas em toda superfície (casca) sob condições assépticas. Alíquotas de 25 g foram pesadas assepticamente em frascos contendo 225 mL de água peptonada a 0,1% a partir da qual diluições decimais a partir da diluição 10^{-1} foram preparadas em tubos contendo 9,0 mL de água peptonada 0,1%.

4.3.1.1 Contagem de Coliformes a 35° C e Coliformes a 45° C:

Placas Petrifilm TM EC (3M Company, St. Paul, MN, EUA) foram inoculadas com alíquotas de 1 mL das diferentes diluições, seguindo as instruções do fabricante. Em seguida, as placas foram incubadas a 35°C por 24 e 48 h. O resultado foi obtido pela contagem das colônias e expresso em UFC/g.

4.3.1.2 Contagem de fungos filamentosos e leveduras

Nesta avaliação, placas de Petrifilm YM (3M Company, St. Paul, MN, EUA) foram inoculadas com 1 mL das diferentes diluições. As placas foram incubadas a 25°C+1°C por 3 a 5 dias e, após esse período, as colônias típicas de fungos filamentosos e leveduras foram contadas e o resultado expresso em unidade formadora de colônia por grama do produto (UFC/g).

4.3.1.3 Contagem de bactérias aeróbias mesófilas e psicrotrófilas

Placas Petrifilm AC (3M Company, St. Paul, MN, EUA) foram inoculadas com alíquotas de 1 mL das diferentes diluições, seguindo as instruções do fabricante. As placas foram incubadas a 35°C+1°C por 24-48h para aeróbias mesófilas e a 7°C+1°C por 10 dias. Para bactérias mesófilas e psicrotrófilas foram contadas colônias de coloração rosa e o resultado expresso em UFC/g.

4.3.1.4 Pesquisa de *Salmonella sp*

4.3.1.4.1 Pré-enriquecimento e Isolamento

O pré-enriquecimento consistiu na adição de 25 g da amostra em Caldo Lactosado, seguido de incubação a 35°C por 18-24h.

Para o enriquecimento seletivo, foi transferido 1 ml da cultura em caldo de pré-enriquecimento para 10ml de Caldo Tetracionato (TT) e 0,1 mL de Caldo Rappaport-Vassilides Modificado (RV). O Caldo Tetracionato (TT) foi incubado a 35°C por 24h e o Rappaport-Vassilides a 42° C por 24h.

O plaqueamento seletivo diferencial foi efetuado a partir dos tubos de enriquecimento seletivo, que foram agitados em agitador tipo vórtex. A partir daí foram estriadas alçadas em placas de Ágar *Salmonella Shigella* (ASS), Ágar Verde Brilhante (AVB) e Ágar Bismuto Sulfito (ABS), que foram incubadas invertidas a 35°C por 24h. Após este período, verificou-se a ocorrência de desenvolvimento de colônias típicas de *Salmonella*.

4.3.1.4.2. Identificação

Com a ausência de colônias suspeitas não houve a necessidade de realizar a série de provas bioquímicas bem como, o teste sorológico para a identificação e isolamento de *Salmonella sp*.

4.5 Delineamento experimental e análises estatísticas

Os experimentos foram conduzidos em parcelas subdivididas, em delineamento inteiramente casualizado, estando os tratamentos (controle, controle com cera, cera com triclosan, cera com ácido sórbico) nas parcelas e os tempos de armazenamento, nas subparcelas

O experimento com caju CCP76 foi conduzido em parcelas subdivididas, em delineamento inteiramente casualizado, estando os tratamentos (controle, controle com cera, cera com triclosan, cera com ácido sórbico) nas parcelas e os tempos de armazenamento (0, 4, 8, 12 e 16 dias) nas subparcelas.

O Experimento com goiaba ‘Paluma’ foi realizado do mesmo modo como se realizou o experimento com o caju CCP76, entretanto os tempos de armazenamento foram de até 24 dias em temperatura de refrigeração.

O armazenamento realizado em temperatura ambiente possibilitou um menor tempo de armazenamento de 4 dias para o caju CCP76 e 12 dias para a goiaba ‘Paluma’.

Os dados foram avaliados por meio de análise de interação entre tempo e tratamento, e realizada análise de regressão com o tempo de armazenamento e teste de médias para comparação entre os tratamentos, quando conveniente, ao nível de 5% de significância, utilizando o programa estatístico SAS (2006).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Definição da concentração de cera de carnaúba

Na Tabela a seguir pode-se observar o resultado das três concentrações testadas da concentração da emulsão da cera de carnaúba usada como matriz no revestimento comestível antimicrobiano.

A concentração da cera de carnaúba a ser utilizada foi definida por meio de teste sensorial de ordenação – preferência, através do qual os avaliadores indicaram as amostras das frutas revestidas por ordem de suas preferências, quanto ao brilho.

Na Tabela 3 verifica-se a diferença entre o controle e os tratamentos. O controle trata-se das frutas que não foram revestidas com a cera de carnaúba.

Tabela 3 - Diferença do teste de ordenação pelo teste de Friedman do controle (0%) e nas concentrações de 5%, 9% e 11% de cera

		Amostras			
		Controle	5%	9%	11%
Soma de Ordens		168	121	106	75
Diferença vs.	Controle		47	62	93
	5%			15	46
	9%				31

A verificação dos parâmetros de nível de brilho da emulsão de cera de carnaúba nas concentrações testadas mostrou a seleção pela concentração de 11% de cera pelo teste de ordenação ao nível de 5% de significância (Tabela 4), diferindo dos tratamentos 5% e controle, tendo sido definida a mesma concentração sugerida pelo fabricante para a realização do experimento.

Tabela 4 - Comparação dos somatórios das notas de brilho pelo teste de Friedman do controle (0%) e nas concentrações de 5%, 9% e 11% de cera

	Amostras			
	Controle	5%	9%	11%
Soma de Ordens*	168 ^a	121 ^b	106 ^{bc}	75 ^c

* Soma de ordens seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de soma de ordens de Friedman, a 5% de probabilidade ($P < 0,05$)

5.2 Avaliações físicas e físico-químicas nas frutas durante o armazenamento

5.2.1 Perda de massa

Os resultados obtidos nos quatro tratamentos estudados para caju e goiaba são mostrados nas Tabelas 5 e 6 para as temperaturas de 10 °C e 24 °C.

Tabela 5 - Média dos valores de perda de massa nos quatro tratamentos do caju CCP76 durante o período de armazenamento a 10 °C e 24°C

Temperatura	Tempo de armazenamento (dias)	Perda de massa (%)			
		Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórbico
10 °C	4	3,70	2,42	2,18	2,83
	8	6,97	5,47	4,19	4,58
	12	7,79	8,02	5,48	8,43
	16	-	8,55	6,55	7,74
24 °C	4	7,71	6,99	6,96	7,41

Tabela 6 - Média dos valores de perda de massa nos quatro tratamentos da goiaba 'Paluma' durante o período de armazenamento a 10 °C e 24°C

Temperatura	Tempo de armazenamento (dias)	Perda de massa (%)			
		Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórbico
10°C	4	4,71	2,61	2,36	3,46
	8	7,16	4,06	3,28	5,82
	12	9,04	7,91	5,85	8,62
	16	11,63	9,00	8,70	11,1
	20	19,01	15,38	10,82	15,1
24°C	4	5,61	4,01	2,99	3,49
	8	10,69	6,68	4,61	4,91
	12	14,39	8,93	5,15	12,08

Analisando os valores do percentual de perda de massa das duas frutas observou-se perda de massa contínua durante o tempo de armazenamento em ambas as temperaturas.

Os cajus nos quatro tratamentos estudados, armazenados a 24 °C apresentaram período máximo de armazenamento de quatro dias, como mostra a Tabela 6, período relativamente curto para armazenagem a temperatura ambiente. Este resultado está em consonância com as observações de Menezes e Alves (1995) os quais afirmam que a conservação pós-colheita do pedúnculo do caju à temperatura ambiente não ultrapassa 48h, em razão da sua extrema susceptibilidade ao ataque de micro-organismos fitopatogênicos.

Conforme a Tabela 6 verificou-se neste trabalho que não houve diferença significativa ao nível de 5% entre os tratamentos utilizados quanto ao parâmetro perda de massa fresca. Observou-se, entretanto, que o caju mantido sob temperatura ambiente obteve uma vida útil menor que o caju mantido sob refrigeração.

Segundo Ferri (2000) para a conservação após a colheita o armazenamento refrigerado ainda é o método mais utilizado para a conservação de frutas de clima temperado bem como de clima tropical.

Avaliando os resultados do caju armazenado sob refrigeração, não foi observada interação significativa ($P \leq 0,05$) entre os tratamentos e o tempo de armazenamento (Tabela 7), verificando-se ainda diferença significativa somente ao longo do armazenamento, porém, a falta de ajuste foi significativa para os modelos linear e quadrático testados, não sendo possível nenhum ajuste de equações.

Tabela 7 - Análise de variância (ANOVA) e regressão para o parâmetro – perda de massa do caju armazenado à temperatura de 10 °C

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio
		Perda de Massa
Tratamento (T)	3	60,0412 ^{ns}
Erro (a)	8	75,1386
Tempo (t)	3	546,3874*
T x t	8	16,2133 ^{ns}
Erro (b)	17	9,4499

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$); ^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade; GL – Grau de liberdade.

Não houve interação significativa ($P > 0,05$) para perda de massa entre os tratamentos aplicados e o tempo de armazenamento para as goiabas armazenadas a 10 °C e a 24 °C; no entanto, verificou-se variação significativa para o parâmetro tempo de armazenamento

(Tabelas 8 e 9), sendo feita análise de regressão para as goiabas armazenadas sob refrigeração (Figura 3). Verificou-se ajuste do modelo linear à média dos dados de perda de massa.

Tabela 8 - Análise de variância (ANOVA) e Regressão para o parâmetro – perda de massa da goiaba ‘Paluma’ armazenada à temperatura de 10 °C

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio
		Perda de Massa
Tratamento (T)	3	85,5100 ^{ns}
Erro (a)	4	252,6261
Tempo (t)	4	551,9677*
T x t	12	10,3238 ^{ns}
Erro (b)	12	18,1818

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$); ^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade; GL – Grau de liberdade.

Tabela 9 - Análise de variância (ANOVA) e Regressão para o parâmetro – perda de massa da goiaba ‘Paluma’ armazenada à temperatura de 24 °C.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio
		Perda de Massa
Tratamento (T)	3	158,9284 ^{ns}
Erro (a)	4	68,0693
Tempo (t)	2	619,0545*
T x t	6	22,6999 ^{ns}
Erro (b)	4	7,5395

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$); ^{ns} Não significativo ao nível de 5% de probabilidade; GL – Grau de liberdade.

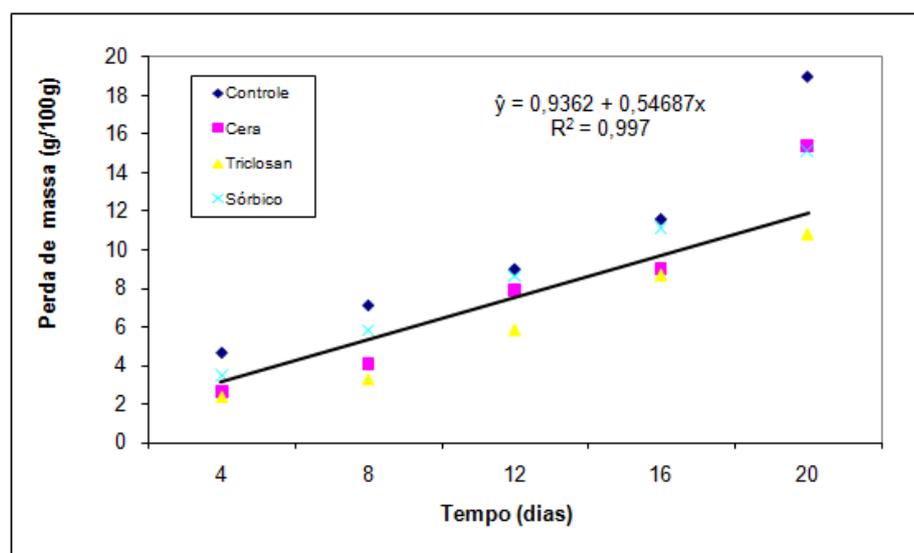


Figura 3 – Variação da perda de massa da goiaba ‘Paluma’ durante o armazenamento a 10 °C

Conforme a Tabelas 8 e 9 e a Figura 3, verificou-se que não houve variação da perda de massa entre os tratamentos controle, controle com cera, cera associada ao triclosan e cera associada ao ácido sórbico. O que ocorreu foi uma maior porcentagem de perda de massa fresca durante o tempo de armazenamento nas duas temperaturas (10 °C e 24 °C).

Durante o tempo de armazenamento até 20 dias a 10 °C observa-se menor perda de massa das goiabas tanto as não revestidas como as revestidas com cera.

Observou-se neste trabalho que as frutas controle (não revestidas), tanto do caju CCP76 quanto da goiaba 'Paluma', não apresentaram maior perda de massa quando comparadas às frutas revestidas. Estes resultados estão em consonância com os trabalhos desenvolvidos por Baldwin et al. (1999 apud OLIEIRA et al., 2007), que avaliaram os efeitos de dois tipos de cobertura em mangas *in natura*, à base de celulose e de cera de carnaúba, sendo que ambas reduziram a perda de massa, especialmente a de cera de carnaúba.

Conforme Chitarra; Chitarra (2005), o uso de ceras ou de emulsões de cera como cobertura superficial em certos produtos perecíveis, reduz a perda de água e retarda o enrugamento, bem como pode propiciar uma aparência lustrosa, o que é muito apreciado pelo consumidor.

As frutas revestidas com cera incorporadas com triclosan e as incorporadas com ácido sórbico também apresentaram menor perda de massa, quando comparadas ao controle. Os valores de perda de massa das duas frutas sofreram reduções nos tempos e nas temperaturas de armazenamento.

As frutas mantidas sob temperatura de refrigeração (10 °C) apresentaram menor perda de massa em relação às frutas armazenadas à temperatura ambiente (25°C), observando perda de massa gradativa com o tempo de armazenamento.

Resultados diferentes foram encontrados por Hoa et al. (2002) também observaram o efeito das coberturas de cera de carnaúba na redução de perda de massa em manga *in natura*. O mesmo foi relatado por Cantwell; Kasmire (2002) que ao aplicarem ceras comestíveis reduziram a perda de água e melhorou a aparência em tomates.

Os resultados de perda de massa da goiaba 'Paluma' foram semelhantes ao trabalho de Santos et al. (2011) onde observaram que durante o tempo de armazenamento houve para todos os tratamentos um comportamento linear crescente com relação à perda de massa dos frutos, tendo a maior perda de massa ocorrida no quarto dia de armazenamento em temperatura ambiente. Evidenciando que os revestimentos utilizados são semipermeáveis, e que o fruto continuou respirando e perdendo água, e, conseqüentemente, perdendo massa com o passar do tempo.

Mota et al. (2003) verificaram em maracujazeiros amarelos que a cera de carnaúba apresentou eficiência na conservação pós-colheita em relação à testemunha (controle), em função da menor porcentagem de perda de matéria fresca e manutenção de maior teor relativo de água no pericarpo.

Os resultados de perda de massa fresca obtidos neste trabalho vêm corroborar também com Jacomino et al. (2003) ao utilizarem ceras à base de carnaúba como uma alternativa plausível para ampliar o tempo de conservação de goiabas ‘Pedro Sato’, em condição ambiente. Como já mencionado, seu uso além de retardar o amadurecimento e a perda de massa, reduz também a incidência de podridões.

5.2.2 Textura

Os resultados baseados nas médias da textura do caju e da goiaba nos tratamentos avaliados e nas duas temperaturas são apresentados nas Tabelas 10 e 11, respectivamente.

Tabela 10 - Média dos valores de firmeza do caju CCP76 nos quatro tratamentos e armazenamento a 10 °C e 24° C

Temperatura	Tempo de armazenamento (dias)	Textura (N)			
		Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórbito
10°C	4	6,61	6,78	6,54	6,56
	8	6,35	7,25	7,53	6,35
	12	4,24	5,86	6,77	5,70
	16	4,98	5,94	5,82	5,98
24°C	0	6,15	5,62	6,14	6,38
	4	4,09	4,78	5,43	4,35

Tabela 11 - Média dos valores do parâmetro - textura da goiaba ‘Paluma’ nos quatro tratamentos e armazenamento a 10 °C e 24° C

Temperatura	Tempo de armazenamento (dias)	Textura (N)			
		Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórbico
10°C	0	16,41	14,02	16,49	11,81
	4	16,76	77,85	75,13	34,13
	8	12,62	72,67	56,15	15,13
	12	18,08	56,78	8,713	41,48
	16	16,44	51,31	59,21	24,57
	20	10,56	71,97	50,93	27,79
	24	7,83	40,80	43,89	21,39
24°C	0	16,41	12,27	16,49	13,62
	4	11,71	56,27	99,81	57,73
	8	21,72	36,07	79,22	18,68
	12	2,177	4,40	4,67	3,57

Foi observado que à medida que se aumentava o tempo de armazenamento, sobretudo nas frutas armazenadas sob temperatura de 24 °C ocorria uma diminuição da textura dos cajus, muitas vezes impossibilitando a leitura pelo texturômetro, pois os pseudofrutos apresentavam resistência à penetração do probe (aspecto de borracha). Nos Cajus CCP76 armazenados à temperatura de 24 °C, portanto, ficou mais evidente a redução da textura, como se percebe na Tabela 11.

Observou-se tanto em cajus como em goiabas que à medida que se aumentava o tempo de armazenamento as frutas apresentaram valores menores de textura. Observou-se também que as frutas mantidas em temperatura de 24 °C tiveram uma vida útil menor que as frutas mantidas em temperatura de 10 °C.

Avaliando os dados do caju armazenado sob refrigeração, não foi observada interação significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos e o tempo de armazenamento (Tabela 12), verificando-se ainda diferença significativa somente ao longo do tempo do armazenamento, ajustando-se ao modelo linear (Figura 4).

Tabela 12 - Análise de variância (ANOVA) e regressão para o parâmetro – Textura do caju armazenada à temperatura de 10 °C

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio
		Textura
Tratamento (T)	3	2,2097*
Erro (a)	8	1,9531
Tempo (t)	4	4,2207*
T x t	11	0,6668 ^{ns}
Erro (b)	26	0,7929
Linear	1	7,8203*
Falta de ajuste	3	1,9884 ^{ns}

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$); ^{ns} Não significativo ao nível de 5% de probabilidade; GL – Grau de liberdade.

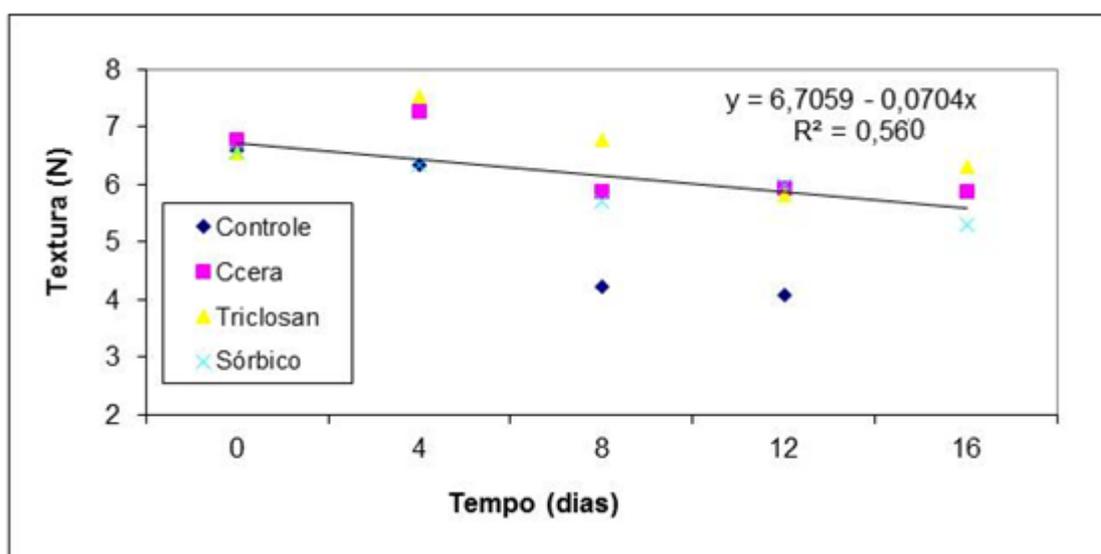


Figura 4 - Variação da textura do caju CCP76 ao longo do tempo de armazenado a 10 °C

Os caju revestidos apresentaram maior firmeza que os caju não revestidos, independente da temperatura de armazenamento, como mostram os gráficos (Figura 4), Observou-se, portanto, que o triclosan e a cera foram eficientes na conservação dos caju.

Avaliando os dados da goiaba armazenada sob 10 °C, foi observada interação significativa ($P \leq 0,05$) entre os tratamentos e o tempo de armazenamento (Tabela 13), sendo feita a análise de regressão dos tratamentos aplicados às goiabas individualmente. Verificou-se variação significativa somente para o tratamento controle, porém, este não teve um modelo ajustado aos dados. A textura manteve-se constante para os outros tratamentos.

Tabela 13 - Análise de variância (ANOVA) e regressão para o parâmetro – Textura da goiaba ‘Paluma’ revestida com armazenada à temperatura de 10 °C

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio
		Textura
Tratamento (T)	3	36081,5111*
Erro (a)	8	1113,0376
Tempo (t)	3	9374,9263*
T x t	9	9137,7741*
Erro (b)	29	1747,0057
Controle		
Linear	1	755,5483*
Falta de ajuste	5	515,4758*
Quadrado	2	454,8339*
Falta de ajuste	4	605,8148*
Cúbico	3	51373574,5367*
Falta de ajuste	3	769,3991*
Cera de carnaúba		
Linear	1	1370,7312 ^{ns}
Falta de ajuste	5	10567,3218*
Quadrado	2	12094,0062 ^{ns}
Falta de ajuste	4	7504,8945*
Cúbico	3	11114,3555 ^{ns}
Falta de ajuste	3	6954,8413*
Cera + Triclosan		
Linear	1	872,4106 ^{ns}
Falta de ajuste	5	12057,4528*
Quadrado	2	11105,6148 ^{ns}
Falta de ajuste	4	14737,1112*
Cúbico	3	3093,8014 ^{ns}
Falta de ajuste	3	17292,7567*
Cera + ácido sórbico		
Linear	1	427,2852 ^{ns}
Falta de ajuste	5	2253,6913*
Quadrado	2	1744,1103 ^{ns}
Falta de ajuste	4	2051,8802*
Cúbico	3	1205,9182 ^{ns}
Falta de ajuste	3	2692,6623*

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$); ^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade; GL – Grau de liberdade.

