

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE GOIABAS
'PEDRO SATO' ARMazenadas SOB
REFRIGERAÇÃO E ATMOSFERA
MODIFICADA POR BIOFILME DE FÉCULA
DE MANDIOCA**

MARIANA TEXEIRA RODRIGUES VILA

2004

MARIANA TEXEIRA RODRIGUES VILA

**QUALIDADE DE GOIABAS 'PEDRO SATO' ARMAZENADAS SOB
REFRIGERAÇÃO E ATMOSFERA MODIFICADA POR BIOFILME DE
FÉCULA DE MANDIOCA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Ciências dos Alimentos, para a obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. Luiz Carlos de Oliveira Lima

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2004**

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

Vila, Mariana Texeira Rodrigues

Qualidade pós-colheita de goiaba 'Pedro Sato' armazenados sob
refrigeração e atmosfera modificada por biofilme de fécula de mandioca /
Mariana Texeira Rodrigues Vila. -- Lavras : UFLA, 2004.

66 p. : il.

Orientador: Luiz Carlos de Oliveira Lima.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia

1. Psidium guajava. 2. Filme comestível. 3. Amido. I. Universidade Federal de
Lavras. II. Título.

CDD-664.80421

-664.852

MARIANA TEXEIRA RODRIGUES VILA

**QUALIDADE DE GOIABAS 'PEDRO SATO' ARMAZENADAS SOB
REFRIGERAÇÃO E ATMOSFERA MODIFICADA POR BIOFILME DE
FÉCULA DE MANDIOCA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Lavras como parte das exigências do
Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em
Ciências dos Alimentos, para a obtenção do título
de "Mestre".

APROVADA em 02 de março de 2004

Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas

UFLA

Profa. Dra. Joelma Pereira

UFLA



Prof. Luiz Carlos de Oliveira Lima
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

**A minha “família” amada
Nicollas e Angel Ricardo
DEDICO**

**Aos meus pais, Ana Virgínia e Manoel Marcos
A minha irmã, Paulinha
A minha avó, Olga
Com muito amor
OFEREÇO**

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida, a vida do meu filho, do meu esposo, dos meus pais e por tudo que me tem concedido.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA), pela oportunidade concedida para a realização deste curso de Mestrado

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores, Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima e Dr. Eduardo Valério Vilas Boas, pela orientação segura, amizade, ensinamentos e incentivo constante.

A todos os professores do Curso de Pós-Graduação que contribuíram para o meu crescimento profissional.

Aos funcionários do Departamento de Ciência dos Alimentos, que das mais diversas formas colaboraram para realização desta dissertação.

Aos colegas do Laboratório de Bioquímica de Frutos, em especial Ana Carla, Ellen Doll, Brigida e Elisângela, pelos momentos alegres e amizade sincera.

A Tatyane, Luiz, Nélío, Valdemir e Geni, pela importante ajuda na execução das análises laboratoriais.

As laboratoristas Tina, Sandra e Mércia, pela orientação e amizade dispensada na execução das análises do experimento.

Aos meus tios Carmela, Daniel e Railda e aos meus primos Daniela, Suane, Dan e Pedro Henrique pela dedicação, incentivo e muito carinho.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	03
2.1 Aspectos gerais sobre a cultura da goiaba	03
2.2 Modificações pós-colheita de goiaba	05
2.2.1 Respiração e produção de etileno	06
2.2.2 Coloração da casca	07
2.2.3 Acidez total titulável e pH	08
2.2.4 Sólidos solúveis totais (SST) e açúcares	09
2.2.5 Firmeza e substâncias pécnicas	11
2.2.6 Ácido ascórbico (vitamina C)	14
2.3 Conservação pós-colheita	15
2.3.1 Temperatura de armazenamento	16
2.3.2 Uso de atmosfera modificada por biofilme de fécula de mandioca	18
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1 Matéria-prima	22
3.2 Tratamentos com biofilme de fécula de mandioca	22
3.3 Preparo das amostras.....	23
3.4 Análises físicas, químicas, físico-químicas e bioquímicas	23
3.4.1 Perda de massa	23
3.4.2 Firmeza (N)	24
3.4.3 Coloração da casca	24

3.4.4 Acidez total titulável (ATT)	24
3.4.5 pH	24
3.4.6 Sólidos solúveis totais (SST)	24
3.4.7 Açúcares solúveis totais, redutores e não-redutores	25
3.4.8 Pectina total e solúvel	25
3.4.9 Atividade da pectinametilesterase	25
3.4.10 Atividade da poligalacturonase.....	26
3.4.11 Vitamina C	26
3.5 Delineamento experimental	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1 Aparência.....	28
4.2 Perda de massa	32
4.3 Acidez total titulável (ATT) e pH.....	34
4.4 Sólidos solúveis totais (SST) e açúcares	37
4.5 Firmeza e substâncias pécticas	41
4.6 Atividade da pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG)	46
4.7 Ácido ascórbico (vitamina C)	48
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
6 CONCLUSÕES	52
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
ANEXOS	63

RESUMO

VILA, M.T.R. Qualidade pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato' armazenadas sob refrigeração e atmosfera modificada por biofilme de fécula de mandioca. 2004. 66 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras*.

A aplicação de biofilmes na superfície de frutos apresenta-se como uma alternativa viável para sua conservação. A fécula de mandioca possui grande potencial de utilização em função de sua comestibilidade e seu baixo custo. Goiabas 'Pedro Sato' foram colhidas no município de Vista Alegre do Alto, SP, no estágio de maturação indicado pela cor verde da casca e selecionadas no Laboratório de Bioquímica de Frutos, em função do tamanho, forma, cor e ausência de injúrias. Neste estudo avaliou-se o uso de biofilmes como revestimento de goiabas, nas concentrações de 2%, 3% e 4% de fécula de mandioca. Como controle utilizaram-se frutos sem biofilme. O biofilme foi aplicado por meio de imersão dos frutos por 1 minuto, à temperatura ambiente. Em seguida, as frutas foram armazenadas sob refrigeração ($9^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR) durante 20 dias. Os biofilmes na concentração de 3% e 4% de fécula de mandioca foram efetivos em retardar o amadurecimento de goiabas, proporcionalmente à concentração, pois apresentaram-se mais firmes, a casca mais verde, maior teor de açúcares não-redutores e de vitamina C, manutenção da acidez, menor perda de massa, menores teores de sólidos solúveis totais (SST), de açúcares totais e açúcares redutores, menor teor de pectina solúvel e percentual de solubilização, menor atividade de pectinametilesterase (PME) e da poligalacturonase (PG). Os frutos revestidos com biofilme a 2% de fécula de mandioca apresentaram perda de massa, firmeza, cor, teor de SST, açúcares totais, redutores e não-redutores, pectina solúvel, percentual de solubilização, atividade de PME e PG, e vitamina C semelhantes ao controle. O uso da atmosfera modificada (2%, 3%, 4% de fécula de mandioca) não interferiu no comportamento do pH e da pectina total. Os biofilmes a 3% e 4% proporcionaram brilho intenso, porém, a concentração de 4% apresentou o inconveniente de soltar a película a partir do 15º dia de armazenamento. A aplicação de biofilmes na concentração de 3% de fécula de mandioca, por imersão, foi efetiva na manutenção da qualidade de goiabas 'Pedro Sato', armazenadas a 9°C por 20 dias.

* Comitê orientador: Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima – UFLA (Orientador), Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas- UFLA (Co-orientador).

ABSTRACT

VILA, M.T.R. Postharvest quality of guavas Pedro Sato stored under refrigeration and modified atmosphere by cassava starch biofilm. 2004. 66 p. Dissertation (Master in Food Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras *.

Application of biofilms on to fruit surface presents itself as a viable alternative in their conservation. Cassava starch shows a great potential of utilization as related with edibility and its low cost. Guavas 'Pedro Sato' were picked up in the town of Vista Alegre do Alto – SP at the maturation stage indicated by the green color of the peel and screened in the fruit Biochemistry Laboratory as related with size, shape, color and absence of injuries. In this study, use of biofilms was evaluated as a coating of guavas, at the concentrations of 2%, 3% and 4% of cassava starch. Fruits without biofilm were utilized as control. The biofilm was applied through soaking of the fruits for one minute at room temperature. Next, the fruits were stored under refrigeration ($9^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ and $90\% \pm 5\% \text{ RH}$) for 20 days. The biofilms at the concentration of 3 and 4% of cassava starch were effective in delaying the ripening of guavas, proportionally to the concentration, since presented higher firmness, the peels greener, greater contents of non-reducing sugars and vitamin C, acidity maintenance, lower mass loss, lower total soluble solids (TSS) content, total sugars and reducing sugars, lower of soluble pectin content and percent of solubilization, lower pectinmethylesterase (PME) and polygalacturonase (PG) activity. The fruits coated for 2% cassava starch biofilm lined fruits showed loss of mass, firmness, color, TSS content, total, reducing and non-reducing sugars soluble pectin, solubilization percent, PME and PG activity and vitamin C similar to the control. Use of modified atmosphere (2, 3 and 4% of cassava starch) did not interfere in the behavior of pH and total pectin. The 3% and 4% biofilms provided intense brightness but the concentration of 4% presented the inconvenience of releasing the film from 15th day of storage. Application of biofilms at the concentration of 3% of cassava starch, by soaking, was effective in the maintenance of quality of the guavas 'Pedro Sato', stored for 20 days at 9°C .

* Guidance Committee: Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima (adviser) - UFLA, Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas (co-adviser) - UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A goiaba (*Psidium guajava* L.) é uma das frutas tropicais mais apreciadas devido às suas características sensoriais (sabor e aroma) e, principalmente, ao seu alto valor nutritivo. Ela apresenta em sua composição química, teores consideráveis de cálcio, ferro, fósforo, vitamina B₁, vitamina A, niacina, além de constituir-se em excelente fonte de vitamina C. A goiaba também é importante fonte de licopeno, um carotenóide importante na prevenção de diversos tipos de câncer.

Os maiores produtores mundiais de goiabas, em ordem decrescente, são Brasil, Índia, Paquistão, México, Estados Unidos, Venezuela, África do Sul, Jamaica, Quênia e Austrália. O Brasil apresenta uma produção anual de 240 mil toneladas de goiabas, sendo o estado de São Paulo o maior produtor, com aproximadamente 5 mil hectares de área plantada (Agrianual, 2002). Entretanto, sua participação no comércio exterior ainda é muito pequena, totalizando apenas 0,06% do total produzido no país.

Os principais fatores que influenciam a inexpressividade da exportação de goiabas *in natura* são sua alta perecibilidade, obrigando o produtor a transportá-las por via aérea, onerando os custos e o pouco conhecimento de técnicas adequadas de manuseio e conservação, produzindo frutos que não atendem ao padrão de qualidade para a exportação.

A goiaba é uma fruta que apresenta intensa atividade metabólica, tornando-se altamente perecível, entrando em senescência rapidamente após o amadurecimento. Desse modo, precisa ser comercializada tão logo seja colhida, ou ter sua vida útil prolongada pela adoção de métodos adequados de manuseio e conservação, proporcionando melhor qualidade das frutas, principalmente quando comercializadas em mercados distantes do local de produção.

Uma técnica que vem sendo amplamente utilizada na preservação da qualidade de frutas e hortaliças é o uso de atmosfera modificada (AM), que contribui para o decréscimo de perdas pós-colheita, por meio da redução da atividade metabólica e da perda de água, melhorando seu aspecto comercial, refletindo no aumento do período de comercialização.

O uso de ceras como modificadoras da atmosfera, apesar de ser efetivo na conservação de frutos e hortaliças, apresenta o inconveniente de deixar efeito residual sobre os mesmos, além ter um custo elevado. Em contrapartida, o estudo do envolvimento de frutas e hortaliças em biofilmes comestíveis tem sido, então, uma alternativa para promover a atmosfera modificada.

A fécula de mandioca tem sido citada como a matéria-prima mais adequada na elaboração de biofilmes comestíveis, por formar películas resistentes e transparentes, eficientes barreiras à perda de água, proporcionando bom aspecto e brilho intenso, tornando frutos e hortaliças comercialmente atrativos. Além disso, por não ser tóxica, pode ser ingerida juntamente com o produto protegido, sendo facilmente removida com água, quando necessário e apresenta a vantagem do baixo custo.

O objetivo deste estudo foi avaliar o uso de biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações na manutenção da qualidade pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato', armazenadas a 9°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) e 90% ($\pm 5\%$).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais sobre a cultura da goiaba

A goiabeira é uma planta de origem tropical, pertencente ao gênero *Psidium* e à família Myrtaceae, encontrando-se amplamente distribuída em todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo (Pereira & Martinez-Júnior, 1986). Vários autores citam, como o local de origem da goiabeira, a América Tropical.

A goiaba apresenta variações na sua forma, tamanho, coloração, aroma e sabor. Quanto à forma, os frutos são classificados em redondos, piriformes, ovais, elípticos e oblongos. Quanto ao tamanho, existem frutos grandes (100 a 200g), médio (60 a 100g) e pequenos (com menos de 60g). A coloração da casca varia entre verde-amarelo, amarelo-claro e amarelo-avermelhado e a cor da polpa pode apresentar-se branca, creme, amarela, amarelo-ouro, rosada e vermelho-forte. O aroma pode variar entre o suave e agradável ou penetrante e o sabor entre doce, insípido ou levemente ácido (Pereira & Martinez-Júnior, 1986).

A goiaba é classificada como fruto tipo baga, possuindo um mesocarpo de textura firme e carnosos, com quatro a cinco lóculos, onde encontram-se numerosas sementes inseridas numa massa de consistência macia (Piza Jr. & Kavati, 1994).

Dentre as cultivares de goiabas selecionadas para o mercado de frutas frescas destaca-se a cultivar Pedro Sato, por ser grande, com formato oblongo, apresentando a polpa firme e espessa, coloração rosada, sabor agradável, cavidade central cheia e com poucas sementes, casca rugosa (Kavati, 1997). Ela tem a preferência dos consumidores e, portanto, alcança melhor valor comercial no mercado de frutas frescas (Zambão & Bellintani Neto, 1998).

A época natural de produção ocorre entre os meses de janeiro a abril. Entretanto, é possível produzir frutas ao longo do ano por meio de práticas culturais, como a poda e a irrigação (Manica et al., 2000). A goiabeira floresce aproximadamente três meses após a realização da poda e, a partir daí, estão aptas a serem colhidas depois de mais três a seis meses, a depender da época do ano (Piza Jr. & Kavati, 1994).

A qualidade da goiaba para o consumo *in natura* está relacionada aos seus atributos físicos, como a aparência, tamanho, forma, cor e firmeza, bem como à sua composição química, responsável pelo sabor, aroma e valor nutricional, em especial bons teores de vitamina C (Gongatti Neto et al., 1997). Essas características podem variar em função da cultivar, do estágio de maturação, das condições edafoclimáticas do local de cultivo, além das condições de colheita e do manuseio pós-colheita, influenciando diretamente a conservação e a qualidade final dos frutos (Carvalho, 1994).

