

**UTILIZAÇÃO DE ATMOSFERA
MODIFICADA
NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DA
GOIABA
'KUMAGAI'**

HELENICE APARECIDA DE CARVALHO

1999

1914

10

115



47761

235194FA

HELENICE APARECIDA DE CARVALHO

**UTILIZAÇÃO DE ATMOSFERA MODIFICADA NA
CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DA GOIABA 'KUMAGAI'**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Fisiologia Pós-Colheita de Produtos Vegetais, para obtenção do título de "Doutor".

Orientadora
Profa. Dra. Maria Isabel Fernandes Chitarra

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

1999

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

Carvalho, Helenice Aparecida de.

Utilização de atmosfera modificada na conservação pós-colheita da goiaba
'Kumagai' / Helenice Aparecida de Carvalho. – Lavras : UFLA, 1999.

.115p. : il.

Orientadora: Maria Isabel Fernandes Chitarra.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Goiaba. 2. Conservação. 3. Pós-colheita. 4. Atmosfera modificada. 5.
Refrigeração. 6. Parede celular. 7. Composição química. 8. Armazenamento. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-664.804421

-664.80442168

HELENICE APARECIDA DE CARVALHO

**UTILIZAÇÃO DE ATMOSFERA MODIFICADA NA
CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DA GOIABA 'KUMAGAI'**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Fisiologia Pós-Colheita de Produtos Vegetais, para obtenção do título de "Doutor".

APROVADA em 31 de Agosto de 1999

Prof. Adimilson Bosco Chitarra

UFLA

Prof. José Donizeti Alves

UFLA

Prof. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas

UFLA

Prof. José Fernando Durigan

UNESP



Profa. Maria Isabel Fernandes Chitarra

UFLA

(Orientadora)

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

Ao meu esposo Héber

Aos meus filhos César, Cíntia e Livia

Aos meus pais Alfredo e Aparecida

Aos meus familiares

pela solidariedade, compreensão, amor e incentivos recebidos

DEDICO !

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) através do Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA), pela oportunidade de realização do curso.

À Escola de Farmácia e Odontologia de Alfenas (EFOA), pela liberação para a realização do curso.

À CAPES- PICDT pela concessão da bolsa de estudos e ao CNPq pelo apoio financeiro através da taxa de bancada.

À professora Maria Isabel Fernandes Chitarra pelo apoio, sincera amizade, orientação dedicada e por me transmitir sua experiência profissional.

Ao professor Adimilson Bosco Chitarra pelo apoio, inestimável amizade e valiosa co-orientação.

Aos coordenadores de pós-graduação do DCA, nas pessoas de Adimilson Bosco Chitarra, Luiz Ronaldo de Abreu e Eliana Pinheiro de Carvalho, pelas condições proporcionadas.

Aos professores do curso pelos ensinamentos e amizade e aos funcionários do DCA/ UFLA pelo apoio.

Aos conselheiros, membros da banca examinadora desta tese pelas sugestões.

Às laboratoristas Constantina, Sandra e Mércia pela contribuição e amizade.

Aos amigos e colegas de pós-graduação Josivan, Neide, Heloisa, Rosimeire, Fábio, Jorge, Josenilda, Andréa, Urquiza, e em especial à Regina, Silvana, Luiz Carlos, Eduardo, Pedro Henrique e Rogério Amaro, pela agradável convivência, pela amizade e auxílios prestados.

Às alunas de graduação da UFLA, Deila, Luiza, Juliana, Ana Vânia, Yane e Joema, pelo auxílio nas análises de laboratório.

Aos professores da UFLA, Tomás de Aquino Ferreira, pela contribuição na instalação do experimento e Augusto Ramalho de Moraes, pela colaboração quanto à forma de análise estatística e apresentação dos dados.

Ao agricultor Luiz Yoshio Kumagai pelo fornecimento dos frutos e ao empresário Edson Akita, pela doação da embalagem utilizada nesta pesquisa.

Aos funcionários do ITAL, Claire Sarantópoulos, pela caracterização da embalagem utilizada no experimento e a Fernando da Fonseca Rodrigues, pelos ensinamentos sobre cromatografia gasosa.

A todos que direta ou indiretamente tenham colaborado na realização deste trabalho.

A Deus, que me deu a vida, força e sabedoria nas horas difíceis e alegria em muitos outros momentos.

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Aspectos gerais da goiaba	3
2.2 Modificações com o amadurecimento	5
2.2.1 Respiração e produção de etileno	6
2.2.2 Acidez total titulável (ATT) e pH.....	7
2.2.3 Sólidos solúveis totais (SST), relação SST/ATT e açúcares	7
2.2.4 Vitamina C	9
2.2.5 Textura e substâncias pécticas.....	10
2.2.6 Enzimas envolvidas no amaciamento	11
2.2.6.1 Pectinametilesterase (PME)	12
2.2.6.2 Poligalacturonase (PG).....	13
2.2.7 Parede celular	15
2.2.7.1 Modificações na parede celular associadas com o amadurecimento dos frutos.....	18
2.2.8 Função do cálcio.....	19
2.3 Conservação pós-colheita	20
2.3.1 Tratamento antifúngico.....	20
2.3.2 Temperatura e umidade relativa no armazenamento	22
2.3.3 Atmosfera modificada (AM)	23
3 MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1 Procedência, colheita e manuseio dos frutos.....	29
3.2 Tratamentos e preparo das amostras.....	30
3.3 Avaliações físicas, físico-químicas, químicas e bioquímicas.....	31
3.3.1 Massa fresca	31
3.3.2 Diâmetro.....	32
3.3.3 Produção de dióxido de carbono.....	32
3.3.4 Cálcio total	32
3.3.5 Cor da casca	32
3.3.6 Clorofila total	32
3.3.7 Carotenóides totais.....	33
3.3.8 Contagem de frutos doentes e identificação de patógenos.....	33
3.3.9 Textura.....	33
3.3.10 Substâncias pécticas.....	34

3.3.11 Aparência interna.....	34
3.3.12 Atividade de pectinametilesterase (PME).....	34
3.3.13 Atividade de poligalacturonase (PG).....	34
3.3.14 Acidez total titulável (ATT).....	35
3.3.15 pH.....	35
3.3.16 Vitamina C total.....	35
3.3.17 Sólidos solúveis totais (SST).....	35
3.3.18 Relação sólidos solúveis/Acidez total titulável.....	35
3.4 Avaliação sensorial.....	35
3.5 Análise do material de parede celular (MPC).....	36
3.5.1 Ácido galacturônico (uronídeos totais).....	37
3.5.2 Grau de esterificação de pectinas.....	37
3.5.3 Cálcio ligado à parede celular.....	37
3.5.4 Celulose.....	38
3.5.5 Composição dos açúcares neutros totais não celulósicos.....	38
3.6 Delineamento experimental e análise estatística dos resultados.....	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
4.1 Caracterização física, da atividade respiratória e do teor de cálcio total dos frutos.....	40
4.2 Ensaio I: armazenamento à temperatura ambiente.....	41
4.2.1 Cor da casca, clorofila, carotenóides totais e perda de massa fresca.....	41
4.2.2 Textura e pectinas.....	46
4.2.3 Atividades de pectinametilesterase (PME) e de poligalacturonase (PG).....	49
4.2.4 Acidez total titulável (ATT), pH e vitamina C.....	52
4.2.5 Sólidos solúveis totais (SST) e relação SST/ATT.....	55
4.2.6 Avaliação sensorial.....	58
4.2.7 Análise da parede celular.....	60
4.3 Ensaio II: armazenamento sob refrigeração.....	67
4.3.1 Cor da casca, clorofila, carotenóides totais e perda de massa fresca.....	67
4.3.2 Textura e pectinas.....	71
4.3.3 Atividades de pectinametilesterase (PME) e de poligalacturonase (PG).....	75
4.3.4 Acidez total titulável (ATT), pH e vitamina C total.....	77
4.3.5 Sólidos solúveis totais (SST) e relação SST/ATT.....	80
4.3.6 Avaliação sensorial.....	82
4.3.7 Análise da parede celular.....	84
5 CONCLUSÕES.....	91
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
ANEXO.....	108

RESUMO

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

Visando ampliar o período de armazenamento, goiabas maduras foram tratadas com Benomyl + Tween 80 e acondicionadas em embalagem absorvedora de etileno (CF-film), selada (ES) ou perfurada (EP). Como controle utilizaram-se frutos não embalados (SE). No armazenamento sob condições ambiente (10 dias a $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\% \pm 5\%$ UR), observou-se que a ES manteve os frutos com boas características de qualidade até o 10^o dia, contra 6 dias nos tratamentos SE e EP. A ES foi efetiva em retardar o amadurecimento e não interferiu na qualidade comestível dos frutos, que foi melhor entre o 2^o e o 6^o dias. O uso da ES manteve os frutos com epicarpo mais verde, com maior retenção de clorofila, menor perda de massa, acidez, SST e vitamina C, maior firmeza e com solubilização de pectinas e atividade de PME mais baixa que na EP. Os frutos da EP apresentaram cor, teor de clorofila, vitamina C, textura, pectina solúvel, percentagem de solubilização das pectinas e atividade da PME semelhantes aos do controle. O uso da atmosfera modificada (ES ou EP) não interferiu no comportamento dos carotenóides, pH, pectina total e na atividade da PG, e na parede celular (PC), houve maior retenção de poliuronídeos e de cálcio ligado, destacando-se os frutos ES pelo grau de esterificação de pectinas, teores de cálcio ligado e de celulose mais elevados. O decréscimo no teor de poliuronídeos e no seu grau de esterificação coincidiu com o aumento da atividade dos enzimas pécticas. Os açúcares neutros predominantes foram a xilose, a arabinose e a galactose. A associação da atmosfera modificada com a refrigeração (30 dias a $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $90\% \pm 2\%$ UR) apresentou como fatores positivos a redução na perda de massa, a menor incidência de fungos e o aspecto menos gelatinoso do endocarpo, porém, as características de qualidade relativas à composição química e coloração da casca dos frutos armazenados sob atmosfera modificada foram semelhantes às do controle. Os frutos de todos os tratamentos foram considerados de boa qualidade comestível até o 20^o dia. Os frutos da EP mantiveram-se mais firmes que os da ES, porém a qualidade comestível foi considerada semelhante. O uso de AM não interferiu nos teores de ácidos urônicos, de cálcio ligado e no grau de esterificação de pectinas, havendo redução nos teores de celulose e xilose apenas nos frutos ES.

* Orientadora: Maria Isabel Fernandes Chitarra - UFLA

ABSTRACT

CARVALHO, H.A. Use of modified atmosphere in the postharvest conservation of guava fruits 'Kumagai'. Lavras: UFLA, 1999. 115p. (Thesis, Doctor Program in Food Science).*

With the purpose of lengthening the storage time, mature guavas were treated with Benomyl + Tween 80 and wrapped in either sealed (SP) or perforated (PP) ethylene (CF film) absorbing package. Unwrapped fruits (UP) were used as controls. In the storage in environmental conditions (10 days at $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\% \pm 5\% \text{RH}$), it was found that SP kept the fruits with good quality characteristics until the 10th day, compared with 6 days in the UP and PP treatments. SP was effective in delaying the ripening and did not interfere in the eatable quality of the fruits, which was better between the 2nd and 6th days. The use of SP maintained the fruits with greener peel, with larger chlorophyll retention, smaller mass loss, acidity, TSS, vitamin C, larger firmness and lower pectin solubilization and PME activity than PP. The PP fruits presented color, chlorophyll content, vitamin C, texture, soluble pectin, and percentage of pectin solubilization and PME activity similar to those of the control. The use of modified atmosphere (SP or PP) did not interfere in the behavior of carotenoids, pH, total pectin and PG activity, and in the cell wall (CW), there was larger retention of polyuronides and bound calcium, standing out the SP fruits for the degree of pectin esterification, and higher contents of bound calcium and cellulose. The decrease in the content of polyuronides and their degree of esterification coincided with the increase of the activity of the pectic enzymes. The predominant neutral sugars were xylose, arabinose, and galactose. The association of the modified atmosphere (MA) with refrigeration (30 days at $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $90\% \pm 2\% \text{RH}$), presented as positive factors, the reduction in mass loss, lower incidence of fungi and a less gelatinous aspect of the inner mesocarp (endocarp) but the quality characteristics relative to the chemical composition and peel coloration were similar to those of the control. The fruits of all treatments were considered of good eatable quality until the 20th day. The PP fruits were firmer than those of the SP, but the eatable quality was considered similar. The use of MA did not interfere in the contents of uronic acid, bound calcium and in the degree of pectin esterification, there occurring reduction in the contents of cellulose and xylose only in SP fruits.

* Adviser: Maria Isabel Fernandes Chitarra - UFLA

1 INTRODUÇÃO

A goiaba (*Psidium guajava* L.) é um dos frutos tropicais e subtropicais mais importantes devido ao seu alto valor nutritivo, pois apresenta em sua composição um teor considerável de cálcio, ferro, fósforo, tiamina, vitamina A, niacina e vitamina C. O seu teor em vitamina C é um dos mais altos entre as frutas tradicionais, estando inferior apenas ao da acerola.

No Brasil, as cultivares de polpa vermelha têm grande importância para a indústria, sendo processadas na forma de goiabada, compotas, sucos, sorvetes e néctar. Para o consumo como fruta fresca, a preferência é por goiaba de polpa branca.

Embora a maior importância do cultivo da goiaba esteja relacionado à industrialização, tem sido observado um crescimento significativo no volume de fruta fresca comercializada, principalmente nos grandes centros urbanos e para abastecê-los adequadamente, cuidados especiais devem ser adotados para assegurar a qualidade pós-colheita do fruto.

O Brasil produziu, em 1995, 1 422 136 toneladas de goiaba, sendo São Paulo o maior produtor, seguido pelos Estados de Pernambuco, Rio Grande do Sul e Paraíba. Minas Gerais foi o décimo produtor, com um volume de 7 312 toneladas (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, 1997). Do total produzido, o volume de goiaba exportado pelo Brasil é pouco significativo, correspondendo a apenas 122 toneladas em 1995 (Almeida, 1996).

Vários fatores respondem pela inexpressividade da exportação da goiaba *in natura*, notadamente a alta perecibilidade do fruto, o que praticamente obriga o produtor a exportá-lo por via aérea, o meio de transporte de custo mais elevado. Outro fator determinante é a produção de frutos que não atendem aos padrões de qualidade exigidos pelo mercado internacional. A goiaba para

exportação deve ser produzida em pomares racionalmente conduzidos, formados com variedades de elite e selecionados para a produção de frutos com polpa branca (Gonzaga Neto e Soares, 1994). Há ainda deficiência na tecnologia de preparo e conservação de frutos tropicais, ausência de infra-estrutura para a conservação ou preço muito elevado para a sua utilização, alto custo de produção, preparo e transporte.

A goiaba, por deteriorar rapidamente após a colheita, não pode ser transportada e armazenada por um longo espaço de tempo. Há necessidade do desenvolvimento e aplicação de tecnologias apropriadas às características desse fruto para que o mesmo possa ocupar lugar de destaque na pauta de exportações, a exemplo do que ocorre com a laranja, a manga, o melão, a maçã e o abacaxi, dentre outros.

Pelo exposto, o presente trabalho teve como objetivos ampliar o período de armazenamento da goiaba 'Kumagai', destinada ao consumo *in natura*, através do emprego de atmosfera modificada, e avaliar a qualidade do fruto durante o armazenamento em condições ambiente e sob refrigeração, através de análises sensorial, físicas e físico-químicas, químicas e bioquímicas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais da goiaba

A goiabeira pertence ao gênero *Psidium*, da família *Myrtaceae* (Medina, 1988), e encontra-se amplamente distribuída por todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo. Sua origem, segundo a quase totalidade dos relatos sobre esta planta, é a América Tropical (Pereira e Martinez Júnior, 1986).

O fruto da goiabeira é classificado botanicamente como baga, pois as sementes são formadas dentro de um mesocarpo carnoso com espessura variável, contendo quatro a cinco lóculos cheios por uma massa de consistência macia, onde estão alojadas as sementes (Piza Jr. e Kavati, 1994).

O tamanho, forma, coloração, aroma e sabor são muito variáveis. Existem frutos grandes (100 a 200 g), médios (60 a 100 g) e pequenos (com menos de 60 g). Em relação à forma, os frutos são classificados em redondos, piriformes, ovais, perfeitamente elípticos e oblongos. A coloração da casca varia entre verde-amarela, amarelo-claro e amarelo-avermelhada. A polpa também pode apresentar diversas cores, como branco, creme, amarelo, amarelo-ouro, vermelho forte e rosado. O aroma pode ser suave e agradável ou penetrante, pouco apreciado. O sabor varia entre doce, insípido e levemente ácido (Pereira e Martinez Júnior, 1986).

O mercado de frutas frescas remunera melhor a goiaba de polpa vermelha, mas, para a produção comercial, as variedades de polpa branca são as preferidas por apresentarem uma vida pós-colheita mais longa e por exalarem um perfume discreto, o que as torna mais finas e delicadas (Piza Jr. e Kavati, 1994).

Em São Paulo, a variedade mais cultivada é a Kumagai, ao que parece originada do cruzamento da goiaba Australiana com a IAC-4. Os frutos são

grandes, arredondados a oblongos, firmes, com a casca lisa e resistente, de coloração verde-amarelada quando maduros, apresentando polpa firme, saborosa, levemente ácida e com a cavidade cheia e com poucas sementes (Piza Jr. e Kavati, 1994).