Observou-se que as goiabas revestidas apresentaram melhor firmeza em relação às frutas controle. As frutas mantidas em temperatura 10 °C apresentaram maior perda de textura que as mantidas sob refrigeração. Mais uma vez a teoria dos obstáculos se confirma.

Avaliando os dados da goiaba armazenada sob refrigeração, foi observada interação significativa ($P \leq 0,05$) entre os tratamentos e o tempo de armazenamento, sendo feita a análise de regressão dos tratamentos aplicados às goiabas individualmente. Verificou-se variação significativa somente para o tratamento controle, porém, este não teve um modelo ajustado aos dados. A textura manteve-se constante para os outros tratamentos (Tabela 14).

Tabela 14 - Análise de variância (ANOVA) e Regressão para o parâmetro - Textura da goiaba 'Paluma' armazenada à temperatura de 24 °C

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio
		Textura
Tratamento (T)	3	21825,7945*
Erro (a)	8	442,0340
Tempo (t)	3	32540,7349*
T x t	9	6567,2560*
Erro (b)	29	875,7370
Controle		
Linear	1	1901,2043*
Falta de ajuste	2	212,5771*
Quadrado	2	202,0746*
Falta de ajuste	1	211,2092
Cera de carnaúba		
Linear	1	2332,9022*
Falta de ajuste	2	1383,69613*
Quadrado	2	13865,6208*
Falta de ajuste	1	2280,5842*
Cera + ácido sórbico		
Linear	1	1343,4086*
Falta de ajuste	2	3948,5159*
Quadrado	2	3907,2387*
Falta de ajuste	1	1425,9631*
Cera + Triclosan		
Linear	1	2463,9215*
Falta de ajuste	2	56372,2880*
Quadrado	2	56424,7313*
Falta de ajuste	1	2359,0349*

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$); ^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade; GL – Grau de liberdade.

5.2.3 pH

Os resultados de pH do caju CCP76 nas duas temperaturas de armazenamento (10 °C e 25°C) estão expressos na Tabela 15.

Tabela 15 - Valores médios de pH do caju CCP76 para as duas temperaturas de 10 °C armazenamento e 24 °C

Temperatura	Tempo de armazenamento (dias)	pH			
		Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórbico
10°C	0	4,58	4,65	4,60	4,57
	4	4,56	4,62	4,43	4,58
	8	4,82	4,64	4,75	4,84
	12	.	.	4,81	4,90
	16	.	.	5,00	5,12
24°C	0	4,28	4,56	4,42	4,29
	4	.	4,37	4,44	4,52

Observa-se que não houve variação nos valores de pH durante o armazenamento, tanto na temperatura de 24 °C como na temperatura de 10 °C para as duas frutas em estudo.

Observou-se que o caju armazenado a 24 °C teve uma breve vida útil. Os caju não revestidos não chegaram ao quarto dia, sendo as amostras do produto descartadas por apresentar sinais de contaminação. Os caju revestidos com cera, os revestidos com cera incorporada com triclosan e os revestidos com cera incorporada com ácido sórbico tiveram vida útil de quatro dias e seus valores de pH foram bem próximos.

Estatisticamente os valores obtidos para o pH dos tratamentos de caju armazenados a 10 °C não apresentaram interação significativa entre tempo e tratamento, assim como não apresentaram variação com o tempo de armazenamento e entre os tratamentos ($p>0,05$), como mostra a Tabela 16.

Tabela 16 - Análise de variância (ANOVA) do pH do caju CCP76 armazenado a 10 °C

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio
Tratamento (T)	3	0,0504 ^{ns}
Erro (a)	8	0,1899
Tempo (t)	4	0,1854 ^{ns}
Trat x Tempo	10	0,0220 ^{ns}
Erro (b)	17	0,0603

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$); ^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade; GL – Grau de liberdade.

Os resultados de pH da goiaba ‘Paluma’ nas temperaturas de 10 °C e 24 °C estão expressos na Tabela 17.

Tabela 17 - Valores das médias do pH dos quatro tratamentos da goiaba ‘Paluma’ mantidas sob temperatura de 10 °C e 24 °C

Temperatura	Tempo de armazenamento (dias)	pH			
		Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórico
10°C	0	3,73	3,63	3,71	3,74
	4	3,65	3,76	3,81	3,85
	8	3,73	3,61	3,65	3,82
	12	3,77	3,78	3,75	3,67
	16	3,82	3,83	3,70	3,76
	20	-	3,77	3,78	3,82
24°C	0	3,80	3,94	3,91	3,91
	4	3,78	3,65	3,66	3,61
	8	3,97	4,01	3,86	3,86

Os valores de pH da goiaba ‘Paluma’ mostraram pouca variação nos tempos de armazenamento para todos os tratamentos e inclusive para as duas temperaturas de armazenamento. O maior valor de pH ao longo do armazenamento foi verificado no oitavo tempo de armazenamento (tempo máximo em que a fruta foi armazenada sob temperatura de 24 °C). Segundo trabalhos realizados por Bruninni et al. (2003) o pH da polpa de goiaba se mantiveram durante o armazenamento, dados semelhantes aos observados neste trabalho. Os valores de pH das goiabas neste experimento estão dentro do limite citados por Yusof (1990 apud Oliveira, 2011) para diversas variedades de goiaba.

Estatisticamente, os valores obtidos para o pH das goiabas mantidas sob 10 °C dos tratamentos refrigerados não apresentaram interação significativa entre tempo e tratamento, assim como não apresentaram variação com o tempo de armazenamento e entre os tratamentos ($p>0,05$), como mostra na Tabela 18.

Tabela 18 - Análise de Variância (ANOVA) para os parâmetros – pH da goiaba ‘Paluma’ sob temperatura de 10 °C

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio
		pH
Tratamento (T)	3	113019,33 ^{ns}
Erro (a)	4	202537,06
Tempo (t)	5	78966,51 ^{ns}
Trat x Tempo	15	69657,32 ^{ns}
Erro (b)	11	5313,31

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p\leq 0,05$); ^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade; GL – Grau de liberdade.

Os valores de pH apresentaram interação significativa entre tempo e tratamento para as goiabas armazenadas a 24 °C, apresentando variação com tempo de armazenamento e não apresentando variação entre os tratamentos ($p>0,05$); porém, não foi possível testar modelos matemáticos, pois só foram avaliados três tempos de armazenamento (Tabela 19).

Tabela 19 - Análise de variância (ANOVA) e regressão para os parâmetros – pH da goiaba ‘Paluma’ sob temperatura de 24 °C

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio
		pH
Tratamento (T)	3	0,0158 ^{ns}
Erro (a)	4	0,0108
Tempo (t)	2	0,4326*
Trat x Tempo	6	0,0317*
Erro (b)	7	0,0394

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p\leq 0,05$); ^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade; GL – Grau de liberdade.

Observou-se que houve variação nos valores de pH das goiabas durante o tempo armazenamento sob temperatura de 10 °C, o mesmo não ocorreu para as goiabas mantidas sob 24 °C.

Segundo Medlicott et al. (1986) e Chitarra e Chitarra (2005), com o aumento dos valores de pH ocorre também a redução da acidez, comportamento decorrente do consumo

dos ácidos orgânicos no processo respiratório, fato observado neste experimento com as amostras de caju CCP76 e em consonância com Oliveira et al. (2011).

Não houve diferença significativa entre os diferentes tratamentos avaliados, o que está de acordo com as observações de Paul e Chen (2000), Gil et al. (2006) e Gonzáles-Aguilar et al. (2007) os quais também não encontraram diferenças significativas nas variações de pH da polpa de manga ao longo do período de armazenamento.

5.2.4 Sólidos solúveis

A Tabela 20 apresenta os valores das médias dos sólidos solúveis dos quatro tratamentos do caju armazenado nas duas temperaturas de armazenamento.

Tabela 20 - Médias dos teores de sólidos solúveis (°Brix) dos quatro tratamentos do caju CCP76 armazenado a 10 °C e a 24 °C

Temperatura	Tempo de armazenamento (dias)	Sólidos Solúveis (°Brix)			
		Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórbico
10°C	0	11,8	11,5	11,6	11,5
	4	11,5	11,8	11,1	11,8
	8	11,8	11,7	11,4	11,5
	12	11,9	11,8	10,7	11,4
	16	-	-	11,7	11,8
24°C	0	11,3	11,4	11,6	11,6
	4	-	-	10,7	-

- não analisadas

Estatisticamente, os valores obtidos para os sólidos solúveis no caju refrigerado não apresentaram interação significativa entre tempo e tratamento; porém, apresentaram variação significativa durante o armazenamento ($p \leq 0,05$). Somente observou-se ajuste ao modelo cúbico, entretanto verificou-se um baixo coeficiente de determinação ($R^2 = 0,323$) (Tabela 21).

Nos cajus mantidos sob temperatura ambiente observou-se que a vida útil fora de 24 horas, entretanto no tempo zero os teores de sólidos solúveis dos frutos revestidos com cera incorporada com agentes antimicrobianos apresentaram teores de sólidos solúveis próximos aos outros tratamentos.

Tabela 21-Análise de Variância (ANOVA) e regressão para sólidos solúveis do caju à temperatura de 10 °C

Fonte de variação	GL	Sólidos Solúveis (°Brix)
Tratamento (T)	3	0,6582 ^{ns}
Erro (a)	8	0,8465
Tempo (t)	4	3,0759*
Trat x Tempo	10	0,3682 ^{ns}
Erro (b)	17	0,5197
Linear	1	5,4089*
Falta de ajuste	3	3,0977*
Quadrático	2	0,2397 ^{ns}
Falta de ajuste	2	0,0917 ^{ns}
Cúbico	3	4,7493667*
Falta de ajuste	1	0,4532 ^{ns}

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$); ^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade; GL – Grau de liberdade.

Com relação à goiaba ‘Paluma’, este cultivar produz frutos com altos teores de sólidos solúveis (GUITIERREZ et al., 2002) em torno de 17 °Brix; entretanto, os valores de sólidos solúveis (SS) para a goiaba ‘Paluma’ não revestida (controle) mantida sob temperatura de 24 °C foram de 8,5 a 9,6 °Brix no tempo zero e no tempo 8 dias de armazenamento, respectivamente.

Valores semelhantes foram encontrados nos demais tratamentos (Tabela 22), pois no quarto dia de armazenamento a 24 °C observou-se que as frutas sem revestimento e as revestidas com cera sem antimicrobianos apresentaram respectivamente 8,72 °Brix e 8,83 °Brix, contudo, as frutas revestidas com cera e triclosan a 1% e cera com ácido sórbico a 0,1% os valores de °Brix foram de 8,65 °Brix, para ambos, estando dentro do recomendado para colheita por Medicott; Reynolds (1998) que preconizam teores que variam de 7 a 8 °Brix.

Tabela 22 - Médias dos teores de sólidos solúveis (SS) dos quatro tratamentos da goiaba 'Paluma' armazenada a 10 °C e a 24 °C

Temperatura	Tempo de armazenamento (dias)	Sólidos Solúveis (°Brix)			
		Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórbico
10°C	0	9,30	9,31	9,46	9,48
	4	9,53	8,99	9,03	9,00
	8	10,03	9,16	8,96	9,28
	12	9,55	9,30	8,88	9,66
	16	10,15	9,00	9,75	9,11
	20	10,7	10,06	10,13	9,68
24°C	0	8,5	8,033	8,26	8,63
	4	8,72	8,83	8,65	8,65
	8	9,66	9,78	9,9	9,15

Estatisticamente, os valores obtidos para os sólidos solúveis da goiaba armazenada a 24 °C não apresentaram interação significativa entre tempo e tratamento; porém, apresentaram variação significativa durante o armazenamento ($p \leq 0,05$) (Tabela 23), ajustando-se o modelo linear aos dados (Figura 5).

Tabela 23 - Análise de variância (ANOVA) e regressão para sólidos solúveis da goiaba 'Paluma' à temperatura de 10 °C

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio
		Sólidos solúveis
Tratamento (T)	3	1,6998*
Erro (a)	4	0,2657
Tempo (t)	5	2,1746*
Trat x Tempo	15	0,5105 ^{ns}
Erro (b)	11	0,7425
Linear	1	6,0479*
Falta de ajuste	4	0,9374 ^{ns}

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$); ^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade; GL – Grau de liberdade.

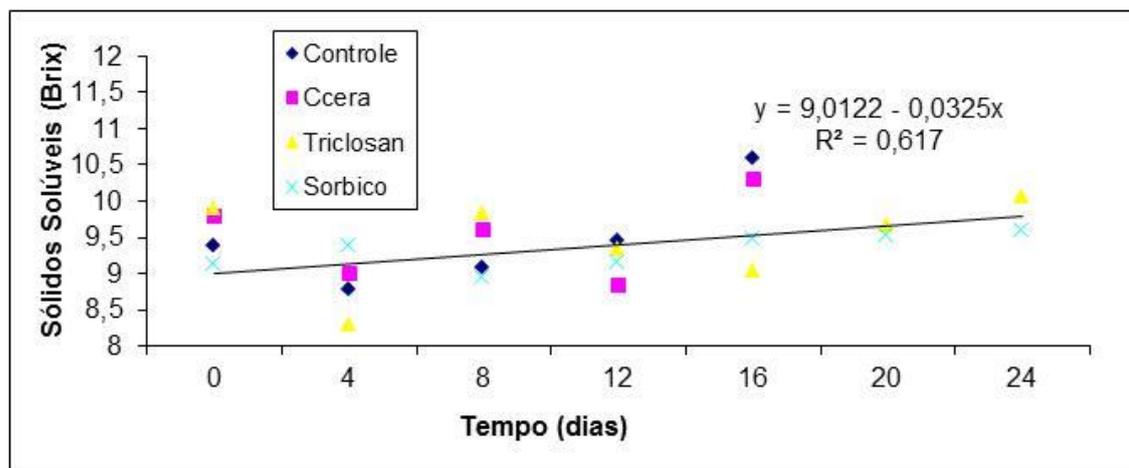


Figura 5 – Variação de Sólidos Solúveis da goiaba ‘Paluma’ ao longo do armazenamento a 10° C

Estatisticamente, os valores obtidos para os sólidos solúveis da goiaba refrigerada não apresentaram interação significativa entre tempo e tratamento; porém, apresentaram variação significativa durante o armazenamento ($p \leq 0,05$), ajustando-se o modelo linear aos dados (Tabela 24). O gráfico não foi representado, pois só havia três pontos de armazenamento.

Tabela 24 - Análise de Variância (ANOVA) e Regressão para sólidos solúveis da goiaba ‘Paluma’ à temperatura de 24 °C

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio
		Sólidos solúveis
Tratamento (T)	3	0,2094 ^{ns}
Erro (a)	4	3,9573
Tempo (t)	2	9,6074*
Trat x Tempo	6	0,5131 ^{ns}
Erro (b)	7	2,7144
Linear	1	18,9231
Falta de ajuste	1	1,0604 ^{ns}

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$); ^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade; GL – Grau de liberdade.

Observou-se que tanto nas frutas mantidas sob temperatura ambiente, como nas frutas armazenadas em temperatura de refrigeração ocorreu um aumento de sólidos solúveis diretamente proporcionais ao tempo de armazenamento.

Os sólidos solúveis das goiabas não revestidas (controle) mantidas sob refrigeração variaram de 9,30 a 10,7 °Brix. Estes valores estão um pouco mais acima dos valores obtidos pelos demais tratamentos.

De acordo com Cereda (1999), os sólidos solúveis têm pequenas variações durante o armazenamento, e os aumentos que se verificam, podem ser explicados pela perda de água das frutas. Já estudos realizados por Coccozza (2003) encontraram-se sólidos solúveis no intervalo de 6,65 a 21,9 °Brix, sendo que esta oscilação pode ocorrer devido à diferença do cultivar, do estágio de maturação do fruto e das condições de plantio.

5.2.5 Acidez Titulável (AT)

Não foi verificada interação significativa dos valores de acidez titulável para os cajus CCP76 armazenados a 10 °C entre os parâmetros tempo e tratamento; assim como não foi verificada variação dos valores ao longo do tempo de armazenamento e entre os tratamentos (Tabela 25).

Tabela 25 - Análise de variância (ANOVA) para o parâmetro acidez titulável do caju armazenado à temperatura de 10 °C

Fonte de variação	GL	Quadrado médio
		Acidez titulável
Tratamento (T)	3	0,0021 ^{ns}
Erro (a)	8	0,0130
Tempo (t)	4	0,0089 ^{ns}
Trat x Tempo	12	0,0022 ^{ns}
Erro (b)	20	0,0028

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$); ^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade; GL – Grau de liberdade.

A Tabela 26 apresenta os valores das médias dos quatro tratamentos do caju CCP76 armazenados a 10 °C e a 24 °C

Tabela 26 – Médias dos valores de acidez dos quatro tratamentos do caju CCP76 armazenados a 10 °C e a 24 °C

Temperatura	Tempo de armazenamento (dias)	Acidez Titulável (% de ácido cítrico)			
		Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórbico
10°C	0	0,17	0,15	0,16	0,17
	4	0,19	0,16	0,19	0,16
	8	0,13	0,14	0,15	0,15
	12	0,15	0,17	0,14	0,13
	16	0,13	0,16	0,15	0,14
24°C	0	0,21	0,16	0,19	0,24
	4	.	0,16	0,24	0,23

Os valores de acidez do caju armazenado em temperatura de 24 °C aumentaram apesar de que não se possa dizer que foi um aumento considerável, o que pode ser atribuído ao aumento na intensidade do processo respiratório. Nessa temperatura as frutas tiveram vida útil muito breve. No caju controle mantido sob temperatura de 24 °C, cujo teor de acidez no tempo zero foi de 0,21% de ácido cítrico obteve uma vida útil de 24h enquanto que o caju submetido aos revestimentos apresentou vida útil de 4 dias, que o caju revestido.

Os teores de acidez das frutas neste trabalho variaram de 0,15% a 0,16% respectivamente para as frutas revestidas com cera no tempo zero e 16º dia de armazenamento a temperatura de 10 °C. Estes valores diferem dos valores encontrados por PRICE et al., (1975 apud MENEZES e ALVES, 1995), que encontraram os valores médios de acidez titulável de 0,48; 0,30 e 0,58% para pedúnculos de suco doce, ácido e adstringente, respectivamente. Ressalta-se que os valores de AT em pedúnculos do caju armazenados sob refrigeração são ligeiramente superiores aos valores das mantidas em temperatura de 24 °C.

Quanto à goiaba ‘Paluma’ os resultados de acidez titulável neste experimento mostraram que os valores nas goiabas controle armazenadas sob 10 °C variaram de 0,77 % a 1,09% de ácido cítrico, observando-se uma diminuição gradativa até os 12 dias de armazenamento (Tabela 27). Os Valores da ATT das goiabas mantidas sob 10 °C ficaram em torno de 0,76 % a 1,00 % de ácido cítrico, o que está próximo dos valores relatados por Gerhardt et al. (1997 apud MORGADO, 2010), os quais apresentam valores de acidez de goiabas variando de 0,24 a 1,79% de ácido cítrico.

A Tabela 27 permite se observar os valores da acidez dos quatro tratamentos a que foram submetidas as goiabas ‘Paluma’.

Tabela 27 - Acidez dos quatro tratamentos da goiaba ‘Paluma’ armazenada a 10 °C e a 24 °C

Temperatura	Tempo de armazenamento (dias)	Acidez Titulável (AT)			
		Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórbico
10°C	0	0,77	0,82	0,75	0,83
	4	0,80	0,82	0,79	0,87
	8	0,77	0,91	0,94	0,81
	12	0,80	0,94	0,84	0,95
	16	0,90	0,98	0,84	0,95
	20	0,92	0,90	0,90	0,94
	24	1,04	0,89	1,08	0,92
24°C	0	0,77	0,81	0,75	0,83
	4	0,70	0,74	0,87	0,90
	8	0,72	0,84	0,66	0,85

Nota-se, através da Tabela 27, que a partir do tempo 8 dias de avaliação, os maiores valores de AT foram apresentados pelos tratamentos com cera de carnaúba associados aos agentes antimicrobianos, resultados semelhantes aos observados por Oliveira et al, (2011).

Este fenômeno pode ser atribuído a uma menor taxa respiratória dos frutos submetidos a esses tratamentos, pois, segundo Jacobi et al (2000) e Tovar et al. (2001), a acidez titulável, que é um parâmetro adicional para medir o grau de amadurecimento dos frutos, decresce à medida que o fruto amadurece devido à utilização de ácido cítrico e ácido málico como substrato respiratório e, portanto, a atmosfera modificada promoveu uma redução na taxa respiratória e uma menor quebra de ácidos orgânicos utilizados durante o metabolismo das frutas.

A avaliação dos tratamentos estudados com o tempo de armazenagem mostrou ter ocorrido uma interação significativa ($p \leq 0,05$) com relação à acidez titulável a temperatura de 24 °C. Estes dados estão expostos na Tabela 28.

Tabela 28 – Análise de Variância (ANOVA) e Regressão para acidez titulável da goiaba ‘Paluma’ à temperatura de 10 °C

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio
		Acidez refrigerada
Tratamento (T)	3	0,0544*
Erro (a)	4	0,1279
Tempo (t)	4	0,0643*
Trat x Tempo	12	0,0449*
Erro (b)	12	0,041

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$) ^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade; GL – Grau de liberdade.

Brunini et al(2003) observaram que os valores de acidez titulável da goiaba revestidas com cera e agentes antimicrobianos e das goiabas revestidas com cera e as não revestidas se mantiveram durante o armazenamento, dados diferentes dos observados neste trabalho

Os dados na Tabela 28 mostram que a acidez titulável das goiabas tratadas e armazenadas nas duas temperaturas apresentaram oscilações nos tempo de estocagem, sugerindo uma desuniformidade do ponto de colheita destas frutas, apesar de terem sido colhidas no mesmo pomar, no mesmo dia sob as mesmas condições.

Paro (1996) em seus experimentos com goiaba da mesma cultivar empregando-se embalagem plástica e revestimento com cera, em associação com armazenamento refrigerado observou oscilação significativa nos teores de acidez.