As condições do fruto na época da colheita determinam seu comportamento e, por conseguinte, sua qualidade final. Em goiabas, a identificação do ponto ideal de colheita baseia-se no tamanho, consistência e, principalmente, na coloração externa do fruto. Mercado-Silva et al. (1998) elegeram a cor da casca como o melhor índice para a determinação do ponto de maturação para goiabas 'Média-China'.

Para o mercado *in natura*, os frutos devem ser colhidos quando ocorrerem mudanças de coloração da casca de verde-escuro para verde-claro, quando estão distantes dos centros comerciais ou, ainda, iniciando o amarelecimento quando próximos, mas sempre apresentando consistência firme da polpa (Nascimento et al., 1991). Para o mercado exterior, os frutos são colhidos com a cor verde da casca (Gongatti Neto, 1996). Os produtores de goiabas utilizam este parâmetro como indicativo de um fruto que encontra-se no estágio de maturidade fisiológica plena, assegurando que, ao chegar no final da

cadeia de comercialização, tenha desenvolvido plenamente os seus atributos de qualidade.

A correta determinação do estágio de maturação no momento da colheita assegura a obtenção de frutas de boa qualidade, no que se refere às características sensoriais, além de um comportamento adequado durante o armazenamento (Kluge et al., 2002). Assim, o estágio de maturação em que o fruto é colhido é o ponto inicial, dentro da cadeia de pós-colheita, para a manutenção da sua qualidade (Azzolini, 2002).

2.2 Modificações pós-colheita da goiaba

O amadurecimento de frutos compreende o estágio fisiológico, durante o qual ocorrem mudanças em suas características sensoriais do sabor, aroma, cor e textura, que os tornam agradáveis ao consumo (Chitarra & Chitarra, 1990).

O amadurecimento corresponde à fase final da maturação e envolve diversos processos fisiológicos e bioquímicos que resultam em modificações da estrutura e composição química de frutos (Wills et al., 1998), dentre as quais destacam-se a degradação e síntese de pigmentos, conversão do amido em açúcares, redução da firmeza, degradação de pectinas e alteração na atividade enzimática (Andrews & Li, 1994).

Em goiabas, o amadurecimento é um processo complexo que demanda grande quantidade de energia associada com um rápido aumento da atividade respiratória após a colheita, e da produção autocatalítica do etileno (Inaba, 1993 citado por Basseto, 2002). Azzolini (2002), em seu estudo sobre a fisiologia pós colheita e padrão respiratório, observou em goiabas 'Pedro Sato' que o processo de amadurecimento é desencadeado mesmo na presença de pouco etileno e que a atividade respiratória é elevada desde o início do processo. Consequentemente, são frutas altamente perecíveis, com intensa atividade metabólica.

2.2.1 Respiração e produção de etileno

Após a colheita, a respiração do fruto torna-se o principal processo fisiológico, pois o mesmo não depende mais da absorção de água e minerais efetuada pelas raízes, da translocação de nutrientes pelo sistema vascular, nem da atividade fotossintética da planta-mãe, e sim das suas próprias reservas de substratos, acumulados durante o seu crescimento (Chitarra & Chitarra, 1990).

A respiração é observada como um processo vital determinante na longevidade das frutas na fase pós-colheita e é um processo fisiológico dependente da temperatura e da concentração de gases disponíveis à mesma (Chitarra & Chitarra, 1990).

A goiaba tem sido classificada como climatérica por diversos autores (Pantástico, 1975; Chitarra & Chitarra, 1990, Lima et al., 1998) por apresentar padrão respiratório com picos na evolução de etileno e CO₂.

O climatério é definido por Rhodes (1980), citado por Azzolini (2002), como um período da ontogenia de determinadas frutas, em que ocorre uma série de alterações bioquímicas irreversíveis normalmente iniciadas pela produção autocatalítica do etileno, marcando a transição entre o crescimento e a senescência, resultando no aumento da atividade respiratória.

Brown & Wills (1983), avaliando o comportamento de seis cultivares de goiabas colhidas em quatro estádios de maturação, desde frutas imaturas até completamente desenvolvidas, observaram que todas as cultivares apresentaram comportamento respiratório e produção de etileno do tipo climatérico. Entretanto, as frutas mais maduras alcançaram pico climatérico entre quatro a seis dias após a colheita, enquanto as menos maduras apresentaram menor produção de etileno e de CO₂ e não completaram seu desenvolvimento.

O aumento na atividade respiratória e na produção de etileno durante o período de maturação causa um rápido amadurecimento, notado, principalmente, pelas alterações na pigmentação, degradação dos carboidratos de reservas,

redução no conteúdo de ácidos orgânicos, síntese de voláteis, amaciamento de polpa, resultando, finalmente, na senescência (Ali & Lazan, 1997).

2.2.2 Coloração de casca

A aparência de um fruto é o atributo de qualidade mais importante no momento de determinar seu valor comercial, sendo avaliado pelo tamanho, forma e cor (Chitarra & Chitarra, 1990). O tamanho e a forma são inerentes à cultivar. No entanto, a cor da casca é o fator mais expressivo que pode indicar se o fruto foi submetido a boas condições de conservação. Assim, a coloração dos frutos é um importante atributo de qualidade, não só por contribuir para uma boa aparência, mas também por influenciar a preferência do consumidor. São preferidos frutos de coloração forte e brilhante, embora não signifique um diferencial no aumento do valor nutritivo e na qualidade do fruto.

Durante o amadurecimento, a maioria dos frutos apresenta modificações em sua coloração, resultantes da degradação da clorofila e da síntese, principalmente de carotenóides e antocianinas (Tucker, 1993). A degradação da clorofila ocorre em função de mudanças de pH, de ácidos, do aumento dos processos oxidativos e da ação de clorofilases (Will et al., 1998).

A goiaba sofre modificações de cor com o transcorrer do amadurecimento, notadamente na casca. Em goiabas de polpa vermelha, a cor da casca muda de verde-escuro para amarelo e cor da polpa muda de rosa-claro para vermelho (Pereira & Martinez Jr., 1986).

As mudanças na coloração da casca que ocorrem no decorrer do amadurecimento, estão intimamente ligadas à biossíntese de etileno, o qual proporciona aumento da atividade das enzimas clorofilases responsáveis pela degradação da clorofila e induz à síntese de novas enzimas responsáveis pela biossíntese de carotenóides (Wills et al., 1998), mesmo encontrando-se em baixas concentrações nos tecidos vegetais. Abeles et al. (1992) reportam que a

concentração de $0,01 \mu\text{L.L}^{-1}$ de etileno é capaz de promover respostas fisiológicas, o que pode explicar o fato de que há mudança da coloração em goiabas, mesmo que o etileno esteja em baixas concentrações (Azzolini, 2002).

A determinação da coloração dos frutos pode ser realizada por métodos subjetivos, baseando-se na intensidade e nas variações da cor perceptíveis ao olho humano e por métodos objetivos, utilizando equipamentos capazes de medir a quantidade e qualidade da luz refletida, o que garante maior confiabilidade na utilização deste parâmetro (Chitarra & Chitarra, 1990).

Mercado-Silva et al. (1998) citam em seu trabalho que a cor da casca é um bom indicativo do estágio de maturação em goiabas. Estudando a cultivar Média-China, em três estágios de maturação e 2 épocas de produção, estes autores observaram um aumento nos valores de a^* e b^* , indicando mudança de cor do verde para amarelo. Azzolini (2002) também relata, em seu estudo com goiabas 'Pedro Sato', que a utilização da cor da casca para distinção dos estágios de maturação mostra-se bastante viável.

Entretanto, Bleinroth et al. (1992) recomendam cautela em utilizar apenas a cor da casca como índice de maturação, pois os frutos podem encontrar-se posicionados na planta de modo a receber maior incidência de raios solares, promovendo uma cor mais intensa, resultando em falso índice de maturação.

2.2.3 Acidez total titulável (ATT) e pH

A acidez de um fruto é dada pela presença dos ácidos orgânicos, que servem de substratos para a respiração. Porém, muitos dos ácidos são voláteis e por isso ajudam a compor o aroma característico das frutas. Os ácidos são encontrados nos vacúolos das células na forma livre ou combinados com sais, ésteres e glicosídeos (Chitarra & Chitarra, 1990).

Em goiabas, a acidez deve-se principalmente, à presença de ácido cítrico, ascórbico, málico, glicólico e fumárico, sendo o cítrico encontrado em maior quantidade (Wilson et al., 1982).

Durante o amadurecimento de frutas, o teor de ácidos orgânicos tende a diminuir, devido à sua oxidação no ciclo dos ácidos tricarboxílicos, em decorrência do processo respiratório ou da conversão de açúcares, pois nesta fase ocorre maior demanda energética pelo aumento do metabolismo (Chitarra & Chitarra, 1990).

No armazenamento de goiabas, tem sido observado aumento nos teores de acidez total titulável (Siddiqui et al., 1991). Oliveira (1996), Carvalho (1999) e Gianonni (2000) observaram aumento da acidez total titulável em goiabas armazenadas sob refrigeração. No entanto, Sharaf & El-Saadany (1987) observaram diminuição nos teores de acidez com a evolução da maturação, apresentando os frutos maduros mais ácidos do que os maduros.

A acidez total de goiabas pode variar de 0,2% a 1,0% de ácido cítrico por 100g de polpa (Chitarra, 1996), permitindo classificá-la como sendo de sabor moderado e bem aceita para consumo de mesa (Azzolini, 2002).

As mudanças no pH são menos acentuadas do que a ATT e apresentam, normalmente, variação entre 4,0 e 5,2, em frutos maduros (Chyau et al., 1992).

Lima (2003) observou em goiabas 'Pedro Sato' decréscimo nos valores de pH, seguido de um discreto aumento. Oliveira (1996) e Carvalho (1999) observaram aumento dos valores de pH sob atmosfera modificada e refrigerada, respectivamente.

2.2.4 Sólidos solúveis totais (SST) e açúcares

O teor de sólidos solúveis totais indica, aproximadamente, a quantidade de açúcares existente no fruto, representando de 50% a 90% do conteúdo de SST (Chitarra et al., 1981). Sobretudo, pode-se ainda encontrar, em menor

concentração, outros compostos, como ácidos, vitaminas, aminoácidos e algumas pectinas (Chitarra & Chitarra, 1990).

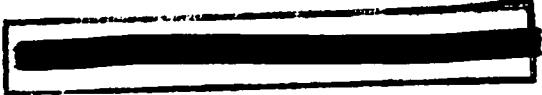
O teor de SST em goiabas pode variar entre 4,80% a 15,9%, podendo esta variação depender da cultivar, do estágio de maturação e das condições climáticas (Chitarra, 1996; Gehardt et al., 1997). Geralmente, os SST aumentam com o transcorrer da maturação, seja por biossíntese, pela degradação de polissacarídeos ou, ainda, pela excessiva perda de água dos frutos, promovendo um maior acúmulo dos mesmos (Chitarra & Chitarra, 1990).

Durante o armazenamento, espera-se um aumento nos teores de sólidos solúveis totais devido ao amadurecimento de frutos. Ojeda (2001) avaliando o uso de ceras, fungicidas e sanitizantes na conservação de goiabas 'Pedro Sato' observou aumento no teor de SST com o decorrer do armazenamento. Esteves (1981) observou valores crescentes de SST, os quais variaram entre 6,66% a 8,22% e os considerou baixo para frutos maduros.

Durante a maturação de goiabas, observa-se hidrólise do amido, com conseqüente acúmulo de glucose, frutose e sacarose, sendo que a concentração de frutose encontra-se superior à de glucose e esta superior à concentração de sacarose nas frutas (Mowlah & Itoo, 1982; Esteves & Carvalho, 1982). Mowlah & Itoo (1982) verificaram em seu estudo que a frutose corresponde de 55% a 59% dos açúcares redutores e que, juntamente com a glicose, corresponde a 74% a 98% dos açúcares totais.

A glucose e a frutose são resultantes da hidrólise da sacarose e dos polissacarídeos de reserva como o amido. A degradação das hexoses fosfatadas ocorre na respiração via glicólise ou no ciclo das pentoses fosfato (Nustsch, 2000, citado por Azzolini, 2002)

A concentração de açúcares, resultante da desidratação do fruto e da degradação da parede celular, pode resultar na elevação dos teores dos açúcares



totais (Chitarra & Chitarra, 1990). Em goiabas maduras, o teor de açúcares totais encontra-se na faixa de 4% a 9% (Pereira & Martinez Jr., 1986; Chitarra, 1996).

Os teores de açúcares totais, redutores e não redutores em muitas cultivares estudadas, oscilam entre 2,6% a 8,95%; 2,1% a 5,5% e entre 0,5% a 1,83%, respectivamente (Singh & Chauhan, 1982; Will et al., 1983).

2.3.5 Firmeza e substâncias pécticas

O amaciamento da polpa, após a mudança de cor, é a transformação mais evidente que ocorre durante o amadurecimento. A diminuição da firmeza ocorre em função, principalmente, da perda da integridade da parede celular. A degradação enzimática de moléculas poliméricas constituintes da parede celular como a celulose, hemicelulose e pectina, promove modificações na parede celular, levando ao amolecimento da polpa (Tucker, 1993).

Logo, a firmeza da polpa é um importante atributo na qualidade pós-colheita de frutos, determinada, principalmente, pela força de coesão entre as substâncias pécticas. A firmeza é um fator crítico que pode influenciar o período de conservação, a resistência ao manuseio e transporte e ao ataque de microorganismos (Carvalho, 1994).

As substâncias pécticas são polissacarídeos complexos, constituídos por uma cadeia de ácido galacturônico, de elevado peso molecular, unidas por ligações glicosídicas α (1-4) (Thakur et al., 1997). São encontradas na forma de protopectina, ácidos pectínicos, ácidos pécticos e pectinas, que diferem entre si pelo grau de metilação. Localizam-se na parede celular e na lamela média, onde funcionam como agentes cimentantes e hidratantes da celulose.

A protopectina é a forma insolúvel das substâncias pécticas e liga-se cruzadamente a outras cadeias poliméricas adjacentes, por meio de pontes de cálcio, formando um polímero de elevado peso molecular, parcialmente metilado. Com o avanço da maturação, a protopectina é desesterificada e

hidrolisada em frações com menor peso molecular (ácidos pectínicos e ácidos pécticos), solúveis em água, denominadas de pectina solúveis (Wills et al., 1982).