A goiaba apresenta uma curva de crescimento sigmoidal dupla, com três períodos distintos de crescimento. No período I há rápido aumento no peso e no diâmetro; no período II o crescimento é relativamente lento, e no III há aumento exponencial na taxa de crescimento, finalizando-se com a colheita dos frutos. Este padrão de crescimento foi observado em cultivares indianas (Rathore, 1976) e mexicanas (Mercado-Silva, Benito-Bautista e García-Velasco, 1998). A duração do período de crescimento é variável com a estação do ano, sendo inversamente proporcional à temperatura ambiente. Os frutos de outono-inverno tornam-se maduros após 190 dias, enquanto os frutos de primavera-verão atingem a maturidade após 130 dias. Com o desenvolvimento ocorre diminuição na gravidade específica dos frutos e este fator, associado a outros atributos de qualidade, pode ser usado na determinação do ponto de colheita (Mercado-Silva, Benito-Bautista e García-Velasco, 1998).

Os frutos desenvolvidos no inverno apresentam, quando maduros, maior teor de constituintes químicos, tais como ácido ascórbico, pectina total, acidez total titulável e açúcares totais, redutores e não redutores. Isso sugere que o maior acúmulo de constituintes químicos durante o inverno pode ser um efeito da temperatura. Baixas temperaturas retardam a perda excessiva de substratos respiratórios e aumentam a translocação de fotossintetizados das folhas para outras partes da planta, conduzindo ao acúmulo de mais reservas alimentares, especialmente nos frutos (Rathore, 1976).

Os frutos da safra de inverno apresentam vida pós-colheita mais longa. A vida de prateleira de vários frutos varia de safra a safra, ano a ano, de área para área. Práticas de irrigação, estágio de maturidade, localização do fruto na árvore

e o ambiente de armazenamento também podem causar variação na qualidade (Siddiqui, Sharma e Gupta, 1991).

No Brasil, a época normal de produção da goiaba encontra-se entre janeiro e março, com pico em fevereiro, porém, através de poda e irrigação, é possível a colheita ao longo do ano. Aproximadamente três meses após a poda, a goiabeira floresce, estando os frutos em condições de serem colhidos após um novo período de três meses (Piza Jr. e Kavati, 1994).

Os horticulturistas têm procurado vários indicadores da maturidade dos frutos, tais como cor, firmeza, força de remoção, tamanho, peso e teor de sólidos solúveis totais. Não existe, porém, um método realmente satisfatório para determinar o melhor tempo para a colheita. É difícil julgar a maturidade pelo tamanho, forma ou cor. Portanto, recomenda-se a colheita no estágio maduro para assegurar que o fruto maduro tenha qualidade com respeito à cor da casca e da polpa, firmeza, *flavor*, textura e valor nutricional (Brown e Paxton, 1983).

Os produtores brasileiros reconhecem o ponto de colheita pelo tamanho, consistência e coloração externa do fruto. Como o desenvolvimento final do fruto é rápido, a colheita é realizada três vezes por semana (Piza Jr. e Kavati, 1994).

2.2 Modificações com o amadurecimento

Tem sido sugerido que o amadurecimento é um fenômeno de senescência, durante o qual existe um aumento na permeabilidade das membranas celulares, conduzindo à perda de compartimentalização que regula a atividade de enzimas envolvidas no amadurecimento (Crookes e Grierson, 1983).

O amadurecimento de frutos é acompanhado por uma série coordenada de processos físicos e bioquímicos que resultam em síntese e degradação de

pigmentos, conversão de amido em açúcares, perda na firmeza, produção de voláteis e aumento na respiração dos frutos climatéricos (Andrews e Li, 1994). Acredita-se que os processos que ocorrem nesta fase sejam regulados independentemente, mediante enzimas, e possivelmente por genes ou por uma família de genes específicos, ativados durante o amadurecimento (Lazan e Ali, 1993).

2.2.1 Respiração e produção de etileno

A goiaba é um fruto climatérico e como tal apresenta, no seu amadurecimento, uma elevação na taxa respiratória e na produção de etileno, e a exposição a este gás resulta em amadurecimento rápido e mais uniforme (Kader, 1994b; Reys e Paull, 1995).

O etileno acelera a degradação da clorofila, o amaciamento dos frutos durante o transporte e o armazenamento, resultando em vida pós-colheita mais curta (Kader, 1994a).

Diferentes cultivares de goiaba têm mostrado um padrão climatérico de respiração. O pico de CO₂ e de etileno geralmente são simultâneos, ocorrem após 4 a 6 dias de armazenamento e oscilam entre 103 a 170 mg.Kg⁻¹. h⁻¹ e de 0,92 a 5,48 µL.Kg⁻¹. h⁻¹, respectivamente (Akamine e Goo, 1979; Brown e Wills, 1983; Wills et al., 1983; Liao, Liu e Yang, 1983; Mercado-Silva, Benito-Bautista e Garcia-Velasco, 1998). Oliveira (1996) constatou que a goiaba ‘Kumagai’ é um fruto climatérico, detectando pico respiratório (51,38 mg CO₂. Kg⁻¹. h⁻¹) no nono dia de armazenamento em temperatura ambiente. A ocorrência de climatério respiratório, em goiaba híbrida branca, também foi constatado por Sigrist et al., citados por Castro e Sigrist (1988), os quais relataram a liberação de cerca de 70 mg de CO₂. Kg⁻¹. h⁻¹.

2.2.2 Acidez total titulável (ATT) e pH

As mudanças na porcentagem da ATT e do pH, que ocorrem durante a maturação da goiaba, contribuem para o desenvolvimento do seu sabor.

Wilson, Shaw e Campbell (1982) detectaram, em cinco cultivares de goiaba, a presença dos ácidos cítrico, ascórbico, málico, glicólico e fumárico, sendo o ácido cítrico encontrado em maior quantidade. Durante o desenvolvimento deste fruto, Mercado-Silva, Benito-Bautista e García-Velasco (1998) verificaram grande aumento na ATT, no último estágio de crescimento dos frutos, enquanto, nesta fase, Yusof, Mohamed e Bakar (1988) detectaram diminuição.

No armazenamento, tem sido verificado aumento na acidez titulável (Singh, Singh e Chauhan, 1981; Tandon, Singh e Kalra, 1989), porém, Sharaf e El-Saadany (1987) e Chyau, Chen e Wu (1992) observaram que os frutos maduros apresentaram-se mais ácidos que os maduros.

As mudanças no pH são menos acentuadas e de modo geral o pH varia entre 4,0 e 4,6 nos frutos maduros, e entre 4,5 e 5,2 nos maduros (Chaudhry e Farooqi, 1970; Esteves, 1981; Mowlah e Itoo, 1983 ; Chyau, Chen e Wu, 1992).

2.2.3 Sólidos solúveis totais (SST), relação SST/ATT e açúcares

O teor de SST em goiaba de diferentes cultivares é variável, entre 5,72 e 17,76% (Rathore, 1976; Chitarra, Chitarra e Carvalho, 1981; Singh et al., 1984; Siddiqui, Sharma e Gupta, 1991). A goiaba 'Kumagai' possui teores de SST variáveis entre 6,23 e 7,28% (Oliveira, 1996; Gaspar, 1997). Em seis cultivares de goiaba, procedentes do município de Cachoeira de Minas - MG., Esteves (1981) observou valores crescentes de SST até o período compreendido entre 100 a 109 dias após a florada. Neste período, o teor de SST variou entre 6,66 e 8,22% e foram considerados baixos para frutos maduros.

Para a cultivar Sardar (L-49), colhida no estágio de coloração *breaker*, observou-se redução nos teores de SST de 9,73% para 5,13% no oitavo dia de armazenamento, em temperatura ambiente (Singh e Chauhan, 1982).

A relação SST/ATT é usada como índice representativo da maturidade dos frutos (Tripathi e Gangwar, 1971; Kumar e Hoda, 1974). Estudos conduzidos por Esteves (1981) e Yusof e Mohamed (1987) observaram comportamento semelhante para a relação SST/ATT durante o desenvolvimento dos frutos, com aumento nos estádios iniciais e diminuição seguida de elevação à maturidade completa.

O aumento na relação SST/ATT durante o amadurecimento pode afetar a doçura e o *flavor* dos frutos. Um valor de 14,2 e 20,0 em frutos “verdes” e maduros, respectivamente, foi determinado por Chyau, Chen e Wu (1992).

A relação SST/ATT, por si só, não é indicativa de um bom sabor ou *flavor*. Frutos com baixo teor de SST e baixa acidez podem apresentar relação elevada e, no entanto, serem insípidos. Bleinroth (1996) sugere que a goiaba seja colhida quando o teor de SST estiver entre 9,0 e 10,0% e a ATT entre 0,3 e 0,4%.

Durante o período de desenvolvimento da goiaba, há hidrólise de amido e acúmulo de glicose, frutose e sacarose. O teor de açúcares redutores prevalece sobre o de não redutores (Mowlah e Itoo, 1982; Esteves e Carvalho, 1982; Augustin e Osman, 1988; El-Buluk, Babiker e El-Tinay, 1997).

De acordo com Mowlah e Itoo (1982), na goiaba, os açúcares predominantes, em ordem decrescente, são a frutose, a glicose e a sacarose. Os açúcares frutose e glicose encontraram-se em níveis mais elevados nas variedades brancas, em quase todas as fases do seu desenvolvimento.

Os teores de açúcares totais, redutores e não redutores, em diversas cultivares, variam entre 2,6 e 8,95; 2,1 e 5,5 e entre 0,5 e 1,83%,

respectivamente (Singh e Chauhan, 1982; Esteves e Carvalho, 1982; Wills et al., 1983; Singh et al., 1984).

Durante o armazenamento de goiabas, tem sido constatada diminuição nos teores de açúcares totais, redutores e não redutores (Singh et al., 1984; Singh e Chauhan, 1982; Tandon, Singh e Kalra, 1989). Chyau, Chen e Wu (1992) também observaram o mesmo comportamento em goiabas colhidas maduras ou maduras.

2.2.4 Vitamina C

A goiaba é valorizada nutricionalmente pelo seu alto teor de vitamina C, a qual se concentra mais na casca. Comparativamente, a polpa interna contém menos vitamina C que a externa (Ito et al., 1980).

Os teores de vitamina C, citados na literatura, variam entre 40 e 574 mg.100g⁻¹ (Ito et al., 1980; Wilson, Shaw e Campbell, 1982). O teor desta vitamina está sujeito a grandes variações, dependendo da cultivar e do estágio de amadurecimento. É influenciado pela estação do ano em que os frutos se desenvolvem e pela temperatura utilizada em seu armazenamento (Baqar, 1980).

Durante o período de desenvolvimento, há aumento no teor da vitamina C do fruto, sendo o acréscimo muito intenso durante a maturação e o amadurecimento (Ito et al., 1980; Esteves, 1981; Mowlah e Ito, 1983; El-Buluk, Babiker e El-Tinay, 1997).

Os frutos desenvolvidos em épocas frias e secas possuem maior proporção deste constituinte devido ao efeito da baixa temperatura, que retarda a perda excessiva de substratos respiratórios e aumenta a translocação de fotossintetizados das folhas aos frutos (Mercado-Silva; Benito-Bautista e García-Velasco, 1998).

O teor de vitamina C da goiaba, pode aumentar (Mowlah e Itoo, 1983; Oliveira, 1996) ou diminuir (Khedkar et al., 1982; Singh e Chauhan, 1982) substancialmente durante o armazenamento em temperatura ambiente.

2.2.5 Textura e substâncias pécticas

A textura firme é importante atributo de qualidade, uma vez que determina a conservação e a resistência ao transporte e ao ataque de microrganismos (Carvalho, 1994).

A diminuição da firmeza pode ser decorrente da perda excessiva de água por transpiração, que ocorre no armazenamento em atmosfera com baixa umidade relativa. A perda de água afeta adversamente não somente o peso, mas também a aparência, o *flavor* e a textura dos produtos vegetais. O conteúdo de água intracelular afeta a textura dos frutos ao determinar a pressão de turgor das células. Dessa forma, a diminuição na turgidez pode conduzir à separação celular. Para a maioria dos vegetais, o amaciamento torna-se aparente e o produto é considerado impróprio quando a perda de umidade atinge entre 4 e 8% (Moleyar e Narasimham, 1994). A perda da firmeza, no entanto, é mais freqüentemente atribuída à decomposição enzimática da lamela média e da parede celular (Awad, 1993; Fischer, Arrigoni e Amadò, 1994).

As substâncias pécticas localizam-se na parede celular e na lamela média, assegurando a coesão entre as células. O conhecimento do comportamento destes componentes durante o amadurecimento é útil, uma vez que estão implicados diretamente no processo de amaciamento dos frutos (Marcelin, Mourgues e Talmann, 1990).

A protopectina é a forma insolúvel das substâncias pécticas, liga-se cruzadamente a outras cadeias poliméricas adjacentes, através de pontes de cálcio, para formar um polímero de elevado peso molecular, parcialmente

metilado. Durante a maturação, a protopectina é desesterificada e gradualmente hidrolisada a frações com menor peso molecular, solúveis em água (Wills et al., 1982).

Um aumento no teor de pectina solúvel é um sinal indicador do amaciamento do fruto e as enzimas pectolíticas são consideradas como fator controlador desse processo (Adams, 1991; Dean e Mattoo, 1991).

Lazan e Ali (1993) relatam que o amaciamento da goiaba é caracterizado por despolimerização das pectinas da parede celular, acompanhado por um aumento na solubilização das mesmas. O amaciamento inicia-se no tecido do mesocarpo interno, ligado às sementes, e progride até as outras regiões do fruto. A solubilização da pectina no mesocarpo interno e externo é comparável, contudo, a despolimerização da pectina começa mais cedo no mesocarpo interno.

Pal e Selvaraj (1979) estudaram os frutos de sete cultivares indianas, colhidos em diversos estádios de desenvolvimento e observaram que o teor de pectina total pode aumentar ou diminuir no decorrer do processo de amadurecimento. Em experimento semelhante, Esteves (1981) observou redução no teor de pectina total nos frutos maduros de seis cultivares procedentes de Cachoeira de Minas.

2.2.6 Enzimas envolvidas no amaciamento

Em geral, aumento no teor de pectina solúvel e perda de açúcares neutros não celulósicos têm sido relatados durante o amadurecimento de muitas espécies de frutos (Gross e Sams, 1984). Estas mudanças são resultantes, provavelmente, da ação de enzimas associadas à parede, tais como pectinametilesterase, poligalacturonase, β -galactosidase, celulase, entre outras, sobre as pectinas e outros carboidratos (Barret e Gonzalez, 1994). O

envolvimento destas enzimas no amaciamento tem sido estudado em diversos frutos, mas a seqüência exata de eventos e a contribuição de cada uma delas não são totalmente conhecidos (Abu-Sarra e Abu-Goukh, 1992).

2.2.6.1 Pectinametilesterase (PME)

À PME tem sido atribuído um papel secundário no amadurecimento dos frutos, ao desesterificar a pectina, facilitando a ação hidrolítica subsequente da poligalacturonase. Tomates transformados com o gene antisense-PME amadurecem normalmente, mas desintegram-se mais rapidamente que os normais. Isto sugere que a PME deve ter um papel mais direto no controle da textura, talvez regulando a ligação do cálcio ou modulando a ação de outras hidrolases de parede. Isto demonstra que modificações na ação de uma das hidrolases da parede celular podem alterar as mudanças na textura durante o amadurecimento. Entretanto, nenhuma das enzimas caracterizadas até o momento atua sozinha para regular o amaciamento dos frutos. O amaciamento é consequência de uma série de respostas interdependentes que ainda não são completamente entendidas (King e O'Donoghue, 1995).

A ação da PME parece ser um pré-requisito para a formação de pontes de Ca^{2+} entre moléculas de galacturonanas. A desesterificação da pectina origina blocos de ácido galacturônico não esterificados, extremamente sensíveis aos íons cálcio, que podem se ligar cruzadamente, melhorando a resistência do tecido à separação celular. Por outro lado, a desmetilação resulta em um maior número de grupos carboxílicos, o que pode facilitar a ação da poligalacturonase, que degrada substâncias pécticas, preferencialmente desesterificadas (Fry, 1986).

A presença do cálcio, além de favorecer a insolubilidade do material péctico, inibe sua hidrólise pela poligalacturonase. A PME é ativada pelo cálcio. Tem sido proposto que o cálcio liga-se aos grupos carboxílicos livres da

molécula de pectina, revertendo a inibição enzimática causada por eles. Sugere-se que a ativação pelo cálcio poderia ser atribuída a ligação do íon à enzima, em vez de um efeito sobre o produto de reação (Alonso, Rodríguez e Canet, 1995).

Pal e Selvaraj (1979) e Mowlah e Itoo (1983) mostraram que a atividade da PME aumentou continuamente durante o desenvolvimento da goiaba, sendo máxima tanto no fruto maduro quanto no muito maduro. A atividade, entretanto, pode diminuir durante o amadurecimento, como verificaram Shastri e Shastri (1975) e El-Zoghbi (1994), ou no fruto excessivamente maduro (Hussain e Shah, 1975).

A pectina torna-se menos adequada como substrato para a PME assim que o amadurecimento progride, possivelmente como resultado de mudanças estruturais tais como redução no tamanho do polímero devido à atividade da PG. O pH baixo e inibidores também podem afetar sua atividade (Fry, 1986; King et al., 1988).

2.2.6.2 Poligalacturonase (PG)

O papel da PG no controle do amaciamento dos frutos tem sido reconhecido devido à sua habilidade em atacar ligações glicosídicas próximas a grupos carboxílicos livres, solubilizando o polímero péctico. O aumento na atividade de PG, no início do amadurecimento, é típico de frutos climatéricos. A endo-PG, em particular, causa redução na força do material cimentante da parede celular e, conseqüentemente, o amaciamento do tecido (King e O'Donoghue, 1995).