As goiabas revestidas com cera mantidas sob 10 °C no presente trabalho apresentaram valores de acidez, que variaram de 0,82 a 0,89 de ácido cítrico por 100g, diferentes dos citados por Moraes (1998), que foram de 0,399 a 0,217g de ácido cítrico por 100g.

Os valores aqui encontrados estão dentro do intervalo encontrado para frutos ‘in natura’, da mesma cultivar, por Paro (1996) ao empregar embalagem plástica e revestimento com cera, em associação com armazenamento refrigerado. A Tabela 29 apresenta a análise de variância e regressão para a acidez da goiaba ‘Paluma’ tratada neste trabalho.

Tabela 29 – Análise de variância (ANOVA) e regressão para acidez titulável da goiaba ‘Paluma’ à temperatura de 24 °C

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio
		Acidez Ambiente
Tratamento (T)	3	0,0609*
Erro (a)	4	0,1130*
Tempo (t)	4	0,0270 ^{ns}
Trat x Tempo	12	0,0399*
Erro (b)	12	0,0451*

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$); ^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade; GL – Grau de liberdade.

Neste trabalho pôde-se observar também a alteração das frutas, ocasionada pela ação de podridões que apesar de este não ser o objetivo do trabalho, ficou evidente que o emprego do revestimento a base de cera de carnaúba com adição de agente antimicrobiano possibilitou a visualização do comportamento das frutas no tocante à aparência das mesmas.

As frutas revestidas e mantidas sob refrigeração obtiveram uma melhor aparência ao longo do armazenamento, não se observando a presença de podridões. A ocorrência de podridões foi, portanto, retardada nas frutas revestidas e submetidas à temperatura de refrigeração. As frutas revestidas com cera de carnaúba adicionadas de triclosan tiveram um melhor resultado comparado aos outros tratamentos nas mesmas condições de temperatura.

5.2.6 Vitamina C

Não foi verificada interação significativa para os caju CCP76 armazenados a 10 °C entre os parâmetros tempo e tratamento; assim como não foi verificada variação dos valores ao longo do tempo de armazenamento e entre os tratamentos (Tabela 30). Não foi realizada análise de variância para os caju CCP76 armazenados a 24 °C, pois só havia valores de uma repetição. A justificativa para este evento é o fato de o caju mantido à temperatura de 24 °C apresentou uma vida útil muito breve, e optou-se por não se empregar esta temperatura de armazenamento num primeiro momento.

Tabela 30 - Análise de variância (ANOVA) para o parâmetro Vitamina C do caju armazenado à temperatura de 10 °C

Fonte de variação	GL	Quadrado médio
Tratamento (T)	3	252,8725 ^{ns}
Erro (a)	4	60125,8624
Tempo (t)	4	8354,3242 ^{ns}
Trat x Tempo	10	571,3553 ^{ns}
Erro (b)	3	3377,2350

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$); ^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade; GL – Grau de liberdade.

Neste trabalho as frutas mantidas sob 10 °C tiveram os teores de ácido ascórbico durante o armazenamento, variando de 107 a 389 mg de ácido ascórbico para o caju CCP76 e de 156 a 416 mg de ácido ascórbico para a goiaba ‘Paluma’, expressos em tabela (Tabela 31).

Entretanto, não houve diferença significativa em nível de 5% de probabilidade entre os tratamentos, tanto para o caju CCP76 como para goiaba ‘Paluma’ nas temperaturas de 10°C e 24° C.

Tabela 31 – Valores médios da vitamina C do caju CCP76 nos quatro tratamentos em temperatura de 10 °C e temperatura de 24 °C

Temperatura	Tempo de armazenamento (dias)	Vitamina C			
		Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórbico
10°C	0	265,1	303,2	294,8	389,9
	4	229,4	223,9	228,3	217,4
	8	238,3	231,5	248,4	226,8
	12	107,7	196,7	161,0	161,6
	16	.	.	265,3	257,9
24°C	0	142,4	206,1	234,5	389,6
	4	.	139,0	95,6	84,6

Os teores de vitamina C dos cajus não apresentaram variação com o tempo de armazenamento, sendo seus valores iniciais de 265,10 mg/100 g a 107,72 mg/100 g para o

controle e 303,3 mg/100 g a 197,00 mg/100 g para o controle com cera, ambos mantidos em temperatura de refrigeração. Os teores de vitamina C para os outros tratamentos (cera + triclosan e cera + ácido sórbico) também não apresentaram diferença significativa em nível de 5% de probabilidade.

De acordo com Maia, Soares (1970 apud LAVINAS et al., 2006) o caju apresenta grande variabilidade quanto ao conteúdo de ácido ascórbico, tendo sido encontrado o valor máximo de 387,0 mg/100 g e mínimo de 156,0 mg/100 g, para caju colhidos em um mesmo pomar. OLIVEIRA et al (2011), observaram que o teor de vitamina C em polpa de caju também variou consideravelmente, entre 76,95 e 228,02 mg/100 g.

Com relação às goiabas 'Paluma' mantidas sob temperatura de 10 °C, neste estudo, os teores de Vitamina C, foram de 156,7 a 416,0 mg de ácido ascórbico.100 g⁻¹ de polpa para o tempo zero e tempo 24 respectivamente para a goiaba controle.

Valores similares a estes foram encontrados para os outros tratamentos, não havendo diferença significativa entre os mesmos. Estes resultados diferem dos resultados encontrados por Batista et al.,(2009) ao associarem 1-MCP com cera de carnaúba na conservação de goiaba 'Paluma'.

Resultados diferentes também foram encontrados por Silva et al (2009) ao estudarem os efeitos de diferentes processamentos em suco de laranja e por Brunini et al,(2009) onde verificou-se que o teor de vitamina em goiabas mantidas sob temperatura de 12±1°C foi melhor para retenção da vitamina C e que o uso da cera Sparcitrus, associada a embalagem, foi a que melhor contribuiu para diminuição das perda de vitamina C ao final do período de armazenamento.

As goiabas controle mantidas sob temperatura de 24°C apresentaram teores ao final de 8 dias de armazenamento 140,6 mg de ácido ascórbico.100 g⁻¹ de polpa, já as goiabas revestidas com cera apresentaram, 152,05 e as goiabas revestidas com cera+triclosan e Cera + ácido sórbico 1365,6 e 128,1 mg de ácido ascórbico.100 g⁻¹ de polpa, respectivamente (Tabela 31) Resultados semelhantes foram encontrados por YAMASHITA ; BENASSI (2000), quando trabalharam com goiabas 'Pedro Sato', que também observaram teores médios de ácido ascórbico maiores que os encontrados neste experimento, em torno de 135,58 mg.100g⁻¹ de polpa.

Estatisticamente, os valores obtidos para vitamina C para as goiabas mantidas a 10 °C e a 24 °C não apresentaram interação significativa entre tempo e tratamento; e nem para o tempo e os tratamentos, separadamente (Tabelas 32 e 33).

Tabela 32 – Análise de variância (ANOVA) e regressão para vitamina C da goiaba ‘Paluma’ a temperatura de 10 °C

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio
		Vitamina C
Tratamento (T)	3	681,8809 ^{ns}
Erro (a)	4	20492,1863
Tempo (t)	2	33390,7676 ^{ns}
Trat x Tempo	6	68,9959 ^{ns}
Erro (b)	8	10155,1881

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$); ^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade; GL – Grau de liberdade.

Tabela 33 – Análise de variância (ANOVA) e regressão para vitamina C da goiaba ‘Paluma’ à temperatura de 24 °C

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio
		Vitamina C
Tratamento (T)	3	4991,2643 ^{ns}
Erro (a)	4	44233,4481
Tempo (t)	6	66740,9805 ^{ns}
Trat x Tempo	18	1540,2652 ^{ns}
Erro (b)	8	1780,6935

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$); ^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade; GL – Grau de liberdade.

A Tabela 34 apresenta os valores das médias da vitamina C da goiaba ‘Paluma’ nos quatro tratamentos nas duas temperaturas de armazenamento.

Tabela 34 – Valores médios da vitamina C da goiaba ‘Paluma’ nos quatro tratamentos em temperatura de 10 °C e 24 °C

Temperatura	Tempo de armazenamento (dias)	Vitamina C			
		Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórbico
10°C	0	156,7	154,7	145,5	149,3
	4	217,2	266,5	176,1	205,3
	8	251,3	219,6	206,4	216,0
	12	286,7	224,9	252,2	240,7
	16	329,7	220,4	260,5	250,8
	20	365,0	280,1	299,9	273,2
	24	416,0	280,4	212,5	252,3
24°C	0	281,6	278,1	259,7	249,9
	4	190,2	198,2	192,7	176,9
	8	140,6	152,0	135,6	128,1

Os teores de vitamina C nos três tratamentos (Cera de carnaúba, Cera de carnaúba + Triclosan, e Cera de carnaúba + Ácido Sórbico) não apresentaram valores relevantes, isto é, não apresentaram valores muito acima dos valores apresentados pela fruta controle.

Os resultados da vitamina C neste experimento diferem do trabalho apresentado por Antunes et al. (2003) ao avaliarem a relação das frutas armazenadas em ambiente a 20°C, onde houve acréscimo no conteúdo de vitamina C total até o oitavo dia, decrescendo a partir de então, sendo inferior ao conteúdo encontrado nas frutas armazenadas em temperatura de refrigeração.

Jerônimo; Kaneshiro (2000) relataram comportamento semelhante desta variável em manga ‘Palmer’ independentemente da temperatura de armazenamento. Já Lima; Durigan (2000) mantiveram 87% do conteúdo inicial da vitamina C de goiaba ‘Pedro Sato’, mantida em refrigeração. Semelhantes resultados foram obtidos neste trabalho, entretanto apesar de se observar que os teores de vitamina C foram mais elevados na temperatura de 10 °C, estes teores de vitamina C não sofreram variação com o tempo de armazenamento.

Na literatura são encontrados tanto valores superiores, quanto inferiores, aos observados para a goiaba nesse estudo. O conteúdo de Vitamina C foi de um modo geral superior aos encontrados por Padula; Rodriguez-Amaya (1986) em goiabas vermelhas cultivadas no Estado de São Paulo (97,7 mg 100 g). Entretanto, os mesmos autores encontraram valores inferiores em goiabas produzidas na região Nordeste do Brasil (9,2 a 52,2 mg 100 g). Os resultados neste estudo são similares aos encontrados por Lima et al.

(2007) ao encontrarem conteúdo de vitamina c em goiabas com casca (144 mg 100 g) em relação a goiabas sem casca (132 mg 100 g). Tais achados reforçam a afirmação da literatura de que os teores de vitaminas podem variar de acordo com a variedade do vegetal, parte do alimento analisada, região e condições de cultivo (LEE; KADER, 2000; SOUZA et al., 2004).

Vale ainda salientar que os valores de vitamina C encontrados no caju CCP76, bem como na goiaba ‘Paluma’ tratados neste trabalho ficaram acima do que se preconiza a recomendação diária de ingestão diária (IDR) de vitamina C que é de 45 mg/dia

5.2.7 Cor

Neste trabalho não foi observada interação significativa ($p > 0,05$) para os parâmetros de cor (L^* , a^* , b^* , hue e croma) para os tratamentos de caju refrigerados a 10 °C (Tabela 35). Somente o parâmetro hue apresentou variação dos valores médios com o tempo de armazenamento, sendo ajustado o modelo linear aos dados (Figura 6).

As cores são classificadas em termos de hue (a cor), luminosidade e saturação (grau de pigmentação). Hue é o termo usado para definir as cores em vermelho, azul, amarelo, ou mesmo a mistura desta. Em relação à luminosidade, os hues (cores) podem ser separados em claros e escuros (KONICA MINOLTA 1998, PIEKARSKI, 2009). Esta luminosidade pode ser calculada independentemente do hue. Já a saturação representa o grau de pigmentação da cor, se mais intensa e brilhante, ou opaca e mais fraca.

Tabela 35 - Análise de variância (ANOVA) para o parâmetro cor do caju armazenado à temperatura de 10 °C

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio					
		L^*	b^*	GL	a^*	Hue	Croma
Tratamento (T)	3	16,9231 ^{ns}	84,4079 ^{ns}	3	6,2981 ^{ns}	5,76556 ^{ns}	55,6943 ^{ns}
Erro (a)	4	20,2374	100,7031	4	14,2167	12,4049	78,0759
Tempo (t)	4	3,9602 ^{ns}	16,5600 ^{ns}	4	46,6733 ^{ns}	38,6805*	27,4645 ^{ns}
Trat x Tempo	12	1,7141 ^{ns}	17,9920 ^{ns}	12	25,0752 ^{ns}	10,8929 ^{ns}	30,3172 ^{ns}
Erro (b)	13	2,9850	53,6881	12	42,7150	11,3372	62,2862
Linear	-	-	-	1	-	159,4949*	-
Falta de ajuste	-	-	-	3	-	21,3129 ^{ns}	-

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$); ^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade; GL – Grau de liberdade.

Não foi realizada análise de variância para os tratamentos com cajus armazenados a 24 °C tendo em vista que só foi realizada uma repetição para esse experimento, sendo apresentado na Tabela 36 somente o valor de uma repetição. A justificativa para isto está no fato de nesta temperatura os pseudofrutos têm vida útil muito breve, e em torno de 48 horas já apresentam sinais de deterioração. Optou-se, portanto, por não empregar a referida temperatura.

A luminosidade para as frutas armazenadas a 10 °C foi semelhante nos tratamentos utilizados, entretanto quando se compara ao tratamento controle observa-se que no final do armazenamento (16 dias) este valor foi melhor para os frutos revestidos, ou seja, as frutas revestidas apresentaram valores que indicaram uma cor mais clara que as frutas não revestidas.

A Tabela abaixo apresenta os valores de L^* nos quatro tratamentos do caju CCP76, nas duas temperaturas estudadas.

Tabela 36 – Média dos valores de L^* nos quatro tratamentos durante o período de armazenamento a 10 °C e 24 °C do caju CCP76

Tempo de armazenamento (dias) a 10 °C	Cor (L^*)			
	Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórico
0	60,52	60,80	62,59	59,00
4	62,61	62,53	62,79	61,73
8	60,12	60,78	63,53	61,35
12	59,25	60,98	62,95	59,32
16	57,26	60,22	64,68	61,93
Tempo de armazenamento (dias) a 24 °C	Cor (L^*)			
	Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórico
0	39,23	42,71	42,35	41,22
4	-	40,87	45,44	43,13
8	-	-	41,70	-

Os valores de a^* para os cajus tratados e armazenados a 10 °C não apresentaram variações durante os dias de armazenamento (Tabela 37). As amostras avaliadas para os cajus revestidos e associados ao triclosan apresentaram menores valores para este parâmetro, entretanto o comportamento se manteve constante principalmente a partir do 8º dia. Para os cajus tratados e armazenados a 24 °C o valor deste parâmetro variou em todos os tratamentos e somente para as amostras revestidas com cera e triclosan foi possível avaliar até o 8º dia.

Tabela 37 – Média dos valores de a^* nos quatro tratamentos durante o período de armazenamento a 10 °C e 24 °C respectivamente para o caju CCP76

Tempo de armazenamento (dias) a 10 °C	Cor (a^*)			
	Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórbico
0	23,23	35,28	32,33	21,74
4	21,77	22,11	20,03	21,69
8	19,97	21,34	16,33	18,32
12	21,21	18,88	13,15	22,57
16	20,41	20,59	13,97	22,27

Tempo de armazenamento (dias) a 24 °C	Cor (a^*)			
	Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórbico
0	16,45	13,39	10,66	16,20
4	-	-	8,68	16,14
8	-	-	14,51	-

Na Tabela 38 verifica-se a média dos valores de b^* nos quatro tratamentos durante o período de armazenamento nas duas temperaturas.

Tabela 38 – Média dos valores de b^* nos quatro tratamentos durante o período de armazenamento a 10 °C e 24 °C caju CCP76

Tempo de armazenamento (dias) a 10 °C	Cor (b^*)			
	Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórbico
0	43,17	51,60	53,64	38,05
4	41,43	39,44	40,78	38,60
8	40,78	39,93	42,47	38,31
12	47,13	43,08	43,60	39,17
16	39,09	47,46	48,65	41,57

Tempo de armazenamento (dias) a 24 °C	Cor (b^*)			
	Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórbico
0	31,13	29,15	30,83	29,93
4	-	27,25	33,45	31,75
8	-	-	27,72	-

Os valores de b^* representam cores do amarelo (+b) para o azul (-b), observou-se que a cor amarela do caju não variou entre os tratamentos quando o fruto foi armazenado a 10 °C. Quando armazenado a 24 °C observou que o tratamento da cera com triclosan manteve os valores próximos durante os 8 dias e estes são relacionados à cor amarelo no diagrama de cromaticidade.

O ângulo de tonalidade também denominado de Hue é a cor propriamente dita. Para os cajus tratados e armazenados a 10° C a cor das frutas não teve variação significativa em nenhum dos tratamentos (Tabela 39). Enquanto para os cajus armazenados a 24 °C este parâmetro apresentou variações bruscas em consonância com o parâmetro a. Observou que a tonalidade foi mais constante quando se utilizou a associação cera e triclosan, onde a perda da tonalidade ocorreu a partir do 4° dia, como apresentados na Figura 6.

Tabela 39 – Média dos valores de Hue nos quatro tratamentos durante o período de armazenamento a 10 °C e 24 ° C do caju CCP76

Tempo de armazenamento (dias) a 10 °C	Cor (Hue)			
	Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórbico
0	61,86	56,89	60,77	60,13
4	63,11	62,01	64,22	62,70
8	64,92	63,95	69,57	65,05
12	65,97	65,07	71,74	63,58
16	62,25	66,31	73,74	61,34

Tempo de armazenamento (dias) a 24 °C	Cor (Hue)			
	Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórbico
0	62,03	65,35	70,66	61,31
4	-	60,89	74,01	60,45
8	-	-	62,53	-

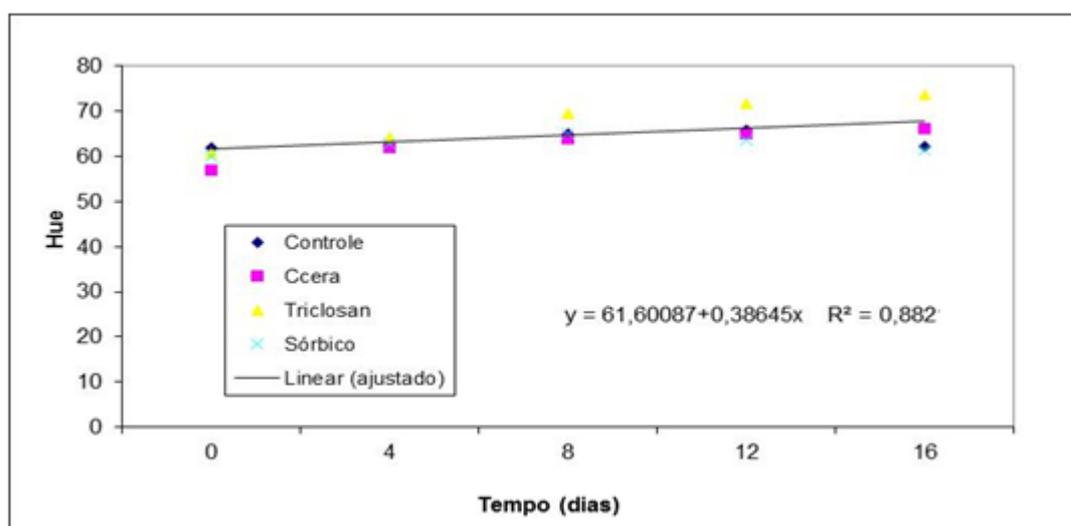


Figura 6 – Variação do Hue do caju CCP76 armazenado a 10 °C

O Cromo está relacionado à saturação e maiores valores expressam intensidade da cor. A exemplo do ângulo de tonalidade, os cajus tratados e armazenados a 10°C não

sofreram variações expressivas. Enquanto para os cajus tratados e armazenados a 24 °C os cajus revestidos apresentaram valores mais altos que os demais tratamentos, principalmente o revestido de cera de carnaúba e triclosan (Tabela 40).

Tabela 40 - Média dos valores de Croma nos quatro tratamentos durante o período de armazenamento a 10 °C e 24 °C respectivamente para o caju CCP76

Tempo de armazenamento (dias) a 10 °C	Cor (Croma)			
	Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórbico
0	44,99	52,68	53,30	41,09
4	47,60	45,80	46,29	45,14
8	46,11	45,92	46,14	42,85
12	52,62	45,77	46,25	46,02
16	44,16	52,27	51,15	48,24
Tempo de armazenamento (dias) a 24 °C	Cor (Croma)			
	Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórbico
0	35,48	32,45	33,11	34,53
4	-	32,23	35,34	36,18
8	.	-	31,57	-

Em todos os parâmetros da cor para o caju foram observadas mudanças quando os mesmos foram armazenados a 24 °C, independente do tratamento. Numa avaliação geral é possível atribuir contribuições das barreiras utilizadas, principalmente a de temperatura de armazenamento de 10 °C, onde foi observado que as coordenadas de avaliação da cor apresentaram melhores resultados. Uma possível explicação para o resultado a manutenção da cor do caju em temperatura de 10 °C pode estar relacionada ao conteúdo de carotenóides presentes nestes frutos, cuja retenção poderá aumentar ao se empregarem temperaturas reduzidas.

Com relação à goiaba ‘Paluma’ tratada neste trabalho, não foi observada interação significativa ($p > 0,05$) para os parâmetros de cor (L^* , a^* , b^* , hue e croma) para os tratamentos de goiabas refrigeradas a 10 °C (Tabela 41). Verificou-se variação dos parâmetros L^* , a^* e hue com o tempo de armazenamento. Para as goiabas armazenadas a temperatura ambiente também não foi observada interação significativa entre os parâmetros tempo e tratamentos, e não entre os tratamentos e tempo isoladamente (Tabela 42).