No amadurecimento, ocorre um aumento do conteúdo da pectina solúvel em decorrência da despolimerização das pectinas da parede celular, causando aumento na solubilização das mesmas, pela ação de enzimas pectolíticas, conseqüentemente, promovendo aumento no amaciamento de frutos (Adams, 1991). A despolimerização da pectina inicia-se no mesocarpo interno, próximo às sementes e, em seguida, avança para as demais regiões dos frutos (Lazan & Ali, 1993).

Pal & Selvaraj (1979), estudando sete cultivares de goiabas indianas colhidas em diversos estádios de desenvolvimento, observaram que o teor de pectina total pode aumentar ou diminuir com o avanço do amadurecimento. Este fato sugere que há tanto reações de síntese como de degradação dos componentes da parede celular com o avanço do amadurecimento (Carvalho, 1999).

Durante o amadurecimento, o aumento do conteúdo de pectina solúvel, em muitos frutos, tem sido atribuído ao aumento da atividade de enzimas associadas à parede celular, a saber, pectinametilesterase (PME), poligalacturonase (PG), β -galactosidade, celulasas, entre outras, sobre as pectinas e outros carboidratos (Barret & Gonzalez, 1994).

A atividade da pectinametilesterase catalisa a desesterificação dos ácidos poligalacturônicos e parece facilitar a ação hidrolítica posterior da poligalacturonase. A desesterificação origina blocos de ácido galacturônicos não esterificados, extremamente sensíveis aos íons de cálcio, ligando-se cruzadamente, tornando os tecidos mais resistentes à separação celular. Contudo, a desmetilação também resulta em maior número de grupos carboxílicos,

facilitando a ação subsequente da PG, a qual degrada as substâncias pécicas desesterificadas (Fry, 1986)

Conforme avança o amadurecimento, a pectina torna-se menos susceptível como substrato à ação da PME, devido às mudanças estruturais que sofrem, como a redução do polímero péctico, resultante da atividade da poligalacturonase (Pal & Selvaraj, 1979). El-Zoghbi (1994) relata diminuição na atividade da PME com o decorrer do amadurecimento ou em frutos excessivamente maduros (Hussain & Shah, 1975).

A poligalacturonase (PG) é uma enzima hidrolítica que atua nas ligações glicosídicas próximas a grupos carboxílicos livres, solubilizando o polímero de ácido galacturônico em ácidos pécticos e ácidos pectínicos (Chitarra & Chitarra, 1990). O aumento da atividade da PG tem sido relatada no início do amadurecimento de frutos climatéricos, proporcionando um aumentando da solubilização de pectinas e, portanto, estando envolvida no amaciamento dos mesmos (King & O'Donoghue, 1995).

Em goiabas, constatou-se tanto aumento como diminuição na atividade da PG no início do amadurecimento, até tornarem-se completamente maduras, (Hussain & Shah, 1975; El-Zoghbi, 1994). O aumento da atividade da PG foi acompanhada por aumento nos teores de sólidos solúveis totais e de pectina solúvel e declínio na concentração de ácido galacturônico e na firmeza dos frutos (Mowlah & Itoo, 1983).

Outros processos também estão envolvidos no amolecimento de frutos como a perda de turgor, um processo físico ocasionado pela perda excessiva de água pela transpiração (Tucker, 1993). Este é um processo importante na pós-colheita, em função da diferença de pressão de vapor existente entre os tecidos do fruto e atmosfera local de armazenamento.

Para a maioria dos vegetais, a perda de água em torno de 5% a 10% de massa fresca pode tornar o fruto impróprio para a comercialização. Para goiabas, toleram-se perdas de até 15% de sua massa fresca (Manica et al., 2000).

A perda de água resulta em enrugamento dos tecidos, amaciamento da polpa e perda de massa fresca. Desse modo, a perda de água é um importante fator econômico na comercialização feita com base na massa fresca.

O amaciamento, durante o amadurecimento, pode ser minimizado pelo uso de baixas temperaturas, dentro de certos limites para cada fruto e do armazenamento em atmosfera modificada e/ou controlada (Kader, 1995)

2.2.6 Ácido ascórbico (vitamina C)

A principal forma ativa da vitamina C é o ácido ascórbico, mas o subproduto da sua oxidação, o ácido deidroascórbico, também é ativo (Pelletier & Brassard, 1977). As formas oxidadas e reduzidas da vitamina C possuem valores biológicos semelhantes e, para isso, é necessário a quantificação de ambas as formas para a correta determinação do conteúdo total de vitamina C (Mokady et al., 1984).

A goiaba apresenta teores elevados de vitamina C, encontrada na forma de ácido ascórbico, podendo alcançar até 400 mg.100g⁻¹ polpa, concentrando-se mais na casca e na parte externa da polpa (Chitarra, 1996). Entretanto, danos mecânicos, apodrecimento e senescência podem ocasionar desestruturação da parede celular, promovendo a oxidação do ácido ascórbico, talvez devido ao contato do substrato com suas enzimas, provavelmente polifenol oxidase e ácido ascórbico oxidase (Mokady, 1984). Mathiuz (2002), observou diminuição expressiva no conteúdo de vitamina C em goiabas 'Pedro Sato' que sofreram injúrias mecânicas.

Dhillion et al. (1987) e Vasquez-Ochoa & Colinas-Leon (1990) observaram que o conteúdo de vitamina C aumenta nos frutos durante os

estádios iniciais de desenvolvimento até a maturação total e, quando excessivamente maduros, diminui significativamente.

O conteúdo de vitamina C também sofre variações a depender da época do ano em que os frutos se desenvolvem e da temperatura utilizada no seu amadurecimento. Goiabas produzidas em épocas frias e secas apresentam maior teor de vitamina C, pois temperaturas mais baixas retardam a perda excessiva de substratos respiratórios e aumentam a translocação de fotossintatos das folhas para os frutos (Mercado-Silva et al., 1998). Porém, após a colheita, quando armazenados em temperatura ambiente, os frutos podem sofrer rápida baixa em seu conteúdo (Khedar et al., 1982; Singh & Chauhan, 1982).

2.3 Conservação pós-colheita

As condições externas às quais as frutas são submetidas logo após a colheita são fatores determinantes na extensão de sua vida útil.

O conhecimento do comportamento fisiológico de uma fruta permite uma manipulação mais adequada, proporcionando redução de perdas após a colheita e, por conseguinte, maximiza sua conservação, disponibilizando maior quantidade de frutas com qualidade no mercado (Awad, 1993).

A rápida perda da coloração verde da casca, o amaciamento excessivo da polpa, a elevada incidência de podridões, o murchamento dos frutos e a perda de brilho são os fatores que mais comprometem a qualidade pós-colheita das goiabas (Jacomino, 2000). Para tanto, é fundamental um controle efetivo do amadurecimento por meio de métodos de conservação capazes de prevenir os fenômenos naturais, acima citados, do amadurecimento.

As goiabas são frutas altamente perecíveis, apresentando uma intensa atividade metabólica, quando mantidas à temperatura ambiente, amadurecendo rapidamente num período de 3 a 5 dias (Gongatti Netto et al., 1996). Pivetta et al. (1992) relatam que o período máximo de conservação para goiabas sob

condição ambiente é de quatro dias, quando colhidas no estado “de vez” ou maduro e de sete dias, quando colhidas no estágio verde.

Entre os métodos de conservação de frutas mais frequentemente usados estão o uso de temperaturas baixas e o uso de atmosferas modificadas e/ou controladas no armazenamento (Kader, 1995) que podem ser utilizados associados, potencializando seus efeitos. Segundo Chitarra & Chitarra (1990), a refrigeração é o método mais econômico para o armazenamento prolongado de frutas *in natura* e o uso de atmosfera modificada ou controlada é coadjuvante deste método.

O período máximo de armazenamento depende da taxa respiratória, produção de etileno, fatores genéticos, além da susceptibilidade à perda de umidade, da resistência aos microrganismos causadores de podridões e distúrbios fisiológicos (Kluge et al., 2002).

2.3.1 Temperatura de armazenamento

O armazenamento em temperatura controlada reduz a atividade respiratória de frutos, por conseguinte minimiza as alterações químicas e bioquímicas, mantendo suas funções vitais e preservando sua integridade física, qualidade nutritiva e sensorial, desde que obedecida uma faixa de temperatura fisiologicamente segura (Fioranço, 1994).

O efeito da temperatura ocorre sobre a velocidade das reações enzimáticas que acontecem na respiração, pois obedecem à lei de Van't Hoff, segundo o qual, para cada aumento de 10°C na temperatura, a velocidade das reações químicas e bioquímicas pode duplicar ou até triplicar (Chitarra & Chitarra, 1990). Conseqüentemente, ao submeter as frutas a ambiente refrigerado espera-se redução da atividade respiratória e do metabolismo, com atraso do pico climatérico e, então, do amadurecimento e, portanto, aumento do período de conservação (Kader, 1992).

As goiabas, por serem originadas de regiões tropicais, são sensíveis ao frio e, quando submetidas à temperatura abaixo da crítica, podem apresentar um desequilíbrio no metabolismo, levando ao colapso das células, manifestando sintomas de distúrbios fisiológicos (Wills et al., 1998), como mudanças na taxa de respiração e de produção de etileno, escurecimento da casca e/ou da polpa, incapacidade de amadurecimento normal, menor resistência ao ataque de microrganismos e perda do aroma e sabor (Pantastico, 1975). A temperatura mínima de segurança (TMS) e o tempo de refrigeração podem variar de acordo com a cultivar e com o estágio de maturação (Durigan, 1997; Chitarra & Chitarra 1990).

Chitarra & Chitarra (1990) recomendam o armazenamento de goiabas entre 5°C e 10°C, até no máximo, 21 dias de armazenamento. Durigan (1997) é mais específico, indicando, como condições adequadas ao armazenamento de goiabas, temperaturas entre 8°C e 10°C e umidade relativa de 85% a 90% para conservá-las por 30 dias. Entretanto, Vasquez-Ochoa & Colinas-Leon (1990) verificaram que goiabas armazenadas a 3,5°C apresentavam sintomas de “chilling injury” e, quando mantidas a 11°C, apresentavam diminuição do tempo de armazenamento, ocasionado, principalmente, por maior incidência de patógenos.

Lima & Durigan (2000) verificaram que a refrigeração proporcionou a manutenção de 87% do teor inicial de ácido ascórbico de goiabas ‘Pedro Sato’, em comparação aos 36% no teor de vitamina C, quando as mesmas foram mantidas em temperatura ambiente.

Jacomino et al. (2000) afirmam que as goiabas da cultivar Kumagai podem ser armazenadas à temperatura de 10° C a 12° C, durante 14 dias, enquanto que a 8°C podem ser conservadas por 21 dias.

As goiabas com destino ao mercado exterior transportadas por via marítima, devem ser mantidas à temperatura de 9°C a 10°C (Carraro & Cunha,

1994). Durigan (1997) recomenda o uso de temperaturas entre 8° C e 10° C para evitar danos por resfriamento em transportes a longas distâncias.

2.4.2 Uso de atmosfera modificada por biofilme de fécula de mandioca

A atmosfera modificada (AM) consiste numa técnica conservacional de frutas e hortaliças que vem sendo muito utilizada na preservação da qualidade. Este tipo de acondicionamento contribui para o decréscimo de perdas pós-colheita, por meio da redução da atividade metabólica e da perda de água, melhorando o aspecto comercial de frutas e hortaliças.

A atmosfera modificada (AM) pode ser aplicada pelo envolvimento de frutas e hortaliças em filmes poliméricos, ceras ou biofilmes, expostos a baixas temperaturas ou, mesmo, em temperatura ambiente (Chitarra & Chitarra, 1990), ocasionando redução de perda de água e diminuição da atividade respiratória. A síntese e ação do etileno poderão ser minimizadas, retardando a senescência, refletindo, portanto, na dilatação do período de comercialização.

O principal efeito da modificação da atmosfera parece ser sobre a síntese do etileno. Este regulador de crescimento desencadeia muitos dos processos envolvidos no amadurecimento dos frutos, dentre eles, a elevação na taxa respiratória. Como sua síntese requer oxigênio, a diminuição dos níveis de O₂ no ar atmosférico afeta a produção endógena de etileno (Lana, 2000) .

O uso de AM também diminui a incidência de patógenos. Segundo Kluge et al. (2002), níveis muito baixos de O₂ e/ou níveis muito altos de CO₂ suprimem o crescimento de fungos, porém, determinados frutos não suportam essas concentrações, podendo aparecer injúrias fisiológicas no período de armazenamento.

Uma nova proposta para promover a atmosfera modificada é o envolvimento de frutos em películas comestíveis denominadas de biofilme. Podem ser usadas diretamente sobre os frutos que poderão ser consumidos ainda

com a película (Bobbio & Bobbio, 1984). Os filmes comestíveis ou biofilmes, derivados do amido, começaram a ser estudados de forma mais intensiva, sendo a fécula de mandioca selecionada como matéria-prima mais adequada (Cereda et al., 1992),

A obtenção do biofilme (película) de fécula de mandioca baseia-se no princípio da gomificação do amido, que ocorre acima de 70°C, com excesso de água. A fécula gelatinizada que se obtém, quando resfriada, forma películas devido às suas propriedades de retrogradação. Na retrodegradação, pontes de hidrogênio são formadas e o material disperso volta a se organizar em macromoléculas, originando uma película (Oliveira, 2000).

Esses biofilmes apresentam bom aspecto, não são pegajosos, são brilhantes e transparentes, melhorando o aspecto visual dos frutos e, não sendo tóxicos, podem ser ingeridos juntamente com o produto protegido. O biofilme é removido com água e apresenta-se também como um produto comercial de baixo custo (Cereda et al., 1995).

A aplicação do biofilme de fécula de mandioca sobre os frutos funciona como uma barreira à perda de água e a liberação de CO₂ pelo aumento na espessura da cutícula (Oliveira, 2000). Biofilmes de fécula de mandioca com características semelhantes às das ceras comerciais foram aplicadas em mamões 'Papaya'. Os resultados mostraram que a utilização da fécula de mandioca não ocasionou efeitos nocivos, quando comparados ao tratamento com cera, além de apresentar razoável retenção de perda de água nos frutos (Cereda et al., 1992). Portanto, este tipo de película pode representar uma alternativa potencial à elaboração de biofilmes a serem usados na conservação de frutas.

Alguns estudos foram realizados com o objetivo de mostrar a viabilidade do uso de biofilmes em diferentes concentrações na conservação da qualidade de frutas e hortaliças. Vicentini et al. (1999), estudando o comportamento de pimentões revestidos por biofilme nas concentrações 1%, 3% e 5% de fécula de

mandioca, encontraram que as concentrações 3% e 5% mantiveram os frutos mais firmes do que aqueles revestidos a 1% ou não revestidos. Embora a película, na concentração de 5% de fécula de mandioca, mostre a mesma eficiência que a 3%, a 5% formou uma camada muito espessa, conferindo opacidade aos pimentões, que descascaram logo nos primeiros dias de armazenamento, comprometendo a aparência e prejudicando a comercialização.