Para Lazan e Ali (1993), a atividade da PG é relativamente baixa em frutos tropicais, pois o aumento na atividade da PG durante o amadurecimento de tomate é muito mais intenso que o observado em manga e mamão, contudo,

estes frutos também sofrem amaciamento intenso, indicando, talvez, maior eficiência de sua enzima em comparação à de tomate.

O cálcio leva à diminuição na capacidade hidrolítica ao tornar rígida a pectina polimérica e, conseqüentemente, restringe a capacidade da PG em migrar dentro da parede. A ação da PG pode ser regulada através da interação entre o pH, o cálcio solúvel e a força iônica do apoplasto, que podem afetar a mobilidade da enzima dentro da parede celular. Ahmed e Labavitch (1980) mencionam que a presença de alto grau de esterificação dos resíduos uronosil protege as galacturonanas da ação da PG, cuja ação também pode ser restringida se a molécula contiver ramificações, em intervalos curtos e regulares.

Várias observações sugerem que outras modificações da parede celular, além da solubilização de pectinas catalisadas pela PG, ocorrem no amaciamento. A hidrólise dos polímeros de açúcares neutros poderia enfraquecer a complexa rede de polissacarídeos da parede celular e contribuir diretamente para a perda de firmeza (Gross e Wallner, 1979). Além disso, a hidrólise das cadeias laterais de açúcares neutros pode afetar a atividade da PG.

Parece que a ação integrada da PG, PME, β -galactosidase e possivelmente outras enzimas é requerida para a quebra da estrutura intimamente associada da parede celular dos frutos. A β -galactosidase pode funcionar como uma galactanase e assim atuar como uma enzima desramificadora de pectinas, catalisando a perda de resíduos de galactose da parede celular (Lazan e Ali, 1993; Barrett e Gonzalez, 1994).

A solubilização da pectina não implica necessariamente em redução do seu peso molecular (Ahmed e Labavitch, 1980). Também deve ser mencionado que a solubilização dos polímeros da parede celular pode ser compensada por um *turnover* dinâmico, conforme verificaram Mitcham, Gross e Ng (1989), Conway, Sams e Watada (1995), Fischer, Arrigoni e Amadó (1994) e Mitcham e McDonald (1992). Dessa forma, durante o processo de amadurecimento, poderá

ocorrer síntese de componentes de parede celular e não apenas reações degradativas.

A síntese de polímeros da parede celular durante a senescência não tem sido muito pesquisada. Novos conhecimentos sobre a contribuição destes polímeros para o fortalecimento da parede poderiam sugerir estratégias para o desenvolvimento de vegetais com melhores características pós-colheita, sem interferência no desenvolvimento da textura desejável (King e O'Donoghue, 1995).

A goiaba apresenta aumento na atividade de PG no início do amadurecimento, que pode se prolongar até o fruto se tornar muito maduro ou declinar neste período (Hussain e Shah, 1975; Mowlah e Itoo, 1983; El-Zoghbi, 1994). O aumento na atividade desta enzima foi acompanhado por aumento nos teores de sólidos solúveis totais e de pectina solúvel (Hussain e Shah, 1975) e por declínio na concentração de ácido galacturônico e na textura dos frutos (Mowlah e Itoo, 1983). Pressey, Hinton e Avants (1971), entretanto, observaram o amaciamento de pêssegos muito antes do aparecimento da atividade da enzima e McCollum, Huber e Cantiliffe (1989) observaram aumento na despolimerização e solubilização de poliuronídeos de melão durante seu amadurecimento, mesmo na ausência de atividade de PG.

2.2.7 Parede celular

A célula vegetal deposita os constituintes de sua parede sob a forma de três camadas. A lamela média, que corresponde à camada externa, é depositada durante a divisão celular. Por ser adesiva, tem a função de conectar as paredes de células adjacentes, atuando como uma espécie de cimento entre elas. A próxima camada, a parede primária, é depositada durante o crescimento celular. É mais fina e mostra um maior grau de organização que a lamela média. Entre a parede

primária e a membrana plasmática de algumas células é depositada a parede secundária, mais espessa, impregnada de lignina e muito resistente ao ataque de agentes químicos e de microrganismos. As células parenquimáticas do mesocarpo, parte comestível das frutas, frequentemente não possui esta camada (Brett e Waldron, 1990; Fischer, Arrigoni e Amadò, 1994; Da-Silva, Franco e Gomes, 1997).

A lamela média é primariamente composta de substâncias pécticas e tem uma influência decisiva na textura dos frutos. Os polissacarídeos pécticos são heteropolímeros ricos em ácido galacturônico, ramnose, arabinose e galactose. As ramnagalacturonanas são os principais polissacarídeos pécticos, formadas por uma cadeia principal constituída por unidades de ácido galacturônico em ligação $\alpha(1\rightarrow4)$ e por ramnose em ligação $\alpha(1\rightarrow2)$. Aos resíduos de ramnose podem se ligar cadeias laterais formadas pelos açúcares neutros, arabinose e/ou galactose (Pilnik e Voragen, 1991).

A parede primária é composta por celulose, pectina, hemicelulose, proteínas e compostos fenólicos.

A celulose é um homopolímero linear de moléculas de glicose unidas por ligações glicosídicas $\beta(1\rightarrow4)$. As moléculas de celulose associam-se através de pontes de hidrogênio formando as microfibrilas, uma estrutura cristalina, estável quimicamente, extremamente insolúvel e que reforça a parede ao interagir com os demais componentes da parede primária, os quais constituem a matriz (Brett e Waldron, 1990).

Os componentes da matriz (pectina, hemicelulose, proteína e compostos fenólicos) estão ligados entre si através de ligações covalentes e não covalentes, formando uma rede macromolecular complexa, que mantém a posição das microfibrilas de celulose (Taiz e Zeiger, 1991; Fischer, Arrigoni e Amadò, 1994).

As hemiceluloses são heteropolissacarídeos ramificados formados por vários resíduos de açúcares, entre os quais xilose, glicose, arabinose, manose,

galactose. As hemiceluloses ligam-se fortemente à superfície das microfibrilas de celulose e entre si, através da ligação éster com diferuloil (Fry, 1986). São classificadas em xilanas, arabinoxilanas e xiloglucanas, conforme o açúcar predominante na cadeia principal e na ramificação lateral. As xiloglucanas e as arabinoxilanas são as principais hemiceluloses da parede primária de dicotiledôneas (Da-Silva, Franco e Gomes, 1997).

A maioria das proteínas da parede celular são glicoproteínas. A mais estudada é a extensina, que contém uma grande quantidade de hidroxiprolina, serina, lisina e tirosina. Aos resíduos do aminoácido hidroxiprolina ligam-se oligossacarídeos de arabinose e aos de serina, resíduos de galactose. Os resíduos de tirosina possibilitam a formação de ligações cruzadas covalentes entre as moléculas da extensina e parecem formar uma rede estrutural que fortalece a parede (Brett e Waldron, 1990).

Proteínas de função enzimática, entre as quais peroxidase, invertase, celulase, fosfatase ácida, pectinase, pectinametilesterase, malato desidrogenase e algumas exoglucosidases, tais como β -glucosidase, β -xilosidase, β -galactosidase, também podem ser encontradas na parede celular (Brett e Waldron, 1990).

De acordo com Fry (1986), os polímeros da parede celular são moléculas polihidroxílicas e hidrofílicas e a maioria é poli-iônica. Dessa forma, quando superpostos, podem interagir dando origem a uma estrutura muito complexa, em que há inter-relações entre os componentes da matriz e as microfibrilas de celulose, como também entre os próprios constituintes da matriz.

Cosgrove (1993) admite a existência de três redes poliméricas: uma de microfibrilas de celulose mantidas juntas pelos polissacarídeos de matriz, uma rede gélica de pectinas ionicamente ligadas através de pontes de cálcio e ainda uma outra, formada por proteínas estruturais cruzadamente ligadas entre si e

talvez a outros elementos na matriz da parede. Estas redes provavelmente interagem uma com as outras de diversas maneiras.

2.2.7.1 Modificações na parede celular associadas com o amadurecimento dos frutos

A textura adequada é um atributo importante, que define a qualidade do fruto para o consumo *in natura* e para o processamento e que determina sua vida útil pós-colheita (Conway, Sams e Watada, 1995). A diminuição na firmeza dos mesmos durante o seu amadurecimento tem sido atribuída a modificações e degradação dos componentes da parede celular (Huber, 1983; Andrews e Li, 1994).

→ O amadurecimento dos frutos é acompanhado por fragmentação dos polímeros pécticos e hemiceluloses, pela solubilização de pectinas e pela perda de açúcares específicos, tais como galactose e arabinose, pela parede celular. Estas modificações reduzem a força da parede celular e a adesão entre as células, conduzindo ao amaciamento e à textura característica dos frutos maduros (King e O'Donoghue, 1995).

Fischer, Arrigoni e Amadò (1994) observaram, em maçãs, que a perda de açúcares neutros não é necessariamente acompanhada de despolimerização da pectina. Seus resultados indicaram que durante o amadurecimento houve um *turnover* constante dos polímeros pécticos da parede celular, sendo a perda em resíduos de açúcares compensada pela síntese *de novo* de pectina menos ramificada, porém de alto peso molecular.

De acordo com Redgwell et al. (1997), a solubilização da pectina resulta em entumescimento da parede celular pela entrada de água nos espaços vazios deixados na rede de celulose-xiloglucana pela pectina solubilizada. O entumescimento da parede celular foi observado nos frutos que adquirem textura macia quando maduros, mas não naqueles com textura crocante.

Em comparação a outros frutos tais como tomate, maçã, melão e pêssigo, pouco tem sido pesquisado sobre a composição da parede celular da goiaba e sua modificação durante o processo de amadurecimento. O estudo mais completo de isolamento e caracterização da parede celular foi realizado em goiaba ‘Suprême’ no estágio *turning* de cor, por Marcelin, Williams e Brillouet (1993).

2.2.8 Função do cálcio

A atividade da pectinametilesterase prepara o substrato para a ação da poligalacturonase, mas também resulta no aparecimento de blocos contínuos de resíduos de galacturonatos ionizados (Roy, Jauneau e Vian, 1994). A diminuição no grau de esterificação e o aumento na densidade de cargas, gerado na cadeia péctica, eleva sua afinidade pelos íons cálcio. Assim, as regiões não esterificadas da pectina se auto-associam formando agregados envolvendo o cálcio, referidos como *egg-box* (Burns e Pressey, 1987).

Segundo Roy, Jauneau e Vian (1994), as pontes de cálcio localizadas nos ângulos dos espaços aéreos intercelulares ou nos espaços de separação celular poderiam ser a última barreira antes da completa separação das células. Isto indica que estas têm a possibilidade de formar um complexo resistente ao ataque da poligalacturonase, limitando a separação celular.

Mudanças na estrutura das glicoproteínas e dos poliuronídeos da parede celular conduzem à dissociação dos agregados de poliuronídeos. A presença do cálcio, além de favorecer a insolubilidade do material péctico, também estabiliza as membranas celulares, interagindo com grupos carboxílicos de proteínas e com grupos fosfato, de fosfolípidos. Dessa forma, a aplicação de cálcio resulta em frutos com menor taxa respiratória e produção de etileno, como observaram Richardson e Al-Ani (1982).

A presença do Ca^{2+} aumentaria a rígida coesão das pectinas e as protegeria da ação da pectinametilesterase (PME), capaz de provocar sua desmetilação e iniciar sua desestruturação e levando à perda de rigidez da lamela média. O Ca^{2+} poderia também inibir a atividade, tanto da PME quanto da PG. A infiltração de frutos com solução de Ca^{2+} (CaCl_2) contribui para manter uma textura firme por mais tempo e aumentar a resistência a impactos mecânicos (Awad, 1993). Em goiabas, a aplicação de cálcio tem sido realizada nas fases pré (Singh e Chauhan, 1993) e pós-colheita (Singh, Singh e Chauhan, 1981; Tavares, 1993), mantendo a textura firme por mais tempo, sugerindo a formação de pectato de cálcio na parede celular.

2.3 Conservação pós-colheita

Procedimentos como o armazenamento em baixa temperatura e sob atmosfera modificada e o tratamento com cálcio, associados a tratamentos antifúngicos, são alguns dos métodos comumente usados para prolongar o período de armazenamento de frutos tropicais, retardando a atividade fisiológica, não evitando, contudo, que a senescência ocorra. A redução das taxas de respiração e de transpiração é uma das formas de se ampliar o período de utilização dos produtos vegetais (Floros, 1993; Lazan e Ali, 1993).

2.3.1 Tratamento antifúngico

Após a colheita, a goiaba é facilmente infectada por uma grande variedade de fungos, que resultam em apodrecimento, tornando os frutos não comercializáveis. Majundar e Pathak (1989) observaram diminuição nos teores de vitamina C e de açúcares durante o armazenamento de goiabas inoculadas com alguns fungos patogênicos.

As injúrias por queda, abrasão e por picadas de insetos facilitam o desenvolvimento de doenças. Patel e Pathak (1994) demonstraram que as goiabas verdes não foram suscetíveis a fungos inoculados, mesmo após terem sofrido algum tipo de injúria. Esta resistência natural diminuiu com o amadurecimento e as doenças tornaram-se mais severas, principalmente quando os frutos apresentavam injúrias. Neste estágio, deve-se dar maior atenção às injúrias, principalmente contra a queda.

Wills, Brown e Scott (1982) observaram que os fungos mais comuns em goiabas são os dos gêneros *Colletotrichum*, *Pestalotia*, *Penicillium* e *Phomopsis*. O *Colletotrichum* sp e o *Pestalotia* sp causaram deterioração em várias partes do fruto, enquanto o *Phomopsis* sp foi isolado na área peduncular.

Madhukar e Reddy (1990) constataram que a imersão de goiaba por 30 minutos, em água a 50°C, é suficiente para controlar a infecção por *Pestalotiopsis versicolor* e *Rhizoctonia solani*.

A imersão de goiabas em solução contendo 0,5; 1,0 e 2,0 g.L⁻¹ de benomyl a 48°C e 50°C, por cinco minutos, foi igualmente efetiva no controle fúngico dos frutos armazenados por 9 dias, a 20°C e alta umidade relativa. A imersão dos frutos em água a 50°C foi menos satisfatória na redução da deterioração e, a 52°C, houve o aparecimento de injúria por escaldadura. Os autores sugeriram o emprego de imersões em benomyl a 48°C para evitar injúrias. Quanto ao guazatine, observou-se que as imersões a quente também reduziram a deterioração, mas foram menos efetivas que as com benomyl e induziram, mais facilmente, as injúrias na casca (Wills, Brown e Scott, 1982).

Brown, Scott e Mayer, citados por Tavares (1993), observaram que a imersão pós-colheita, por 5 minutos, em prochloraz à temperatura ambiente, (25°C) proporcionou um bom controle das podridões, sem necessidade de aquecimento, mas as injúrias à casca foram causadas quando se utilizaram concentrações superiores a 0,25 g.L⁻¹.

O controle da deterioração de goiabas na pós-colheita tem sido buscado, inclusive, com o emprego de drogas homeopáticas (Khanna e Chandra, 1977 e 1989). Algumas destas foram efetivas em inibir a germinação de esporos e o crescimento de patógenos em meio de cultura e nos próprios frutos. O tratamento não altera a qualidade e o sabor dos frutos e a relação custo/benefício mostra que é econômico. Entretanto, esta alternativa não tem sido utilizada como prática de controle de doenças em frutos.

Para as condições brasileiras, segundo o Grupo Paulista de Fitopatologia, citado por Tavares (1993), não existe nenhum produto fungicida recomendado para uso em pós-colheita de goiabas. Bleinroth (1996), entretanto, recomenda a utilização de benomyl a 1000 ppm associado a espalhante adesivo a 0,03%.

2.3.2 Temperatura e umidade relativa no armazenamento

A temperatura afeta as taxas de respiração e transpiração e as taxas de reações biológicas e bioquímicas, devendo ser reduzida, tanto quanto possível, a fim de maximizar a vida pós-colheita dos produtos vegetais, sem contudo ocasionar a injúria por *chilling* (Moleyar e Narasimham, 1994). Para minimizar a transpiração e a perda d'água, o produto deve ser mantido sob baixa temperatura, alta umidade relativa e com mínimo *déficit* de pressão de vapor d'água (Floros, 1993). Para a maioria dos frutos, a umidade relativa ideal é de 85-90%.

A temperatura recomendada para o armazenamento da goiaba pode variar em função da cultivar e do seu estágio de maturação à colheita. Dessa forma, Wills et al. (1983) indicaram como ideal a temperatura de 5°C, enquanto Vasquez-Ochoa e Colinas-Leon (1990) indicaram 7°C.

Wills et al. (1983) submetem frutos 'GA 11-56 e '1050' a diferentes temperaturas de armazenamento. A 10°C, os frutos conservaram-se por 2 a 3

semanas, a 0°C houve injúria na polpa, sendo a temperatura de 5°C considerada como ótima para a conservação dos mesmos, fato também observado por Brown (1983). Entretanto, Augustin e Osman (1988) relataram escurecimento da casca após duas semanas de armazenamento de goiaba ‘Taiwan’ a 5°C.