Tabela 41 – Análise de variância (ANOVA) para o parâmetro cor da goiaba ‘Paluma’ armazenada à temperatura de 10 °C

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio				
		<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	Hue	Croma
Tratamento (T)	3	72,8524 ^{ns}	10,6217 ^{ns}	64,6564 ^{ns}	43,1742 ^{ns}	56,8457 ^{ns}
Erro (a)	5	986,1771	1146,8398	170,8215	4372,0421	173,2040
Tempo (t)	6	22,3566*	27,8793*	23,0559 ^{ns}	78,7932*	23,6647 ^{ns}
Trat x Tempo	18	5,9423 ^{ns}	1,1623 ^{ns}	5,0263 ^{ns}	5,3051 ^{ns}	3,9179 ^{ns}
Erro (b)	15	3,7964	7,2448	9,7659	24,2079	11,1301
Linear	1	835,6312*	845,8833*	-	3009,4713*	-
Falta de ajuste	5	47,2877 ^{ns}	37,6888 ^{ns}	-	137,9154 ^{ns}	-

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$); ^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade; GL – Grau de liberdade.

Tabela 42 – Análise de variância (ANOVA) para o parâmetro cor da goiaba ‘Paluma’ armazenada à temperatura de 24 °C

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio				
		<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	Hue	Croma
Tratamento (T)	3	113,8454 ^{ns}	6,2809 ^{ns}	83,3933 ^{ns}	32,3152 ^{ns}	68,5408 ^{ns}
Erro (a)	4	612,3887	570,9507	2139,0546	1088,5538	1958,4399
Tempo (t)	2	2,2388 ^{ns}	3,9790 ^{ns}	21,7501 ^{ns}	48,6654 ^{ns}	14,4413 ^{ns}
Trat x Tempo	6	29,9421 ^{ns}	3,9790 ^{ns}	26,0317 ^{ns}	9,8039 ^{ns}	22,0520 ^{ns}
Erro (b)	8	17,6806	13,5692	18,4973	34,8957	16,5185

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$); ^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade; GL – Grau de liberdade

O valor da luminosidade *L** das goiabas tratadas até o 16º dia foi de, 42,03, 41,10, 43,08 para o controle com cera, cera+ triclosan, cera + ácido sórbico respectivamente das goiabas revestidas, enquanto o fruto controle apresentou valores maiores em todo o tempo de armazenamento (Tabela 43). As goiabas atingiram o estágio de senescência com oito dias e apenas para as amostras revestidas com cera e triclosan foi possível medir a luminosidade que apresentou um decréscimo em comparação ao primeiro dia.

Na Figura 7 pode-se observar a variação do valor (*L*) da goiaba ‘Paluma’ armazenada a 10 °C durante o período de tempo de armazenamento.

Tabela 43 – Média dos valores de L^* nos quatro tratamentos durante o período de armazenamento a 10 °C e 24 °C da Goiaba ‘Paluma’

Tempo de armazenamento (dias) a 10 °C	Cor (L^*)			
	Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórbico
0	49,07	48,98	48,28	48,81
4	50,19	45,51	46,99	46,72
8	49,41	45,07	44,39	47,56
12	50,27	46,00	45,25	43,44
16	49,18	42,03	41,10	43,08
20	39,56	31,33	31,49	36,55
24	42,20	32,30	29,69	33,06

Tempo de armazenamento (dias) a 24 °C	Cor (L^*)			
	Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórbico
0	49,27	48,98	47,98	48,81
4	56,46	48,24	46,37	47,61
8	61,75	46,16	44,48	46,34

Para as goiabas armazenadas a 24 °C as frutas revestidas apresentaram o mesmo comportamento até o 8º dia com uma queda acentuada na luminosidade.

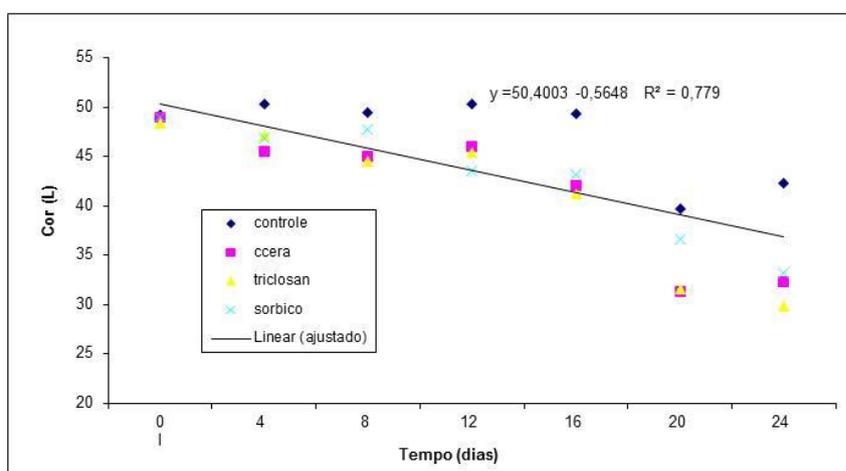


Figura 7 – Variação do valor (L) da goiaba ‘Paluma’ armazenada a 10 °C

Os valores de L para as goiabas não apresentaram variação entre os tratamentos, entretanto, apresentaram variação significativa nos tempo de armazenamento. Atribui-se este resultado a possível diferença entre o estágio de maturação das frutas, que pode ser expressa pela cor da epiderme. Em trabalho realizado para estabelecer a importância do estágio de maturação e da refrigeração, na conservação de goiabas, Morgado (2010) observou que quando armazenada a 10 °C casca tornou-se mais clara durante o armazenamento, o que é

evidenciado pelo aumento nos valores da luminosidade, e que nas frutas maduras e nas armazenadas a 24 °C foi mais acentuado.

Os valores de a^* para frutas revestidas e armazenadas a 10 °C permaneceram negativos até o 12º dia confirmando a manutenção da cor verde das goiabas. A partir do 12º dia as goiabas controle apresentaram cor amarelada mais acentuada que as revestidas, dados observados no gráfico (Figura 8).

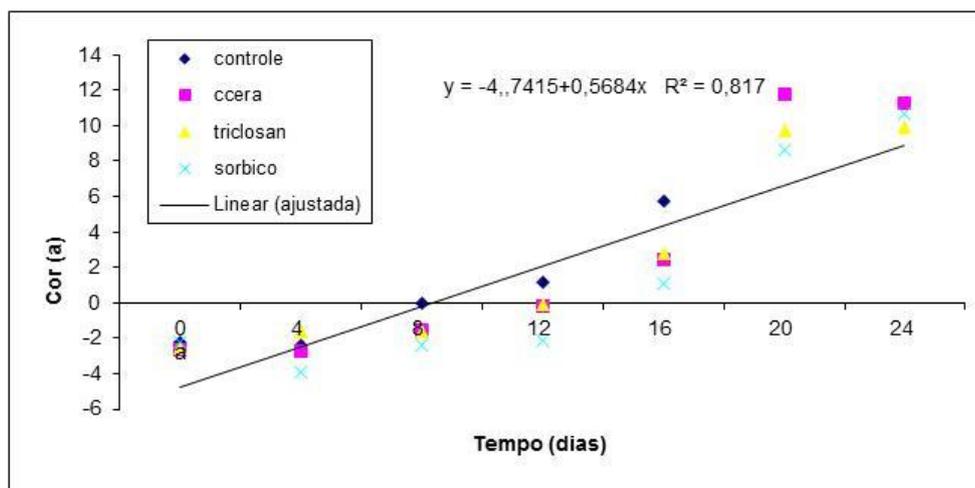


Figura 8 – Variação do valor de a^* da goiaba ‘Paluma’ armazenada a 10 °C

É possível que os revestimentos tenham tido uma influência na mudança da pigmentação. Nas goiabas tratadas e armazenadas a 24 °C houve uma variação de valores, resultando na inconstância da cor nos tratamentos aplicados, entretanto pode-se observar que para as goiabas revestidas com cera e associadas a ácido sórbico não foi encontrada nenhuma relação direta relacionada à contribuição do antimicrobiano na manutenção da cor, pode-se então atribuir este resultado a uma melhor adesão do revestimento neste tratamento, embora todo o processo tenha sido padronizado.

A média dos valores de a^* da goiaba ‘Paluma’ armazenados sob temperatura de 24°C está apresentada na Tabela 44.

Tabela 44 – Média dos valores de a^* nos quatro tratamentos durante o período de armazenamento a 10 °C e 24 °C da Goiaba ‘Paluma’

Tempo de armazenamento (dias) a 10 °C	Cor (a^*)			
	Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórbico
0	-2,26	-2,64	-2,53	-2,22
4	-2,38	-2,76	-1,65	-3,96
8	-0,02	-1,58	-1,67	-2,43
12	1,20	-0,14	-0,09	-2,13
16	5,71	2,41	2,76	1,08
20	5,09	11,74	9,74	8,60
24	3,91	11,28	9,93	10,64

Tempo de armazenamento (dias) a 24 °C	Cor (a^*)			
	Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórbico
0	-1,57	-2,64	-2,53	-2,22
4	1,71	-1,36	-1,01	-2,82
8	-1,45	-2,66	1,35	-2,29

Tabela 45 – Média dos valores de b^* nos quatro tratamentos durante o período de armazenamento a 10 °C e 24 °C da Goiaba ‘Paluma’

Tempo de armazenamento (dias) a 10 °C	Cor (b^*)			
	Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórbico
0	27,69	28,08	27,12	27,28
4	27,66	24,77	23,04	26,21
8	33,38	28,44	27,23	31,10
12	35,37	29,36	28,35	29,86
16	31,28	27,50	26,46	29,28
20	28,28	20,98	20,31	27,32
24	31,24	23,50	21,05	25,32

Tempo de armazenamento (dias) a 24 °C	Cor (b^*)			
	Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórbico
0	48,89	50,26	49,08	49,86
4	58,58	47,09	47,21	47,48
8	61,35	50,47	48,07	50,60

Para as goiabas tratadas e armazenadas a 24 °C a tonalidade manteve-se constante até o 8º dia, como apresentada na Figura 9. A partir deste tempo as frutas apresentaram-se amareladas com acentuação das frutas controle e revestidas com cera.

A tonalidade das goiabas tratadas e armazenadas a 10 °C permaneceram praticamente inalteradas até o 16º dia de armazenamento. A partir deste tempo observou-se que houve um

decréscimo nos valores ficando os valores da tonalidade entre 60 e 80 posicionados assim no eixo +b indicando a cor amarela, dados apresentados na Tabela 46.

A saturação da cor das goiabas foi uniforme em todos os tratamentos com cera até o final do armazenamento quando armazenada a 10 °C. Quando armazenada a 24 °C as goiabas apresentaram comportamento uniforme até o 8º dia com a cor mais nítida.

Os valores de Hue obtidos neste experimento estão de acordo com o encontrado por Morgado (2010) onde o autor observou que a redução nos valores do ângulo de cor indica que a cor das frutas armazenadas a 21 °C evoluiu mais rapidamente de verde para amarelo, que as armazenadas a 10 °C, também semelhantes ao encontrado por CAVALINI (2004). Entretanto a cromaticidade, relatada por Morgado (2010), da casca de goiabas “maduras” e “de vez” aumentou durante o armazenamento, e com maior intensidade nos armazenados sob condição ambiente, apresentando pouca semelhança a este experimento.

Tabela 46 – Média dos valores de Hue nos quatro tratamentos durante o período de armazenamento a 10 °C e 24 ° C da Goiaba ‘Paluma’

Tempo de armazenamento (dias) a 10 °C	Cor (Hue)			
	Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórbico
0	92,59	94,40	92,29	94,09
4	94,99	86,09	85,82	92,23
8	90,49	87,66	89,10	92,17
12	89,51	85,62	85,13	89,90
16	81,84	83,04	81,52	85,29
20	79,57	60,42	63,85	71,90
24	82,28	63,91	64,64	66,56

Tempo de armazenamento (dias) a 24 °C	Cor (Hue)			
	Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórbico
0	92,26	94,40	92,29	94,09
4	85,48	85,99	84,14	89,60
8	91,73	90,82	81,60	91,32

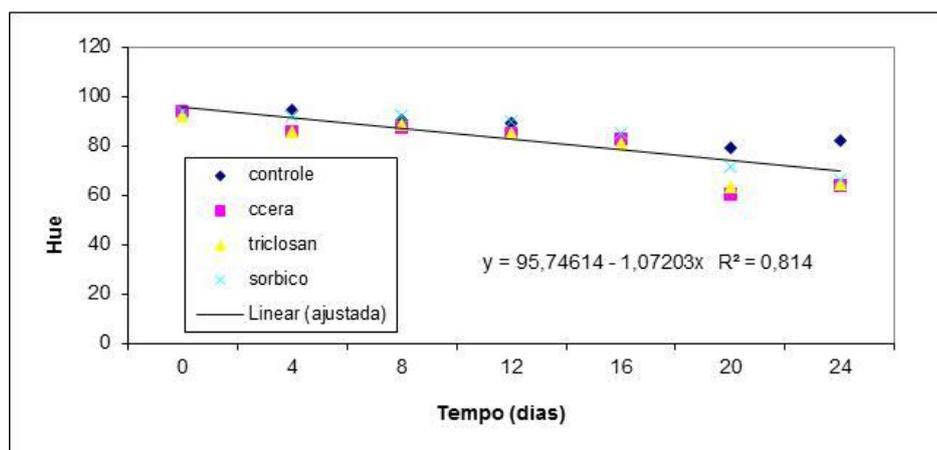


Figura 9 – Variação do valor de (Hue) da goiaba 'Paluma' armazenada a 10 °C

A Tabela 47 apresenta os valores de Cromo nos quatro tratamentos da goiaba 'Paluma' durante o período de armazenamento a 10 °C e a 24 °C.

Tabela 47 – Média dos valores de Cromo nos quatro tratamentos durante o período de armazenamento a 10 °C e 24 °C da Goiaba 'Paluma'

Tempo de armazenamento (dias) a 10 °C	Cor (Croma)			
	Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórbico
0	30,22	30,55	29,78	29,86
4	52,35	33,20	29,61	32,60
8	54,51	27,54	26,49	29,59
12	36,71	32,21	30,55	32,89
16	32,11	29,58	25,87	31,32
20	28,93	24,07	22,69	28,89
24	31,73	26,18	23,40	27,63
Tempo de armazenamento (dias) a 24 °C	Cor (Croma)			
	Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórbico
0	30,37	30,55	29,78	29,86
4	33,46	27,40	24,72	28,66
8	35,81	29,60	27,42	28,82
16	-	-	-	-

5.2.8 Licopeno

Para as goiabas ‘Palumas’ armazenadas a temperatura de 24 °C, só foi possível o estudo até 12 dias, verificando-se diminuição dos teores de licopeno variando de 67% a 56% em relação ao tempo inicial de armazenamento, sendo o tratamento com adição de cera o tratamento que manteve o maior teor de licopeno.

Na Tabela 48 verificam-se os valores das medias de licopeno nos quatro tratamentos da goiaba, durante o período de armazenamento a 10 °C e 24 °C.

Tabela 48 – Média dos valores de licopeno nos quatro tratamentos durante o período de armazenamento a 10 °C e 24 °C da goiaba (µg/ g)

10 °C				
Tempo	Controle	Ccera	Triclosan	Sórbico
0	60,5	62,9	64,7	60,6
4	21,2	20,1	40,3	48,8
8	26,0	17,6	23,2	25,7
12	17,5	12,9	18,8	22,5
16	8,3	7,6	14,8	14,0
20	4,6	5,5	9,9	10,9
24	4,4	4,9	6,3	6,6
24 °C				
Tempo	Controle	Cera	Triclosan	Sórbico
0	60,5	62,9	62,9	67,0
4	35,7	45,2	60,8	55,1
8	34,9	38,2	37,5	35,5
12	20,4	28,2	19,4	16,0

Observou-se neste estudo que o fato de as goiabas mantidas sob 24 °C ter uma breve vida útil impediu que se verificasse a evolução do comportamento do licopeno ao longo do tempo de armazenamento. Entretanto, verificou-se nas goiabas tratadas e armazenadas a 24 °C um teor de licopeno mais elevado que os das goiabas tratadas e armazenadas a 10 °C. E que, naturalmente, estes teores decrescem com o tempo de armazenamento.

O que ocorre é que o licopeno é produzido ao longo do amadurecimento da fruta; portanto, em condições ambiente a fruta amadurece mais rapidamente, e em refrigeração este fato ocorre mais lentamente. Por isto encontram-se maiores teores de licopeno em frutas com estágio de maturação mais avançado. O próprio desenvolvimento da cor vermelha nas goiabas

é devido à biossíntese do licopeno, a qual aumenta no decorrer da maturação (ADSULE; KADAM, 1995 apud AZOLINNI et al., 2004).

Segundo Matiulli e Rodriguez-Amaya (2002) o licopeno é susceptível à isomerização e oxidação durante o processamento e estocagem, resultando em perda da cor e atividade biológica. Neste estudo as amostras destinadas à determinação de licopeno foram, inicialmente, revestidas, armazenadas, processadas e em seguida congeladas para posterior análise.

O licopeno foi relatado como um dos principais carotenóides presentes na goiaba de polpa vermelha ('Paluma') contribuindo com 86% dos carotenóides totais (PADULA; RODRIGUEZ-AMAYA, 1986).

Neste estudo, os teores iniciais de licopeno foram de 60,5, 62,9, 62,9 e 67,0 $\mu\text{g/g}$ para os tratamentos controle, controle com cera, cera associada com triclosan e cera associada com ácido sórbico, nas frutas tratadas e armazenadas a 24 °C. Estes valores apresentaram redução na medida em que transcorria o tempo de armazenamento, sendo que no 12º dia de armazenamento (ultimo dia), os teores de licopeno foram 20,4 28,2 19,4 e 16,0 $\mu\text{g/g}$, como já mencionados acima.

Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Kong et al. (2010) ao verificarem que a goiaba vermelha exibiu maior teor de licopeno em comparação com outras amostras.

As frutas em ambas as temperaturas, neste trabalho apresentaram valores elevados de licopeno. Porém, com o tempo de armazenamento, estes valores decaem. É sabido que o licopeno ainda apresenta biossíntese após a colheita, (desde que o tecido seja intacto) e esta biossíntese é estimulada por temperaturas mais elevadas, como, por exemplo, a temperatura ambiente. Deste modo, valores mais elevados nos tratamentos mantidos a 24 °C se justificam.

Não foi observada interação significativa ($p>0,05$) para o licopeno para os tratamentos de goiaba 'Paluma' a 24 °C (Tabela 49) de armazenamento; porém, verificou-se variação dos valores médios dos tratamentos de licopeno com o tempo de armazenamento, sendo ajustado ao modelo linear aos dados (Figura 10).

Tabela 49 - Análise de variância (ANOVA) para licopeno da goiaba armazenada à temperatura de 24 °C

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio
Tratamento (T)	3	330,65 ^{ns}
Erro (a)	4	882,22
Tempo (t)	3	7094,62*
Trat x Tempo	9	295,51 ^{ns}
Erro (b)	13	479,60
Linear	1	21151,01*
Falta de ajuste	2	66,42 ^{ns}

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$); ^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade; GL – Grau de liberdade

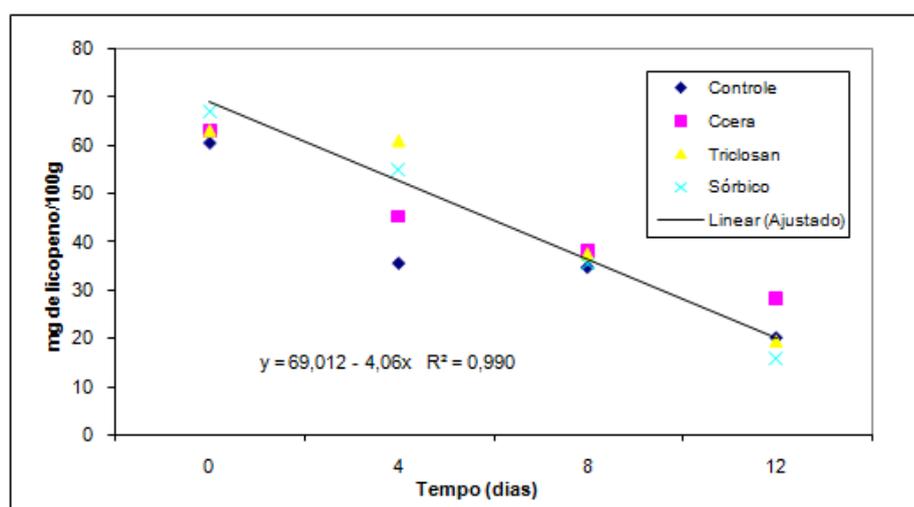


Figura 10 – Variação do Licopeno da goiaba ‘Paluma’ armazenada a 24 °C

Verificou-se interação significativa ($p < 0,05$) entre tratamentos e tempo de armazenamento para o licopeno para os tratamentos de goiaba ‘Paluma’ a 10 °C (Tabela 50) de armazenamento; sendo feito o desdobramento dos valores para os diferentes tratamentos (Figura 11). Verificou-se variação com o tempo de armazenamento para todos os tratamentos, porém, somente os tratamentos com adição dos antimicrobianos ácido sórbico e triclosan tiveram ajustes de modelos, sendo os dados ajustados aos modelos quadrático e linear, respectivamente. Os outros tratamentos, apesar da variação com o armazenamento, apresentaram falta de ajuste significativa para os modelos linear, quadrático e cúbico testados.