A película de fécula de mandioca na concentração de 3% conferiu maior brilho em limão 'Siciliano' (Henrique & Cereda, 1996), tendo ocorrido o mesmo em goiabas (Oliveira, 1996) e em morangos (Henrique & Cereda, 1999), sem apresentar o inconveniente de descascar até o final do armazenamento.

Vieites et al. (1997) verificaram que tomates envolvidos por biofilme de fécula de mandioca apresentaram textura mais firme e degradação mais lenta da clorofila e da síntese de licopeno do que aqueles sem o revestimento.

Em morangos, o melhor efeito para a perda de massa foi observado com biofilme a 3% de fécula de mandioca, em que os frutos atingiram 10 dias de armazenamento com menor índice de perda de massa em condições ambiente (Henrique & Cereda, 1999). Estes resultados concordam com os observados por Cereda et al. (1992) e Oliveira (1996), que verificaram diminuição na perda de massa em mamão e em goiabas, respectivamente, com a utilização da película e contrariam Vieites et al. (1997) que observaram maiores perda de massa, em tomate, com a utilização de biofilme de amido.

A aplicação de biofilme de fécula de mandioca em pimentões proporcionou retenção da coloração da casca, não favoreceu crescimento de patógeno, além de não ter tornado-se pegajoso com o decorrer do armazenamento (Vicentini et al., 1999).

Quando realizou-se testes sensoriais em morangos, não foi detectadas presença de sabor e aroma estranhos, não sendo identificados os frutos que receberam o tratamento, e os frutos não foram lavados para retirar o biofilme

(Henrique & Cereda, 1999). Cereda et al. (1995) verificaram ser o biofilme um produto atóxico, transparente, podendo ser ingerido juntamente com o produto protegido.

Ao final do armazenamento, morangos tratados com biofilmes de fécula de mandioca, de maneira geral, apresentaram-se visualmente com ótima aparência e coloração aceitável para comercialização, sem sinal de contaminação fúngica, maior resistência ao manuseio e simulação de transporte, ocorrendo menores índices de ferimento e dano mecânico (Henrique & Cereda, 1999).

A aplicação de biofilmes de fécula de mandioca em goiabas armazenadas em temperatura ambiente proporcionou atraso no pico respiratório em relação àquelas mantidas sem o revestimento (Oliveira, 1996). Cereda et al. (1992) verificaram comportamento semelhante em mamões 'Papaya' envolvidos por esta cobertura.

A goiaba apresenta um período pós-colheita muito restrito. Logo, é extremamente importante a adoção de técnicas que venham minimizar o seu intenso metabolismo, visando à redução de perdas pós-colheita e à ampliação do período de conservação, principalmente quando destina-se a mercados distantes do seu local de produção, proporcionando a comercialização de frutas de excelente qualidade, tanto sensorial quanto nutricional, especialmente para o consumo *in natura*.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1- Matéria prima

As goiabas foram colhidas no município de Vista Alegre do Alto, SP, situado a 21° 10' de Latitude S e 48° 21' de Longitude W. A cultivar avaliada foi a Pedro Sato, em estágio de maturação indicado pela coloração verde da casca ("de vez"), porém, apresentando características sensoriais próprias para o consumo.

A colheita foi realizada nas primeiras horas da manhã e os frutos selecionados em função do tamanho, cor e ausência de injúrias. Foram acondicionados, em camada única, em caixas de papelão usadas para a sua comercialização no mercado interno, protegidos alternadamente com papel de seda e transportados, por via terrestre, até Lavras, MG.

3.2 Tratamentos com biofilme de fécula de mandioca

No Laboratório de Bioquímica de Frutos do Departamento de Ciência dos Alimentos/UFLA, os frutos foram novamente selecionados quanto ao tamanho, cor e ausência de injúrias, proporcionando maior uniformidade. No total foram selecionados 300 frutos com peso médio de $152\text{g} \pm 15\text{g}$, diâmetro transversal e longitudinal de $6,62 \pm 0,34$ e $7,68 \pm 0,26$ cm, e coloração da casca verde. Foram lavados em água corrente e sanificados com hipoclorito de sódio a 200 ppm, por 15 minutos. Em seguida, foram drenados e secos em temperatura ambiente. Os frutos foram recobertos com biofilme de fécula de mandioca, deixando uma parcela sem recobrimento, constituindo-se o tratamento controle.

Para se obter, neste estudo, as concentrações propostas do biofilme, suspenderam-se em 2 litros de água destilada, as seguintes quantidades de fécula de mandioca: 2% biofilme – 40g; 3% biofilme – 60 g; 4% biofilme – 80g

(material seco). As suspensões foram aquecidas à temperatura máxima de 70°C, com agitação constante, até a gomificação da fécula, o que ocorreu entre 15 a 20 minutos, aproximadamente. Em seguida, as suspensões permaneceram em repouso até resfriamento à temperatura ambiente (25°C). As frutas foram imersas, uma a uma, nas suspensões por 1 minuto e colocadas em bancadas para secar naturalmente. As goiabas foram acomodados em bandejas de isopor e armazenadas em câmara refrigerada a $9^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR.

3.3 Preparo das amostras

As análises foram realizadas no dia da montagem do experimento e a cada cinco dias até o fim do período de armazenamento, que compreendeu 20 dias. A cada dia de análise foram removidos o exocarpo (casca) e o endocarpo (miolo) dos frutos de cada tratamento, usando-se apenas o mesocarpo (polpa) dividido ao meio. Porções do mesocarpo foram trituradas em homogeneizador de tecidos (Tissumizer Teckmar Company, modelo TR-10) na proporção de 1:5 (polpa:água) e filtradas em tecido tipo organza para as avaliações de pH, sólidos solúveis totais e acidez total titulável. O material remanescente foi congelado com nitrogênio líquido e armazenado em freezer (-18°C) para as análises posteriores.

3.4 Análises físicas, químicas, físico-químicas e bioquímicas

3.4.1 Perda de massa

A perda de massa foi determinada, em gramas, com auxílio de balança semi-analítica Mettler modelo PC 2000. Os resultados foram expressos em porcentagem, considerando-se a diferença entre a massa inicial e aquela obtida a cada intervalo de tempo.

3.4.2 Firmeza

Foi determinada a firmeza dos frutos com auxílio de penetrômetro Mc Cormick, modelo FT 327, com ponteira de 8 mm de diâmetro. Foram feitas três medições por fruto, na região equatorial, após remoção de pequena porção da casca. Os resultados obtidos foram multiplicados por 4,4482 e expressos em Newton (N).

3.4.3 Coloração da casca

Determinou-se a cor da casca pelo colorímetro Minolta CR 300, efetuando-se duas leituras por fruto, em lados opostos de sua região equatorial. Os resultados foram expressos em valor L^* , a^* e b^* , sendo a coordenada L^* relacionada com a luminosidade, indicando a variação de cor entre o negro ao branco (zero/100), a coordenada a^* relacionada à intensidade de verde/vermelho (-60/+60) e a coordenada b^* à intensidade de azul/amarelo (-60/+60).

3.4.4 Acidez total titulável (ATT)

A acidez total titulável foi obtida por titulação do filtrado com NaOH 0,1 N, segundo a técnica do Instituto Adolfo Lutz (1985). Os resultados foram expressos em % de ácido cítrico por 100 g⁻¹ de polpa.

3.4.5 pH

Determinou-se o pH no filtrado utilizando-se um potenciômetro Micronal modelo B 474, segundo técnica da AOAC (1992).

3.4.6 Sólidos solúveis totais (SST)

Os sólidos solúveis totais foram determinados no filtrado por leitura em refratômetro digital ATAGO PR-100 Palette e os resultados expressos em ° Brix, segundo a metodologia da AOAC (1992).

3.4.7 Açúcares solúveis totais, redutores e não redutores

As extrações dos açúcares foram feitas pelo método Lane-Enyon, citado pelo AOAC (1992) e doseamento segundo a técnica de Somogyi adaptada por Nelson (1944). A leitura foi realizada em espectrofotômetro com sistema computadorizado e os resultados de todos açúcares foram expressos em porcentagem.

3.4.8 Pectina total e solúvel

A pectina total e solúvel foram extraídas seguindo a técnica adaptada por McCready & McComb (1952) e determinadas colorimetricamente pela reação do carbazol seguindo a técnica Bitter & Muir (1962). Os teores foram expressos em gramas de ácido galacturônico por 100 mg de tecido. Pela relação entre a pectinas solúvel e total calculou-se o percentual de solubilidade ($\% \text{ solubilização} = \text{PS/PT} \times 100$).

3.4.9 Atividade de pectinametilesterase (PME)

A atividade de pectinametilesterase foi determinada de acordo com a técnica descrita por Jen & Robinson (1984). Utilizou-se como substrato uma solução de pectina cítrica a 1% em NaCl 0,2 N, pH 7,0, à temperatura ambiente. A taxa de desmetilação da pectina, adicionada do extrato enzimático, foi medida pela titulação da mistura de reação com NaOH 0,01 N, mantendo-se o pH 7,0 por 10 minutos. Uma unidade de PME foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalizar a desmetilação de pectina correspondente ao consumo de 1 μmol de NaOH por minuto nas condições do ensaio.

3. 4.10 Atividade de poligalacturonase (PG)

Para a determinação da atividade da poligalacturonase utilizou-se a metodologia utilizada por Markovic et al. (1975), que consiste na hidrólise de substâncias pécticas e conseqüente liberação de grupos redutores. Estes são doseados pela técnica de Somogyi, adaptada por Nelson (1944). A atividade foi determinada por incubação do extrato enzimático com solução de ácido poligalacturônico a 0,25% em tampão acetato de sódio 37,5 mM, pH 5,0 a 30°C por 3 horas. A reação foi interrompida em banho-maria fervente. Uma unidade de atividade da PG foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a formação de η mol de ácido galacturônico por grama de polpa por minuto, nas condições do ensaio.

3.4. 11 Vitamina C

O conteúdo de ácido ascórbico (após a oxidação a ácido dehidroascórbico) foi determinado pelo método colorimétrico com 2,4 dinitrofenilhidrazina, segundo Strohecker & Henning (1967). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g de polpa.

3.5 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, (DIC), sendo os tratamentos dispostos no esquema fatorial 4 x 5, em que se estudou a concentração do biofilme de fécula de mandioca (sem biofilme, biofilme a 2%, biofilme a 3% e biofilme a 4% de fécula de mandioca) e os períodos de armazenamento (0, 5, 10, 15, 20 dias), respectivamente. A parcela experimental foi composta por 5 frutos e foram utilizadas 3 repetições.

Os resultados observados para cada variável foram submetidos à análise de variância e as médias de aplicação de biofilme de fécula de mandioca, quando significativas, comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para a

descrição das variáveis em função dos períodos de armazenamento, foram feitas análises de regressão e os modelos de regressão polinomial foram selecionados observando-se a significância do teste F para cada modelo e seus respectivos coeficientes de determinação. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do Software SISVAR (Ferreira, 2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Aparência

A análise de variância evidenciou efeito significativo do biofilme de fécula de mandioca, do período de armazenamento e da interação entre estes fatores sobre os valores de L^* , a^* e b^* .

Observaram-se variações no valor de L^* entre os tratamentos ao longo do armazenamento (Tabela 1).

O biofilme de fécula de mandioca conferiu brilho, em goiabas 'Pedro Sato', proporcional à sua concentração, verificado pelo maior valor de L^* desde o primeiro dia de armazenamento (Figura 1). O biofilme a 2% e 3% de fécula de mandioca preservou o brilho até o 20º dia de armazenamento, enquanto que o biofilme a 4% de fécula de mandioca a partir do 15º dia apresentou diminuição do brilho indicado por decréscimo no valor de L^* , tornando-se opaco.

TABELA 1 Valores médios de valor L^* de goiabas 'Pedro Sato' recobertas com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenadas a $9^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR, por 20 dias ⁽¹⁾.

Tratamentos	Período de armazenamento (dias)				
	0	5	10	15	20
	Valor L^*				
CONTROLE	57,37 a	58,88 a	60,47 a	63,36 a	66,67 b
BIOF. 2%	68,94 b	69,05 b	68,64 b	68,40 ab	68,74 ab
BIOF. 3%	72,02 b	72,10 b	72,53 b	72,13 ab	72,14 b
BIOF. 4%	73,15 b	73,68 b	73,70 b	68,41 a	63,16 a

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05\%$).

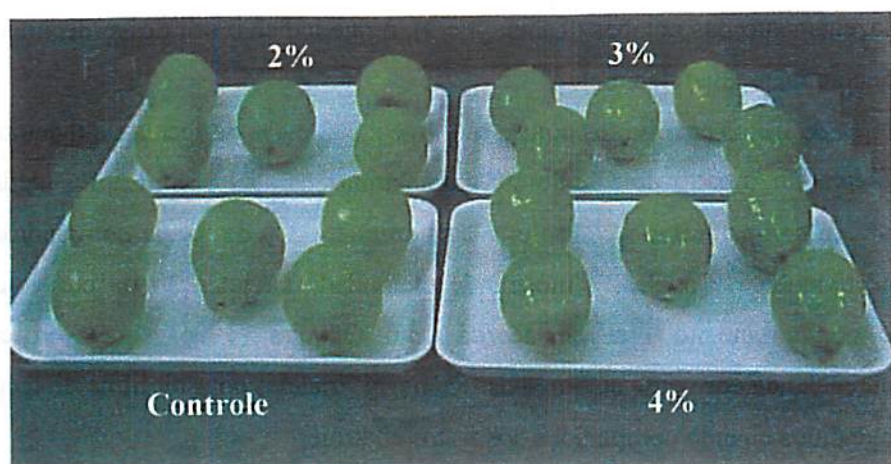


FIGURA 1 Aspectos de goiabas 'Pedro Sato' (controle, biofilme a 2%, biofilme a 3% e biofilme a 4% de fécula de mandioca), no primeiro dia de armazenamento sob refrigeração ($9^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR).

Comportamento semelhante a este estudo foi verificado por Oliveira (1996), que observou brilho intenso ao tratar goiabas 'Kumagai' com biofilme a 2% e 3% de fécula de mandioca e por Henrique & Cereda (1999), que observaram perda de brilho em morangos tratados com biofilmes a 4% e a 5% de fécula de mandioca, apresentando cor vermelha-opaco. A depender da concentração do biofilme, a perda de brilho pode ser um fator limitante, ocasionando frutos pouco atrativos para o consumidor.

Mercado-Silva et al. (1998) avaliando goiabas 'Média China' colhidas em diferentes estádios de maturação e submetendo-as ao armazenamento por 7 dias em condições ambientes, observaram acréscimos nos valores de L^* como um processo natural do amadurecimento, coerente com o verificado para os frutos do tratamento controle (Tabela 1).