Vasquez-Ochoa e Colinas-Leon (1990) testaram o efeito da temperatura, da umidade relativa e do estágio de maturação na conservação de goiaba mexicana. Relataram a ocorrência de *chilling* às temperaturas de 3,5°C e 7°C somente nos frutos colhidos “verdes”, porém completamente desenvolvidos. A 11°C, a vida útil foi reduzida pelo ataque fúngico. Os frutos colhidos no estágio de mudança de coloração e armazenados a 7°C e 80% UR conservaram-se por três semanas. Após este período de refrigeração, apresentaram boa aparência após cinco dias, à temperatura ambiente, com teores de sólidos solúveis totais mais elevados e melhor textura.

No Brasil, Tavares (1993) realizou o armazenamento de goiaba ‘Paluma’ a 10°C, enquanto Gaspar (1997) utilizou a temperatura de 8°C para a conservação de goiaba ‘Kumagai’. Esta variação concorda com a sugestão de Bleinroth (1996) de que a goiaba seja transportada ou armazenada a temperaturas entre 8°C e 10°C.

Wills et al. (1983) e Reys e Paull (1995) observaram que goiabas colhidas maduras e armazenadas a 20°C conservam-se, no máximo, por uma semana. A 10°C, os frutos maduros mantiveram a cor verde claro por onze dias (Reys e Paull, 1995).

2.3.3 Atmosfera modificada (AM)

Os frutos e hortaliças, como órgãos vivos, continuam a respirar após a colheita. O acondicionamento desses produtos em filmes plásticos prolonga sua vida pós-colheita, especialmente quando associado à refrigeração. Neste

procedimento, designado armazenamento em atmosfera modificada, os produtos são mantidos em uma atmosfera adequadamente pobre em O₂ e rica em CO₂ em relação ao ar. A modificação da atmosfera no interior da embalagem é passiva e resultante do balanceamento entre a permeabilidade do filme utilizado e a respiração do produto, pela qual há consumo de O₂ e liberação de CO₂. As concentrações reduzidas de O₂ e elevadas de CO₂ desenvolvidas no interior da embalagem reduzem as taxas de respiração e de produção de etileno, tornando lentas as mudanças associadas ao amadurecimento e retardando a senescência (Zagory e Kader, 1988; Kader, 1995; Mujica Paz et al., 1997).

A alta umidade relativa desenvolvida no interior das embalagens diminui a desidratação, mantendo o frescor dos produtos armazenados, mas pode estimular o desenvolvimento microbiano e alterar a permeabilidade do filme, caso haja condensação do vapor d'água (Zagory e Kader, 1988; Fishman, Rodov e Ben-Yehoshua, 1996).

Os frutos têm diferentes limites de tolerância aos níveis reduzidos de O₂ e elevados de CO₂. A redução dos níveis de O₂ a valores abaixo de 2% pode conduzir à respiração anaeróbica, enquanto o acúmulo excessivo de CO₂ também é deletério (Moleyar e Narasimham, 1994). Dessa forma, a seleção de um filme com permeabilidade compatível à taxa de respiração do produto e o controle da temperatura são requisitos importantes para o armazenamento em atmosfera modificada. Flutuações na temperatura de armazenamento, o aumento na taxa respiratória e a impermeabilidade do filme podem alterar o equilíbrio de gases dentro da embalagem, conduzindo a condições inadequadas de armazenamento (Pérez et al., 1997).

Para se conseguir uma atmosfera satisfatória, a permeabilidade do filme selecionado deve permitir a entrada de O₂ e a saída de CO₂, numa taxa equivalente ao consumo de O₂ e à produção de CO₂ pelo produto. Em geral, pretende-se que a permeabilidade ao CO₂ seja 3-5 vezes maior que a

permeabilidade ao O₂. As embalagens mais utilizadas no armazenamento de frutos e hortaliças são de polietileno de baixa densidade e de cloreto de polivinila, que atendem a este requisito (Zagory e Kader, 1988).

Em geral, AM contendo 2-5% de O₂ e 3-8% de CO₂ tem mostrado prolongar a vida útil de uma grande quantidade de frutos e hortaliças (Garcia, Padula e Sarantópoulos, 1989; Moleyar e Narasimham, 1994). Segundo Lurie e Aharoni (1997), com a utilização de filmes microporosos ou microperfurados, mais permeáveis, há menor chance de flutuações na temperatura provocarem condições anaeróbicas, sendo adequados para o armazenamento de produtos com alta taxa respiratória.

Hall, Hardenburg e Pantastico (1975) recomendam o uso de embalagem perfurada, pois, com a ventilação, obtêm-se níveis de O₂ e de CO₂ mais adequados, importantes principalmente quando o armazenamento é realizado sob temperaturas mais elevadas. Embora a aparência dos frutos possa ser melhor nos filmes selados, há o risco do surgimento de *flavor* não característico.

Em estudo conduzido por Fishman, Rodov e Ben-Yehoshua (1996), observou-se efeito muito mais pronunciado das perfurações sobre a concentração de O₂ que sobre a concentração de vapor d' água. Isto possibilita modificar a umidade dentro da embalagem para minimizar a perda de umidade, enquanto se mantém suficiente O₂ para a respiração aeróbica do fruto.

Condições de AM podem ser criadas também por modificação ativa, como ocorre quando se substitui o ar contido na embalagem por uma mistura desejada de gases. Outras técnicas de modificação ativa da atmosfera compreendem o uso de absorvedores de CO₂ ou etileno dentro da embalagem com o propósito de evitar o acúmulo destes gases. Os absorvedores podem estar contidos em pequenos sachês, mantidos dentro das embalagem ou impregnados dentro de materiais porosos como a vermiculita ou no próprio filme utilizado no armazenamento (Moleyar e Narasimham, 1994).

Khedkar et al. (1982) realizaram um experimento para testar a eficiência da embalagem de polietileno e da cera (waxol) durante o armazenamento da goiaba 'L-49'. Os frutos foram embalados em sacos de polietileno ventilados de diferentes espessuras e armazenados por oito dias em temperatura ambiente. Observou-se redução na perda de massa em relação ao controle, com perda mínima nos frutos tratados com cera e embalados em sacos de polietileno de calibre 300. Não houve variação na porcentagem de SST e ATT na atmosfera modificada, mas no tratamento com cera houve aumento na acidez. Os frutos armazenados em sacos de polietileno de calibre 300 apresentaram menor perda de vitamina C e apresentaram-se em condições de comercialização após dez dias.

Mais recentemente, McGuire e Hallman (1995), utilizando emulsões de carnaúba e de derivado de celulose, observaram que as goiabas não desenvolveram coloração satisfatória, sendo mais susceptíveis ao escurecimento, além de apresentarem menor teor de SST.

Adsule e Tandon (1983) armazenaram goiaba 'Allahabad Safeda' em sacos perfurados de polietileno de baixa densidade (calibre 200; 400 e 600), sob temperatura ambiente (17 a 23°C). Os frutos armazenados em filmes de calibre 200 e 400 apresentaram-se mais firmes, com menor percentual de perda de massa e bom aspecto ao final de nove dias, ao contrário dos frutos controle, que estavam sem condições de comercialização após quatro dias. As goiabas armazenadas em sacos de polietileno de calibre 600 apresentaram as melhores características organolépticas e bom aspecto após dez dias.

Combrink, Kock e Van Eeden (1990) armazenaram goiaba em sacos de polietileno, perfurados e não perfurados, e em sacos de polietileno impregnados com um composto mineral natural, absorvedor de umidade. Os frutos foram armazenados a 4,5; 10 e 20°C, por 21 dias. O período máximo de conservação dos frutos mantidos a 4,5°C foi duas semanas. Os sacos de polietileno não

perfurados mantiveram a qualidade dos frutos mais efetivamente que os perfurados. Quanto aos frutos armazenados em sacos de polietileno impregnados, observou-se maior vida útil (uma semana a 20°C; duas semanas a 4,5°C) e melhor qualidade dos frutos em comparação aos do tratamento empregando saco de polietileno não perfurado. Os frutos apresentaram sabor fermentado após três semanas.

Pouco tem sido estudado sobre o armazenamento da goiaba sob atmosfera controlada. Benito-Bautista e Mercado-Silva (1997) submeteram goiaba 'Media China', por um dia, a atmosferas contendo 5% CO₂ e 10% de O₂, isoladamente ou combinados. Posteriormente, os frutos foram armazenados ao ar, a 4°C e 10°C, por duas a três semanas, sendo então transferidas para amadurecimento a 20°C. Após duas semanas de armazenamento a 10°C e três dias em temperatura ambiente, todos os frutos tornaram-se maduros, sendo os previamente tratados com CO₂ de melhor qualidade, mesmo quando armazenados por três semanas. Os frutos, quando armazenados a 4°C, foram suscetíveis ao *chilling*. O tratamento com 5% de CO₂, além de aumentar o tempo de armazenamento, reduziu também a injúria pelo *chilling* e propiciou frutos com menor evolução da cor e com menor perda de massa e de firmeza. Os frutos armazenados a 10°C continuaram a amadurecer lentamente durante o armazenamento, mas não a 4°C. Os autores relatam que em temperatura ambiente (20-23°C), a goiaba é muito sensível a baixas concentrações de O₂ e altas de CO₂, apresentando odor estranho, embora a aparência seja igual à dos frutos controle.

Bleinroth (1996) cita que, com uma composição gasosa de 3% de O₂ e 8% de CO₂, pode-se reduzir a atividade metabólica da goiaba e a sua respiração, sem alterar sua qualidade. O uso da atmosfera controlada permite um aumento de cinco a seis semanas na vida útil da goiaba refrigerada a 12°C.

A produção de etileno é um dos sintomas de senescência dos frutos, pois quando atinge um nível crítico, ocorrem mudanças nos metabólitos associados com aumento na taxa de respiração.

Dutta et al. (1991) armazenaram goiabas maduras em sacos de polietileno, contendo absorvedores de etileno, sob temperatura ambiente por um período de quinze dias. Observou-se diminuição na massa e nos teores de SST, de açúcares redutores e totais e de ATT. Este decréscimo foi mais acentuado nos frutos controle (embalagem sem absorvente). O absorvedor de etileno celite-KMnO₄ foi mais eficiente que o sílica gel-KMnO₄, retardando o amadurecimento e prolongando a vida útil por seis dias a mais que o controle. Houve aumento no teor de vitamina C até o sexto dia de armazenamento, com posterior declínio, sendo a retenção da vitamina maior nos frutos tratados com celite-KMnO₄.

Atualmente, novos filmes contendo substâncias absorvedoras de etileno têm sido utilizados, alguns dos quais perfurados. Na Austrália foi desenvolvida uma embalagem especial para AM, a qual é impregnada com fungicida e com absorvedores de etileno e de umidade (Floros, 1993). Parodi, Sigrist e Park (1996) relatam que foi introduzido, no Brasil, um novo filme flexível (*everfresh bag*), impregnado com material de origem mineral que, de acordo com os importadores, tem a capacidade de absorver o etileno. Os absorventes de etileno podem ajudar a assegurar retardo do pico climatérico em alguns frutos (Zagory e Kader, 1988).

A goiaba é um fruto que se deteriora rapidamente, sendo necessária a adoção de práticas que reduzam a velocidade das mudanças fisiológicas pós-colheita a fim de ampliar o seu período de comercialização.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Procedência, colheita e manuseio dos frutos

Os frutos foram colhidos no Sítio Maracujá, Município de Campinas, Estado de São Paulo, situado a 693 m de altitude nas coordenadas 22° 53' 21'' de latitude sul e 47° 04' 39'' de longitude W. Gr.. A precipitação média anual é de 1379,3 mm e as temperaturas, mínima e máxima do ar, são de 15,9°C e 27,6°C, respectivamente (Enciclopédia dos Municípios Brasileiros, 1957).

Utilizou-se a cultivar Kumagai, com os frutos no estágio de maturação próprio para exportação, isto é, maduros, com a casca verde, porém comestíveis.

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 sua comercialização no mercado interno, protegidos alternadamente com papel de seda e transportados por via terrestre até Lavras – MG, distando 320 Km do local de produção.

No Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças, do Departamento de Ciência dos Alimentos / UFLA, os frutos foram lavados em água corrente e nebulizados com uma suspensão aquosa de benomyl (metil-1- butilcarbamil-2-benzimidazol carbamato), 1000 mg.L⁻¹, para controle do ataque fúngico. Nesta suspensão, foi acrescentado Tween 80 (monolaurato de sorbitan polioxietileno), 250 mg.L⁻¹, como espalhante adesivo.

A caracterização inicial dos frutos foi realizada através de pesagem, medição de diâmetros e avaliações da coloração da casca, do teor de cálcio total e do padrão de atividade respiratória.

3.2 Tratamentos e preparo das amostras

Foram selecionados 1460 frutos para a composição dos tratamentos, a saber:

- frutos sem embalagem, utilizados como controle (SE);
- frutos acondicionados em embalagem absorvedora de etileno, perfurada (EP);
- frutos acondicionados em embalagem absorvedora de etileno, selada (ES).

A embalagem absorvedora de etileno, designada “CF – film”, foi produzida a partir de polietileno de baixa densidade impregnado com uma mistura de mineral ativado absorvente de etileno. A embalagem, cedida pela Di Aurus Mineração – Indústria e Comércio Ltda., apresentava espessura média de 39 μm e dimensões de 29 x 50 cm, após seu fechamento. Para o tratamento em que se empregou esta embalagem perfurada, procedeu-se a confecção de 46 orifícios de 2 mm de diâmetro, igualmente espaçados, perfazendo uma área de ventilação de 0,1% após seu fechamento. A embalagem foi caracterizada pelo CETEA do ITAL, quanto à taxa de permeabilidade ao oxigênio, ao gás carbônico e ao vapor d'água (Tabela 1).

A unidade experimental constou de seis frutos, acondicionados em embalagem numerada, fechada com arame plástico e colocada no interior de caixas, tipo exportação, para goiaba. Os frutos do tratamento controle apenas foram numerados e acondicionados nas caixas.

TABELA 1 Taxas de permeabilidade do “CF-Film” ao oxigênio (TPO₂) e ao gás carbônico (TPCO₂), a seco e 1 atm de gradiente de pressão parcial de gás permeante e ao vapor d'água (TPVA) a 38°C e 90% U.R..

Estatística	TPO ₂ cm ³ (CNTP).m ⁻² .dia ⁻¹	TPCO ₂	TPVA g água.m ⁻² .dia ⁻¹
Média	3739 *	10433 *	13,4 **
Intervalo de variação	3596-3874	10268-10688	10,3-18,2
Coefficiente de variação (%)	4	2	24,4

médias referentes a três (*) e cinco (**) determinações

Foram realizados dois experimentos, nos quais armazenaram-se os frutos em temperatura ambiente e sob refrigeração, designados ensaios I e II, respectivamente, conforme descrito a seguir:

† Ensaio I: frutos armazenados por dez dias, a $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70\% \pm 5\%$ UR.

† Ensaio II: frutos armazenados por 30 dias, a $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 2\%$ UR.

• Nos Ensaios I e II, as análises foram realizadas no tempo zero e com intervalos de dois e cinco dias, respectivamente.

As determinações da cor e da textura foram realizadas individualmente nos frutos de cada unidade experimental e as pesagens foram feitas considerando-se a massa total da unidade experimental.

Após a remoção do miolo (endocarpo), porções de 20 g da polpa juntamente com a casca (mesocarpo + epicarpo) foram imediatamente trituradas com 80 mL de água destilada, por cerca de 3 minutos, em homogeneizador de tecidos (Tissumizer Teckmar Company, tipo SDT 1889). Após filtração em tecido tipo organza, foram realizadas as medições de pH, do teor de sólidos solúveis totais e da acidez total titulável. O material remanescente, bem como porções da casca, foram congelados em nitrogênio líquido e acondicionados em sacos de polietileno hermeticamente fechados e mantidos a -18°C para posteriores análises.

3.3 Avaliações físicas, físico-químicas, químicas e bioquímicas

3.3.1 Massa fresca – Determinada, em gramas, com auxílio de balança semi-analítica Mettler modelo PC 2000. Os resultados da perda de massa foram expressos em porcentagem, considerando-se a diferença entre a massa inicial e aquela obtida nos frutos da unidade experimental, a cada intervalo de tempo de amostragem.

3.3.2 Diâmetro - Determinado, em centímetros, na secção transversal e longitudinal dos frutos, com auxílio de paquímetro.

3.3.3 Produção de dióxido de carbono - Foi medida através de titulações com HCl 1 N, após sua captação em solução de NaOH 1 N, conforme a técnica utilizada por Thomas, Dharkar e Sreenivasan (1971). A análise foi realizada em um total de 32 frutos, distribuídos em cinco cubas de respiração, mantidas em condições ambiente por seis dias. Os resultados foram expressos em $\text{mg CO}_2 \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$.

3.3.4 Cálcio total - O material (polpa + casca) foi triturado em homogeneizador de tecido e liofilizado. O cálcio total foi determinado, após digestão nitroperclórica, por espectrofotometria de absorção atômica, conforme a metodologia descrita por Sarruge e Haag (1974). Os resultados foram expressos em porcentagem de cálcio no material liofilizado.

3.3.5 Cor da casca - Foi avaliada, individualmente nos frutos, com o auxílio do guia de cores de Munsell (1957). As cores observadas foram dispostas em uma escala subjetiva, de acordo com o estágio de maturação dos frutos, atribuindo-se os seguintes valores: 1= verde; 2= mais verde que amarelo; 3= cores verde e amarela igualmente distribuídas; 4= mais amarelo que verde e 5= amarelo.