Tabela 50 - Análise de variância (ANOVA) para licopeno da goiaba armazenada à temperatura de 10 °C

		Quadrado Médio
Fonte de variação	GL	
Tratamento (T)	3	650,56 ^{ns}
Erro (a)	4	71,22
Tempo (t)	3	8117,37*
Trat x Tempo	9	134,30*
Erro (b)	13	35,94
Controle		
Linear	1	6867,22*
Falta de ajuste	5	468,30*
Quadrático	2	3982,26*
Falta de ajuste	4	311,05*
Cúbico	3	2760,21*
Falta de ajuste	3	309,13*
Cera		
Linear	1	8468,58*
Falta de ajuste	5	1066,02*
Quadrático	2	5863,37*
Falta de ajuste	4	517,98*
Cúbico	3	4328,45*
Falta de ajuste	3	271,1075*
Ácido Sórbico		
Linear	1	14553,24*
Falta de ajuste	5	684,12*
Quadrático	2	8682,83*
Falta de ajuste	4	152,04 ^{ns}
Triclosan		
Linear	1	8545,27*
Falta de ajuste	5	319,02*

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$); ^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade; GL – Grau de liberdade

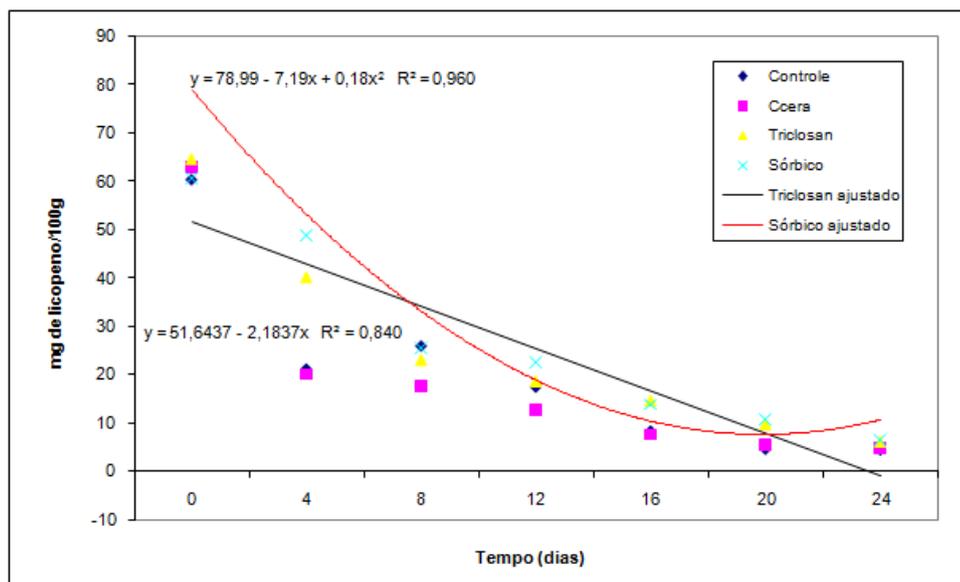


Figura 11 – Variação do licopeno da goiaba ‘Paluma’ armazenada a 10 °C

As goiabas ‘Palumas’ armazenadas a 10 °C foram avaliadas durante 24 dias, verificando-se diminuição dos teores de licopeno variando de 89% a 92% em relação ao tempo inicial de armazenamento. Foi observada uma perda bastante elevada para o tratamento controle e para o tratamento com cera já com quatro dias de armazenamento, enquanto os tratamentos com adição dos antimicrobianos precisaram de um maior tempo para que as perdas do licopeno se equiparassem com os dois outros tratamentos.

Segundo Rodriguez-Amaya (1997) vários fatores podem ser responsáveis pela retenção ou perda percentual de carotenóides, sendo que a principal causa de perdas ou destruição de carotenóides é a oxidação. De acordo com a mesma autora a adoção de práticas que se utilizem embalagens impermeáveis ao oxigênio evita consideravelmente a degradação dos carotenóides. Neste trabalho, os revestimentos de cera associados com agentes antimicrobianos evitaram a degradação do licopeno nas frutas, entretanto o emprego de temperatura mais baixa (10 °C) não preveniu a oxidação dos carotenóides, e, portanto, os teores de licopeno neste trabalho, que deveriam ser mais elevados, reduziram a partir do tempo 16 dias.

Conclui-se que o licopeno apresentou redução elevada do conteúdo em todos os tratamentos, sendo esta redução mais evidente para os tratamentos com cera e controle nos primeiros quatro dias de armazenamento para os tratamentos a 10 °C, verificando-se, porém, uma equivalência das perdas após 24 dias de armazenamento. Para os tratamentos mantidos em temperatura de 24 °C realizados, as frutas tiveram vida útil somente até 12 dias.

5.3 Avaliações Microbiológicas

5.3.1 Pesquisa de *Salmonella* sp e Contagem de Coliformes a 45°C

Durante o período de estocagem, o caju CCP76 e a goiaba ‘Paluma’ apresentaram ausência de *Salmonella* em 25 g do produto e contagem de coliformes a 45°C < 10 UFC/g para todos os tratamentos durante todo o período estocagem.

Estes dados estão de acordo com a resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001, que especifica para frutas frescas, *in natura*, preparadas (descascadas ou selecionadas ou fracionadas), sanitizadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto, ausência de *Salmonella* sp em 25 g e 10² NMP de coliformes a 45 °C.

5.3.2 Contagem de coliformes a 35°C, fungos filamentosos e leveduras e bactérias aeróbias mesófilas e psicrotrófilas de cajus armazenados a 10°C

Segundo a análise da ANOVA das contagens de Coliformes a 35°C, fungos filamentosos e leveduras, bactérias aeróbias mesófilas e psicrotrófilas dos cajus CCP76 submetidos aos quatro tratamentos (controle, controle com cera, cera+ triclosan e cera + ácido sórbico), não se verificou interação significativa entre tempo de estocagem e tratamentos somente para bactérias aeróbias psicrotrófilas ao nível de probabilidade de 5%. Ainda verificou-se variação significativa para todos os micro-organismos avaliados com o tempo de armazenamento, e variação das contagens de coliformes a 35 °C, fungos filamentosos e leveduras, bactérias aeróbias mesófilas entre os tratamentos aplicados (Tabela 51). Os modelos lineares ajustaram-se aos dados das contagens para todos os micro-organismos avaliados, com coeficientes de determinação variando de 0,671 a 0,971.

Os cajus CCP76 armazenados em temperatura de 10 °C apresentaram crescimento de 5 ciclos log coliformes a 35 °C ao longo do armazenamento. A Figura 12 mostra o comportamento da contagem de coliformes a 35 °C nos cajus tratados neste trabalho.

Tabela 51 – Análise de Variância (ANOVA) das contagens de coliformes a 35°C, fungos filamentosos e leveduras, bactérias aeróbias mesófilas e psicrotrófilas de todos os tratamentos e tempos do caju CCP76

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio			
		Coliformes a 35 °C	Fungos Filamentosos e Leveduras	Mesófilas	Psicrotrófilas
Tratamento (T)	3	12,8971*	7,2971*	12,2789*	1,5652 ^{ns}
Erro (a)	8	6,5143	4,7621	10,5023	6,4472
Tempo (t)	4	28,0632*	11,2651*	19,7729*	35,3079*
Trat x Tempo	12	1,7078 ^{ns}	0,7378 ^{ns}	0,9052 ^{ns}	1,0411*
Erro (b)	29	2,4246	1,0290	1,3683	2,6597
Linear	1	118,5977*	37,6433*	47,1620*	119,7500*
Falta de ajuste	3	1,1618 ^{ns}	0,9237 ^{ns}	7,6798 ^{ns}	1,8770 ^{ns}

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$); ^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade; GL – Grau de liberdade.

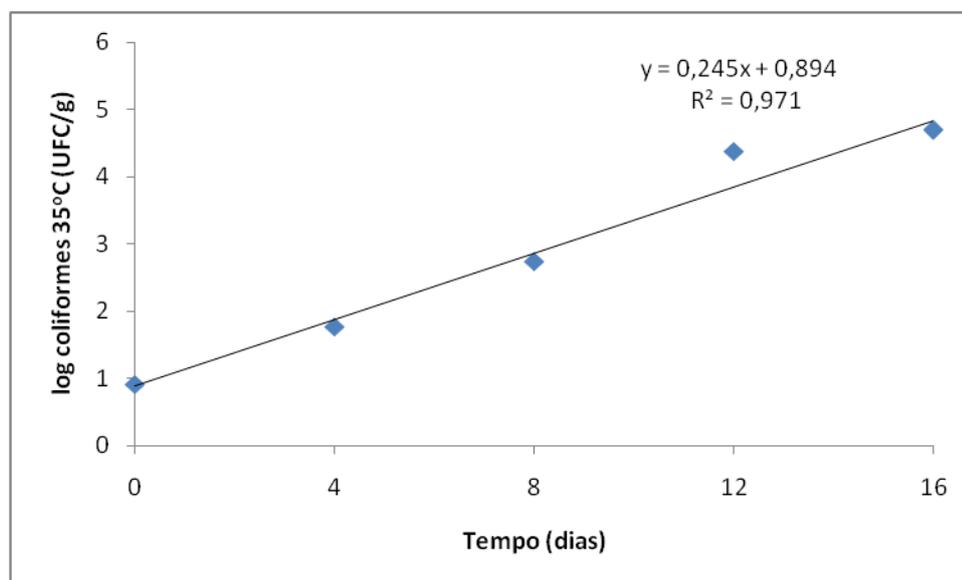


Figura 12 - Contagem de coliformes a 35 °C de caju CCP76 armazenado a 10 °C

Como apresentado na Figura 13, observou-se que a contagem de fungos filamentosos e leveduras do caju CCP76 armazenado a 10 °C aumentou ao longo do tempo de armazenamento. Observou-se o caju CCP76 já apresentou uma contagem de fungos filamentosos e levedura inicial elevada. A mesma encontrava-se acima de 2 ciclos log culminando no tempo 16 dias com valores superiores a 4 ciclos log.

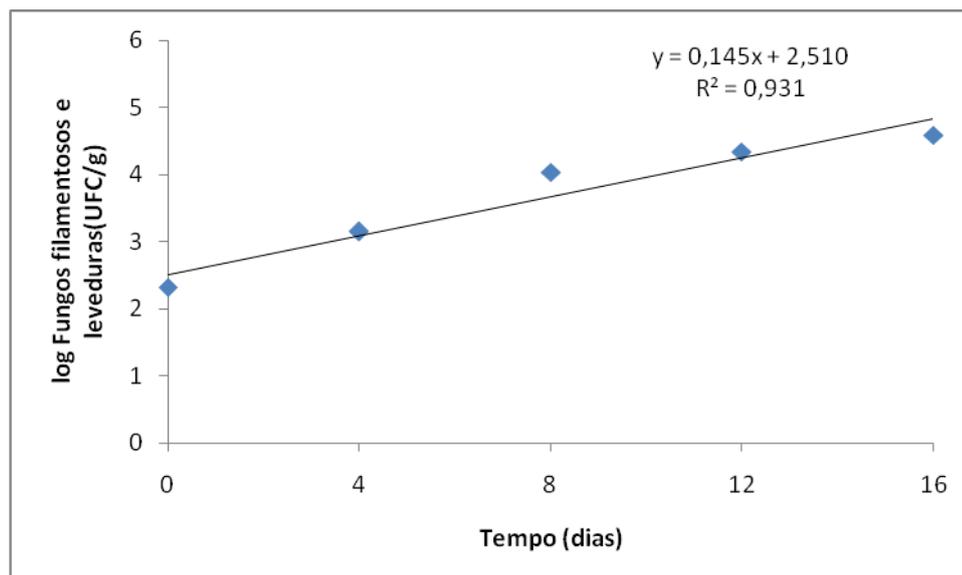


Figura 13 - Contagem de fungos filamentosos e leveduras em caju CCP76 armazenados a 10°C

A contagem inicial de fungos filamentosos e leveduras nos caju tratados e mantidos sob temperatura de refrigeração (10 °C) não excederam os valores de 10^3 , apresentando crescimento microbiano ao longo do tempo de armazenamento. Observou-se, entretanto, que tanto as frutas controle (sem revestimento), como as frutas revestidas com cera de carnaúba apresentaram de uma forma geral, maior crescimento microbiano com acréscimo de 2 ciclos log durante o tempo de estocagem.

Já em relação à contagem de bactérias aeróbias mesófilas, observou-se uma contagem elevada de bactérias aeróbias mesófilas no caju CCP76 na média para os quatro tratamentos e armazenado sob temperatura de 10 °C. No tempo zero verifica-se uma contagem acima de 2 ciclos log e no tempo 12 dias houve um crescimento de 4 ciclos log reduzindo este crescimento no tempo 16 dias (Figura 14)

Esta redução na carga bacteriana pode ser atribuída não somente à eficácia do processo de higienização dos pedúnculos, uma vez que esse processo pode reduzir a carga microbiana presente na casca e foi aplicado a todos os tratamentos de igual modo, mas, sobretudo à atuação do agente antimicrobiano adicionado ao revestimento.

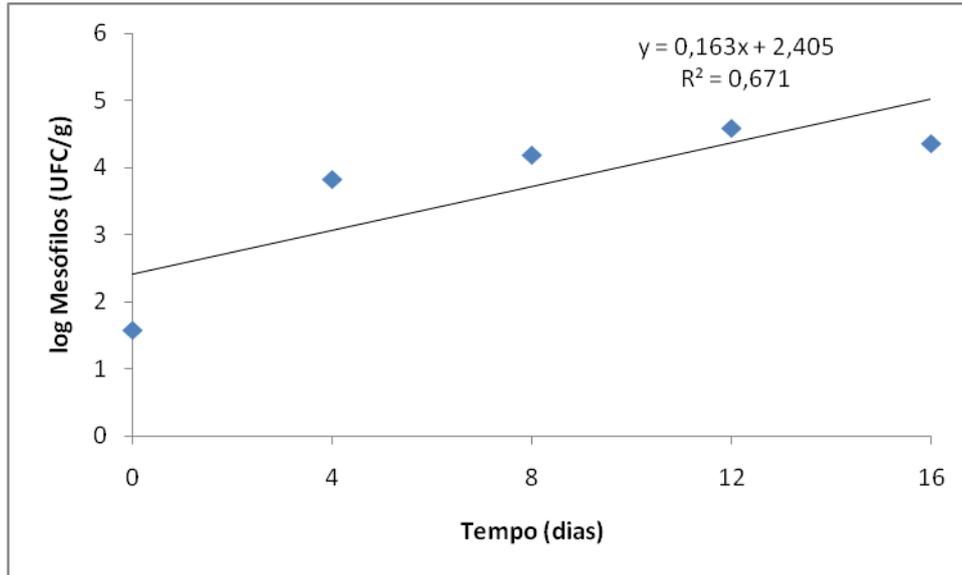


Figura 14 – Contagem de bactérias aeróbias mesófilas do caju CCP76 armazenado a 10°C

Para bactérias aeróbias psicrotrófilas a contagem inicial nos cajus para todos os tratamentos foi <10 UFC/g e as frutas revestidas apresentaram após uma semana contagens menores que os frutos controle. Entretanto não se evidenciou redução da carga bacteriana nos cajus ao longo do período de armazenamento. Os cajus controle e os revestidos com cera aos 16 dias de armazenamento apresentaram sinais de deterioração, não podendo ser analisados sendo, portanto, descartados, sugerindo uma vida útil de 16 dias sob temperatura de 10 °C.

A Figura 15 permite a observação da contagem de bactérias aeróbias psicrotrófilas do caju CCP76 durante os 16 dias de armazenamento a temperatura de 10 °C.

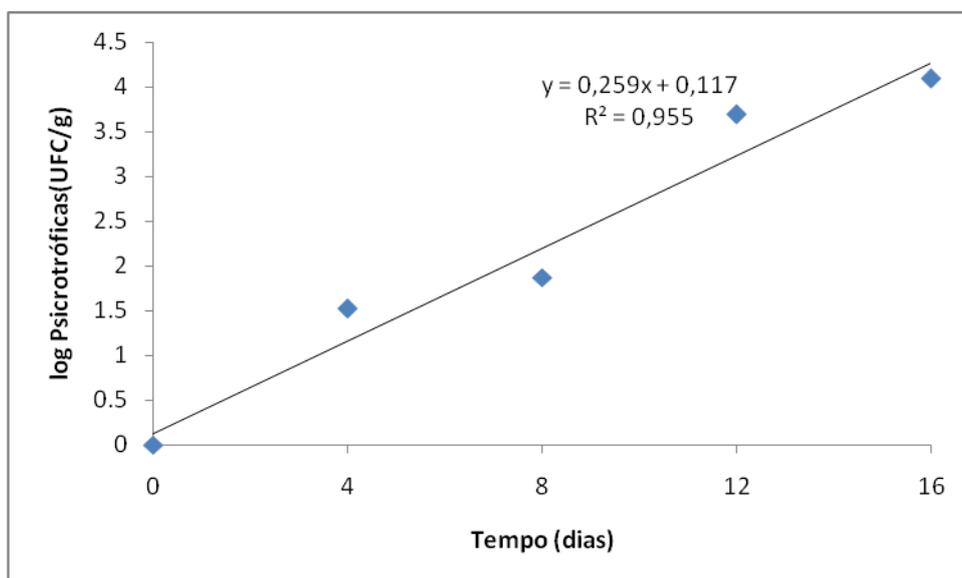


Figura 15 - Contagem de bactérias aeróbias psicrotrófilas no caju CPP76 e armazenado a 10°C

Observou-se que o caju CCP76 apresentou uma contagem de bactérias aeróbias psicrotrófilas com acréscimo de 4 ciclos log no tempo 16 dias de armazenamento. Estes resultados foram similares aos encontrados por Jacometti et al. (2003), ao aplicarem revestimento comestível em pêssegos.

No presente trabalho observou-se que os tratamentos aplicados ao caju CCP76 não apresentaram diferença significativa quanto ao crescimento de bactérias aeróbias psicrotrófilas, entretanto verificou-se que este crescimento ocorreu durante todo o tempo de armazenamento.

Em testes realizados em condições pré-experimento observou-se que os cajus armazenados sob temperatura ambiente tiveram vida útil de 48 horas, e as contagens bacterianas ficaram acima de 10^4 UFC/g.

Observou-se também nestes referidos ensaios que as amostras de cajus revestidos com cera e com cera incorporada com agente antimicrobiano apresentaram uma maior vida útil pós-colheita, o que foi evidenciado também pela aparência e estado de conservação das frutas, principalmente as frutas mantidas sob temperatura de 10 °C (Figura 16).



Figura 16 - Cajus CCP76 armazenados a 24 °C

Os caju CCP76 testados e armazenados a 24 °C apresentaram contagens elevadas de bactérias aeróbias mesófilas e uma vida útil de 4 dias. Os mesmos foram descartados por apresentarem sinais de deterioração, como mostra a Figura 17.

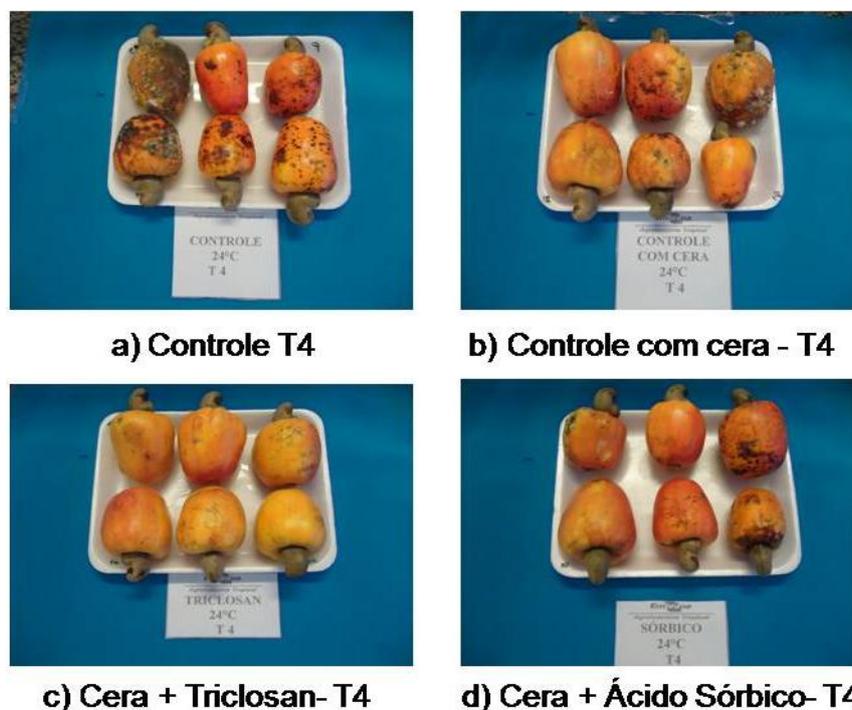


Figura 17 - Caju CCP76 testados no tempo 4 dias de armazenamento sob temperatura de 24 °C

Tabela 52 - Média das contagens de coliformes a 35°C, fungos filamentosos e leveduras, bactérias aeróbias mesófilas, e psicrotrófilas de todos os tratamentos e tempos do caju CCP76

Tratamento	Contagem			
	Coliformes a 35°C	Fungos filamentosos e leveduras	Mesófilas	Psicrotrófilas
Controle	3,79a	4,67a	4,50a	2,39a
Controle com Cera	3,54a	4,08a	4,21a	2,44a
Ácido Sórbico	2,50b	3,89ab	3,71ab	2,39a
Triclosan	1,72c	2,61b	2,41b	1,76a

Médias seguidas da mesma letra não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey.

Observou-se, de uma forma geral, que o caju controle apresentou maior contagem microbiológica em relação aos outros tratamentos. Como observadas na tabela 52 das médias das contagens microbianas os tratamentos com ácido sórbico e triclosan permitiram menor contagem de coliformes a 35° C. A tabela permite observar que os agentes antimicrobianos diferiram significativamente ($p > 0,05$) em relação às contagens de coliformes a 35°C do caju.

Não houve, entretanto, diferença significativa entre os dois antimicrobianos aplicados nas demais contagens microbiológicas (fungos filamentosos e leveduras, bactérias aeróbias mesófilas e psicrotrófilas).

A contagem inicial de coliformes a 35°C nos cajus revestidos com cera de carnaúba apresentou até o oitavo dia as menores contagens bacterianas, demonstrando a eficiência da aplicação do revestimento na redução da carga bacteriana. Verificou-se uma menor contagem bacteriana das frutas revestidas com cera incorporada com triclosan em relação aos frutos tratados com ácido sórbico. Estes resultados diferiram dos encontrados por Guilbert e Gontard (1997) ao constatarem que o ácido sórbico quando incorporado a revestimento a base de pectina/glúten/monoglicerídeos teve maior atividade antimicrobiana que quando aplicados diretamente no alimento.

Não se observou diferença entre o controle e as frutas revestidas com cera para um mesmo tempo de armazenagem em todas as contagens microbianas realizadas no caju CCP76 deste trabalho.

Verificou-se que o comportamento dos revestimentos de cera associada com os agentes antimicrobianos foi similar. Os revestimentos com cera associada com triclosan e cera associada com ácido sórbico apresentaram uma contagem inicial de fungos filamentosos e leveduras de 10^3 UFC/g e uma contagem final microbiana de $2,6 \times 10^3$ e $4,5 \times 10^3$ respectivamente, mostrando que os agentes antimicrobianos foram eficientes na redução da carga microbiana ao longo do tempo de armazenamento na temperatura de 10 °C.

Carvalho Filho et al. (2006) ao testarem a eficiência de revestimentos à base de zeína e cera de carnaúba em cerejas observaram que cerejas cobertas por imersão com emulsão de cera de carnaúba apresentam maior período de conservação e que a podridão fúngica foi mais evidente em frutos cobertos com zeína e nos sem coberturas (controle). Estes resultados estão em consonância com os obtidos neste trabalho, quando se evidenciou uma maior contagem de fungos filamentosos e leveduras nas frutas controle.