Foram observados incrementos nos valores de a^* e b^* ao longo do armazenamento das goiabas (Tabela 2 e 3), o que indica o seu desverdecimento e concomitante amarelecimento.

Os frutos envolvidos com o biofilme a 3% e 4% de fécula de mandioca apresentaram, a partir do 5º e do 10º dia de armazenamento, as menores médias de a^* em comparação ao controle e ao biofilme a 2% de fécula de mandioca, respectivamente (Tabela 2), mostrando efetividade na retenção da cor verde. Este comportamento está de acordo com Oliveira (1996), que verificou manutenção da cor verde em goiabas 'Kumagai' tratadas com biofilme de fécula de mandioca quando comparados aos frutos controle.

TABELA 2 Valores médios de a^* em goiabas 'Pedro Sato' recobertas com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenadas a $9^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR, por 20 dias ⁽¹⁾.

Tratamentos	Período de armazenamento (dias)				
	0	5	10	15	20
	Valor a^*				
CONTROLE	-21,44 a	-19,12 b	-16,65 b	-14,62 b	-10,17 b
BIOF. 2%	-21,27 a	-20,35 ab	-17,55 b	-15,47 b	-11,17 b
BIOF. 3%	-21,21 a	-20,97 a	-19,63 a	-18,62 a	-17,45 a
BIOF. 4%	-21,18 a	-21,05 a	-20,40 a	-19,42 a	-18,41 a

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05\%$).

Os resultados contidos na Tabela 3 evidenciam que os biofilmes a 3% e 4% de fécula de mandioca determinaram efeito diferenciado sobre o valor de b^* a partir do 15º dia de armazenamento, apresentando as menores médias. Foram, portanto, eficientes em reter o amadurecimento normal de goiabas exteriorizado pelo menor desenvolvimento da coloração amarela.

TABELA 3 Valores médios de b* em goiabas 'Pedro Sato' recobertas com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenadas a $9^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR, por 20 dias ⁽¹⁾.

Tratamentos	Período de armazenamento (dias)				
	0	5	10	15	20
	Valor b*				
CONTROLE	39,96 a	41,74 a	45,13 a	50,54 b	55,32 b
BIOF. 2%	39,33 a	40,65 a	44,59 a	49,41 b	54,31 b
BIOF. 3%	39,67 a	40,01 a	41,59 a	42,82 a	44,25 a
BIOF. 4%	39,98 a	39,96 a	40,46 a	41,35 a	42,23 a

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05\%$).

Os menores valores de a* e b* sugerem menor degradação de clorofila assim como uma biossíntese mais lenta de carotenóides na casca.

Espera-se, durante o amadurecimento normal de goiabas um aumento dos valores de a* e b* à medida em que ocorre a degradação da clorofila e síntese de carotenóides, pois estes parâmetros indicam a intensidade da cor verde (valores negativos) e intensidade da cor amarela (valores positivos), respectivamente. Mercado-Silva et al. (1998), avaliando goiabas colhidas em diferentes estádios de maturação e em diferentes épocas de produção, observaram diferentes valores para cada estágio e cada época e que em todos houve um aumento significativo desta característica no decorrer do armazenamento.

A perda da cor verde e desenvolvimento da amarela, resultante do processo natural do amadurecimento, foram retardadas com o uso da atmosfera modificada promovida pelo biofilme a 3% e 4% de fécula de mandioca associado ao armazenamento refrigerado (Figura 2).

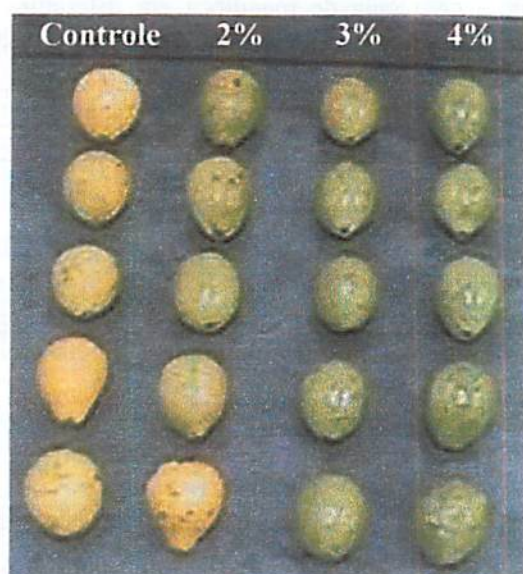


FIGURA 2 Aspecto de goiabas 'Pedro Sato' (controle, biofilme a 2%, biofilme a 3% e biofilme a 4% de fécula de mandioca), após 20 dias de armazenamento sob refrigeração ($9^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR).

Embora o biofilme a 4% de fécula de mandioca tenha apresentado o inconveniente de soltar a película, parcialmente, a partir do 15º dia de armazenamento comprometendo a aparência e, possivelmente, a comercialização. Vicentini et al. (1999) observou que biofilme a 5% de fécula de mandioca conferiu opacidade aos pimentões e, por formar uma camada muito espessa, descamou logo nos primeiros dias de armazenamento.

4.2 Perda de massa

A análise estatística mostrou efeito significativo dos biofilmes de fécula de mandioca, do período de armazenamento e da interação entre estes fatores sobre a perda de massa.

Houve aumento nos teores de perda de massa com o decorrer do armazenamento em todos os tratamentos, acentuando-se a partir do 15º dia.

O biofilme a 3% e 4% de fécula de mandioca foi efetivo na contenção de perda de massa, a partir do 10º dia (Tabela 4), promovendo uma importante barreira contra a perda de água. A perda de massa dos frutos controle e tratados com 2% de fécula de mandioca foi semelhante ao longo do armazenamento.

Estes resultados são coerentes aos encontrados por Cereda et al. (1992) e Oliveira (1996), que verificaram menores valores sobre a perda de massa em mamão papaia e goiabas ‘Kumagai’, respectivamente, recobertos com películas de fécula de mandioca em relação ao controle, porém, inferiores aos tratados com ceras comerciais e contrariam os de Vieites et al. (1997) que encontraram as maiores perdas deste atributo em tomates com a utilização da fécula de mandioca.

TABELA 4 Valores médios de perda de massa (%) de goiabas ‘Pedro Sato’ recobertas com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenadas a $9^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR, por 20 dias ⁽¹⁾.

Tratamentos	Período de armazenamento (dias)				
	0	5	10	15	20
	Perda de massa (%)				
CONTROLE	0,00 a	1,88 a	2,87 a	4,85 a	8,95 a
BIOF. 2%	0,00 a	1,84 a	2,69 a	4,71 a	8,77 a
BIOF. 3%	0,00 a	1,77 a	1,81 b	2,45 b	3,42 b
BIOF. 4%	0,00 a	1,71 a	1,68 b	2,20 b	3,16 b

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05\%$).

Durante o armazenamento de frutos, um dos principais problemas é a perda de água pelo processo de transpiração. A perda de água leva ao

enrugamento, ao amolecimento dos tecidos e à perda de brilho, tornando os frutos mais susceptíveis às deteriorações, bem como a alterações na cor e sabor (Bem-yahoshua, 1985). Portanto, a perda de massa fresca ditada, principalmente, pela perda de água, é uma variável importante na pós-colheita e está diretamente envolvida com a qualidade de frutos. Em goiabas aceita-se perda de massa entre 10% e 15%, sem comprometer a sua comercialização (Manica et al., 2000).

Neste estudo, mesmo os frutos controle e aqueles recobertos com biofilmes a 2% de fécula de mandioca mantiveram-se abaixo desta faixa até o final do armazenamento, enfatizando que a refrigeração é importante para a manutenção da qualidade de goiabas. O efeito da refrigeração foi potencializado ao se promover uma atmosfera modificada ao redor dos frutos pela aplicação de biofilme de fécula de mandioca nas concentrações de 3% e 4% observado pelas menores médias de perda de massa.

4.3 Acidez titulável total (ATT) e pH

A análise de variância mostrou efeito significativo dos fatores biofilmes de fécula de mandioca, período de armazenamento e da interação entre estes fatores sobre a acidez titulável total e efeito significativo apenas do tempo de armazenamento sobre o pH.

Observou-se um aumento nos valores médios da ATT até o 10º dia, seguido de queda até o 20º dia de armazenamento. Os frutos controle e sob biofilme a 2% de fécula de mandioca apresentaram os menores valores de ATT do 15º ao 20º dia (Tabela 5). Logo, o biofilme nas concentrações de 3% e 4% de fécula de mandioca foi hábil em controlar o metabolismo dos ácidos orgânicos, a partir do 15º dia de armazenamento. A película de proteção promovida pelo biofilme a 2% de fécula de mandioca não foi, provavelmente, coesa o bastante

para diminuir as trocas gasosas ao ponto de conter o metabolismo dos ácidos orgânicos.

TABELA 5 Valores médios de acidez titulável total (ATT) em goiabas ‘Pedro Sato’ recobertas com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenadas a $9^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR, por 20 dias ⁽¹⁾.

Tratamentos	Período de armazenamento (dias)				
	0	5	10	15	20
	ATT (% ácido cítrico)				
CONTROLE	0,54 a	0,64 a	0,68 ab	0,46 a	0,41 a
BIOF. 2%	0,55 a	0,62 a	0,69 b	0,49 a	0,41 a
BIOF. 3%	0,54 a	0,59 a	0,62 a	0,57 b	0,50 b
BIOF. 4%	0,55 a	0,61 a	0,63 ab	0,59 b	0,51 b

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05\%$).

Logo, o biofilme a 3% e 4% de fécula de mandioca foi efetivo no controle da atividade respiratória, pois o índice de ATT sugere consumo de ácidos orgânicos no processo respiratório por meio de sua oxidação no ciclo de Krebs (Chitarra & Chitarra, 1990).

O comportamento da acidez observado neste estudo é coerente com o encontrado por Azzolini (2002) que verificou em goiabas ‘Pedro Sato’ colhidas “de vez”, aumento no teor da acidez seguido de decréscimo, e por Lima & Duringan (2000), que observaram a mesma tendência em goiabas ‘Pedro Sato’ armazenadas em diferentes embalagens a 10°C .

Oliveira (1996) e Oliveira (2000), avaliando biofilmes de fécula de mandioca em goiabas e em pêssegos, respectivamente, não detectaram efeito significativo destes em relação ao controle, apesar de observarem uma tendência dos frutos tratados com biofilme de fécula de mandioca proporcionarem uma menor atividade metabólica pela manutenção da acidez.

O pH não foi influenciado pelo biofilme de fécula de mandioca, tendo apresentado uma variação ao longo do armazenamento.

O pH apresentou comportamento inverso à acidez titulável total, com diminuição dos seus valores, seguida de um leve aumento no final do período experimental (Figura 3). Este comportamento está de acordo com o encontrado por Lima (2003), que observou em goiabas 'Pedro Sato' decréscimos nos valores de pH seguido de um discreto aumento. O comportamento da acidez total titulável pode ter influenciado inversamente os resultados do pH.

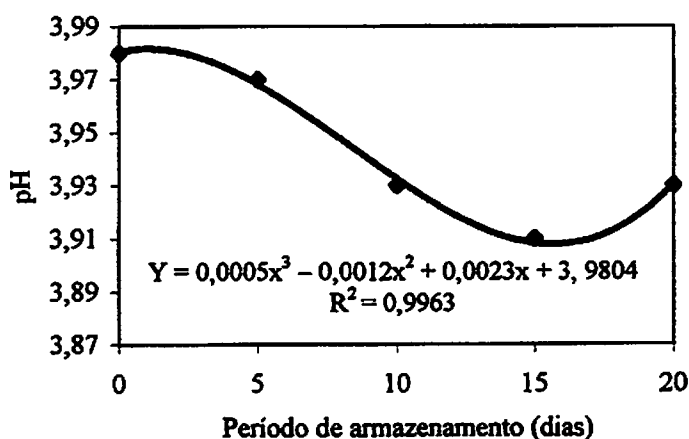


FIGURA 3 Curvas e equações de regressão representativa dos valores de pH de goiabas 'Pedro Sato' recobertas com biofilme de fécula de mandioca armazenadas a $9^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR, por 20 dias.

A pequena variação nos valores de pH sugere um efeito tamponante, causado pela presença simultânea de ácidos orgânicos e seus sais, mesmo que ocorram variações no conteúdo da acidez titulável total (Leningher, 1990).

4.4 Sólidos solúveis totais (SST) e açúcares

A análise de variância mostrou efeito significativo dos biofilmes de fécula de mandioca, do período de armazenamento e da interação entre estes dois fatores sobre o teor de sólidos solúveis totais, açúcares totais, açúcares redutores e não redutores.

Observou-se aumento no teor de SST em todos os tratamentos no transcorrer do armazenamento (Tabela 6). O aumento no teor de SST está de acordo com os resultados obtidos por Ojeda (2001) e por Congatti Neto et al., (1996) e discordados de Lima et al. (1998) e Jacomino (1999), que detectaram diminuição nos teores de SST em goiabas após a colheita.

O biofilme nas concentrações de 3% e 4% de fécula de mandioca proporcionou as menores média de SST, a partir do 15º dia, comprovando que a sua aplicação como revestimento reduziu significativamente o processo de amadurecimento durante o armazenamento refrigerado.

TABELA 6 Valores médios de sólidos solúveis totais (SST) em goiabas ‘Pedro Sato’ recobertas com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenadas a $9^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR, por 20 dias ⁽¹⁾.

Tratamentos	Período de armazenamento (dias)				
	0	5	10	15	20
	SST (° Brix)				
CONTROLE	6,55 a	7,02 a	7,51 a	8,53 b	9,16 b
BIOF. 2%	6,55 a	6,96 a	7,56 a	8,60 b	9,08 b
BIOF. 3%	6,55 a	6,85 ab	7,46 a	8,00 a	8,13 a
BIOF. 4%	6,55 a	6,63 b	7,43 a	7,96 a	8,05 a

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05\%$).

Estudos com pimentões (Vicentini et al., 1999) e bananas (Silva et al., 1996) recobertos por biofilmes de fécula de mandioca não evidenciaram efeitos importantes sobre o teor de SST. Entretanto, em tomates, Vieites et al. (1997), verificaram bons resultados com o uso de biofilme de fécula de mandioca, contribuindo para a manutenção da qualidade dos frutos, ocasionado pela diminuição do metabolismo.

As goiabas dos tratamentos controle e biofilme a 2% de fécula de mandioca mostraram uma elevação mais acentuada dos teores de SST durante o armazenamento, sugerindo que a refrigeração sozinha ou associada ao uso do biofilme de fécula de mandioca nesta concentração não foi suficiente para reduzir o processo do amadurecimento. Além disso, a maior perda de massa observada nestes tratamentos (Tabela 4) pode ter contribuído para a concentração dos sólidos solúveis totais (Chitarra & Chitarra, 1990).