3.3.6 Clorofila total - Foi determinada em 1g de casca fresca triturada em 10 mL de água, com auxílio de homogeneizador de tecidos. O extrato foi transferido para balão volumétrico de 50 mL, completando-se o volume com acetona. Após um período de repouso, no escuro, realizou-se a filtração. A leitura da absorbância do extrato foi efetuada a 652 nm e os resultados,



expressos em mg.100g^{-1} de casca fresca, foram calculados utilizando-se a equação adotada por Engel e Poggiani (1991):

$$\text{Clorofila total} = [(A_{652} \times 1000 \times v/1000w) / 34,5] \times 100, \quad \text{onde:}$$

A_{652} = absorbância a 652 nm.

v = volume final do extrato clorofila - acetona.

w = peso da casca em gramas.

3.3.7 Carotenóides totais - Foram determinados em 3g de casca triturada em homogeneizador de tecidos com 40 mL da mistura de álcool isopropílico: hexano (3:1 v:v). Após extração (Higby, 1962), procedeu-se a leitura da absorbância a 450 nm, usando-se como branco uma mistura de acetona e hexano. Os teores de carotenóides totais foram expressos em mg.100g^{-1} de casca fresca, segundo a equação adotada por Higby (1962):

$$C = (A_{452} \times 100) / (250 \times L \times W) \quad \text{onde:}$$

C = concentração de carotenóides totais em mg.100g^{-1} .

A_{452} = absorbância a 452 nm.

L = comprimento da célula.

W = peso da amostra no volume final da diluição (3 g. 50 mL^{-1}).

3.3.8 Contagem de frutos doentes e identificação de patógenos – Os frutos infectados foram contados nos intervalos de amostragem e encaminhados à Clínica Fitossanitária do Departamento de Fitopatologia da UFLA para identificação dos patógenos.

3.3.9 Textura - Foi determinada com auxílio de penetrômetro McCormick, 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 em Lbf foram multiplicados por 4,4482 e expressos em Newton (N). Os valores mais altos correspondem a frutos mais firmes.

3.3.10 Substâncias pécticas - As substâncias pécticas totais e sua porção solúvel foram extraídas seguindo a técnica adaptada por Mc Cready e Mc Coomb (1952) e determinadas colorimetricamente através de reação com carbazol, segundo a técnica de Bitter e Muir (1962). Os teores foram expressos em g de ácido galacturônico.100g⁻¹ de tecido. Pela relação entre a pectina solúvel e total, calculou-se o percentual de solubilidade.

3.3.11 Aparência interna - Os frutos que apresentavam a polpa interna gelatinosa foram contados nos intervalos de amostragem.

3.3.12 Atividade de pectinametilesterase (PME) - Foi determinada de acordo com a técnica descrita por Jen e 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. A unidade de atividade enzimática (UAE) foi definida como sendo a capacidade da enzima em catalisar a desmetilação de pectina correspondente a 1 nanomol de NaOH por minuto nas condições de ensaio. Os resultados foram expressos em unidades de atividade enzimática por minuto por grama de peso fresco (U.min⁻¹.g⁻¹).

3.3.13 Atividade de poligalacturonase (PG) - Foi determinada de acordo com a metodologia utilizada por Pressey e Avants (1973). A atividade foi determinada por incubação do extrato enzimático com solução de ácido poligalacturônico a 0,25% em tampão acetato de sódio 37,5 mM, pH 5,0, a

30°C, por 3 horas. A reação foi interrompida em banho-maria fervente. Os grupos redutores liberados foram determinados segundo a técnica de Somogyi adaptada por Nelson (1944), usando-se glicose anidra como padrão. A unidade de atividade enzimática (UAE) foi definida como sendo a capacidade da enzima em catalisar a formação de um nanomol de açúcar redutor por minuto por grama ($U \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$), nas condições de ensaio.

3.3.14 Acidez total titulável (ATT) - Foi obtida por titulação do filtrado com NaOH 0,1N, padronizado segundo a técnica do Instituto Adolfo Lutz (1985) e expressa em porcentagem.

3.3.15 pH - Foi determinado no filtrado utilizando-se um potenciômetro digital (AOAC, 1992).

3.3.16 Vitamina C total - Foi determinada colorimetricamente por reação com o 2,4-dinitrofenilhidrazina, a 520 nm, segundo Strohecker e Henning (1967). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico. 100g^{-1} de tecido.

3.3.17 Sólidos solúveis totais (SST) - Determinados no filtrado por leitura em refratômetro digital Atago, modelo PR-100 Palette e expressos em porcentagem, segundo a metodologia da AOAC (1992).

3.3.18 Relação sólidos solúveis/Acidez total titulável – Obtida pela divisão do teor de sólidos solúveis pela acidez total titulável.

3.4 Avaliação sensorial - Foi conduzida através de teste de aceitação, utilizando-se uma escala hedônica de 9 pontos, onde: 9= gostei extremamente; 8= gostei muito; 7= gostei moderadamente; 6= gostei ligeiramente;

5= indiferente; 4= desgostei ligeiramente; 3= desgostei moderadamente; 2= desgostei muito e 1= desgostei extremamente. Foram reservados 18 frutos por tratamento para cada tempo de análise, sendo oferecido um quarto de goiaba a cada provador, com um mínimo de 50 provadores para cada tratamento. As amostras foram distribuídas a estudantes e funcionários da UFLA e a clientes de supermercados, geralmente às 9:00 ou 15:00 horas. Para esta análise, foi utilizado um total de 612 frutos.

3.5 Análise do material de parede celular (MPC) - A parede celular foi extraída do material (polpa + casca), como descrito por Mitcham e McDonald (1992), com poucas modificações. O tecido (100 g) foi homogeneizado com etanol a 80% (200 mL). O homogenato foi agitado por 30 minutos e centrifugado a 2000 rpm por 10 minutos. O resíduo foi ressuspenso em 200 ml de tampão fosfato 50 mM, pH 6,8, agitado por 10 minutos e centrifugado como descrito previamente. Este processo foi repetido duas vezes, totalizando três lavagens. Ao resíduo adicionaram-se 200 mL da mistura fenol:ácido acético:água (2:1:1, v/v) e o homogenato foi mantido em repouso por 20 minutos. Procedeu-se a filtração a vácuo e a lavagem do resíduo com 600 mL de tampão fosfato 50 mM, pH 6,8. A parede celular isolada foi então submetida ao teste com solução de lugol para se constatar a ausência de amido. O material foi dializado com agitação contínua, por 48 horas, contra água destilada, substituída várias vezes durante este período. Utilizou-se a membrana de diálise Spectra / Por (*cut-off* 6000-8000). Após filtração a vácuo, o MPC foi lavado com 200 mL da mistura clorofórmio: metanol (1:1, v/v), filtrado a vácuo e, a seguir, com acetona P.A. (600 mL). O MPC seco foi triturado em moinho tipo Wiley, utilizando-se malha 40, e foi armazenado em frascos até sua utilização.

3.5.1 Ácido galacturônico (uronídeos totais) - Foi utilizado o procedimento descrito por Ahmed e Labavitch (1977). O material de parede celular (5 mg) foi dissolvido em ácido sulfúrico a 67% (v/v), em banho de gelo. Após 72 horas de maceração, os ácidos urônicos liberados foram determinados colorimetricamente pela reação com o carbazol (Bitter e Muir, 1962) e os resultados foram expressos em porcentagem de ácido galacturônico no MPC.

3.5.2 Grau de esterificação de pectinas - Foi utilizado o método de Lurie et al. (1994), segundo o qual se determinam as quantidades de ácido galacturônico na parede celular antes e após a incubação com boroidreto de sódio. O MPC (5 mg) foi incubado com 1 mL de solução alcoólica de boroidreto de sódio por 48 horas, neutralizado com ácido acético, seco e lavado, primeiramente, três vezes com 0,5 mL da mistura de ácido acético:metanol (1:9, v/v) e depois, com metanol. A seguir, dissolveu-se o material em ácido sulfúrico a 67% (v/v) gelado, macerou-se por 72 horas e determinou-se colorimetricamente o teor de ácido galacturônico pela reação com o carbazol (Bitter e Muir, 1962). A incubação com boroidreto de sódio converte os resíduos esterificados de ácido galacturônico à galactose, que não reage com o carbazol. Assim, pela diferença entre os teores de ácido galacturônico, previamente determinados, e os teores verificados no doseamento, após a redução, na mesma amostra, obteve-se a quantidade de ácido urônico que continha metil ésteres (Kim e Carpita, 1992). O grau de esterificação foi definido como a porcentagem de ácido galacturônico esterificado em relação ao total.

3.5.3 Cálcio ligado à parede celular - O MPC (200 mg) foi submetido à digestão nitroperclórica e o teor de cálcio determinado por espectrofotometria de absorção atômica, conforme a metodologia descrita por Sarruge e Haag (1974). Os resultados foram expressos em porcentagem no MPC.

3.5.4 Celulose - Foi utilizado o procedimento modificado de Updegraff (1969). O MPC (5 mg) foi tratado com ácido trifluoroacético 2N, com aquecimento a seco (*block heater*), a 121°C, por 1 hora, com o objetivo de solubilizar a porção não celulósica. Após centrifugação (2000 rpm por 5 minutos), o resíduo foi lavado três vezes com água destilada, que foram suficientes para remover todo o açúcar liberado, e a seguir dissolvido em 3 mL de ácido sulfúrico a 72% (v/v), em banho de gelo com agitação intermitente. O teor de celulose foi determinado colorimetricamente pelo método da antrona, conforme Dische (1962). Utilizou-se como padrão celulose microcristalina, dissolvendo-se a frio, 10 mg de celulose (Avicel – Merck) em 3 mL de ácido sulfúrico a 72% (v/v) e completando-se o volume de 100 mL com água destilada. Os resultados foram expressos em porcentagem de açúcar celulósico no MPC.

3.5.5 Composição dos açúcares neutros totais não celulósicos - A derivatização do MPC foi conduzida seguindo as recomendações de Albersheim et al. (1967). Os monossacarídeos foram reduzidos aos seus alditóis correspondentes pela adição de 0,15 mL de hidróxido de amônio a 1N, contendo 10 mg de boroidreto de sódio por mL. Os monossacarídeos metilados e reduzidos foram então acetilados com 0,15 mL de anidrido acético.

A determinação dos açúcares neutros foi feita por cromatografia gás – líquido, em 2µL do resíduo ressuspense em 200µL de acetona. Utilizou-se cromatógrafo Varian modelo 3000, equipado com coluna capilar OV-DB 225 (0,25 mm de diâmetro e 30 m de comprimento), e acoplado a integrador Intralab, modelo 4290. Usou-se como gás de queima o hidrogênio, o ar sintético como mantenedor da chama e o nitrogênio e hidrogênio como gases de arraste.

A pressão da coluna foi de 24 psi, o fluxo da coluna de 1,3 mL.min⁻¹, *make-up* de 30 mL.min⁻¹, H₂ a 34,5 mL.min⁻¹ e ar a 300 mL.min⁻¹. Utilizou-se sensibilidade de 10⁻¹¹ e atenuação 1. As temperaturas da coluna, injetor e

detector foram, respectivamente, 210°C, 250°C e 300°C. Utilizou-se como padrão uma mistura de ramnose, fucose, arabinose, xilose, manose, galactose, glicose e inositol, todos na concentração de 50µg e igualmente derivatizados. Os tempos de retenção (minutos) dos açúcares foram: ramnose - 4,74; fucose - 4,95; arabinose- 5,92; xilose - 7,14; manose -12,76; galactose - 13,88; glicose - 15,11 e inositol - 16,04.

3.6 Delineamento experimental e análise estatística dos resultados - Os experimentos foram instalados utilizando-se delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), sendo os tratamentos dispostos num esquema fatorial 3 x 6 (armazenamento em condições ambiente) ou 3 x 7 (armazenamento sob refrigeração), em que estudou-se o tipo de embalagem (sem embalagem, embalagem perfurada, embalagem selada) e os períodos de armazenamento (0, 2, 4, 6, 8, 10 dias ou 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 dias), respectivamente. A parcela experimental foi composta por seis frutos e foram utilizadas quatro repetições.

As análises dos compostos de parede celular foram feitas sem o uso de repetições.

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

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização física, da atividade respiratória e do teor de cálcio total dos frutos

Os frutos utilizados apresentaram, em média, massa de $149,28 \pm 6,82$ g, diâmetros transversal e longitudinal de $6,32 \pm 0,25$ e $7,35 \pm 0,30$ cm, respectivamente, e coloração da casca verde médio amarelado, correspondente à notação 7,5 GY 6/8, de Munsell (1957).

O padrão da atividade respiratória da goiaba 'Kumagai' é mostrado na Figura 1. O pico climatérico foi atingido 4 dias após a colheita, quando os frutos apresentavam-se com coloração mais verde que amarelo, correspondendo à notação 2,5 GY 6/10, de Munsell (1957). O teor de CO_2 ($77,25 \text{ mg Kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) foi mais baixo que os citados na literatura para outras cultivares, que variam de 103 a $170 \text{ mg de CO}_2 \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ (Akamine e Goo, 1979; Brown e Wills, 1983; Wills et al., 1983; Liao, Liu e Yang, 1983; Mercado-Silva, Benito-Bautista e Garcia-Velasco, 1998). Aproximou-se dos valores detectados por Oliveira (1996) para a goiaba 'Kumagai' ($51,38 \text{ mg} \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) e por Sigrist et al., citados por Castro e Sigrist (1988), para goiaba híbrida branca ($70 \text{ mg de CO}_2 \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$).

A média geral observada para o teor de cálcio total da goiaba 'Kumagai' foi de $0,128 \pm 0,013\%$, que se enquadra na faixa 0,06 a 0,166% na massa seca, citada por Yadava (1996) para goiaba.

Os teores de cálcio em frutos são variáveis entre cultivares, época do ano em que os frutos se desenvolvem, bem como entre locais de cultivo (Gunjate et al., 1979).

A maior parte do cálcio dos tecidos se encontra imobilizado no apoplasto, bem como nos vacúolos, em associação com as membranas e certas

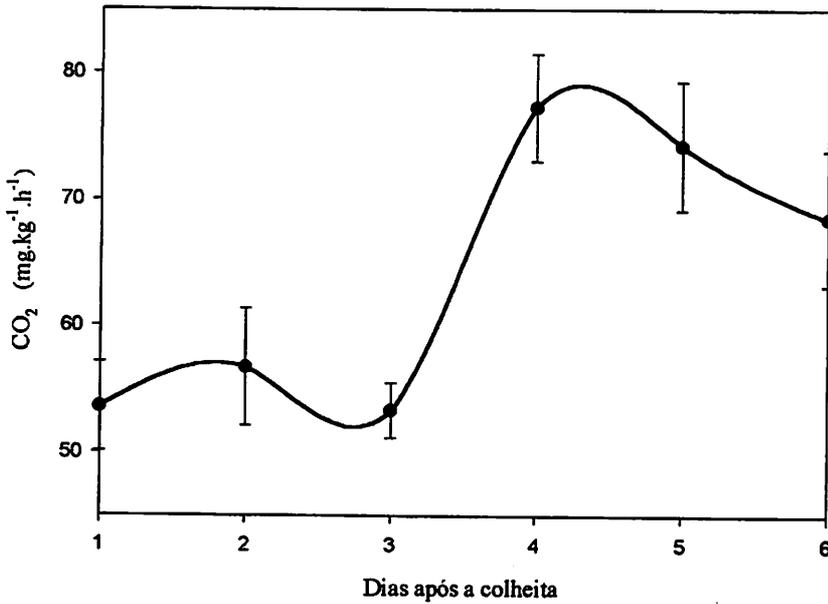


FIGURA 1 Atividade respiratória da goiaba 'Kumagai', durante a maturação sob condições ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\% \pm 5\%\text{UR}$).

organelas citoplasmáticas, como as mitocôndrias e o retículo endoplasmático, onde é seqüestrado como sais de fosfato e de vários ácidos orgânicos (Poovaiah, 1988).

4.2 Ensaio I: armazenamento à temperatura ambiente

4.2.1 Cor da casca, clorofila, carotenóides totais e perda de massa fresca

Os resultados correspondentes encontram-se na Tabela 2; Figura 2. A análise de variância evidenciou que os fatores embalagem e período de armazenamento, assim como a interação embalagem x período, foram significativos para estas quatro características avaliadas.

TABELA 2 Valores médios da cor, do teor de clorofila e de carotenóides totais na casca e da perda de massa da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob condições ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$; $70\% \pm 5\%\text{UR}$), durante 10 dias.⁽¹⁾

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)						Média
	0	2	4	6	8	10	
	Cor da casca (notas)						
SE	1,00 a	2,00 a	3,63 a	4,67 a	5,00 a	5,00 a	3,55 a
EP	1,00 a	2,13 a	3,75 a	4,54 a	4,67 a	5,00 a	3,51 a
ES	1,00 a	1,84 a	2,00 b	2,42 b	2,54 b	3,50 b	2,22 b
	Clorofila total ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$)						
SE	18,88 a	13,17 a	6,42 b	2,48 b	1,53 b	1,54 b	7,33 b
EP	18,88 a	12,53 a	6,66 b	3,93 b	2,29 b	1,98 b	7,71 b
ES	18,88 a	13,15 a	11,40 a	8,22 a	7,64 a	6,67 a	10,99 a
	Carotenóides totais ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$)						
SE	1,42 a	0,83 a	0,77 a	0,64 a	0,37 b	0,38 b	0,73 ab
EP	1,42 a	0,74 a	0,58 b	0,60 a	0,41 b	0,43 ab	0,69 b
ES	1,42 a	0,85 a	0,69 ab	0,59 a	0,65 a	0,56 a	0,79 a
	Perda de massa fresca (%)						
SE	0,00 a	4,04 a	5,92 a	8,67 a	10,69 a	13,66 a	7,11 a
EP	0,00 a	0,55 b	0,86 b	1,30 b	2,29 b	2,03 b	1,17 b
ES	0,00 a	0,11 b	0,22 b	0,29 c	0,32 c	0,23 c	0,19 c

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

A partir do quarto dia de armazenamento, o tratamento com a embalagem absorvedora de etileno selada destacou-se frente aos demais, na conservação dos frutos, ao propiciar menor taxa de desverdecimento (Tabela 2; Figura 2a), sendo a retenção da coloração verde compatível e paralela à detecção de teores mais elevados de clorofila nesses frutos (Tabela 2; Figura 2b). Embora não tenha ocorrido bloqueio na hidrólise de clorofila, como observou Gaspar (1997) em goiaba armazenada em sacos de polietileno de baixa densidade, a embalagem selada manteve os frutos ao final de dez dias de armazenamento com teor de clorofila e cor semelhantes aos verificados após quatro dias de

armazenamento nos frutos dos demais tratamentos (Figura 1A - Anexo). Possivelmente, a ausência de perfurações tornou a embalagem absorvedora de etileno menos permeável a gases com conseqüente redução na taxa respiratória e na produção de etileno pelos frutos, tornando lenta a degradação da clorofila.