Segundo Siqueira (1997) a contagem elevada de fungos filamentosos indica matéria-prima excessivamente contaminada, limpeza e desinfecção de superfícies inadequadas, higiene insuficiente na produção e condições impróprias de tempo e temperatura durante a conservação dos alimentos.

Os resultados das contagens de fungos filamentosos e leveduras encontrados neste trabalho estão em consonância com os resultados encontrados por Botrel et al. (2007), ao se estudarem o efeito antimicrobiano do revestimento comestível a base de quitosana, onde se

observou que as contagens de fungos filamentosos apresentaram diferença significativas ($p \leq 0,05$) nos diferentes tipos de tratamentos aplicados.

Com relação à contagem de bactérias aeróbias mesófilas do caju CCP76, verificou-se que a contagem inicial tanto do caju não revestido como do caju revestido e armazenamento à temperatura de 10 °C ocorreu um acréscimo de 3 ciclos log. Observou-se que ao longo do tempo de armazenamento ocorreu aumento na população de bactérias aeróbias mesófilas para todos os tratamentos. Entretanto o revestimento com cera associada com os agentes antimicrobianos foi o que apresentou melhor comportamento, pois estes apresentaram uma redução de 3 ciclos log entre o 16 dia e o 20 dia de armazenamento como demonstrados na Tabela 52.

Já com relação às contagens de bactérias aeróbias psicrófilas as mesmas apresentaram as menores contagens de média, mas, não se observou diferença significativa entre os tratamentos e, entretanto, como já mencionados verificou-se interação entre os tratamentos e tempo de armazenamento do caju CCP76.

5.3.3 Contagens de fungos filamentosos e leveduras, bactérias aeróbias mesófilas e psicrotrófilas para goiabas ‘Paluma’ armazenadas a 10 °C.

Segundo a análise da ANOVA das contagens de fungos filamentosos e leveduras, bactérias aeróbias mesófilas e psicrófilas da goiaba ‘Paluma’ submetidos aos quatro tratamentos (controle, controle com cera, cera+ triclosan e cera + ácido sórbico) não foi verificada interação significativa entre tempo de estocagem. Também foi observada variação para essas contagens entre tratamentos e durante o tempo de armazenamento, quando avaliados separadamente (Tabela 53). Os modelos lineares ajustaram-se aos dados das contagens para todos os micro-organismos avaliados com coeficientes de determinação variando de 0,451 a 0,986, como expressos na Figura 18.

Não foi possível elaborar a análise de ANOVA para as contagens de coliformes a 35 °C devido em todos os tratamentos e tempo de armazenamento das goiabas ‘Paluma’ armazenadas a 10 °C. As contagens se mantiverem $<10\text{UFC/g}$, indicando uma baixa contaminação destes produtos. Por este motivo a Tabela 54 apresentou somente as contagens de fungos filamentosos e leveduras, bactérias aeróbias mesófilas e psicrófilas.

Tabela 53 - Análise de variância (ANOVA) das contagens de fungos filamentosos e leveduras, bactérias aeróbias mesófilas e psicrótrófilas da goiaba 'Paluma' nos quatro tratamentos e armazenadas à temperatura de 10 °C

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio		
		Fungos Filamentosos e Leveduras.	Mesófilas.	Psicrótrófilas
Tratamento (T)	3	7,2647*	4,0442*	28,8662*
Erro (a)	4	0,3721	0,7054	4,2336
Tempo (t)	5	5,8107*	1,4646*	7,5938*
Trat x Tempo	15	0,2454 ^{ns}	0,4350 ^{ns}	0,8603 ^{ns}
Erro (b)	16	0,4379	0,3478	1,4188
Linear	1	27,9118*	3,3152*	22,3418*
Falta de ajuste	4	0,0962 ^{ns}	0,8864 ^{ns}	5,3711 ^{ns}

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$); ^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade; GL – Grau de liberdade.

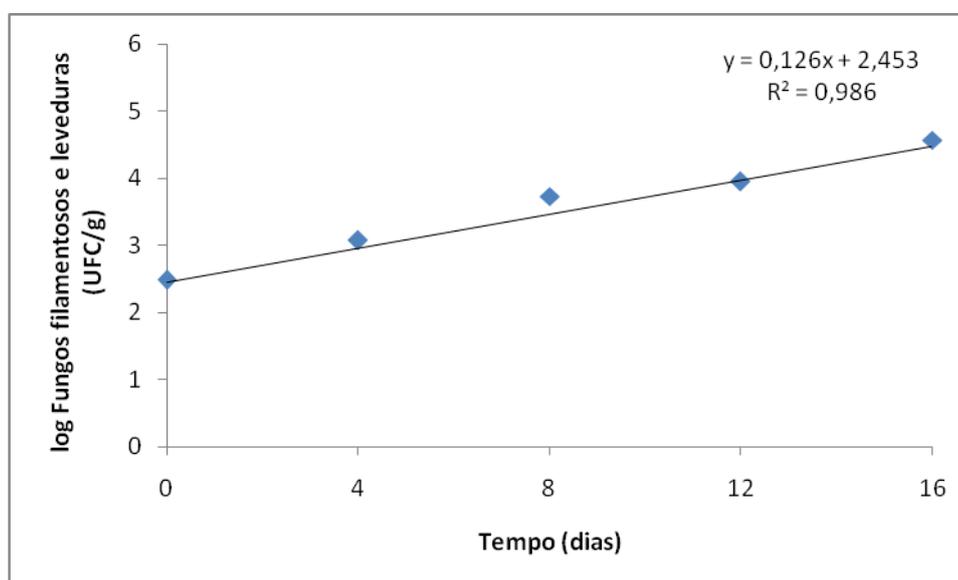


Figura 18 - Contagem de fungos filamentosos e leveduras em Goiaba 'Paluma' armazenada sob 10°C

Observou-se neste trabalho que a goiaba 'Paluma' revestida com cera incorporada com triclosan e cera incorporada com ácido sórbico apresentou menor contagem microbiana, que as goiabas controle e as goiabas revestidas somente com a cera (controle com cera). Verificou-se uma contagem de fungos filamentosos e leveduras acima de 2 ciclos log no

tempo zero, o que pode sugerir uma possível limpeza e desinfecção de superfícies inadequada ou, condições impróprias de temperatura durante o armazenamento das frutas.

A contagem final de fungos filamentosos e leveduras aumentou com o tempo de estocagem sendo que ao final dos 16 dias de armazenamento teve um acréscimo de 2 ciclos log, não ultrapassando a contagem de 10^4 UFC/g.. Observou-se, portanto, que, o uso dos agentes antimicrobianos foi efetivo na redução de contagem de fungos filamentosos e leveduras ao longo do tempo de armazenamento a temperatura de 10 °C.

Estes resultados condizem com os experimentos realizados por Basseto et al. (2002) envolvendo o efeito da cera da carnaúba e o uso concomitante de hipoclorito de sódio na conservação de abobrinhas italianas. Essa aplicação permitiu verificar um maior ataque de micro-organismos nas frutas não revestidas do que nas que foram tratadas com revestimento.

Com relação às contagens de bactérias aeróbias mesófilas ocorreu contagem acima de 3 ciclos log no tempo zero, entretanto esta contagem manteve-se até o tempo 20 dias de armazenamento sob temperatura de 10 °C (Figura 19).

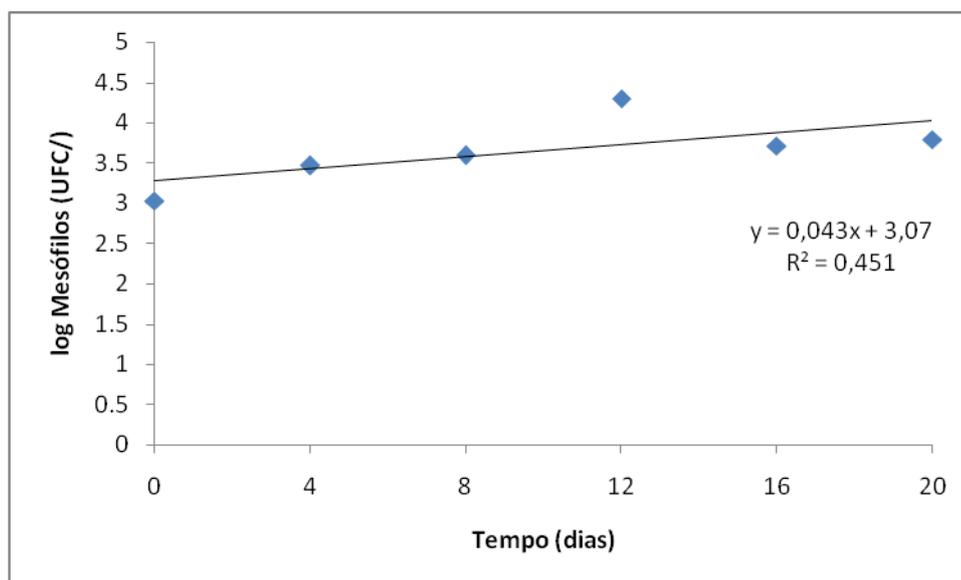


Figura 19 - Contagem de bactérias aeróbias mesófilas na goiaba 'Paluma' armazenada a 10°C

Rojas-Grau et al. (2008) ao empregarem cobertura com polissacarídeos na manutenção de maçãs 'Fuji' minimamente processada, observaram que ao final de 3 semanas as frutas estocadas sob temperatura de refrigeração não excederam a 10^4 UFC/g 4 (ciclos log) para contagens de mesófilas. Esses resultados são similares aos encontrados neste estudo.

Olivas e Barbosa (2005 apud ROSAS-GRAU et al., 2008), ao revestir maçãs 'fuji' obtiveram resultados que mostraram que a vida de prateleira de maçãs revestidas foi

prorrogada, aproximadamente, três vezes quando comparado com o controle que mostrou uma perda considerável de qualidade, limitando a sua vida de prateleira para menos de quatro dias.

Observou-se quanto à goiaba ‘Paluma’ que os revestimentos aliados ao emprego da temperatura de 10 °C aumentou a vida útil das frutas, conservando-as por 20 dias, enquanto que as frutas mantidas sob temperatura de 24 °C tiveram vida útil de 12 dias independente do revestimento. Por meio da Tabela 55 observa-se que as contagens de bactérias aeróbias mesófilas da goiaba sem o revestimento e armazenadas sob 10 °C mantiveram-se em valores abaixo de 4 ciclos log.

Observou-se que os números de UFC/g das bactérias aeróbias mesófilas das goiabas controle cresceu com o tempo de armazenamento, tendo um acréscimo de 3 ciclos log no tempo 20 dias de armazenamento a 10 °C (Figura19). As goiabas “Paluma” revestidas com cera apresentaram um acréscimo de 2 ciclo log, e os tratamentos com triclosan e ácido sórbico apresentaram menores contagens ao longo do tempo de armazenamento, culminando com acréscimo 2 ciclos log no tempo 20 dias de armazenamento. Estes resultados indicam um comportamento similar entre os revestimentos e mostra que apresentaram menor carga bacteriana comparada à fruta controle.

Foi observado que o revestimento de cera associado com o triclosan apresentou um comportamento desejado, quando da inibição da microbiota presente nas goiabas ‘Paluma’.

Com relação às contagens de bactérias aeróbias psicrotrófilas nas goiabas ‘Paluma’, mantidas sob temperatura de 10°C, de uma forma geral, observou-se que as frutas revestidas com cera incorporada com triclosan e cera incorporada com ácido sórbico obtiveram uma menor contagem bacteriana em relação às goiabas controle e as revestidas somente com cera.

Verificou-se também que a contagem inicial esteve acima de 1 ciclo log, e aumentou ao longo do tempo de armazenamento, culminando em contagem de 5 ciclos log, um acréscimo de 4 ciclos log ao longo do período de estocagem à 10 °C (Figura 20).

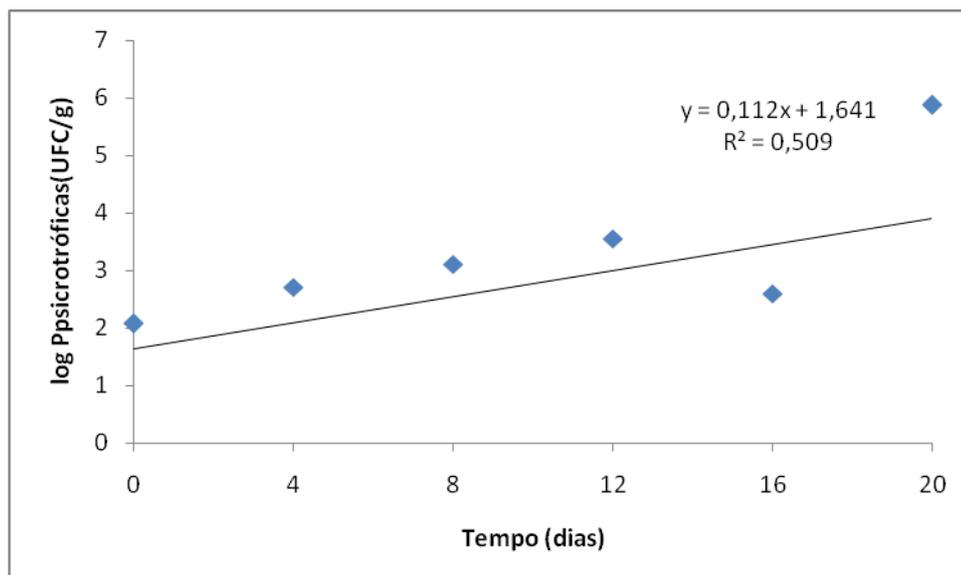


Figura 20 – Contagem de bactérias aeróbias psicrotróficas da goiaba ‘Paluma’ armazenada a 10°C.

Tabela 54 - Média das contagens de coliformes a 35°C, Mesófilas, Fungos Filamentosos e Leveduras, Psicrotróficas de todos os tratamentos e tempos da goiaba ‘Paluma’ a 10°C

Tratamentos	Fungos filamentosos e leveduras	Mesófilas	Psicrotróficas
Controle	4,3745 ^a	4,30015 ^a	5,2073 ^a
Controle com Cera	4,2594 ^a	3,6902 ^a	3,0899 ^b
Ácido Sórbico	3,5579 ^{ab}	3,7312 ^a	2,7383 ^{bc}
Triclosan	2,6071 ^b	2,8309 ^b	1,1945 ^c

Médias seguidas da mesma letra não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey.

De acordo com as tabela das médias, acima, os tratamentos com antimicrobianos usados neste trabalho não apresentaram diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade para as contagens fungos filamentosos e leveduras e bactérias aeróbias psicrotróficas.

Com respeito às contagens das bactérias aeróbias mesófilas, houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os agentes antimicrobianos triclosan e ácido sórbico na redução da carga bacteriana ao longo do tempo de armazenamento das frutas armazenadas sob 10 °C.

5.3.4 Contagem de coliformes a 35 °C, fungos filamentosos e leveduras, bactérias aeróbias mesófilas e psicrotróficas para goiabas ‘Paluma’ armazenadas a 24 °C

Segundo a análise da ANOVA, não foi verificada interação significativa entre os tratamentos (controle, controle com cera, cera+ triclosan e cera + ácido sórbico) e tempo de armazenamento ($p > 0,05$) para as contagens de coliformes a 35 °C, bactérias aeróbias mesófilas e psicrotrófilas e fungos filamentosos e leveduras da goiaba ‘Paluma’ armazenadas a 24 °C. Verificou-se variação para o tempo de armazenamento somente para bactérias aeróbias psicrotrófilas e fungos filamentosos e leveduras, enquanto não teve variação entre os tratamentos, quando avaliados separadamente (Tabela 55). Os modelos lineares ajustaram-se aos dados das contagens de fungos filamentosos e leveduras e bactérias aeróbias psicrotrófilas, com coeficientes de determinação variando de 0,889 a 0,996, como observados por meio da Figura 21 e 22).

Tabela 55 - Análise de variância (ANOVA) das contagens de coliformes a 35 °C, fungos filamentosos e leveduras, bactérias aeróbias mesófilas e psicrotrófilas da goiaba ‘Paluma’ nos quatro tratamentos e armazenada à temperatura de 24 °C

Fonte de variação	GL	Coliformes a 35 °C.	Fungos Filamentosos e Leveduras.	Mesófilas	Psicrotrófilas
Tratamento (T)	3	3,1929 ^{ns}	8,1299 ^{ns}	3,1648 ^{ns}	1,8171 ^{ns}
Erro (a)	4	15,9895	7,7540	1,7428	2,0151
Tempo (t)	4	4,2405 ^{ns}	2,4997 ^{ns}	5,8875*	11,4911*
Trat x Tempo	12	1,3775 ^{ns}	1,7148 ^{ns}	0,4148 ^{ns}	0,5939 ^{ns}
Erro (b)	12	2,7911	2,5937	0,84874	0,5963
Linear	1			23,9004*	34,3447*
Falta de ajuste	2			0,9877 ^{ns}	0,0643 ^{ns}

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$); ^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade; GL – Grau de liberdade.

Os resultados das contagens microbianas da goiaba ‘Paluma’ neste trabalho estão de acordo com a literatura, que recomenda que as melhores temperaturas para armazenamento de goiabas ‘Paluma’ estão entre 7- 10 °C. Presume-se que as goiabas armazenadas sob condições ambientais apresentem taxa de respiração mais elevada que as goiabas armazenadas sob temperatura de refrigeração e isto influencia na menor perda das frutas mantidas sob temperatura de refrigeração.

Meheriuk et al. (1995) conseguiram conservar por 42 dias cerejas da cv. Lampins, embaladas em sacos de polietileno e mantidas a 0 °C cuja contaminação fúngica foi atribuída

à condensação de água nas embalagens plásticas. Neste trabalho foi possível verificar o aumento da vida útil das goiabas revestidas e conservadas sob 10 °C por um período de 20 dias. Já as frutas mantidas sob 24 °C teve vida útil de 12 dias. A observação desta vida útil está relacionada, especialmente, à aparência das frutas, uma vez que este parâmetro indica a aceitabilidade dos produtos para o consumo.

As goiabas tratadas e armazenadas a 24 °C obtiveram resultados diferentes. Verificou-se uma elevada contagem de coliformes a 35 °C nas goiabas não revestidas e que as frutas controle nesta temperatura têm uma curta vida de prateleira. Observou-se, que as goiabas submetidas aos revestimentos tiveram menor contagem de coliformes a 35°C, apresentando redução ao longo do armazenamento. Os revestimentos antimicrobianos, portanto foram eficazes na redução de coliformes a 35 °C.

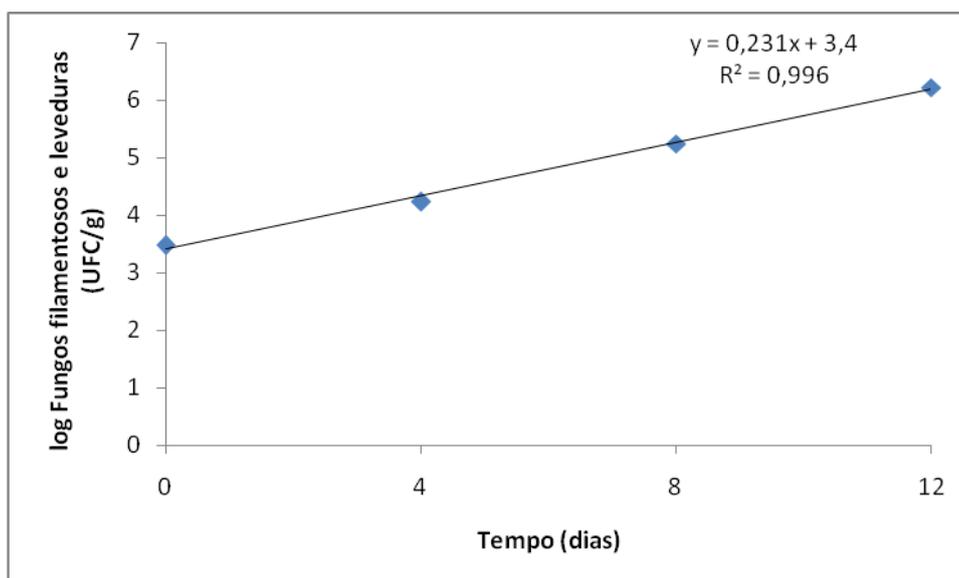


Figura 21 – Contagem de fungos filamentosos e leveduras da goiaba ‘Paluma’ armazenada a 24 °C

A vida de útil das frutas revestidas neste trabalho foi reduzida nas frutas armazenadas sob temperatura de 24 °C, sendo que as amostras de goiaba ‘Paluma’ tiveram vida útil de apenas 12 dias e para as amostras de goiaba armazenadas sob temperatura de refrigeração, observou-se uma vida útil de 24 dias.

Observou-se uma contagem inicial de fungos filamentosos e leveduras acima de 3 ciclos log e um acréscimo ao longo do tempo de armazenamento, culminando em valores acima de 5 ciclos log, indicando que a temperatura de armazenamento exerce uma influencia importante na manutenção da qualidade pós - colheita desses produtos.

Não existe, entretanto, um padrão para fungos filamentosos e leveduras em frutas frescas na RDC nº 02 de Janeiro de 2001, isto é, esta resolução não contempla estes produtos quanto à contagem de fungos filamentosos e leveduras.

Os tratamentos aplicados nas goiabas 'Paluma' mantidas sob temperatura de 24 °C neste trabalho não apresentaram diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade, como já exposto acima. A vida útil foi de apenas 12 dias enquanto que para as amostras de goiaba armazenadas sob 10 °C observou-se uma vida útil de 24 dias. Estes resultados estão de acordo com a literatura, que recomenda que as melhores temperaturas para armazenamento de goiabas 'Paluma' são de 7- 10 °C. Presume-se que as goiabas armazenadas sob temperatura de 24 °C apresentem taxa de respiração mais elevada que as armazenadas sob temperatura de 10 °C, influenciando na menor perda pós-colheita das frutas mantidas sob esta temperatura.

As frutas revestidas com cera e incorporadas com antimicrobianos apresentaram as menores contagens em relação aos demais, e pôde-se observar que com o emprego dos antimicrobianos aliados à temperatura de refrigeração permitiu uma maior vida útil destes produtos.