Teores elevados de sólidos solúveis totais, em goiabas, são importantes para o consumo *in natura*, por proporcionarem sabor agradável aos consumidores (Paiva et al., 1997). Entretanto, para efeito de conservação de frutos com o objetivo de prolongar a sua comercialização é interessante que este aumento se dê mais lentamente o que, possivelmente, foi alcançado neste estudo.

Aumentos nos teores de AST, AR e ANR foram observados em todos os tratamentos ao longo do armazenamento.

O biofilme, nas concentrações de 3% e 4%, foi efetivo na manutenção dos teores de AST, proporcionando as menores médias na polpa das goiabas a partir do 10º dia de armazenamento (Tabela 7), sugerindo um metabolismo mais intenso dos frutos controle e sob biofilme com 2% de fécula de mandioca.

A aplicação de biofilme nas concentrações 3% e 4% de fécula de mandioca proporcionou a formação de uma barreira física mais coesa ao redor dos frutos, reduzindo com maior eficiência o metabolismo e a perda de massa. Chitarra & Chitarra (1990) relatam que aumento nos teores de açúcares totais

pode ocorrer por causa da hidrólise de amido, desidratação dos frutos e degradação de polissacarídeos da parede celular.

TABELA 7 Valores médios de açúcares solúveis totais (AST) em goiabas ‘Pedro Sato’ recobertas com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenadas a $9^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR, por 20 dias ⁽¹⁾.

Tratamentos	Período de armazenamento (dias)				
	0	5	10	15	20
	Açúcares solúveis totais (%)				
CONTROLE	5,93 a	6,15 a	6,91 b	7,71 b	8,24 b
BIOF. 2%	5,93 a	6,16 a	6,91 b	7,73 b	8,12 b
BIOF. 3%	5,93 a	6,01 a	6,64 a	7,25 a	7,68 a
BIOF. 4%	5,93 a	5,99 a	6,63 a	7,19 a	7,57 a

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05\%$).

Neste estudo, observou-se variação dos teores de açúcares solúveis totais entre 5,93a 8,24%, portanto dentro da faixa citada por Chitarra (1996), que foi de 4,00% a 9,00%.

A aplicação de biofilme a 3% e 4% de fécula de mandioca em goiabas ‘Pedro Sato’ determinou as menores médias de AR, notadamente a partir 10º dia de armazenamento (Tabela 8). Entretanto, os frutos do tratamento controle e sob biofilme a 2% de fécula de mandioca obtiveram maior porcentagem desses açúcares, sugerindo que houve maior conversão dos carboidratos complexos a monossacarídeos, sem, contudo, haver um consumo acentuado de glucose na cadeia respiratória, possivelmente por efeito da refrigeração.

Silva et al. (1996), avaliando uso de películas de fécula de mandioca em bananas armazenadas sob refrigeração, observaram a tendência destas em

apresentar os menores valores médios de açúcares redutores quando comparadas ao tratamento controle.

TABELA 8 Valores médios de açúcares redutores (AR) em goiabas ‘Pedro Sato’ recobertas com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenadas a $9^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR, por 20 dias ⁽¹⁾.

Tratamentos	Período de armazenamento (dias)				
	0	5	10	15	20
	Açúcares redutores (% glucose)				
CONTROLE	4,94 a	5,16 bc	5,59 b	6,06 b	6,33 b
BIOF. 2%	4,94 a	5,17 c	5,54 b	5,93 b	6,22 b
BIOF. 3%	4,94 a	4,99 ab	5,14 a	5,39 a	5,60 a
BIOF. 4%	4,94 a	4,96 a	5,13 a	5,24 a	5,53 a

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05\%$).

Wills et al. (1998) citam que um aumento nos teores de açúcares redutores pode ser devido à maturação de frutos, perda de água e hidrólise de polissacarídeos, hemicelulose e substâncias pécticas, da parede celular.

Neste estudo, os valores médios de glucose em goiabas ‘Pedro Sato’ variaram 4,94% a 6,33% (Tabela 8), estando dentro da faixa citada por Lima (2003), que encontrou 4,42% a 8,05% de AR para frutas dessa mesma cultivar.

O envolvimento de goiabas em biofilme a 3% e 4% de fécula de mandioca influenciou o teor de açúcares não redutores, determinando as maiores médias, notadamente a partir do 10º dia de armazenamento (Tabela 9). Estas concentrações possivelmente proporcionaram uma hidrólise mais lenta da sacarose, sugerindo efetividade do uso da atmosfera modificada associada à refrigeração. Nos frutos controle e com biofilme a 2% de fécula de mandioca, mesmo com maior porcentagem de perda de massa (Tabela 4), não se observou

acúmulo de sacarose, possivelmente devido ao consumo deste açúcar para a manutenção do metabolismo.

TABELA 9 Valores médios de açúcares não redutores (ANR) em goiabas ‘Pedro Sato’ recobertas com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenadas a $9^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR, por 20 dias ⁽¹⁾.

Tratamentos	Período de armazenamento (dias)				
	0	5	10	15	20
	Açúcares não redutores (% sacarose)				
CONTROLE	1,03 a	1,18 a	1,43 a	1,75 a	1,93 a
BIOF. 2%	1,03 a	1,26 ab	1,46 a	1,80 a	1,98 a
BIOF. 3%	1,03 a	1,29 bc	1,54 b	1,92 b	2,11 b
BIOF. 4%	1,03 a	1,34 c	1,63 b	1,95 b	2,17 b

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05\%$).

O aumento observado no teor de açúcares não redutores pode indicar que a refrigeração proporcionou atraso no processo de senescência, não levando à diminuição dos teores de sacarose ao final do armazenamento, principalmente quando associada à atmosfera modificada.

Neste estudo, observou-se uma variação de açúcares não redutores entre 1,03% e 2,17%, superior à observada por Xisto (2002), que verificou teores entre 0,63% e 1,26% em goiabas ‘Pedro Sato’. Essas diferenças podem ocorrer por influência das condições de cultivo e/ou época de produção.

Oliveira (2000) não observou efeito significativo do biofilme de fécula de mandioca aplicado em pêssegos sobre os teores de açúcares não redutores.

4.5 Firmeza e substâncias pécticas

A análise de variância mostrou efeito significativo apenas para o tempo de armazenamento sobre a pectina total e dos fatores biofilmes de fécula de mandioca, tempo de armazenamento e a interação entre estes sobre os valores de firmeza, pectina solúvel e solubilização.

Ocorreu um decréscimo normal da firmeza em todos os tratamentos, notadamente a partir do 10º dia de armazenamento.

O biofilme a 3% e 4% de fécula de mandioca foi efetivo na prevenção do amaciamento, a partir do 10º dia de armazenamento, sendo que goiabas recobertas com o biofilme a 4% de fécula de mandioca apresentou os melhores resultados a partir dos 15 dias de armazenamento, considerando-se os maiores valores de firmeza (Tabela 10).

TABELA 10 Valores médios de firmeza (N) de goiabas ‘Pedro Sato’ recobertas com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenadas a $9^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR, por 20 dias ⁽¹⁾.

Tratamentos	Período de armazenamento (dias)				
	0	5	10	15	20
	Firmeza (N)				
CONTROLE	102,82 a	100,48 a	79,12 a	52,32 a	42,99 a
BIOF. 2%	102,82 a	100,34 a	79,50 a	55,53 a	42,98 a
BIOF. 3%	102,82 a	101,59 a	92,59 b	81,51 b	66,90 b
BIOF. 4%	102,82 a	100,99 a	93,51 b	85,95 c	70,43 c

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05\%$).

Estes dados estão em concordância com os de Vicentini et al. (1999) que estudaram o comportamento de pimentões revestidos por biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações. Portanto, pode-se afirmar que o uso da atmosfera modificada por biofilme de fécula de mandioca tanto a 3% quanto a

4%, associado à refrigeração, foi eficiente em manter os frutos mais firmes, aumentando o período de conservação de goiabas 'Pedro Sato', contribuindo assim para a qualidade pós-colheita dos frutos.

A diminuição da firmeza ou amaciamento de frutas é decorrente da degradação da parede celular, por meio do aumento da atividade enzimática de poligalacturonase, pectinametilesterase e celulase, associada a outros processos, como hidrólise de amido e perda de água, contribuindo, finalmente, para o amaciamento do fruto (Chitarra & Chitarra, 1990).

O efeito positivo do biofilme de fécula de mandioca no controle da perda de massa, principalmente pela transpiração, pode ter refletido na prevenção do amaciamento.

O uso de biofilme de fécula de mandioca não teve influência sobre os valores de pectina total. A Figura 4 mostra que houve aumento no teor de pectina total no início do armazenamento e seguido de decréscimo. Este comportamento pode sugerir uma tendência de síntese e degradação das pectinas com o amadurecimento (Carvalho, 1999).

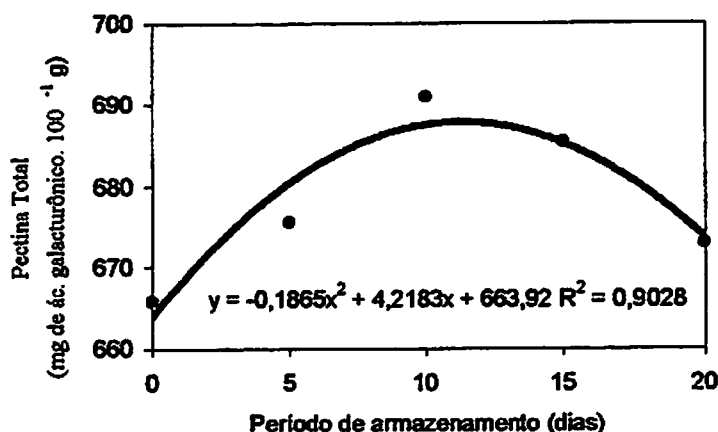


FIGURA 4 Curva e equação de regressão representativa dos valores de pectina total (mg de ácido galacturônico. 100g⁻¹) de goiabas 'Pedro Sato' recobertas com biofilme de fécula de mandioca armazenadas a 9°C ± 1°C e 90% ± 5% UR, por 20 dias.

A redução do conteúdo da pectina total, notadamente a partir do 10º dia de armazenamento, coincide, neste estudo, com o aumento nos teores da pectina solúvel (Figura 4 e Tabela 11).

Os valores encontrados neste estudo para a pectina total oscilaram de 663,92 a 673,69 mg de ác. galacturônico. 100g⁻¹ de polpa e estão dentro da faixa citada por Carvalho (1999) e Gianonni (2000), que verificaram valores entre 200 mg e 1.640 mg e 840mg e 1.119 mg de ácido galacturônico em goiabas 'Kumagai' refrigeradas, respectivamente.

O teor de pectina solúvel e a porcentagem de solubilização das pectinas em goiabas aumentaram com o decorrer do armazenamento.

O biofilme a 3% e 4% de fécula de mandioca determinou, no 10º dia de armazenamento, menor teor de pectina solúvel e porcentagem de solubilização. A partir do 15º dia, o biofilme a 4% de fécula de mandioca determinou os melhores resultados, o que foi evidenciado pelas menores médias de pectina solúvel e, por conseguinte, da porcentagem de solubilização (Tabela 11 e 12).

TABELA 11 Valores médios de pectina solúvel (mg. de ác. galacturônico.100 g⁻¹ de polpa) em goiabas 'Pedro Sato' recobertas com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenadas a 9°C ± 1°C e 90% ± 5% UR, por 20 dias ⁽¹⁾.

Tratamentos	Período de armazenamento (dias)				
	0	5	10	15	20
	Pectina solúvel (mg ác. galacturônico.100g polpa ⁻¹)				
CONT.	51,33 a	61,33 a	89,00 b	116,67 c	170,00 c
BIOF. 2%	51,33 a	59,67 a	86,00 b	113,33 c	167,00 c
BIOF. 3%	51,33 a	58,66 a	69,67 a	94,67 b	123,66 b
BIOF. 4%	51,33 a	57,33 a	67,33 a	86,33 a	109,33 a

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P< 0,05%).

Estes resultados podem indicar que o biofilme a 4% de fécula de mandioca mostrou-se mais eficiente no controle da degradação da pectina, ocasionando retardo nos processos naturais do amadurecimento, a saber o amaciamento de polpa. Este comportamento encontra-se coerente com o relatado neste estudo, em relação à firmeza (Tabela 10), em que observou-se um efeito positivo na manutenção da firmeza nos frutos recobertos por biofilme a 3% e 4% de fécula de mandioca, principalmente a 4%.

TABELA 12 Valores médios de solubilização de pectinas (PS/PT) em goiabas ‘Pedro Sato’ recobertas com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenadas a $9^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR, por 20 dias ⁽¹⁾.

Tratamentos	Período de armazenamento (dias)				
	0	5	10	15	20
	Solubilização de pectinas (%)				
CONT.	8,00 a	9,00 a	14,33 b	17,05 b	25,56 c
BIOF. 2%	8,00 a	9,00 a	12,97 ab	16,45 b	24,97 c
BIOF. 3%	8,00 a	9,00 a	10,02 a	13,97 a	18,30 b
BIOF. 4%	8,00 a	9,00 a	9,67 a	12,49 a	16,01 a

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05\%$).

Carvalho (1999) e Lima (2003) observaram em goiabas aumento nos teores de pectina solúvel e porcentagem de solubilização e diminuição da firmeza com o avanço da maturação. Estes autores encontraram valores entre 160 mg a 490 mg e 70 mg a 250 mg de ácido galacturônico, respectivamente.

4. 6 Atividades da pectinametilesterase (PME) e da poligalacturonase (PG)

A análise de variância mostrou efeito significativo do biofilme de fécula de mandioca, do período de armazenamento e da interação entre estes fatores sobre a atividade da pectinametilesterase e poligalacturonase.

Evidenciou-se um aumento na atividade da pectinametilesterase e poligalacturonase, seguido de decréscimo com um pico de atividade no 10º dia de armazenamento.

O biofilme a 3% e 4% determinou as menores atividades de PME e PG a partir do 5º e 10º dia de armazenamento, respectivamente (Tabela 13 e 14). A atividade enzimática dos frutos envoltos em biofilme de fécula de mandioca a 2% foi semelhante àquela observada nos frutos controle. Tal comportamento sugere que o biofilme de fécula de mandioca, nestas concentrações, promoveu uma atmosfera modificadas capaz de reduzir o metabolismo das goiabas e, desse modo, proporcionar menor atividade de PME e PG.

TABELA 13 Valores médios de atividade da pectinametilesterase (PME) em goiabas 'Pedro Sato' recobertas com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenadas a 9°C ± 1°C e 90% ± 5% UR, por 20 dias ⁽¹⁾.