A embalagem perfurada não interferiu na evolução da coloração e nem no teor de clorofila dos frutos durante o período experimental, uma vez que os valores foram semelhantes aos do tratamento controle.

Na casca da goiaba 'Kumagai', houve diminuição nos teores de carotenóides durante o amadurecimento (Figura 2c).

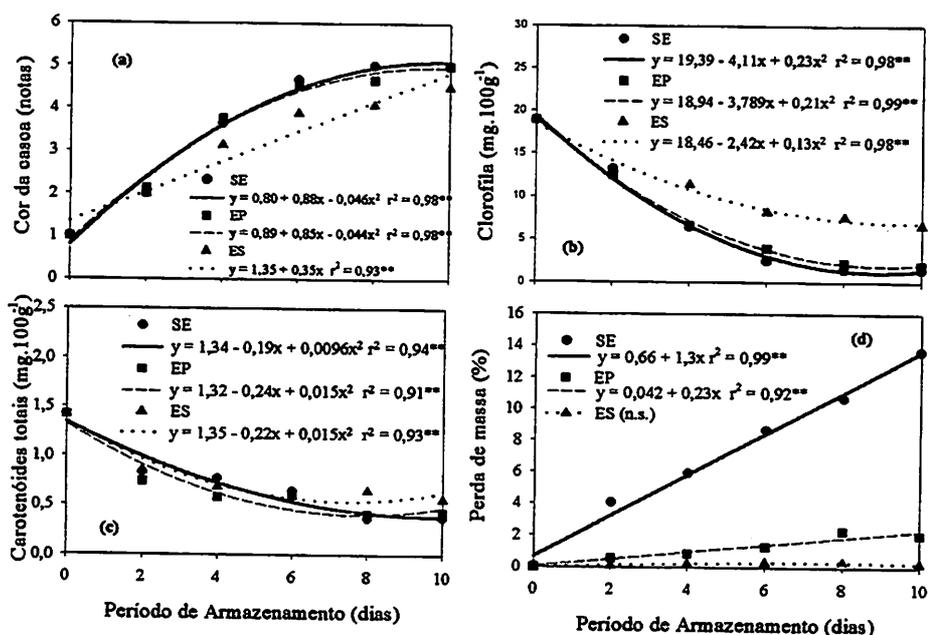


FIGURA 2 Curvas e equações de regressão representativas dos valores de cor da casca (a), teor de clorofila (b), de carotenóides totais (c) e da perda de massa (d) da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob condições ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\% \pm 5\%$ UR), durante 10 dias.

Dessa forma, a coloração amarelada, pouco intensa, que os frutos adquiriram com o amadurecimento, foi devida ao teor remanescente de carotenóides, que se tornou visível graças à diminuição concomitante nos níveis de clorofila. Houve diferença pouco acentuada da embalagem sobre o teor de carotenóides (Tabela 2), observando-se, nos dois últimos períodos de análise, maior retenção destes pigmentos quando os frutos foram armazenados na embalagem selada, motivo pelo qual apresentaram valor médio mais elevado (0,79%) em relação àquele da embalagem perfurada (0,69%). As mudanças nos carotenóides totais dos frutos são bastante diversas, podendo haver síntese ou degradação durante o amadurecimento (Rodriguez-Amaya, 1993).

Durante todo o período experimental, os frutos controle apresentaram maior perda de massa fresca que os embalados (Tabela 2) e a embalagem selada reduziu mais eficazmente a perda de massa que a perfurada, após o sexto dia de armazenamento. Houve aumento linear nos valores nos frutos controle e nos mantidos na embalagem perfurada, enquanto os da embalagem selada não apresentaram alterações significativas em sua massa fresca, com o decorrer do armazenamento (Figura 2d). O uso da atmosfera modificada propiciou frutos de melhor aparência, mais lisos e túrgidos e também mais pesados, um fator economicamente importante quando se comercializa grande quantidade de frutos.

A perda de massa encontrada em goiaba armazenada em temperatura ambiente é variável em decorrência das condições experimentais utilizadas pelos diferentes pesquisadores. Adsule e Tandon (1983) citaram perdas de 16,57% e 29,56% em goiaba 'Allahabad Safeda' após 7 e 10 dias de armazenamento sob condições ambiente (17-23°C), respectivamente. Após uma semana de armazenamento, os frutos apresentaram-se enrugados, acastanhados e sem condições de comercialização. Gaspar (1997), após 10 dias de armazenamento

da goiaba 'Kumagai' (20-25°C e 70-85% UR), verificou 12,09% de redução na massa inicial dos frutos, semelhante à do presente ensaio no tratamento controle.

Tavares (1993), citando Dalal et al., relata que perda de massa de até 15% não é suficiente para ocasionar alterações na aparência da goiaba. Embora no presente trabalho a perda de massa não tenha ultrapassado este limite, aos dez dias de armazenamento os frutos controle não estavam enrugados, mas apresentavam-se menos túrgidos, com textura menos crocante e com a casca mais opaca. O uso de atmosfera modificada gera uma alta umidade no interior da embalagem, que reduz a perda de massa e da qualidade do produto (Moleyar e Narasimham, 1994), fato também observado no presente experimento, especialmente quando o acondicionamento dos frutos foi realizado na embalagem selada.

Adsule e Tandon (1983) verificaram perdas de massa de 4,92 e 3,1% em goiaba 'Allahabad Safeda' armazenada em sacos de polietileno de baixa densidade (calibre 200), perfurados e não perfurados, respectivamente. Estes percentuais foram mais elevados do que os verificados no presente ensaio, o que pode ser atribuído a diferenças na permeabilidade dos filmes ao vapor d'água, à espessura da casca dos frutos e às condições de armazenamento diversas.

Um fator importante a ser considerado no armazenamento sob atmosfera modificada é a possibilidade de condensação de vapor d'água na superfície dos frutos, podendo conduzir ao desenvolvimento de fungos. Salienta-se, então, a necessidade do tratamento prévio dos mesmos com um fungicida, como o realizado no presente trabalho, uma vez que não se constatou infecção fúngica nos frutos armazenados em temperatura ambiente sob atmosfera modificada. Entretanto, 8% dos frutos do tratamento controle apresentaram fungos aos dez dias de armazenamento identificando-se lesões causadas por *Colletotrichum sp* e *Dothiorela sp*. Houve, portanto, efeito protetor da embalagem contra a contaminação ambiental.

4.2.2 Textura e pectinas

A análise estatística detectou efeitos significativos da embalagem, do período de armazenamento e da interação embalagem x período sobre a textura e teor de pectina solúvel.

Não foram observadas diferenças entre a textura dos frutos controle e a daqueles armazenados em embalagem perfurada durante o período experimental. Os frutos acondicionados em embalagem selada apresentaram, a partir do sexto dia de avaliação, textura mais firme que os demais tratamentos (Tabela 3).

TABELA 3 Valores médios de textura, pectina total e solúvel e de solubilização de pectinas da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob condições ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\% \pm 5\%$ UR), durante 10 dias.⁽¹⁾

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)						Média
	0	2	4	6	8	10	
	Textura (N)						
SE	83,98 a	74,53 a	58,04 a	42,49 b	26,45 b	24,29 b	51,63 b
EP	83,98 a	75,90 a	57,73 a	48,41 b	27,81 b	24,64 b	53,08 b
ES	83,98 a	70,82 a	66,70 a	66,03 a	62,29 a	39,67 a	64,91 a
	Pectina total (%)						
SE	0,99 a	0,95 a	0,99 a	0,98 a	1,01 a	1,19 a	1,02 a
EP	0,99 a	1,06 a	0,97 a	0,95 a	0,84 a	1,09 a	0,98 a
ES	0,99 a	0,90 a	0,92 a	0,95 a	0,85 a	1,11 a	0,95 a
	Pectina solúvel (%)						
SE	0,07 a	0,16 b	0,27 a	0,36 a	0,38 a	0,45 a	0,28 a
EP	0,07 a	0,21 a	0,27 a	0,36 a	0,36 a	0,40 b	0,27 a
ES	0,07 a	0,17 ab	0,19 b	0,20 b	0,25b	0,33 c	0,20 b
	Solubilização de pectinas (%)						
SE	7,05	17,95	27,53	36,91	38,06	38,03	27,59
EP	7,05	19,47	27,72	37,82	42,87	36,25	28,53
ES	7,05	18,99	20,07	21,65	29,40	29,98	21,19

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

Em todos os tratamentos, houve diminuição da firmeza com o amadurecimento (Figura 3a), porém, o uso da embalagem selada manteve valores mais elevados, mesmo no último período de armazenamento.

Como mencionado por Lazan e Ali (1993), observou-se, no presente ensaio, que o amaciamento da goiaba iniciou-se na região central (endocarpo), progredindo para o mesocarpo, e que o tecido ao redor das sementes tornou-se gelatinoso.

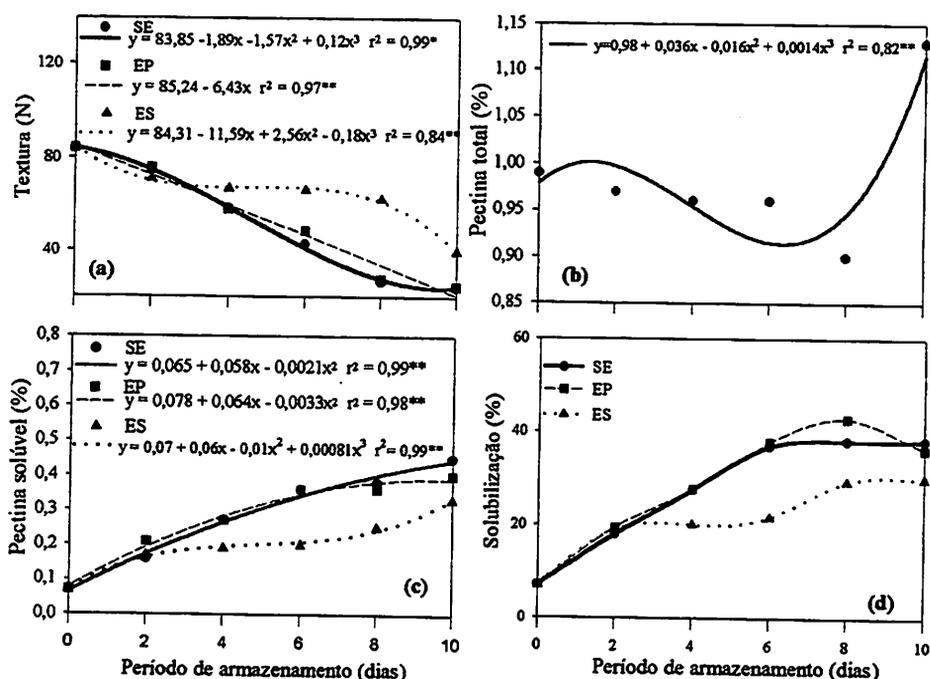


FIGURA 3 Curvas e equações de regressão representativas dos valores de textura (a), de pectina total (b), de pectina solúvel (c) e de solubilização de pectinas (d) da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob condições ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\% \pm 5\%$ UR), durante 10 dias.

Observou-se também que todos os frutos do tratamento controle apresentaram polpa interna gelatinosa após oito dias de armazenamento. Dessa forma, embora a aparência externa ainda fosse satisfatória, a qualidade interna não foi mantida. O acondicionamento dos frutos em embalagem perfurada teve pouco efeito na manutenção da qualidade interna, uma vez que 87,5% dos mesmos apresentaram amaciamento do endocarpo, após oito dias de armazenamento. Em nenhuma época de armazenamento foi constatada gelatinização do endocarpo nos frutos mantidos em embalagem selada.

Quanto ao teor de pectina total, observou-se apenas efeito significativo do período de armazenamento (Tabela 3; Figura 3b). Após um comportamento relativamente constante, houve uma elevação no último período de análise.

Em geral, o teor de pectina total pode permanecer inalterado ou diminuir, como observaram Mowlah e Ito (1983), Dhingra e Gupta (1984) e Chyau, Chen e Wu (1992) durante o amadurecimento da goiaba. Entretanto, El-Buluk, Babiker e El-Tinay (1997) também constataram aumento neste componente em duas cultivares de goiaba. Os teores verificados neste ensaio (entre 0,84 e 1,19), estão dentro da faixa citada por Wilson (1980) de 0,53 a 1,78%.

O teor de pectina solúvel aumentou com o amadurecimento dos frutos (Figura 3c) e diferiu pouco entre os tratamentos controle e embalagem perfurada (Tabela 3). Nos frutos mantidos na embalagem selada, verificou-se solubilização mais lenta e menor teor de pectina solúvel (Tabela 3), o que possivelmente contribuiu para que o amaciamento desses frutos fosse menos acentuado, conforme os valores da textura (Figura 3a).

O aumento no teor de pectina solúvel, durante o amadurecimento de goiaba, também foi observado por El-Buluk, Babiker e El-Tinay (1995). O teor inicial de 0,09 elevou-se a 0,45% quando os frutos estavam moderadamente

macios e com coloração amarelada, semelhante ao valor observado no presente experimento, para os frutos controle, após dez dias de armazenamento.

Como esperado, a porcentagem de solubilização dos polímeros pécnicos incrementou ao longo do armazenamento, sendo mais baixa nos frutos mantidos na embalagem selada (Tabela 3; Figura 3d), demonstrando que a atmosfera modificada pode influir na redução da atividade das enzimas pécnicas.

4.2.3 Atividades de pectinametilsterase (PME) e de poligalacturonase (PG)

Houve efeito significativo da embalagem, do período de armazenamento e da interação embalagem x período sobre a atividade da PME. Quanto à PG, houve efeito significativo da interação embalagem x período e do período de armazenamento, não havendo a influência da embalagem.

As atividades dessas enzimas (Tabela 4; Figura 4) demonstraram comportamento semelhante nos frutos dos tratamentos controle e embalagem perfurada, ao longo do armazenamento, com picos de atividade simultâneos.

Os frutos acondicionados em embalagem selada apresentaram atividade da PME inferior à dos demais tratamentos a partir do 4º dia de armazenamento (Tabela 4), coerente com a textura mais firme e o menor percentual de solubilização da pectina.

Este efeito da atmosfera modificada na redução da atividade de enzimas ligadas ao amaciamento dos frutos também foi constatado por Abreu (1995), em abacaxi armazenado em sacos de polietileno não perfurados, e por Cenci (1994), em uva, enquanto Lazan e Ali (1993) observaram que a AM retardou o amaciamento do mamão papaia, com diminuição nos níveis da β -galactosidase.

TABELA 4 Valores médios das atividades de pectinametilsterase (PME) e poligalacturonase (PG) da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob condições ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\% \pm 5\%$ UR), durante 10 dias. ⁽¹⁾

Trata- mentos	Período de Armazenamento (dias)						
	0	2	4	6	8	10	Média
Atividade de PME (UAE)							
SE	231,69 a	408,20 b	730,60 b	1108,15a	877,70 a	606,76 a	660,52 a
EP	231,69 a	636,21 a	641,84 b	1165,78a	907,12 a	554,08 a	689,45 a
ES	231,69 a	558,98 a	887,50 a	691,61 b	612,92 b	558,28 a	590,16 b
Atividade de PG (UAE)							
SE	64,07 a	86,98 a	106,66 a	103,15 a	57,67 b	58,91 a	79,57 a
EP	64,07 a	83,25 a	107,28 a	81,86 b	61,39 b	61,62 a	76,58 a
ES	64,07 a	76,28 a	98,70 a	88,68 ab	85,11 a	66,52 a	79,89 a

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

Segundo Awad (1993), a atividade da PME pode aumentar, diminuir ou permanecer constante durante a maturação, dependendo do tipo de fruto. Na goiaba 'Kumagai', com a evolução da maturação, houve, de modo geral, aumento na atividade, seguido por declínio até o final do período experimental (Figura 4a).