Observou-se contagem elevadas de bactérias aeróbias mesófilas nos quatro tratamentos da goiaba 'Paluma' mantida sob 24 °C de uma forma geral as goiabas mantidas em temperatura de 24 °C, tanto as revestidas com cera como as não revestidas apresentaram um ao longo do armazenamento acréscimo de 1 ciclo log, com exceção das frutas revestidas com cera associada com ácido sórbico o qual teve acréscimo de 2 ciclos log ao longo do armazenamento.

Entretanto ficou evidente neste trabalho que a temperatura de 24 °C tanto para o caju, com vida útil de 4 dias, como para a goiaba, com vida útil de 12 dias, inviabiliza estes produtos para o consumo. Estes resultados vêm confirmar que a temperatura de armazenamento é um dos parâmetros mais importantes que influencia a deterioração de produtos perecíveis.

A contagem de bactérias mesófilas comumente é empregada para indicar um procedimento inadequado sob o ponto de vista sanitário e embora as frutas tenham sido submetidas à lavagem e sanitização com hipoclorito de sódio é possível que uma recontaminação tenha ocorrido durante o manuseio das mesmas no processo de revestimento, secagem e estocagem.

A utilização do revestimento não serviu de barreira contra o desenvolvimento bacteriano nas frutas armazenadas sob 24 °C, entretanto observou-se que as goiabas revestidas apresentaram menor contagem de psicrotrófilas comparadas com as frutas não revestidas e as

revestidas com cera. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Jacometti et al., (2003) ao empregarem sorbitol e gelana no revestimento de pêssegos, *Prunus persica*.

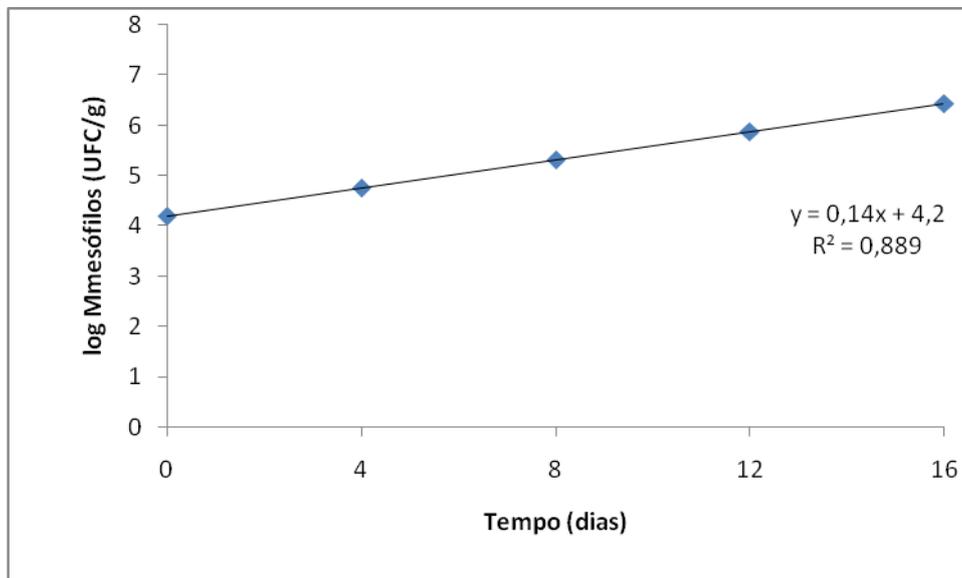


Figura 22 - Contagem de bactérias aeróbias mesófilas da goiaba 'Paluma' armazenada a 24°C

A contagem de bactérias aeróbias mesófilas da goiaba tratada neste trabalho e armazenada sob 24 °C apresentou no tempo zero uma contagem bacteriana bastante elevada. Contagens iniciais de 4 ciclos e com crescente multiplicação durante o tempo de armazenamento .

Segundo o ICMSF (1984) o número de micro-organismos aeróbios mesófilos encontrados em um alimento tem sido um dos indicadores microbiológicos da qualidade, indicando se a limpeza, a desinfecção e controle da temperatura durante os processos de tratamento e armazenamento foram realizados de forma adequada.

6 CONCLUSÕES

A concentração de 11% de cera foi a selecionada pelos avaliadores no teste de ordenação, que indicaram melhor brilho, coincidindo com a concentração sugerida pelo fabricante.

A temperatura de armazenamento influenciou na manutenção da qualidade das goiabas em praticamente todos os atributos avaliados, sendo a temperatura de 10 °C a mais indicada para o armazenamento de goiabas vermelhas, tanto para o controle quanto para os tratamentos com aplicação de cera de carnaúba e antimicrobianos triclosan e ácido sórbico.

A aplicação dos revestimentos com cera diminuiu a velocidade dos processos metabólicos nas duas frutas, em comparação com as frutas não revestidas, verificando-se a eficiência do revestimento como barreira ao vapor d'água.

Tanto em cajus quanto em goiabas que à medida que se aumentava o tempo de armazenamento das frutas apresentaram valores menores de textura. Observou-se também que as frutas mantidas em temperatura ambiente tiveram uma vida útil menor que as frutas mantidas em temperatura de refrigeração.

O pH das frutas praticamente não variou durante o armazenamento e entre os tratamentos testados, sendo um atributo importante para a segurança alimentar do produto, no caso da goiaba, onde se verificou um pH ácido para as frutas. Para o caju, o pH ficou entre 4,0 e 5,0, sendo uma faixa que requer mais atenção, pois é propícia para o desenvolvimento de bactérias patógenas.

Os sólidos solúveis não foram influenciados pelo tempo de armazenamento, temperatura ou revestimento aplicado no produto, mantendo-se estável ao longo do armazenamento para o caju e a goiaba.

Os teores de vitamina C diminuíram para o caju e para a goiaba, sendo mais evidenciados para o produto armazenado a temperatura de 24°C.

O revestimento dos frutos com cera de carnaúba contendo ou não os antimicrobianos testados, armazenadas a 10 °C apresentaram um maior controle na população de bactérias aeróbias mesófilas, fungos filamentosos e leveduras do que nos frutos sem revestimento, não tendo sido observado este efeito durante o armazenamento a 24 °C.

O licopeno apresentou redução elevada do conteúdo em todos os tratamentos, sendo esta redução mais evidente para os tratamentos com cera e controle nos primeiros quatro dias de armazenamento para os tratamentos a 10 °C.

REFERÊNCIAS

- ACCARINE, J. H. Pontos de estrangulamento. **Revista Agroanaylis**. v. 20. n. 2, p. 32-36, 2000.
- APENDINI, P.; HOTCHKISS, J. H. Review of antimicrobial food packaging. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 3, p. 113-126, 2002.
- AGOSTINI-COSTA, T. S.; JALES, K. A.; GARRUTI, D. S.; PADILHA, V. A.; LIMA, L. B.; AGUIAR, M. J.; PAIVA, J. R. Teores de ácido anacárdico em pedúnculos de cajueiro *Anacardium microcarpum* e em oito clones de *Anacardium occidentale* var. nanum disponíveis na Nordeste do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1075-1080, 2004.
- AGUIAR, L.P.; ALVES, R.E.; LIMA, D.P. Carotenoides totais em pedúnculo de clones de caju anão precoce (*Anacardium Occidentale* L. Var, nanum.) In: Congresso Brasileiro de ciencia e Tecnologia de Alimentos 17, **Resumos...** Fortaleza, SBCTA, 2000. v.2, n. 5, P 55.
- AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. Goiaba. São Paulo: FNP, p.340-347, 2007.
- ALENCAR, C.A.; FONSECA, M.J.O.; GODOY, R. L. O.; PACHECO, S.; SOARES, A.G.; CARVALHO, M.A.G.; RIBEIRO, A. S. Alterações quantitativas e qualitativas dos carotenóides em goiabas submetidas a diferentes revestimentos. XX Congresso Brasileiro de Fruticultura. **54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture** 12 a 17 de Outubro de 2008 – Centro de Convenções – Vitoria- ES.
- ALMEIDA, A. S. **Conservação do melão cantaloupe “ Hy-Mark” tratado com 1.MCP após a colheita**. Dissertação (Mestrado e Agronomia) Escola superior de Agricultura. Mossoró. 2002.43p
- ALMEIDA, D. Fisiologia pós-colheita. Doenças causadas por bactérias. 2004. www.dalmeida.com/poscolheita/fisiologia/bacterias.htm. acesso em 17/09/2009.
- ALVES, M. O. **Extrativismo da carnaúba: relações de produção, tecnologia e mercado**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2008.
- ANDRADE, N. J. **Higiene na indústria de alimentos: avaliação e controle da adesão e formação de biofilmes bacterianos**. São Paulo: Ed.Varela, 2008. 400p
- ANDRIGUETO, J.R.; NASSER, L.C.B.; TEIXEIRA, J.M.A. **Produção Integrada de Frutas: Conceito, Histórico e a Evolução para o Sistema Agropecuário de Produção Integrada** – Sapi. Coordenação Geral de Sistemas Produção Integrada e Rastreabilidade. Departamento de Sistemas de Produção e Sustentabilidade- Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo-Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; www.agricultura.gov.br/pls/portal/doc/PAGE. Acesso em 21.07.2008.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. 2011 / Heloísa Poll ... [et al.]. – Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2011. 128 p. : il.

ARARIPE, F. Itaueira expande negócios do caju. Disponível em: <<http://www.gazetamercantilce.com.br/jornal/1168.htm>>. Acesso em: 12.ago.2009.

AROUCHA, E.M.M; MORAIS, F.A.; NUNES, G. H. S.; TOMAZ, A. Q.; SOUSA, A. E. D.; A NETO, F. B. Caracterização física e química de melão durante o seu desenvolvimento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 2, 2007.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 16^a e. Gaithersburg, 1997. cap 33, v. 2.

ASSIS, O. B. G. **Revestimentos protetores comestíveis em frutas: Uma tecnologia emergente**; Documento publicado em www.agrosoft.org.br/?q=node/22449 criado em 01/12/2006 e impresso em 12/04/2008.

ASSUNÇÃO, R. B.; MERCADANTE, A. Z. Caju “in natura”(Anacardium occidentale L.) – carotenóides e vitamina C. In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2000, Fortaleza, Ceará. **Resumos....** Fortaleza: SBCTA, v. 2, n. 5, p. 101, 2000.

AZEREDO, H. M. C.; FARIA, J. A. F.; AZEREDO, A. M. C. Embalagens ativas para alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 3, p. 337-341, 2000.

AZZOLINNI, M.; JACOMINO, A. P.; SPOTO, M. H. F. Estádios de maturação e qualidade pós-colheita de goiabas “Pedro Sato”. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 29-31, 2004.

BALDWIN, E. A.; BURNS, J. K.; KAZONAS, W.; BRECHT, J.K; HAGENMAIER, R. D., BENDER, R. J.; PESIS, E. Effect of two edible coatings with different permeability characteristics on mango (*Mangifera indica* L.) ripening during storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 17, n. 3, 1999.

BASSETO, E.; TERRAMOTO, A.; GUTIERREZ, A. S.D.; NOVO, M.C. S. S.; AZZOLINI, M.; MINAMI, K. Efeito da aplicação de cera e de hipoclorito de sódio na conservação de abobrinha italiana. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, 2002. Suplemento. 2 CD-room.

BARKAI-GOLAN, R. Postharvest Diseases of Fruits and Vegetables: **Development and Control**. Amsterdam: Elsevier, 2001. 418p.

BARROS, R.V. **Cultura do Cajueiro**. (*Anacardium Occidentale* L). 2006 http://www.emepa.org.br/caju_cultura.php. acesso em> 16.09.2009

BÁRTOLO, G, F. Perdas e qualidade preocupam. *Informe agropecuário*, v.17, n.179, p.3.1994.

BATISTA, P.F.; PEREIRA, M.C.; SANTOS, A.E. O.; RIBEIRO, V.G.; ASSIS, J. S. Associação de 1-MCP com ceras de carnaúba na conservação de goiabas ‘Paluma’. **Revista Brasileira de Ciência. Agrária**. Recife, v.4, n.1, p.22-26, 2009 jan.-mar., 2009 Recife, PE, UFRPE.

BERTRAN, L. C. **Desenvolvimento e caracterização de filmes simples e compostos à base gelatina, ácidos graxos e breu branco**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

BOTREL, D.A.; SOARES, N. F. F.; GERALDINE, R. M.; PEREIRA, R.M.; FONTES, E.A.F. Qualidade de alho (*Allium sativum*) minimamente processado envolvido com revestimento comestível antimicrobiano. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 27, n. 1, p. 32-38, jan.-mar. 2007.

BRANDÃO, M, C, A.; MAIA, G A.; LIMA, D, P.; PARENTE E J. de S.; CAMPELLO C. C.; NASSU, R T.; FEITOSA, T.; SOUSA, P. H. M.; Análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais de pedúnculos de caju submetidos a desidratação osmótico-solar. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 34, n. 2, p. 139-145, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Fruticultura. O setor produtivo da fruticultura. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br> Acesso em 15/03/2011; 2007.

BRODY, A. L. RFID and Active Packaging Among Topics in New Orleans. **Food Technology**, v. 59, n. 6, p. 108-111, June, 2005.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F.O. **Química do Processamento de alimentos**. Varela, São Paulo, 2001.143p

BRUNINI, M. A.; OLIVEIRA, A. L.; Varanda, D. B. Avaliação da Qualidade de Polpa de Goiaba 'Paluma' Armazenada A -20 °C **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v. 25, n. 3, p. 394-396, dezembro, 2003.

BRUNINI, M. A.; PEREIRA, M.; GUIMARÃES, J. E. R.; CARDOSO, S.S.; SILVA, J. D. R. Conservação pós-colheita de caju anão. CCP76 através do uso de cera associada a embalagens. XII Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, Fortaleza - Ceará, 2009.

CAGRI, A., USTUNOL Z., RYSER E. T. Antimicrobial, mechanical, and moisture barrier properties of low pH whey protein-based edible films containing p-Amminobenzoic or sorbic acid, **Journal of Food Science**, v. 66, n. 6, p. 865–870, 2001.

CAJUNOR - Cultivo do cajueiro no Nordeste brasileiro: o agronegócio caju 1 –Cajunor na net. Dia 18 de março de 2006. Acesso em 16/09/2009. <http://www.cajunor.com.br/home.php?c=nd&id=7>

CAMPOS, A. R. N. **Enriquecimento protéico do bagaço do pedúnculo de caju (*Anacardium occidentale L.*) por fermentação semi-sólida**. Campina Grande: UFCG, 2003. 85f. (Dissertação de mestrado).

CARVALHO, H.A. de; CHITARRA, A. B.; CARVALHO, H. S de. Efeito da atmosfera modificada sobre componentes da parede celular da goiaba. **Ciência e Agrotecnologia**. v.25, n.3, p.605-615, 2001.

CARVALHO FILHO, C. D.; HONÓRIO, S. L. GIL, J.M.. Qualidade pós-colheita de cerejas cv. Ambrunés utilizando Coberturas comestíveis. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v. 28, n. 2, p. 180-184, Agosto 2006.

CAVALINI, F.C. **Índices de maturação, ponto de colheita e padrão respiratório de goiabas 'Kumagai' e 'Paluma'**. 2004. 80f. Dissertação (Mestrado em Ciências – Fisiologia e Bioquímica de Plantas). Piracicaba: ESALQ – USP. 2004.

CEREDA, M. P.; BERTOLINI, A. C.; SILVA, A. P.; OLIVEIRA, M. A.; EVANGELISTA, R. M. Películas de almidón para la preservación de frutas. CONGRESSO DE POLIMEROS BIODEGRADABLES: AVANCES Y PERSPECTIVAS, 1995, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires, 1995.

CHERRY, J. P. Improving the safety of fresh produce with antimicrobial. **Food Technology**. Chicago, v.53, n.11, p.54- 59, 1999.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras:UFLA, 2005. 785 p

CHITARRA, M. I. F. **Colheita e qualidade pós-colheita de frutas**, *Informe Agropecuário*. V.17, n.179, p.11026.1994.

CHITARRA, A. B.; PRADO, H. M. **Utilização de atmosfera modificada e controlada em frutos e hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 66p.

CHOUDHRY, M. M.; COSTA, T. S. D.; ARAÚJO, J. L. P. Goiaba: Pós- Colheita. In: **Agronegócio da goiaba**. P. 9- 15. EMBRAPA Informação Tecnológica. 45p. Il.; (Frutas do Brasil, 19) 2001.

COSTA, N.D.; GRAGEIRO, L.C.; FARIA, CM B. et al. **A cultura do melão**. Brasília. Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2001. 114 p.

COSTA, T.S.A.; LIMA, A.; LIMA, M.V. Determinação de tanino em pedúnculo de caju: Método de vanilina versus método do butanol ácido. **Química Nova**. v. 26, n. 5, 2003.

CUQ, B.; GONTARD, N.; GUILBERT, S. Edible film and coating as active layers. In: ROONEY, M. L. (Ed.) Active food packaging. London: **Blackie Academic & Professional**. 1995. p. 111-142.

DAMASCENO, K.S.F.S.C; ALVES, M A; MENDONÇA, S. C.; GUERRA, N.B.; STAMFORD, T. L. M. Melão Minimamente Processado: Um controle de qualidade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 25, n. 4, p. 651-658, out.-dez. 2005.

DEBEAUFORT, F.; QUEZADA-GALLO, J. A.; VOILLEY A. Edible films and coatings: tomorrow's packagings: a review. **Critical Reviews of Food Science**. v. 38, n. 4, p. 299-313, 1998

DAVIDSON, P. M. Antimicrobial compounds. In: FRANCIS, F. J. **Encyclopedia of Food Science and Technology**. 2nd. ed. New York: John Wiley & Sons, v. 1, p. 63-75, 2000.

DONALDIO, L.C. Produtividade, qualidade e diversificação. **Revista Frutas & cia.** n.1, p. 4-6, 2000.

DZIEZAK, J. D. Preservative Systems in Foods: Antioxidants and Antimicrobial Agents. **Food Technology**, v. 40, n. 9, p.40, 94-136, 1986.

FANTUZZI, E.; PUSCHMANN, R.; VANETTI, M.C.D. Microbiota contaminante em repolho minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 24, n. 2, p. 207-211, abr.-jun, 2004.

FARBER, J. M. Microbiological aspects of modified-atmosphere packing technology-review. **Journal of Food Protection**, v, 54, n.1, p. 58-70, 1991.

FAKHOURI, F. M.; FONTES, L. C. B.; GONÇALVES, P. V. M.; MILANEZ, C. R.; STEEL, C. J.; COLLARES-QUEIROZ, F. P. Filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatina na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, Apr./June, 2007.

FAKHOURI, F. M.; WATANABE, K. M.; BEPPU, M. M.; COLLARES, F. P. Estudo da influência da concentração de proteína em biofilmes de gelatina plastificados com sorbitol. In: SLACA – SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS. 2005, Campinas: disponível em CD-rom.

FAO. FAOSTAT Data base result: banco de dados. Disponível em: < <http://www.fao.gov.br>> Acesso em : 15 jun 2008

FEITOSA, T.; OLIVEIRA, M. E. B.; BASTOS, M S.B.; MUNIZ, C. R.; OLIVEIRA, S C A. Perfil Microbiológico de Polpa de Frutas Produzidas e Comercializadas nos estados do Ceará e Rio grande do norte. **Boletim do CEPPA**. Curitiba, v. 15, n. 1, p. 65-74, jan./jun.1997.

FINGER, F. L.; VIEIRA, G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas**. Cadernos didáticos. Viçosa: UFV, v. 19, 2002. 29p.

GALLO, J. A. Q.; DEBEAUFORT, F.; CALLEGARIN, F.; VOILLEY, A. Lipidic hydrophobic, physical state and distribution effects on the properties of emulsion-based films. **Journal of Membrane. Science.**, v. 180, n. 1, p. 37- 46. 2000.

GONTARD, N.; GUILBERT, S. Prolongation of the shelf-life of perishable food products using biodegradable films and coatings. **Lebensin. Wiss. Technology**. v. 29, n. 1-2, p. 10-17, 1995.

GONZAGA NETO, L. Goiaba - Produção. Empraba Semi-árido (Petrolina - PE). **Informação Tecnológica**. 72 p.; (Frutas do Brasil, 17). 2001.

GONZAGA NETO, L.; SOARES, J.M. A – Cultura da Goiaba , Brasília, DF.;SPI/ Petrolina: Embrapa – Cpsa 1995.75 p. coleção plantar, 27)

GUILBERT, S.; GONTARD, N.; GORRIS, L. G. M. Prolongation of the shelf-life of perishable food products using biodegradable films and coatings. **Lebensin. Wiss. Technol.**v. 29, p. 10-17, 1996.

GUILBERT, S.; CUQ, B.; GONTARD, N. Recent innovations in edible and /or biodegradable packaging materials. **Food Additives and contaminants**. 14 (6- 7): 51. 1997.

GUTIERREZ, A. D, WATANABE, H., SCHMIDT, M. R. A goiaba em números-1 e 2 parte **Revista Frutas & Legumes**. SP. Ano II n 14, p.12-21, n 15, p.29- 34, 2002.

HAGENMAIER, R. D.; BAKER, R. A. Wax microemulsions and emulsions as citrus coating. **Journal of Agriculture Food Chemistry**. v. 42. n. 4. p. 899-902, 1994.

HAN, J. H.; FLOROS, J. D. Potassium sorbate diffusivity in American processed and mozzarella cheeses. **Journal of Food Science**. v. 63, n. 3, p. 435-437, 1998.

HERNANDEZ, E.; BAKER, R. A. Candelilla wax emulsion, preparation and stability. **Journal of Food Science**. v. 56. n. 5. p. 1392-1387, 1991.

HOA, T. T. *et al.* Effect of different coating treatments on the quality of mango fruit. **Journal of Food Quality**. v. 25. n. p. 471–486, 2002.

HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C.L Fisiologia pós –colheita de frutos e hortaliças, in: HUI, C.K.P.; CARVALHO FILHO, C.D.;MORETTI, C.L.; et al. **Resfriamento de frutas e hortaliças** Brasília: Embrapa, p. 59-81, 2002).

IBGE. 2007. Produção Agrícola Municipal. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em: 21.07.2009.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOOD. Micro-organismos de los alimentos: Técnicas de análisis microbiológicas. Zaragoza: Acribia,1984, 431p.

INSTITUTO ADOLF LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolf Lutz: Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª.ed., São Paulo. 2008 v. 1. 1004 p.