Tratamentos	Período de armazenamento (dias)				
	0	5	10	15	20
	PME (unidades)				
CONTROLE	218,67 a	312,00 c	497,33 b	459,33 b	434,00 b
BIOF. 2%	218,67 a	300,00 bc	507,67 b	454,00 b	429,67 b
BIOF. 3%	218,67 a	281,67 ab	403,67 a	358,33 a	332,00 a
BIOF. 4%	218,67 a	275,67 a	399,33 a	344,33 a	319,00 a

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05%).

Estes resultados ainda podem indicar que a aplicação do biofilme a 3% e 4% de fécula de mandioca na superfície de goiabas influenciou positivamente a manutenção da firmeza e a solubilização das pectinas pela menor atividade enzimática, conforme verificado neste estudo.

TABELA 14 Valores médios de atividade da poligalacturonase (PG) em goiabas ‘Pedro Sato’ recobertas com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenadas a $9^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR, por 20 dias ⁽¹⁾.

Tratamentos	Período de armazenamento (dias)				
	0	5	10	15	20
	PG (unidades)				
CONTROLE	53,36 a	66,66 a	105,71 b	92,68 b	74,92 b
BIOF. 2%	53,36 a	67,73 a	104,67 b	89,87 b	72,07 b
BIOF. 3%	53,36 a	65,80 a	90,79 a	73,96 a	61,43 a
BIOF. 4%	53,36 a	64,79 a	90,06 a	71,67 a	58,80 a

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05\%$).

O aumento na atividade da PME resulta em diminuição do grau de esterificação, resultando na desmetilação do polímero péctico para posterior ação da poligalacturonase, causando um aumento da solubilização de pectinas e diminuição da firmeza (Chitarra & Chitarra, 1990).

Independente dos tratamentos, o pico na atividade da PG foi observado no 3º período de armazenamento, simultâneo ao pico na atividade da PME e coincidente com o acréscimo nos valores da pectina solúvel e na diminuição da firmeza. Este comportamento é condizente com o verificado por Carvalho (1999) em goiabas ‘Kumagai’ armazenadas sob refrigeração, que também observou picos simultâneos na atividade da PME e PG.

4. 7 Ácido ascórbico (vitamina C)

A análise de variância mostrou efeito significativo do biofilme de fécula de mandioca, do período de armazenamento e da interação entre estes fatores sobre os valores de vitamina C.

O teor de ácido ascórbico diminuiu com o decorrer do armazenamento em todos os tratamento.

Os frutos envolvidos por biofilme de fécula de mandioca a 3% e a 4% apresentaram valores médios de vitamina C superiores ao dos frutos dos demais tratamentos a partir do 5º dia de armazenamento (Tabela 15). A fécula de mandioca a 3% e 4% proporcionou a manutenção de 80% e 82%, respectivamente, do conteúdo de vitamina C, enquanto os tratamentos controle e biofilme a 2% de fécula de mandioca proporcionaram 66% e 70%, respectivamente, do teor original de vitamina C, no final do armazenamento.

TABELA 15 Valores médios de ácido ascórbico ($\text{mg}^{-1} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ polpa) em goiabas 'Pedro Sato' recobertas com biofilmes de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenadas a $9^\circ \text{C} \pm 1^\circ \text{C}$ e $90\% \pm 5\% \text{ UR}$, por 20 dias ⁽¹⁾.

Tratamentos	Período de armazenamento (dias)				
	0	5	10	15	20
	ácido ascorbico ($\text{mg}^{-1} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ polpa)				
CONTROLE	168,52 a	155,62 a	139,73 a	126,17 a	110,90 a
BIOF. 2%	168,52 a	157,12 a	144,56 a	132,24 a	118,57 a
BIOF. 3%	168,52 a	163,8 b	155,32 b	143,72 b	134,42 b
BIOF. 4%	168,52 a	167,41 b	159,99 b	150,85 b	138,95 b

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05\%$).

Estes resultados sugerem que o armazenamento em temperaturas mais baixas pode manter em bons níveis de preservação o conteúdo da vitamina

mostrando a importância da refrigeração na manutenção da qualidade nutricional de goiabas.

A redução no teor de vitamina C está de acordo com o observado por Lima & Durigan (2000), e Ojeda (2001), estudando goiabas 'Pedro Sato'. Oliveira (1996) não observou efeito do biofilme de fécula de mandioca em goiabas 'Kumagai' armazenadas sob temperatura ambiente sobre o teor de vitamina C.

O armazenamento em temperaturas mais baixas, pode possivelmente potencializar o efeito da atmosfera modificada no que se refere ao conteúdo de vitamina C, pois sua manutenção é dependente da temperatura e tempo de armazenamento (Carvalho, 1999).

Os teores de ácido ascorbico, neste estudo, encontram-se dentro da faixa citada por Carvalho (1999) que observou teores médios entre 110,14 mg a 256,89 mg de ácido ascórbico.100 g⁻¹ de polpa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espera-se que o armazenamento refrigerado proporcione aumento da vida de útil pós-colheita observada pela manutenção da qualidade de frutos e hortaliças. Estas devem preservar, até o final do armazenamento, suas características sensoriais e composição nutricional semelhantes àsquelas do início.

Neste estudo, tal objetivo foi atingindo, principalmente em goiabas ‘Pedro Sato’ envolvidas por biofilme nas concentrações de 3%, que apresentaram aumento de sua vida útil, visto que, ao final do armazenamento refrigerado, mostravam-se verdes, firmes, túrgidas e brilhantes, conferindo-lhe melhor aparência.

O biofilme a 4% de fécula de mandioca, apesar de proporcionar eficiência similar ao biofilme a 3% de fécula de mandioca, apresentou, como limitação, perda de brilho e descamação da película nos últimos dias de armazenamento.

Ao final do armazenamento refrigerado, as goiabas envolvidas com biofilme a 2% de fécula de mandioca apresentavam-se com amarelecimento e início de enrugamento da casca e menor brilho, o que possivelmente vai limitar sua vida de prateleira quando colocadas à comercialização. As goiabas mantidas apenas sob refrigeração (frutos controle) apresentaram resultados semelhantes.

O biofilme de fécula de mandioca promove a formação de uma película em volta de frutos e hortaliças, formando uma barreira à perda de água. Dependendo da concentração de fécula de mandioca, o biofilme formará barreiras de diferentes espessuras, que poderão interferir nas trocas gasosas entre os mesmos e o ambiente.

Assim, justifica-se, em trabalhos futuros, a realização das análises de respiração (consumo de O_2 e liberação de CO_2) e etileno, a fim de conhecer o efeito do biofilme de fécula de mandioca sobre o comportamento respiratório dos frutos e também das análises de acetaldeído e etanol, e sensorial, para fins de identificação de anaerobiose e presença de sabor e aroma estranhos, respectivamente, ambos originados da fermentação no interior dos produtos vegetais revestidos por biofilme de fécula de mandioca.

A adição de substâncias como os plastificantes (glicerina ou sorbitol), que evitem a descamação dos biofilmes de fécula de mandioca confeccionados em maior concentrações, a exemplo deste estudo com 4% de fécula de mandioca, torna-se interessante, já que nesta concentração foram observados os melhores resultados.

Trabalhos científicos que estudam a elaboração de novas formas de confecção de biofilmes comestíveis, caracterizando-os, encontram-se em andamento e virão complementar os estudos já existentes sobre seu efeito como revestimento na conservação de produtos vegetais.

6 CONCLUSÕES

Nas condições em que foi desenvolvido o presente estudo, as principais conclusões obtidas foram:

- a aplicação do biofilme na concentração de 3% e 4% de fécula de mandioca apresenta-se efetiva na conservação pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato', visto que proporciona retenção da cor verde, redução na perda de massa e frutos firmes, menor consumo de ácidos orgânicos e açúcares, menor atividade enzimática, maior teor de vitamina C, além de conferir brilho;

- o biofilme formulado com 4% de fécula de mandioca apresenta maior retenção da firmeza, menor teor de pectina solúvel e porcentagem de solubilização, porém, ocasiona perda de brilho e descamação da película no final do armazenamento, comprometendo a qualidade visual das goiabas;

- a aplicação do biofilme na concentração de 2% de fécula de mandioca não é eficiente na manutenção da qualidade de goiabas 'Pedro Sato', pois apresenta resultados semelhantes, nos atributos avaliados, aos dos frutos sem aplicação de biofilme de fécula de mandioca;

- a aplicação de biofilmes a 3% de fécula de mandioca apresenta-se como uma alternativa viável para ampliar o período de conservação de goiabas 'Pedro Sato' armazenadas sob refrigeração.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABELES, F. B.; MORGAN, P. W.; SALTVEIT, M. E. Ethylene in plant biology.** San Diego: Academic Press, 1992. 414 p.
- ADAMS, J. B.** Significance of enzymes in individual vegetables. In: **FOX, P. F. Food enzymology.** London: Elsevier Applied Science, 1991. p. 499-543.
- ANDREW, P. K.; LI, S.** Partial purification and characterization of β -D-galactosidase from sweet cherry, a nonclimateric fruit. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 42, n. 10, p. 2182, Oct. 1994.
- AGRINUAL 2002 - Anuário da Agricultura Brasileira.** São Paulo: FNP Consultoria e comércio, 2002. p. 364-367.
- ALI, Z. M.; LAZAN, H.** Guava. In: **MITRE, S. K. Postharvest of physiology and storage of tropical and subtropical fruits.** Wallingford: CAB international, 1997. Cap. 6, p. 145-165.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry.** 12. ed. Washington, 1992. 1015 p.
- AWAD, M.** Fisiologia pós-colheita de frutos. São Paulo: Nobel, 1993. 114 p.
- AZZOLINI, M.** Fisiologia pós-colheita de Goiabas 'Pedro Sato': Estádios de maturação e padrão respiratório. 2002. 100 p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas)- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- BARRET, D. M.; GONZALEZ, C.** Activity of softening enzymes during cherry maturation. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 59, n. 3, p. 574-577, May/June 1994.
- BASSETO, E.** Conservação de goiabas 'Pedro Sato' tratadas com 1-metilciclopropeno: concentrações e tempos de exposição. 2002. p. 71. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

BEM-YEHOSHUA, S. Individual seal-packaging of fruit and vegetable in plastic films- a new postharvest technique. *HortScience*, Alexandria, v. 20, n. 1, p. 32-37, Feb. 1985.

BITTER, T.; MUIR, H. M. A modified uronic acid carbazole reaction. *Analytical Chemistry*, New York, v. 4, n. 4, p. 330-334, 1962.

BLEINROTH, E. W.; SIGRIST, J. M. M.; ARDITO, E. F. G.; CASTRO, J. V. de; SPAGNOL, W. A.; NEVES FILHO, L. C. **Tecnologia pós-colheita de frutas tropicais**. Campinas: ITAL, 1992. 203 p.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. Material de embalagem. In: _____. **Química de processamento de alimentos**. Campinas: Fundação Cargill, 1984. Cap. 9, p. 189-202.

BROWN, B. I.; WILLS, R. B. H. Post-harvest changes in guava fruit of different maturity. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v. 9, n. 3-4, p. 237-243, 1983.

CARRARO, A. F.; CUNHA, M. M. **Manual de exportação de frutas**. Brasília: EMBRAPA/IICA, 1994. 254 p. (Series Publicações Técnicas FRUPEX).

CARVALHO, H. A. **Utilização de atmosfera modificada na conservação pós-colheita da goiaba 'Kumagai'**. 1999. 115 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CARVALHO, V. D. Qualidade e conservação de goiabas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v. 17, n. 179, p. 48-54, 1994.

CEREDA, M. P.; BERTOLLINI, A. C.; SILVA, A. P.; OLIVEIRA, M. A.; EVANGELISTA, R. M. Películas de Almidón para la preservación de frutas. In: CONGRESO DE POLÍMEROS BIODEGRADABLES: Avances y perspectivas, 1995, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires, 1995.

CEREDA, M. P.; BERTOLLINI, A. C.; EVANGELISTA, R. M. Uso do amido em substituição às ceras na elaboração de "películas" na conservação pós-colheita de frutas e hortaliças: estabelecimento de curvas de secagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 7., 1992, Recife. **Anais...** Recife, 1992. p. 107.

CHITARRA, M. I. F. Características das frutas para exportação. In: GONGATTI NETO, A. , GARCIA, A. E.; ARDITO, E. F. G.; GARCIA, E. E. C.; BLEINROTH, E. W.; MATALO, M.; CHITARRA, M. I. F.; BORDIN, M. R. **Goiaba para exportação: procedimentos e manuseio de colheita e pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA, 1996. Cap. 1, p. 9-11. (Série Publicações técnicas FRUPEX, 20).

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEFE, 1990. 320 p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B.; CARVALHO, V. D. **Algumas características dos frutos de duas cultivares de goiabeiras (*Psidium guajava* L.) em fase de maturação**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6., 1981, Recife. *Anais...* Recife: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1981. v. 3, p. 771-780.

CHYAU, C. C.; CHEN, S. Y.; WU, C. M. Differences of volatile and nonvolatile constituents between mature and ripe guava (*Psidium guajava* Linn) Fruits. *Journal Agriculture and Food Chemistry*, Washington, v. 40, n. 5, p. 846-849, May 1992.

DHILLON, B. S.; SINGH, S. N.; KUNDAL, G. S.; MINHAS, P. P. S. Studies on the development physiology of guava fruit (*Psidium guajava* L.). Biochemical characters. *Punjab Horticultural Journal*, Chandigarh, v. 27, n. 3, p. 212-221, 1987.

DURIGAN, J. F. **Colheita, conservação e embalagens**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA GOIABEIRA, 1., 1997, Jaboticabal. *Anais....* Jaboticabal: FUNEP, 1997. p. 152-154.

ESTEVES, M. T. C. **Características físicas, físico-químicas de frutos de cultivares de goiabeira (*Psidium guajava* L.)**. 1981. 65 p. Tese (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

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

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de variância) para Windows 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2000. p. 255-258.

FIORANÇO, J. C.; MANICA, J. Armazenamento de frutas cítricas em temperatura controlada. **Caderno de horticultura**, Porto Alegre v. 2, n. 2. RS, 1994. 8 p.

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

GERHARDT, L. B. A.; MANICA, I.; KIST, H.; SIELLER, R. L. Características físico-químicas de quatro cultivares e três clones de goiabeira em Porto Lucena, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 2, p. 185-192, fev. 1997.

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

GONGATTI NETO, A. **Goiaba para exportação: procedimento de colheita e pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1996. 35 p. (Series Publicações Técnicas FRUPEX, 20).

GONZAGA NETO, L.; CRISTO, A. S.; CHOUDHURY, M. M. Conservação pós-colheita de frutos da goiabeira variedade 'Paluma'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 1-6, jan. 1997.