O comportamento da PME na goiaba 'Kumagai' foi semelhante ao verificado por Hussain e Shah (1975), que observaram incrementos na atividade da enzima durante o período de desenvolvimento do fruto, com valor máximo no início do amadurecimento e declínio quando os frutos estavam muito maduros. Entretanto, difere daquele observado por El-Zoghbi (1994), em que a atividade diminuiu com o amadurecimento, com valores iguais a 319; 280 e 263

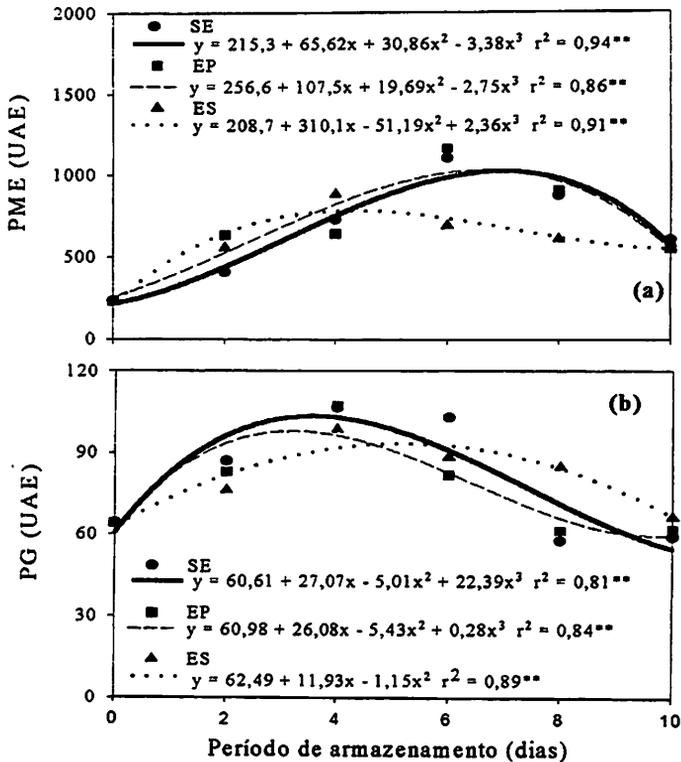


FIGURA 4 Curvas e equações de regressão representativas dos valores de atividade das enzimas PME (a) e PG (b) na goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob condições ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\% \pm 5\%$ UR), durante 10 dias.

$\text{nanomol}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$, nos frutos colhidos maduros, quase maduros e maduros, respectivamente.

A atividade máxima da PG foi atingida simultaneamente nos frutos de todos os tratamentos, após quatro dias de armazenamento, antecedendo a da PME e com tendência de ser menos acentuada nos frutos da embalagem selada (Figura 6b). O comportamento desta enzima foi semelhante entre os frutos do

controle e da embalagem perfurada, tal como o observado para a atividade da PME (Tabela 4).

A pectina continuou a ser solubilizada em uma taxa relativamente constante, apesar das flutuações e da baixa atividade da PG. É provável que outros fatores regulem a solubilização dos compostos pécticos, como constatou Filgueiras (1996) ao trabalhar com tomates. Lazan e Ali (1993) consideram baixa a atividade da PG em frutos tropicais e relatam que enzimas como a celulase e a β -galactosidase apresentam aumento em suas atividades durante o amadurecimento da goiaba. De acordo com estes autores, a β -galactosidase além de remover resíduos de galactose, pode também degradar polímeros pécticos.

4.2.4 Acidez total titulável (ATT), pH e vitamina C

A análise de variância mostrou o efeito significativo da embalagem, do período de armazenamento e da interação embalagem x período sobre o teor de ATT e apenas do período de armazenamento sobre os valores de pH que, devido à significância do desvio, teve a curva de regressão desconsiderada. Com relação ao teor de vitamina C, o efeito significativo foi da embalagem e do período de armazenamento.

Os frutos da embalagem selada foram significativamente menos ácidos que os do tratamento controle e, de uma forma geral, tenderam a ser menos ácidos que os frutos da embalagem perfurada. Os frutos da embalagem perfurada diferiram dos frutos controle, em sua ATT, apenas no último período de análise (Tabela 5).

Este comportamento da acidez total titulável na goiaba cv. Kumagai, também foi verificado por Khedkar et al. (1982) e por Adsule e Tandon (1983) em goiaba armazenada em temperatura ambiente, sob atmosfera modificada.

TABELA 5 Valores médios de acidez total titulável (ATT), pH e vitamina C da goiaba 'Kumagai', (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob condições ambiente (20°C ± 1°C, 70% ± 5% UR), durante 10 dias. ⁽¹⁾

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)						
	0	2	4	6	8	10	Média
ATT (% ácido cítrico)							
SE	0,696 a	0,760 a	0,824 a	0,840 a	0,832 a	0,887 a	0,806 a
EP	0,696 a	0,745 a	0,763 ab	0,792 a	0,774 ab	0,784 b	0,759 b
ES	0,696 a	0,671 b	0,698 b	0,690 b	0,722 b	0,690 c	0,694 c
pH							
SE	3,76 a	3,87 a	3,82 a	3,83 a	3,82 a	3,81 a	3,82 a
EP	3,76 a	3,90 a	3,84 a	3,80 a	3,86 a	3,84 a	3,83 a
ES	3,76 a	3,86 a	3,83 a	3,84 a	3,87 a	3,88 a	3,85 a
Vitamina C total (mg.100g ⁻¹)							
SE	158,41 a	177,72 a	206,56 a	236,91 a	244,12 a	220,14 a	207,31 a
EP	158,41 a	165,98 a	196,95 a	203,96 a	218,72 a	221,31 a	194,22 a
ES	158,41 a	163,72 a	162,83 a	167,21 a	182,96 a	181,07 a	169,37 b

⁽¹⁾Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey em P < 0,05.

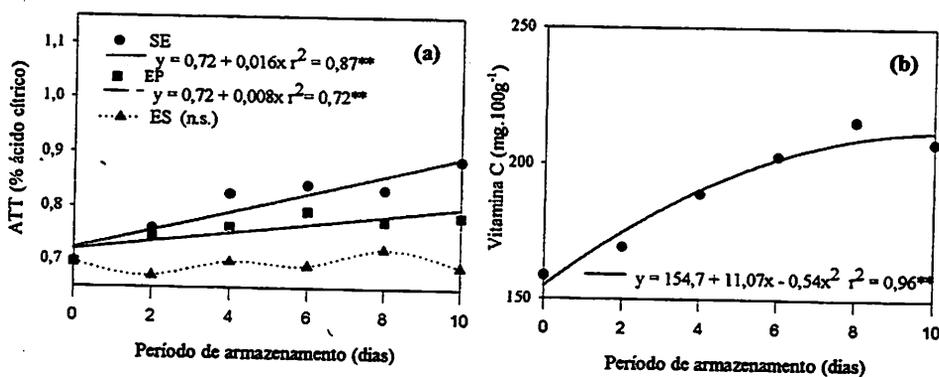


FIGURA 5 Curvas e equações de regressão representativas dos valores de ATT (a) e vitamina C (b) da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob condições ambiente (20°C ± 1°C, 70% ± 5% UR), durante 10 dias.

Houve pequeno aumento linear na acidez com a maturação nos frutos controle e nos acondicionados em embalagem perfurada (Figura 5a). O valor inicial 0,696% aumentou para 0,887% e 0,784%, respectivamente. Nestes últimos, porém, este modelo não se ajustou bem aos dados, conforme indicado pelo baixo coeficiente de determinação. Os frutos mantidos em embalagem selada praticamente não tiveram alteração na acidez durante o período de armazenamento, devido, possivelmente, à redução na atividade metabólica.

Os valores de acidez total titulável foram ligeiramente mais elevados do que aqueles verificados por Oliveira (1996) e por Gaspar (1997) em goiabas da mesma cultivar, compreendidos entre 0,51 e 0,72%. Siddiqui, Sharma e Gupta (1991) também observaram aumento na acidez total titulável de goiaba durante o armazenamento em temperatura ambiente, com valores semelhantes aos encontrados para a cv. Kumagai.

Os valores de pH não diferiram entre os tratamentos e mantiveram-se entre 3,76 e 3,90, inferiores aos 3,96-4,29 encontrados por Oliveira (1996) na mesma cultivar, porém iguais à variação encontrada por Tavares (1993) em goiaba 'Paluma' armazenada em condições ambiente. A variação pequena no pH pode ser atribuída ao efeito tamponante, ocasionado pela presença simultânea de ácidos orgânicos e de seus sais, o que faz com que acréscimos na acidez total titulável não alterem significativamente os valores de pH (Lehninger, 1990).

O teor de vitamina C não diferiu entre os tratamentos nos períodos de armazenamento avaliados, porém, os frutos da embalagem selada apresentaram, em média, valor inferior aos dos demais tratamentos, os quais não diferiram entre si (Tabela 5). Mesmo tendo havido efeito negativo deste tratamento sobre o valor nutritivo dos frutos, os teores de vitamina C detectados enquadraram-se na faixa encontrada na literatura para outras cultivares nacionais, as quais apresentam teores compreendidos entre 110 e 336 mg de vitamina C.100g⁻¹ (Marteleto, 1980; Esteves, 1981; Gerhardt et al., 1997).

Houve acréscimo em vitamina C com o decorrer da maturação (Figura 5b). Aumento no teor da vitamina C durante o armazenamento em temperatura ambiente também foi verificado por Oliveira (1996) em goiaba 'Kumagai', o qual relatou um teor máximo de 169,76 mg.100g⁻¹ nos frutos do tratamento controle, igual ao verificado neste trabalho para os frutos armazenados em embalagem selada. No decorrer do armazenamento, pode haver uma maior síntese de metabólitos intermediários que promovem a síntese da glucose-6-fosfato, o precursor imediato do ácido ascórbico, como sugerem Gupta, Singh e Gupta (1979). Entretanto, Mowlah e Itoo (1983) acreditam que o acúmulo desta vitamina possa ser devido à liberação de ácido galacturônico, em decorrência do aumento na atividade da enzima poligalacturonase.

4.2.5 Sólidos solúveis totais (SST) e relação SST/ATT

Houve efeito significativo da embalagem, do período de armazenamento e da interação embalagem x período sobre os teores de sólidos solúveis totais.

Durante o armazenamento, os frutos do tratamento controle apresentaram teores mais elevados de sólidos solúveis totais em relação aos frutos acondicionados nos sacos plásticos perfurados ou não, e estes não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 6).

Houve aumento no teor de sólidos com o tempo de armazenamento nos frutos do tratamento controle e naqueles acondicionados em embalagem perfurada, enquanto os embalados no filme selado praticamente mantiveram o teor inicial (Figura 6).

Handwritten notes:
Lima (2004)
Vid. (2007)
Lima (1998, 1990)
W. (2004)
K. (2004)

TABELA 6 Valores médios dos teores de sólidos solúveis totais (SST) e da relação SST/ATT da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob condições ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\% \pm 5\% \text{UR}$), durante 10 dias.⁽¹⁾

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)						Média
	0	2	4	6	8	10	
SST (%)							
SE	6,46 a	7,63 a	7,96 a	8,00 a	8,18 a	8,58 a	7,80 a
EP	6,46 a	6,94 b	7,13 b	7,13 b	7,21 b	6,87 b	6,95 b
ES	6,46 a	6,54 b	6,63 b	7,00 b	6,68 b	6,75 b	6,67 c
SST/ATT							
SE	9,30	10,09	9,69	9,58	9,91	9,79	9,72
EP	9,30	9,31	9,34	9,03	9,59	8,73	9,21
ES	9,30	9,76	9,54	10,17	9,26	9,78	9,63

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

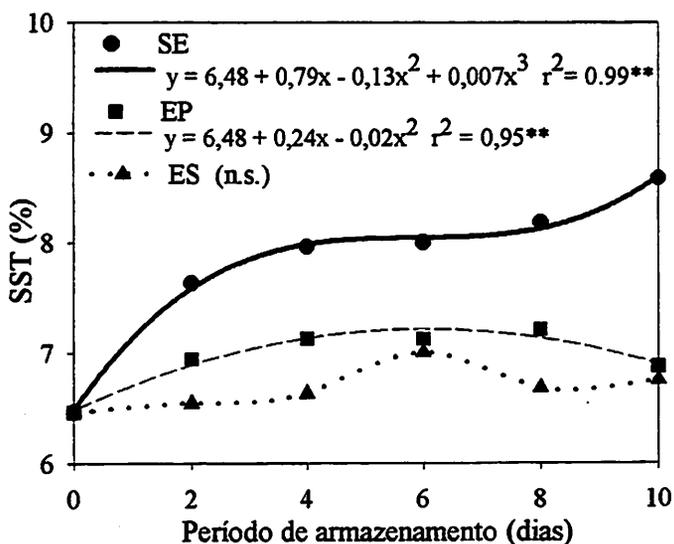


FIGURA 6 Curvas e equações de regressão representativas do valor de SST da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob condições ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\% \pm 5\% \text{UR}$), durante 10 dias.

O uso da atmosfera modificada diminui o processo respiratório de frutos e hortaliças e a absorção de etileno pela embalagem impede sua ação catalisadora das reações ligadas ao amadurecimento, entre as quais a formação de açúcares solúveis a partir de amido e outros carboidratos estruturais (Zagory e Kader, 1988). Além disso, os frutos embalados perderam pouca umidade, não apresentando o efeito de concentração observado nos frutos do tratamento controle.

→ Em razão da retenção dos teores de sólidos solúveis totais, pode-se inferir ainda, que os frutos armazenados na embalagem selada tenderam a apresentar menor evolução do processo de amadurecimento que os frutos na embalagem perfurada. O comportamento dos sólidos solúveis totais na goiaba 'Kumagai' foi semelhante ao verificado por Adsule e Tandon (1983) e Singh et al. (1984) em experimentos envolvendo o uso de atmosfera modificada no armazenamento de goiaba em temperatura ambiente. Recentemente, Gaspar (1997) também constatou menor teor de sólidos solúveis totais em goiaba 'Kumagai' embalada em sacos de cloreto de polivinila e armazenada em temperatura ambiente.

Os teores de sólidos solúveis totais são variáveis em função da cultivar, das condições edafoclimáticas, da época de colheita, se a avaliação foi feita nos frutos ligados à planta ou durante o armazenamento e ainda pelo fato dos autores não especificarem a parte do fruto utilizada na análise, o que torna difícil a comparação de resultados. Neste experimento, os teores entre 6,46 e 8,58% dos frutos controle aproximam-se dos constatados em goiaba 'Kumagai' por Oliveira (1996) e Gaspar (1997).

Os frutos armazenados na embalagem perfurada tiveram menor valor médio para a relação SST/ATT (9,2) que os frutos do tratamento controle (9,7), em consequência do seu teor mais baixo de sólidos solúveis totais. Os frutos em embalagem selada apresentaram relação (9,6) semelhante à dos demais

tratamentos, decorrente de sua menor acidez (Tabela 5). Não houve alterações acentuadas neste índice no período total de armazenamento e os valores médios observados encontram-se na faixa de 6,88 a 12,64 citada por Esteves (1981), Tavares (1996) e Gaspar (1997).

O índice SST/ATT é utilizado em muitos frutos para se avaliar o estágio de maturação, uma vez que determina o *flavor* (Yusof, Mohamed e Bakar, 1988). A relação geralmente eleva-se com o amadurecimento devido ao aumento nos sólidos solúveis totais e diminuição na acidez total titulável, resultando em frutos mais doces. O sabor e o aroma característico das goiabas são devidos principalmente aos açúcares e aos ácidos voláteis aromáticos, os quais não são titulados. Dessa forma, a relação entre os sólidos solúveis totais e a acidez total titulável é mais indicativa do sabor. De acordo com a classificação de Chauhan e Dhaliwal (1993), a goiaba cv. Kumagai se caracteriza por possuir teores médios de sólidos solúveis totais e alta acidez. Considerando a preferência do consumidor brasileiro por frutos mais doces e ácidos, segundo Carvalho (1994), o sabor não seria tão satisfatório, porém, se adequa perfeitamente aos padrões europeus de preferência que recaem sobre frutos mais ácidos, e onde esta cultivar já tem grande aceitação.

4.2.6 Avaliação sensorial

A análise de variância indicou que o fator período de armazenamento e a interação entre os fatores embalagem e período foram significativos. Não houve efeito da embalagem sobre a qualidade comestível da goiaba 'Kumagai' (Tabela 7).

Embora os frutos do tratamento embalagem selada tenham apresentado melhor aparência, com maior retenção da cor verde, textura mais firme e menor perda de massa, não se destacaram frente aos demais tratamentos quanto à qualidade comestível. Em geral, alguns provadores consideraram como fator

negativo a predominância da acidez sobre a doçura da goiaba 'Kumagai'. Com efeito, esta cultivar caracteriza-se por possuir odor discreto e sabor suave, ligeiramente ácido. Dessa forma, no início do experimento, os frutos receberam nota média igual a 7,21, situada entre "gostei moderadamente" e "gostei muito".

De modo geral, observou-se que os frutos apresentaram maior aceitação entre o 2º e o 6º dias de armazenamento, ocorrendo, subseqüentemente, apenas uma pequena diminuição das notas atribuídas. Ao final do período de armazenamento, os frutos da embalagem selada destacaram-se devido à textura mais firme do mesocarpo e da polpa interna, uma vez que alguns provadores consideraram os frutos dos demais tratamentos excessivamente amadurecidos.