JACOBI, K.K.; MACRAE, E.A.; HETHENINGTON, S.E. Effect of hot air conditioning of ‘Kensington’ mangos fruit on the response to hot water treatment. **Postharvest Biology and Technology**. v.21, n.1, p.39-49, 2000.

JERÔNIMO, E. M.; KANESHIRO, M. A. B. Efeito da associação de armazenamento sob refrigeração e atmosfera modificada na qualidade de mangas. Palmer. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 22, n. 2, p. 237-243, 2000.

LEEJAY, J. M. **Microbiologia de Alimentos**. 6 ed. São Paulo: Ed. Arned, 2005. 725p.

JAY, S.; ANDERSON, J. Fruit and related products in: MOIR, C. L.; ANDREWS-KABILAFKAS, G.; COX, B. M.; et al. Spoilage of processed foods: causes and diagnoses. AIFST inc. (NSW Branch), **Food Microbiology Group**. p 187-198, 2001.

JOSE, A.R.S.; REBOUIÇAS, T.N.H.; DIAS, N.O.; HOJO, R.H.; BONFIM, M.P. 2003. El Cultivo del guayabo en Brasil . In: RAMÍREZ, J. S.P.; MURO, L. R.; GAONA, E.G.; CRUZ,

M. A. P. M (Eds). Primer Simpósio Internacional de la guayabo. Aguascalientes, México. 2003. p 84- 115.

KADER, A. (ed.) Postharvest Technology of Horticultural Crops. 3 ed. Riverside: UC Regents, 2002.535p.

CANTWELL, M.; KASMIRE, R. F. Postharvest handling systems: fruit vegetables. *In*: KADER, A. (Ed.). **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. 3. ed. California: University of California, 2002. p. 407-421.

KOLETAR, S. L. *Staphylococcus*. *In*: MAHON, C. R.; MANUSELIS, G. JR. (Ed). **Textbook Diagnostic Microbiology**. Editora Saunders Company, Philadelphia, 1995. cap. 3, 50-96.

KROCHTA, J. M.; MULDER-JOHNSTON, C. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. **Food Technology**. v. 51, n. 2, p. 61-74, 1997.

KONG, K.W., ISMAIL, A. Lycopene content and lipophilic antioxidant capacity of by-products from *Psidium guajava* fruits produced during puree production industry. **Food and bioproducts processing**. 89 (2011) 53–61.

KONICA MINOLTA. Konica Minolta Sensing. Japan 1998. **Precise color Communication: Color control from perception to instrumentation**. Disponível em: <<http://www.konicaminolta.com>>. Acesso em: 21 jan. 2011.

LACERDA, M.A.D. de; LACERDA, R.D. de; ASSIS, P.C.de O. A participação da fruticultura no agronegócio brasileiro. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. V. 4. n. 1, 2004.

LACOSTE, A.; SCHAICH, K. M.; ZUMBRUNNEN, D.; YAM, K. L. Advancing controlled release packaging through smart blending. **Packaging Technology and Science**. v. 18, p. 77-87, 2005.

LAMIKANRA, O.; Fresh-cut Fruits and vegetables, Science, **Tecnology and Market**, CRC, press.Washington, D.C. 2002.

LANGDON, T. T. Preventing of Browning in Fresh Prepared Potatoes Without the Use of Sulfiting Agents. **Food Technology**. v. 41, n.5, p. 64-67, May/1987.

LAVINAS, F.C.; de ALMEIDA, N.C.; MARCO MIGUEL , M.A L.; LOPES, M. L.M.; VALENTE-MESQUITA, V.L. Estudo da Estabilidade Química e Microbiológica do Suco de Caju “*in natura*” Armazenado em Diferentes Condições de Estocagem. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, 26(4): 00-00, out.-dez. 2006

LEAL, Isabela. Resposta Técnica produzida pelo Serviço Brasileiro de **Respostas Técnicas** (SBRT). Disponível em: <<http://www.sbirt.ibict.br>>. Acesso em: 10 set. 2009.

LEISTNER, L **Principles and applications of hurdle technology of toxicology**. Glasgow: Blackie, p. 1-21. 1995.

LEITE, L.A.S.; PESSOA, P.F.A.P. Cultivo do cajueiro no Nordeste brasileiro: o agronegócio caju. In: 12º AGRINORDESTE, realizado nos dias 22 e 23 de setembro de 2004, Olinda-PE.

LIMJAROEN, P.; RYSER, E.; LOCKHART, H.; HARTE, B. Development of a Packaging Coating Material with Antimicrobial Properties. **Journal of Plastic Film and Sheeting**. April 2003, v. 19, n. 2, p. 95-109.

LIN, R. L.; ZHANG, Q. C. Preliminary report on study of treating banana with freshness-preserving agent K₂MnO₄- amargosite. Fujian **Agricultural Science and Technology**. v. 3, p.15-16, 1993.

LOPES NETO, A. **Agroindústria do caju**. Fortaleza: edições IPLANCE, 1997. 296 p

LOPES, M. M. A.; MOURA, C. F. H., ARAGÃO, A. F. A. S.; CARDOSO, T.G.; FILHO, J.E. Caracterização física de pedúnculos de clones de cajueiro anão precoce em diferentes estádios de maturação. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 4, p. 914-920, out-dez, 2011. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. p. 269.

LOZOYA, X.; REYES-MORALES, H.; CHÁVEZ-SOTO, M. A.; MATÍNEZ-GARCÍA, M. C.; SOTO-GONZÁLEZ, Y.; DOUBOVA, S. V. Intestinal anti-spasmodic effect of a phytodrug of *Psidium guajava folia* in the treatment of acute diarrheic disease. **Journal Ethnopharmacol**. Limerick, v. 83, p. 19-24, 2002.

MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; GARCÍA, M. A.; MARTINO, M. N.; ZARITZKY, N. E. Barrier, mechanical and optical properties of plasticized yam starch films. **Carbohydrate Polymers**, v. 56, p. 129-135, 2004.

MAIA, G.A.; OLIVEIRA, G.S.F.; FIGUEREDO, R.W. **Curso de Especialização em Tecnologia e Processamento de Sucos e Polpas Tropicais**. Modulo 1 – Matérias primas (frutas), parte 1 e 2. Brasília:1998. 225p.

MAIA, G. A.; MONTEIRO, J. C. S.; GUIMARÃES, A.C.L. Estudo da estabilidade físico-química e química do suco de caju com alto teor de polpa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 21, n. 1, p. 43-46, Jan-Apr, 2001.

MAIA, G. A. Nutricional aspects of some tropical juices of Latin American. IN: 13 rd IFU World Congress, Sidney. 2001.

MAIA, G. A.; MACHADO, P.H. S.; LIMA, A, S. **Processamento de Sucos de Frutas Tropicais**. Fortaleza, Editora UFC. 2007.

MAIA, G. A; MACHADO, P. H. S.; LIMA, A.S.; CARVALHO, J. M.; FIGUEREDO R.W. **Processamento de Frutas Tropicais – Nutrição, Produtos e Controle de Qualidade** - Fortaleza. Editora UFC. 2009.

MARCHI, R. de.;MONTEIRO, M.; BENATO, E.A.; SILVA, C. A. R. da. Uso da cor da casca como indicador de qualidade do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis sims. f. fl avicarpa deg*) destinado à industrialização. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 20, n. 3, 2000.

MANICA, I.; ICUMA, I. M.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Fruticultura Tropical**: Goiaba. Porto Alegre. Cinco Continentes, 2000. 373 p.

MATIOLI, G.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Licopeno encapsulado em goma arábica e maltodextrina: estudo da estabilidade. **Journal Food Technology**. Preprint Serie, n.99, 2002.

MENEZES, J.B.; ALVES, R.E. **Fisiologia e tecnologia pós-colheita do pedúnculo do caju**. Fortaleza. EMBRAPA-CNPAT, 1995. 20p. (EMBRAPA-CNPAT, Documentos, 17).

MESQUITA, P. C.; MAIA, G. A.; FILHO SOUZA, M. S, M.; NASSU, R. T. Estabilidade microbiológica, físico-química e sensorial de pedúnculos de caju (*Anacardium occidentale.L*) processados por métodos combinados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas. (23)3:366-369, set- dez. 2003.

MEDLICOTT, A. P.; REYNOLDS, S. B. Harvest maturity effects on mango fruit ripening. **Tropical Agriculture**. Trinidad, v. 65, n. 2, p. 153-157, Apr. 1998.

MOITINHO, B L R.; SANTOS, R, DE F.; SILVA, C, M, R. Caracterização de Polpas de Frutas Tropicais e Elaboração do Néctar. **Anais do XIV Seminário de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS, Feira de Santana, 18 a 22 de outubro de 2010**.

MORAIS, S.P.; KANESIRO, M.A.B.; DURIGAN, J.F.; TOSTES, D.R.D.Avaliação de polpa de goiaba congelada. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA GOIABEIRA, 1., 1997, Jaboticabal-SP. **Resumos...** Jaboticabal: FUNEP/FCAVJ, 1997. p 7.

MORGADO, C.M.A. **Qualidade e conservação pós-colheita de cultivares de goiaba: inteiras e minimamente processadas**. Jaboticabal, Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010, x, 84 f. il. :28 cm

MOTA, W. F. **Conservação pós-colheita do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis Sims f. flaricarpa Deg.*) influenciada por ceras e filme plástico**. 58 p. Dissertação (mestrado e Fitotecnia) - Curso de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa 1999.

MOTA, W. F. da; SALOMÃO, L. C. C.; CECOM, P. R.; FINGER, F. L. Waxes and plastic film in relation to the shelf life of yellow passion fruit. **Scientia Agrícola**.Piracicaba, v. 60, n. 1, p. 51-57, 2003.

MINIM, V.P.R. **Análise Sensorial: Estudos dos consumidores**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2010. v. 1. 308 p.

NGUYEN-THE, C.; CARLIN, F. The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**.v. 34. n. 4. p. 371-401. 1994.

NUNES, E. E.; VILAS-BOAS, B. M.; CARVALHO, G. L.; SIQUEIRA, H. H.; LIMA, L. C. O. Vida útil de pêssegos 'Aurora2' armazenados sob atmosfera modificada e refrigerada. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 26, n.3 p.438-440, dez, 2004.

O'BEIRNE, D. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables, p. 183-199. In: GORMLEY, T.R. (ed). Chilled Food, the State of the Art. New York: **Elsevier Science Publishing Co**. 1990.

OLIVEIRA, M.A.de; CEREDA, M.P. Efeito da película de mandioca na conservação de goiabas. **Brazilian Journal of Food Technology**. Campinas, v.2, p.97-102, 1999.

OLIVEIRA, D. DA S.; AQUINO, P. P.; RIBEIRO, S.M. R. PROENÇA R. P. DA C. ; PINHEIRO-SANT'ANA, H. MARIA. Vitamina C, carotenóides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da ceasa do estado de Minas gerais. **Acta Scientiarum. Health Sciences**. Maringá, v. 33, n. 1, p. 89-98, 2011.

OLIVEIRA SILVA, E, BASTOS, M. S. R; ALVES, R. E.; SOARES, N F. PUSCHMANN, R. Segurança Microbiológica em Frutas e Hortaliças Minimamente Processadas. I Simpósio Ibero-americano de vegetais frescos cortados. San Pedro, São Paulo/ Brasil. Abril. 2006.

OLIVEIRA, C. S, GRDEN,L, RIBEIRO, M.C.O. **Utilização de filmes comestíveis em alimentos**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná- UTFPR, v.01, p. 52, 2007.

OZOGLU, H.; BAYINDIRH, A. Inhibition of enzymic browning in cloudy apple juice with selected antibrowning agents. **Food Control**. v. 13, p. 213-221, 2002.

PADULA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Changes in individual carotenoids and vitamin C on processing and storage of guava juice. **Acta Alimentaria**. Budapest, v. 16, p. 209- 216, 1987.

PAIVA, F. F. A.; GARRUTI, D, S.; SILVA, NETO, R. M. **Aproveitamento industrial do cajú**. Fortaleza: Embrapa-cnpat/sebrae/ce.(documentos) , 2000. 88 p 38.

PALMU, P. S. T. **Preparação, propriedades e aplicação de biofilmes comestíveis à base de glúten de trigo**. Campinas, 2003, 244 p. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, (UNICAMP).

PARO, R.M. **Conservação pós-colheita de goiabas (Psidium guajava L.) 'Paluma' empregando-se embalagem plástica e revestimento com cera, em associação com armazenamento refrigerado**. 1996. 137f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.

PARK, H. J. Development of advanced edible coatings for fruits. Trends **Food Science. Technology**. v. 10, n. 8, p. 254-260, 1999.

PEREIRA, M. E. C; SILVA, A.S.; BISPO. A S. R.; SANTOS, S. B; SANTOS, V. J. Amadurecimento de mamão formosa com revestimento comestível à base de fécula de mandioca. **Ciência e Agrotecnologia**.Lavras. MG, v, 30, n. 6 p. 1116- 1119. nov/dez.2006.

PERTINARI, R.A; TARSITANO, M.A.A .Comercialização do caju “*in natura*”na região noroeste do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 24, n. 3 p.697-699, 2002.

PIMENTEL, C R M.; FILGUEIRAS, H A C.; ALVES, R. E. Mercado: situação atual e perspectivas. In: ALVES, R E.; FILGUEIRAS H.A. C. **Caju: pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 9-13, 2002.

PIEKARSKI, F. V.B. W. **Folha de abóbora: caracterização físico-química, mineral e Efeito da adição na reologia da massa e na qualidade sensorial de pães contendo fibra alimentar** Curitiba ,2009. Dissertação – Mestrado- Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Paraná.

QUINTAVALLA, S.; VICINI, L. Antimicrobial food packaging in meat industry. **Meat Science**. v. 62, p. 373-380, 2002.

RAMOS, A. M.; BENEVIDES. D. S.; PEREZ, R. **Manual de boas práticas de fabricação**. (BPF) - Viçosa. Ed. UFV. 2006

RODRIGUES, M. G.V. Produção e mercado de frutas desidratadas. Portal TODAFRUTA. 2008. Disponível em <<http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra-conteudo>. acesso em: 20 jun.2008

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington DC: ILSI Press, 2001.

ROJAS-GRAU, M.A.;TAPIA, M,S.; Belloso, O. M. **Using polysaccharide-based edible coatings to maintain quality of fresh-cut Fuji apples**. LWT 41 (2008) 139–147.

ROONEY, M. L. Active Food Packaging. 1st. ed., London: Blackie **Academic & Professional**. 1995. 260p.

RIBEIRO, V. G.; ASSIS, J. S. DE.;SILVA , F. F.; SIQUEIRA, P. P. X.; VILARONGA, C.P. P. Armazenamento de goiabas ‘Paluma’ sob refrigeração e em condição ambiente, com e sem tratamento com cera de carnaúba. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal. SP, v. 27, n. 2, p. 203-206, Agosto 2005.

RISTERUCCI, A. M. et al. Isolation and characterization of microsatellite loci from *Psidium guajava* L. **Molecular Ecology Notes**. n. 5, p. 745–748, 2005

SALTVEIT, M. E. Edible Coatings. In> Fresh-cut Production. Maintaining Quality and Safety. Sth, section 5e, 1998.

SANCHO, S. O.; MAIA, G.A.; FIGUEREDO, R.W.; RODRIGUES, S.; MACHADO, P.H.S. Alterações químicas e físico-químicas no processamento do suco de caju (*Anacardium Occidentale, L*) **Ciencia e Tecnologia de alimentos**. Campinas (27) 4. 867-871. out- dez. 2007.

SANTOS, A, E, O.; GRAVINA, G. A.; BERBERT, P.A.; ASSIS, J. S.; BATISTA,P F.;SANTOS, O.O.; Efeito do tratamento hidrotérmico e diferentes revestimentos na

conservação pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’ **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.6, n.1, p.140-146, jan.-mar, 2011

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, É. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. Campinas: CETEA/ITAL, 2001. 215p

SAS Institute, Inc. **SAS User’s Guide** : version 9.1, Cary, NC : SAS Institute, 2006

SCIENTIFIC COMMITTEE ON FOODS, 2000 **Opinion of the Scientific Committee on Food on the 10 th additional list of monomers and additives for food contact materials**. Adopted by the SCF on 22/6/2000. CS/PM/GEN/M82 final, 11 July 2000. Disponível: <http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/index>.

SILVA, D. F. P.; ZAMBOLIM, L.; SALOMÃO, L. C. C.; ROCHA, A. Uso de biofilme na conservação pós-colheita de Goiaba. **Anais... II Simpósio Brasileiro de pós-colheita de frutas, hortaliças e flores**. 2007, Viçosa-MG, p.287

SILVA, N.; JUNQUEIRA, C. A. V.; SILVEIRA, F. A. N.; TANIWAKI, H. M.; SANTOS S. F. R.; GOMES, R. A. R. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 3 ed. Ed Varela., 2007.

SILVA, P. T.; LOPES, M. L. M.; MESQUITA, V. L. Efeito de diferentes processamentos sobre o teor de ácido ascórbico em suco de laranja utilizado na elaboração de bolo, pudim e geléia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 26, n. 3, p. 678-682, jul./set. 2006.

SILVEIRA, N. S. S.; MICHEREFF, S. J.; SANTOS DA SILVA, I. L. S.; OLIVEIRA, S. M. A. Doenças Fúngicas Pós-Colheita em Frutas Tropicais: Patogênese e Controle (Revisão). **Caatinga**, Mossoró, v.18, n.4, p.283-299, out./dez. 2005.

SILVEIRA, M. F. A. **Filme antimicrobiano celulósico incorporado com ácido sórbico na conservação de massa de pastel**. 2005. 58f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SMITH, S.; GEESON, J.; STOW, J. Production of modified atmospheres in deciduous fruits by the use of films and coatings. **HortScience**, Alexandria, v.22, n.5, p.772-776, 1987.

SIQUEIRA, R. S. de.; BORGES, M. de F. Microbiologia de frutas e produtos derivados. In: TORREZAN, R. (Coord.). Curso de processamento de frutas. Rio de Janeiro : EMBRAPA/CTAA, 1997. p. 2-13.

SOARES, J. B. O CAJU: **Aspectos tecnológicos**. Fortaleza: BNB, 1986. 256 p.

SCANNELL, A.G.M.; HILL, C.; ROSS, R.P.; MARX, S.; HARTMEIER, W.; ARENDT, E.K. Development of bioactive food packaging materials using immobilised bacteriocins Lacticin 3147 and Nisaplinâ. **International Journal of Food Microbiology**. v.60, n.2-3, p.241-249, sept. 2000

SOUZA, S. M. A. **Elaboração e caracterização de filmes comestíveis biodegradáveis a base de proteínas miofibrilares de origem bovina**. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SRISVASTAVA, H.C.; NARASIMHAN, P. Physiological studies during the growth and development of different varieties of guava (*Psidium guajava L.*). **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.48, p.97- 104, 1967.

TAVARES, S.C.C.H.; LIMA, M.F. **Doenças. Goiaba – Fitossanidade**. Embrapa semi-árido (Petrolina- PE) –Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 63p. Il.; (Frutas do Brasil,:18).

TORREZAN, R; UBOLDI EIROA, M.N.; PFENNING, L. Identificação de Micro-organismos Isolados em Frutas, Polpas e Ambiente Industrial.. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 18, n. 1, p. 2738,jan./jun.2000

TRINDADE, D. C.G.; LIMA, M. A. C.; SILVA, A. L.; ASSIS, J. S.;SÁ, N. M. S.; COSTA, R. S.; SANTOS, P. S. Armazenamento refrigerado de goiaba 'Paluma'submetida a atmosfera modificada e aplicação pós-colheita de 1-MCP. In: XVIII Congresso Brasileiro de Fruticultura. 2004, Florianópolis, 2004

UKUKU, D.O.; SAPERS, G.M. Effect of sanitizer treatments on Salmonella stanley attached to the surface of cantaloupe and cell transfer to fresh- cut tissues during cutting practices. **Journal of Food Protection**. v.64, p.1286-1291. 2001.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. American Public Health Association – APHA. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3rd. ed. Washington: APHA, 1993. 1219p.

VERMEIREN, L.; DEVLIEGHIERE, F.; VAN DEEST, M.; KRUIJ, N.;DEBEVERE, J. Developments in the active packaging of food.Trend in **Food Science & Technology**. v. 10, n. 3, p 77-86, 1999.

VIEITES, R. L; EVANGELISTA, R M; CAMPOS, A .J; MOREIRA, G C. Efeito da embalagem e da irradiação gama no controle da contaminação microbiana da manga minimamente processada. Semina: **Ciências Agrárias**. Londrina, v. 25, n. 3, p. 197-206, jul./set. 2004.

VIEIRA, S. M. J; SANTOS, A.E. O; Tecnologia pós-colheita para comercialização da goiaba “in natura”. Disponível em: [Wttp://www.nutricaoeplantas.agro.br/site/ensino/pos/palestras-Wiliam/ livro-goiaba-pdf/6-tecnol](http://www.nutricaoeplantas.agro.br/site/ensino/pos/palestras-Wiliam/livro-goiaba-pdf/6-tecnol). Acesso set.2011.

VILLADIEGO, A.M.D.; SOARES, N.F.F.; ANDRADE, N J.;PUSCHMANN, R.; MINIM, V P.R.; CRUZ, R. Filmes e revestimentos comestíveis na conservação de produtos alimentícios. **Revista Ceres**. 52(300):221-244, 2005.

VICENTINI, N. M.; CASTRO, T. M. R.; CEREDA, M. P. Influência de películas de fécula de mandioca na qualidade pós-colheita de frutos de pimentão (*Capsicum annuum L.*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.19, p. 127-130, 1999.

YAMASHITA, F.; BENASSI, M. T. Influência de diferentes embalagens de atmosfera modificada sobre a aceitação de goiabas brancas na mesa (*Psidium guajava*, L var Kumagai) mantidas sob refrigeração. **Revista Brasileira de Alimentação e Nutrição**. v.9, p.9-16, 1998.

YAN, L. Y.; TENG, L. T.; JHI, T. J. Antioxidant properties of guava fruit: comparison with some local fruits. **Sunway Academic Journal**, v. 3, p. 9-20, 2006.

YUSOF, S. Physico-chemical characteristics of some guava varieties in malaysia. **Acta Horticulture**. Netherlands, n.269, p.301-305, 1990.

XU, Shiyang.; XU, Li Da.; CHEN, Xiufang. Determining optimum edible films for kiwifruits using an analytical hierarchy process. **Computers & Operations Research**. v. 30, p. 877-866, 2003.