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P. Película de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de limão Siciliano desverdeado. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE RAÍZES TROPICAIS, 1 e CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 9., 1996, São Pedro-SP. **Anais...** São Pedro: Centro de Raízes Tropicais, Universidade Estadual Paulista, 1996. n. 131.

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P. Utilização de biofilme na conservação pós-colheita de morango (*Fragaria ananassa* Duch) cv. IAC Campinas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 231-233, maio/ago. 1999.

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

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

JACOMINO, A. P. Armazenamento de goiabas 'Kumagai' sob diferentes temperaturas de refrigeração. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 3, p. 165-169, 2000.

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

KADER, A. A. **Postharvest technology of horticultural crops**. Oakland: University of California, 1992. 296 p.

KADER, A. A. Regulationof fruit physiology by controlled/modified atmospheres. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, n. 398, p. 139-146, 1995.

KAVATI, R. Cultivares. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA GOIABEIRA, 1., 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV/UNESP-FUNEP – GOIABRÁS, 1997. p. 1-16.

KHEDKAR, D. M.; ANSARWADKAR, K. W.; DABHADE, R. S.; BALLAL, A. L. Extension of storage life of guava var. L. -49. **Indian Food Packer**, New Delhi, v. 36, n. 2, p. 49-52, June 1982.

KING, G. A.; O'DONOGHUE, E. M. Unravelling senescence: New opportunities for dellaying the innevitable in harvest fruit and vegetables. **Trends in Food Science and Technology**, New York, v. 6, p. 385 – 389, Dec. 1995.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C.; BILHAVA, A. B. **Fisiologia e mnuseio pós-colheita de frutas de clima temperado**. 2. ed. Pelotas: UFRIL, 2002., 163 p.

LANA, M. M. **Atmosfera modificada e controlada: aplicação na conservação de produtos hortícolas**. Brasília: EMBRAPA Comunicação para transferência de Tecnologia / MBRAPA Hortaliças, 2000. 34 p.

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

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

LIMA, M. A. **Conservação pós-colheita de goiaba pelo uso de reguladores de crescimento vegetal, cálcio e da associação destes com refrigeração e em balagens plásticas**. 2003. 114 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

LIMA, M. A.; DURIGAN, J. F. Conservação de goiabas 'Pedro Sato' associando-se refrigeração com diferentes embalagens plásticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 2, p. 232-235, ago. 2000.

LIMA, M. A.; DURIGAN, J. F.; TOSTES, D. R. D. Avaliação do comportamento respiratório de goiabas 'Pedro Sato' e a influencia de diferentes embalagens na sua conservação sob refrigeração. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 16., 1998, Rio de Janeiro. **Anais....** Rio de Janeiro: SBT, 1998. p. 1980-1983. v. 3.

MANICA, I.; ICUMA, I. M.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SALVADOR, J. O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. **Goiaba**. Porto alegre: Cinco continentes. 2000. 374 p. (Fruticultura Tropical 6).

MARKOVIC, O.; HEINRICHOVÁ, K.; LENKEY, B. Pectolytic enzymes from banana. **Collection Czechoslovak Chemistry Community**, Prague, v. 40, n. 3, p. 769-774, 1975.

MATTIUZ, B. **Fisiologia e qualidade pós-colheita de goiabas**. 2002. 118 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

McCREADY, R. M.; McCOMB, E. A. Extraction and determination of total pectic materials in fruit. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 24, n. 12, p. 1586-1588, June 1952.

MERCADO-SILVA, E.; BENITO-BAUTISTA, P.; GARCIA-VELASCO, M. A. Fruit development, haversth index and ripening changes of guava produced in Central México. **Postharvest Biology and Technology**, Wellingsford, v. 13, n. 2, p. 143-150, Apr. 1998.

MOKADY, S.; COGAN, U.; LIEBERMAN, L. Stability of vitamin C in fruit and fruit blends. **Journal Science Food Agricultural**, London, v. 35, n. 4, p. 452-456, Apr. 1984.

MOWLAH, G.; ITOO, S. Changes in pectin components, ascorbic acid, pectic enzymes and cellulase activity in ripening and storage guava (*Psidium guajava* L.). **Journal of Japanese Society of Food Science and Technology**, Ibaraki, v. 30, n. 8, p. 454-461, Aug. 1983.

MOWLAH, G.; ITOO, S. Guava (*Psidium guajava* L.) sugar components and related enzymes at stages of fruits development and ripening. **Journal of japanese Society of food Science and Technology**, Ibaraki, v. 29, n. 8, p. 472-476, Aug. 1982.

NASCIMENTO, L. M. do; SANTOS, R. R. dos; RIBEIRO, I. J. A.; MARTINS, F. P.; YOTSUYANAGI, K.; COUTINHO, J. R. Caracterização Físico-química dos frutos de 23 cultivares de goiabeiras (*Psidium guajava* L.) durante o processo de maturação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 13, n. 3, p. 25-34, out. 1991.

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

NULTSCH, W. **Botânica Geral**. Tradução de P. L. de Oliveira. Porto Alegre. Aretes Médicas Sul, 2000. 489p.

OJEDA, R. M. Utilização de ceras, fungicidas e senitizantes na conservação de goiabas 'Pedro Sato' sob condições ambiente. 2001. 57 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

OLIVEIRA, M. A. Comportamento pós-colheita de pêssegos (*Prunus persica* L. Baltsch) revestidos com filmes a base de amido como alternativa à cera comercial. 2000. 99 p. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.

OLIVEIRA, M. A. Utilização de película de fécula de mandioca como alternativa à cera na conservação pós-colheita de frutos de Goiaba (*Psidium guajava*). 1996. 73 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

PAIVA, M. C.; MANICA, I. FIORAVANÇO, J. C. KIRST, H. Caracterização de quatro cultivares e duas seleções de goiabeiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 19, n. 1, p. 57-63, 1997.

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

PANTÁSTICO, E. B. Postharvest of tropical and subtropical fruit and vegetables. Westport: AVI, 1975. 560 p.

PELLETIER, O; BRASSARD, R. Determination of vitamin C (L - ascorbic acid and dehydroascorbic acid) in food by manual and automated photometric methods. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 42, n. 6, p. 1471-1477, Nov.;Dec. 1977.

PEREIRA, F. M.; MARTINEZ JÚNIOR, M. Goiabas para industrialização. Jaboticabal: UNESP, 1986. 142 p.

PIVETTA, K. F. L.; DURIGAN, J. F.; PEREIRA, F. M. Avaliação da conservação pós-colheita, em condições ambientais, de frutos de goiabeiras (*Psidium guajava* L.) colhidos em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 14, n. 3, p. 237-239, 1992.

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

SHARAF, A.; EL-SAADANY, S. S. Biochemical studies on guava fruits during different maturity stages. **Chemie Mikrobiologie Technologie Lebensmittel**, v. 10, n. 5/6, p. 145-149, 1987.

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

SILVA, A. P.; EVANGELISTA, R. M.; VIEITES, R. L. Uso de películas de amido e de sacos de polietileno na conservação pós - colheita de bananas, armazenadas sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 18, n. 1, p. 31-42, 1996.

SINGH, H. K.; CHAUHAN, K. S. Effect of preharvest application of calcium, potassium and alar on fruit quality and storage life of guava fruits. **Haryana Agricultural University Journal of Research**, Hissar, v. 12, n. 4, p. 649-654, 1982.

STROHECKER, R. L.; HENNING, H. M. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428 p.

THAKUR, B. R.; RSINGH, R. K.; HANDA, A. K. Chemistry and uses of pectin - A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 37, n. 1, p. 47-73, 1997.

THUCKER, G. A. Introduction. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Champmal & Hall, 1993. cap. 1, p. 2-51.

VASQUEZ-OCHOA, R. I.; COLINAS-LEON, M. T. Changes in guavas of three maturity stages in response to temperature and humidity. **HortScience**, Alexandria, v. 25, n. 1, p. 86-87, 1990.

VICENTINI, N. M.; CASTRO, T. M. R. de; 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, n. 1, p. 127-129, jan./abr. 1999.

VIEITES, R. L.; DAIUTO, A. R.; SILVA, A. P. Efeito da utilização de cera e películas de amido e fécula em condições de refrigeração na conservação do tomate. **Cultural Agronômica**, Ilha Solteira, v. 6, n. 1, p. 93-110, 1997.

WILLS, R. B. H.; BROWN, B. I.; SCOTT, K. J. Control of ripe fruit rots of guavas by heated benomyl and guazatine dips. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Melbourne, v. 22, n. 118-119, p. 437-440, Nov. 1982.

WILLS, R. B. H.; MULHOLLAND, E. E.; BROWN, B. I. Storage of two new cultivars of guava fruit of processing. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v. 60, n. 3, p. 175-178, July 1983

WILL, R.; McGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. Introducción a la fisiología y manipulación poscosecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales. Tradução de J. B. Gonzáles. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 1998. 240 p.

WILSON, C. W.; SHAW, P. E.; CAPBELL, C. W. Determination of organic acids and sugars in guava (*Psidium guajava* L.) Cultivars by high- performance liquid chromatography. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, v. 33, n. 8, p. 777-780, Aug. 1982.

XISTO, A. L. R. P. Conservação pós-colheita de goiaba 'Pedro Sato' com aplicação de cloreto de cálcio em condições ambientes. 2002. 47 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ZAMBÃO, J. C.; BELLINTANI NETO, A. M. A cultura da goiaba. Campinas: CATI, 1998. 23 p. (Boletim técnico, 236).

ANEXO

ANEXO A	Página
TABELA 1A	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para valor L^* , valor a^* e valor b^* de goiabas 'Pedro Sato' (controle, biofilme 2%, biofilme 3% e biofilme 4%), armazenadas sob refrigeração ($9^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR), durante 20 dias
	64
TABELA 2A	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para ATT, pH, SST, AST de goiabas 'Pedro Sato' (controle, biofilme 2%, biofilme 3% e biofilme 4%), armazenadas sob refrigeração ($9^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR), durante 20 dias
	64
TABELA 3A	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para AR, ANR, Pectina total, Pectina solúvel, de goiabas 'Pedro Sato' (controle, biofilme 2%, biofilme 3% e biofilme 4%), armazenadas sob refrigeração ($9^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR), durante 20 dias
	65
TABELA 4A	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para solubilização, PME, PG, Vitamina C de goiabas 'Pedro Sato' (controle, biofilme 2%, biofilme 3% e biofilme 4%), armazenadas sob refrigeração ($9^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR), durante 20 dias
	65
TABELA 5A	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para perda de massa e firmeza de goiabas 'Pedro Sato' (controle, biofilme 2%, biofilme 3% e biofilme 4%), armazenadas sob refrigeração ($9^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR), durante 20 dias
	66

TABELA 1A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para valor L*, valor a* e valor b* de goiabas 'Pedro Sato' (controle, biofilme 2%, biofilme 3% e biofilme 4% de fécula de mandioca), armazenadas sob refrigeração ($9^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR), durante 20 dias.

Causas da variação	GL	Quadrados médios		
		Valor L*	Valor a*	Valor b*
Biofilme (A)	3	333,0502*	46,92*	121,767*
Tempo (B)	4	1,5478NS	89,05*	179,123*
A x B	12	3,131*	7,61*	24,071*
Resíduo	40	10,1210	0,41	4,624
Total	59			
Média Geral		68,32	-18,337	43,67
CV (%)		4,66	3,53	4,92

(NS) não significativo e (*) significativo a 5% de probabilidade pelo Teste de F.

TABELA 2A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância de variação para acidez total titulável (ATT), pH, sólidos solúveis totais (SST), açúcares solúveis totais (AST) de goiabas 'Pedro Sato' (controle, biofilme 2%, biofilme 3% e biofilme 4% de fécula de mandioca), armazenadas sob refrigeração ($9^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR), durante 20 dias.

Causas da variação	GL	Quadrados médios			
		ATT	pH	SST	AST
Biofilme (A)	3	0,003*	0,00052 NS	0,900*	0,446*
Tempo (B)	4	0,07*	0,0104*	9,28*	8,932*
AxB	12	0,005*	0,0005 NS	0,209*	0,057*
Resíduo	40	0,0006	0,0007	0,016	0,208
Total	59				
Média Geral		5,397	3,94	7,55	6,83
CV (%)		1,47	0,69	1,71	1,30

(NS) não significativo e (*) significativo a 5% de probabilidade pelo Teste de F.

TABELA 3A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para açúcares redutores (AR), açúcares não redutores (ANR),pectina total (PT) e pectina solúvel (PS) de goiabas 'Pedro Sato' (controle, biofilme 2%, biofilme 3% e biofilme 4% de fécula de mandioca), armazenadas sob refrigeração ($9^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR), durante 20 dias.

Causas da variação	GL	Quadrados médios			
		AR	ANR	PT	OS
Biofilme (A)	3	0,84*	0,069*	26,309 NS	2033,661*
Tempo (B)	4	1,909*	2,046*	1205,903*	16380,19*
AxB	12	0,092*	0,0074*	53,443 NS	454,870*
Resíduo	40	0,006	0,0011	145,500	7,90
Total	59				
Média Geral		5,397	1,54	678,12	86,71
CV (%)		1,47	2,18	2,78	3,24

(NS) não significativo e (*) significativo a 5% de probabilidade pelo Teste de F..

TABELA 4A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para Solubilização de pectinas (PS/PT), pectinametilesterase (PME), poligalacturonase (PG) e vitamina C de goiabas 'Pedro Sato' (controle, biofilme 2%, biofilme 3% e biofilme 4% de fécula de mandioca), armazenadas sob refrigeração ($9^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR), durante 20 dias.

Causas da variação	GL	Quadrados médios			
		Solubilização (PS/PT)	PME	PG	Vitamina C
Biofilme (A)	3	49,851*	23363,876*	392,017*	918,890*
Tempo (B)	4	345,459*	103428,176*	4080,20*	3885,97*
AxB	12	11,427*	2610,811*	64,99*	99,67*
Resíduo	40	0,987	88,13	1,78	20,24
Total	59				
Média Geral		12,89	349,33	71,21	148,66
CV (%)		7,70	2,69	1,88	3,03

(NS) não significativo e (*) significativo a 5% de probabilidade pelo Teste de F.

TABELA 5A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para perda de massa e firmeza de goiabas 'Pedro Sato' (controle, biofilme 2%, biofilme 3% e biofilme 4% de fécula de mandioca), armazenadas sob refrigeração ($9^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR), durante 20 dias.

Causas da variação	GL	Quadrados médios	
		Perda de massa	Firmeza
Biofilme(A)	3	16,885*	330,615*
Tempo (B)	4	162,395*	13322,432*
A x B	12	4,12*	88,508*
Resíduo	40	3,244	3,244
Total	59		
Média Geral		4,50	73,16
CV (%)		7,23	2,46

(NS) não significativo e (*) significativo a 5% de probabilidade pelo Teste de F.