TABELA 7 Valores médios das notas referentes à qualidade comestível da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob condições ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\% \pm 5\% \text{UR}$), durante 10 dias.⁽¹⁾

Trata- mentos	Período de Armazenamento (dias)						Média
	0	2	4	6	8	10	
	Qualidade comestível (notas)						
SE	7,21 a	8,17 a	7,90 a	7,33 a	7,00 a	6,77 ab	7,40 a
EP	7,21 a	7,92 ab	8,16 a	7,70 a	7,24 a	6,63 b	7,49 a
ES	7,21 a	7,50 b	7,71 a	7,33 a	6,79 a	7,24 a	7,30 a

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

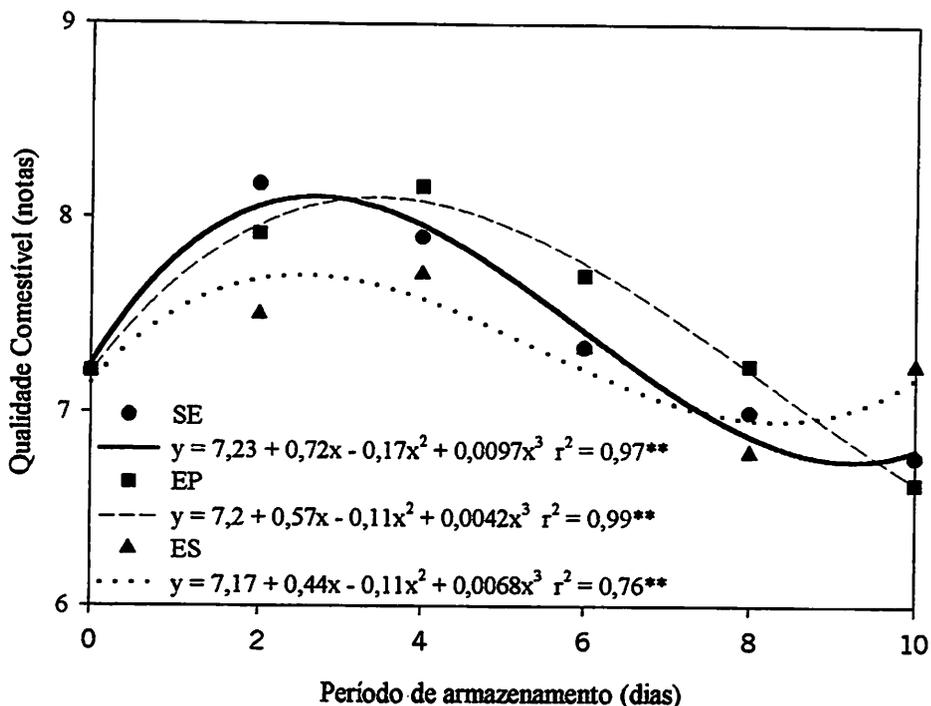


FIGURA 7 Curvas e equações de regressão para as notas de qualidade comestível da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob condições ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\% \pm 5\%$ UR), durante 10 dias.

4.2.7 Análise da parede celular

O comportamento dos diversos componentes da parede celular da goiaba durante o amadurecimento ainda não foi pesquisado, impossibilitando comparações específicas dos resultados aqui obtidos.

A mudança mais evidente na composição da parede celular durante o amaciamento dos frutos é a diminuição nos teores de ácidos urônicos e o simultâneo aumento de uronídeos solúveis (Labavitch, 1981).

O teor de uronídeos totais apresentou tendência de diminuição, notadamente nos frutos do tratamento controle, até o quarto dia de

armazenamento, com pequena variação até o final do período experimental (Tabela 8).

TABELA 8 Valores médios e desvios padrão de ácidos urônicos, grau de esterificação de pectinas, cálcio ligado à parede celular e de celulose da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob condições ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\% \pm 5\%$ UR), durante 10 dias.

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)						Média
	0	2	4	6	8	10	
Ácidos urônicos (% de MPC)							
SE	28,04 (0,47)	23,51 (1,29)	18,97 (0,54)	19,22 (1,02)	21,80 (0,91)	20,66 (0,56)	22,03
EP	28,04 (0,47)	23,19 (0,74)	23,89 (1,41)	22,12 (1,04)	23,23 (0,05)	21,14 (0,08)	23,60
ES	28,04 (0,47)	26,64 (0,21)	25,39 (0,45)	24,08 (0,93)	25,56 (0,33)	25,61 (0,08)	25,88
Grau de esterificação (% de MPC)							
SE	23,03 (1,28)	20,14 (1,94)	17,31 (1,45)	13,56 (1,58)	12,30 (0,57)	13,60 (0,34)	16,66
EP	23,03 (1,28)	18,89 (0,57)	18,27 (0,89)	12,90 (1,09)	12,69 (0,20)	15,78 (0,31)	16,93
ES	23,03 (1,28)	19,90 (0,61)	16,17 (1,42)	19,24 (0,13)	23,80 (0,99)	22,92 (0,26)	20,84
Cálcio ligado à parede celular (% de MPC)							
SE	0,092 (0,014)	0,100 (0,001)	0,122 (0,003)	0,092 (0,001)	0,121 (0,001)	0,090 (0,003)	0,103
EP	0,092 (0,014)	0,113 (0,001)	0,136 (0,000)	0,106 (0,001)	0,136 (0,001)	0,093 (0,001)	0,113
ES	0,092 (0,014)	0,115 (0,003)	0,144 (0,001)	0,110 (0,001)	0,158 (0,001)	0,127 (0,001)	0,124
Celulose (% de MPC)							
SE	33,49 (0,120)	37,50 (0,286)	37,42 (0,107)	43,84 (0,120)	39,28 (1,290)	37,08 (0,706)	38,10
EP	33,49 (0,120)	33,46 (0,772)	37,03 (0,666)	42,99 (1,864)	39,00 (1,671)	39,32 (0,885)	37,55
ES	33,49 (0,120)	38,87 (0,812)	40,60 (2,117)	48,73 (0,683)	39,78 (0,220)	37,44 (0,459)	39,82

Estes frutos e os acondicionados em embalagem perfurada retiveram menos poliuronídeos em sua parede celular que os mantidos na embalagem selada, o que pode ter contribuído para a perda mais intensa na firmeza, observada nos frutos destes tratamentos. O decréscimo no teor de ácido galacturônico coincidiu com o aumento na atividade das enzimas pécticas. A maior retenção de ácidos urônicos nos frutos mantidos sob atmosfera modificada pelo uso da embalagem selada pode ser relacionado ao processo lento de amaciamento e ao menor teor de vitamina C dos mesmos.

Considerando a solubilização crescente de pectina, principalmente nos frutos controle e naqueles da embalagem perfurada, observada durante todo o período experimental (Figura 3d), esperava-se que houvesse diminuição nos teores ácidos urônicos durante os dez dias de armazenamento. Portanto, é provável a existência de um *turnover* de polímeros pécticos a fim de repor o material solubilizado. O teor médio de ácido galacturônico no presente experimento foi próximo a 21,6%, verificado por Marcelin, Williams e Brillouet (1993) no mesocarpo da goiaba cv. Suprême.

Houve decréscimo no grau de esterificação das pectinas (Tabela 8) com a maturação dos frutos controle e naqueles acondicionados em embalagem perfurada, com tendência de pequeno aumento no 10^º dia de armazenamento. Os frutos da embalagem selada, após um declínio inicial, mostraram, a partir do sexto dia de análise, aumento no grau de esterificação, retornando aos percentuais observados no início do experimento. Este comportamento possivelmente foi decorrente da síntese *de novo* de material péctico com o objetivo de substituir os polímeros degradados e que, segundo Knee (1978), apresenta um grau de metilação mais elevado. De acordo com Filgueiras (1996), há indicação de que os frutos com grau de esterificação mais elevado são em geral mais firmes, embora este não seja o único fator envolvido. Para Fischer, Arrigoni e Amadò (1994), o papel do grau de esterificação durante o

armazenamento de frutos e hortaliças tem sido freqüentemente questionado, pois ainda não está claro se o seu aumento ou sua diminuição pode explicar o amaciamento e a solubilização de pectinas.

A redução mais acentuada no grau de esterificação das pectinas até o 4^o dia de armazenamento foi coerente com o aumento na atividade da PME (Figura 4a). O grau de esterificação compatibilizou-se também com a textura (Figura 3a), uma vez que a menor taxa de amaciamento ocorreu nos frutos armazenados na embalagem selada, após o quarto dia de armazenamento, coincidente com o grau de esterificação de pectinas mais elevado.

Quanto ao comportamento do grau de esterificação durante o amadurecimento da goiaba, os trabalhos são consistentes com sua diminuição durante este processo (Dhingra e Gupta, 1984; El-Zoghbi, 1994). O valor máximo verificado neste experimento (23,80%) foi inferior a 31,2%, citado por Marcelin, Williams e Brillouet (1993) em goiaba de polpa branca cv. *Suprême*, no estágio *turning*.

O cálcio ligado à parede celular da goiaba 'Kumagai' (Tabela 8) apresentou pequenas flutuações nas concentrações durante o armazenamento dos frutos. Observou-se, no entanto, nos frutos armazenados sob atmosfera modificada, particularmente quando em embalagem selada, que o teor de cálcio foi um pouco mais elevado do que o dos frutos do tratamento controle.

Burns e Pressey (1987) observaram aumento no teor de cálcio ligado durante a maturação de tomate, sugerindo para o íon um papel na retenção de polímeros pécticos na estrutura da parede celular através da maior rigidez conferida ao tecido vegetal. A quantidade de cálcio ligado, um pouco mais elevado nos frutos da embalagem selada, pode ter contribuído para uma maior retenção de polímeros pécticos na estrutura da parede celular, evidenciada pela menor porcentagem de solubilização de ácido galacturônico e menor grau de amaciamento verificados nestes frutos. A falta de um comportamento definido

de elevação ou de diminuição nos teores de cálcio ligado à parede celular da goiaba 'Kumagai', ao longo do armazenamento, torna difícil associá-lo ao processo de amadurecimento. Esse comportamento também foi constatado em tomates por Filgueiras (1996) e em manga por Evangelista (1999).

O comportamento do teor de celulose foi semelhante nos frutos dos diversos tratamentos (Tabela 8), com tendência de elevação até o sexto dia de armazenamento, seguida de decréscimo. Entretanto, não houve perda líquida durante o amadurecimento, ao contrário do que observaram Mowlah e Ito (1983) e El-Zoghbi (1994) também em goiaba. O aumento nos teores de celulose, principalmente nos frutos armazenados em embalagem selada, pode ser considerado como mais um fator na manutenção da firmeza, e de uma forma geral, da relativa resistência da goiaba 'Kumagai' ao amaciamento excessivo.

Em comparação às substâncias pécticas, o comportamento da celulose durante o amadurecimento de frutos é pouco estudado. O *turnover* de celulose, não tem sido demonstrado adequadamente a despeito da presença de atividade de β -1,4-glucanase em uma grande variedade de frutos (Labavitch, 1981). Entretanto, mais recentemente, Mitcham e McDonald (1992) observaram aumento de celulose durante o amadurecimento de mangas 'Tommy Atkins' e 'Keitt', à semelhança do observado com a goiaba no presente experimento.

Na parede celular da goiaba 'Kumagai' houve predominância de xilose, arabinose e galactose (Tabela 9), conforme observado previamente por Marcelin, Williams e Brillouet (1993) na parede celular da goiaba 'Suprême' no estágio *turning* de coloração. Estes autores também constataram a presença de xilanas, xiloglucanas, arabinogalactanas tipo I e II e arabinanas, associadas com galacturonanas de baixo grau de esterificação.

TABELA 9 Valores médios e desvios padrão de açúcares neutros de goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob condições ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\% \pm 5\%$ UR), durante 10 dias.

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)						Média
	0	2	4	6	8	10	
Xilose (% de MPC)							
SE	12,21 (0,19)	12,11 (0,64)	17,51 (0,23)	13,84 (0,06)	14,18 (0,63)	15,71 (0,00)	14,26
EP	12,21 (0,19)	12,22 (0,07)	17,91 (1,01)	17,57 (0,00)	17,86 (0,00)	16,83 (0,00)	15,77
ES	12,21 (0,19)	11,77 (0,15)	18,54 (0,01)	16,85 (0,39)	18,43 (0,83)	18,85 (0,29)	16,11
Arabinose (% de MPC)							
SE	6,87 (0,08)	6,72 (0,06)	8,13 (0,63)	6,74 (0,09)	7,22 (0,23)	9,57 (0,08)	7,54
EP	6,87 (0,08)	7,64 (0,00)	13,26 (0,00)	10,02 (1,20)	17,80 (0,69)	10,29 (1,02)	10,98
ES	6,87 (0,08)	6,50 (0,14)	10,06 (0,89)	16,11 (0,12)	13,00 (0,84)	8,40 (0,28)	10,16
Galactose (% de MPC)							
SE	2,23 (0,02)	2,30 (0,10)	3,37 (0,07)	2,42 (0,07)	2,86 (0,07)	4,05 (0,11)	2,87
EP	2,23 (0,02)	2,27 (0,01)	6,11 (0,38)	3,21 (0,06)	12,70 (0,26)	4,12 (0,02)	5,11
ES	2,23 (0,02)	1,98 (0,02)	5,35 (0,56)	8,02 (0,21)	5,67 (0,77)	3,65 (0,07)	4,48
Ranose (% de MPC)							
SE	0,71 (0,01)	0,67 (0,01)	1,25 (0,05)	1,28 (0,03)	1,34 (0,04)	1,51 (0,04)	1,13
EP	0,71 (0,01)	0,60 (0,01)	2,00 (0,12)	2,24 (0,18)	3,16 (0,11)	1,88 (0,31)	1,77
ES	0,71 (0,01)	0,79 (0,00)	1,89 (0,18)	2,67 (0,05)	3,42 (0,02)	1,96 (0,02)	1,91

“...Continua...”

“TABELA 9, Cont.”

Trata- mentos	Período de Armazenamento (dias)						Média
	0	2	4	6	8	10	
	Manose (% de MPC)						
SE	0,23 (0,03)	0,28 (0,00)	0,54 (0,00)	0,57 (0,02)	0,50 (0,02)	0,56 (0,03)	0,45
EP	0,23 (0,03)	0,21 (0,01)	0,60 (0,09)	0,66 (0,05)	0,78 (0,04)	0,56 (0,07)	0,51
ES	0,23 (0,03)	0,30 (0,02)	0,40 (0,02)	0,89 (0,02)	0,82 (0,10)	0,76 (0,02)	0,57
	Glicose (% de MPC)						
SE	0,48 (0,00)	0,65 (0,10)	1,02 (0,02)	1,31 (0,02)	1,11 (0,02)	0,97 (0,08)	0,92
EP	0,48 (0,00)	0,55 (0,00)	1,00 (0,06)	1,01 (0,07)	1,16 (0,15)	0,88 (0,13)	0,85
ES	0,48 (0,00)	0,71 (0,03)	0,91 (0,06)	1,64 (0,04)	1,56 (0,24)	1,47 (0,09)	1,12
	Fucose (% de MPC)						
SE	0,51 (0,00)	0,48 (0,01)	0,47 (0,02)	0,45 (0,00)	0,50 (0,08)	0,69 (0,07)	0,52
EP	0,51 (0,00)	0,43 (0,00)	1,04 (0,07)	1,10 (0,02)	1,72 (0,08)	0,79 (0,14)	0,92
ES	0,51 (0,00)	0,41 (0,00)	1,08 (0,05)	1,54 (0,07)	1,60 (0,08)	0,82 (0,00)	0,99

Em geral, os frutos do tratamento controle apresentaram menor teor de todos os açúcares neutros durante o amadurecimento. Os teores foram inicialmente constantes, porém, quase todos apresentaram acréscimos em suas concentrações após quatro dias de armazenamento, notadamente nos frutos mantidos em atmosfera modificada. Estes aumentos podem ser indicativos de atividade de síntese durante o amadurecimento dos frutos em temperatura ambiente. No período final do armazenamento, houve diminuição dos teores de todos os açúcares, que foram, entretanto, ligeiramente mais elevados do que os observados ao tempo de colheita.

O comportamento semelhante dos teores de arabinose e galactose indicam que estes açúcares podem ser provenientes de um mesmo polímero, a arabinogalactana, conforme detectado por Marcelin, Williams e Brillouet (1993).

O aumento nos teores de ramnose, arabinose e galactose sugerem que as cadeias principais dos polímeros pécticos tornaram-se mais ramificadas, pois aos resíduos de ramnose prendem-se as cadeias laterais de açúcares neutros (Brett e Waldron, 1990). Tais regiões ramificadas possibilitam a ligação entre pectinas e hemiceluloses (Mangas et al., 1992) e dificultam o acesso da PG à molécula péctica (Gross e Wallner, 1979). Esta poderia ser a razão pela qual os frutos do controle apresentaram maior solubilização de pectina, declínio em uronídeos na sua parede celular e amaciamento mais intenso.

Além da atividade da PG, o grau de esterificação, a ligação do cálcio com os polímeros pécticos e as cadeias laterais de açúcares neutros estão envolvidos na solubilização de poliuronídeos (Filgueiras, 1996). O grau de esterificação mais elevado nos frutos da embalagem selada pode ter contribuído para a retenção do material péctico, como também observado por essa autora em experimento com tomates.

4.3 Ensaio II: armazenamento sob refrigeração

4.3.1 Cor da casca, clorofila, carotenóides totais e perda de massa fresca

A análise de variância detectou efeitos significativos do período de armazenamento sobre a cor dos frutos, da embalagem e do período de armazenamento sobre o teor de clorofila e dos fatores embalagem, período de armazenamento e da interação entre os mesmos sobre os valores de carotenóides totais e de perda de massa.

TABELA 10 Valores médios de cor, clorofila e carotenóides da casca e da perda de massa da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob refrigeração ($10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, UR $90\% \pm 2\%$), por 30 dias.⁽¹⁾

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)							Média
	0	5	10	15	20	25	30	
Cor da casca (notas)								
SE	1,00 a	1,63 a	1,83 a	2,00 a	2,21 a	2,34 a	2,59 a	1,94 a
EP	1,00 a	1,42 a	2,00 a	2,04 a	2,25 a	2,38 a	2,46 a	1,93 a
ES	1,00 a	1,13 a	2,00 a	2,00 a	2,21 a	2,25 a	2,25 a	1,83 a
Clorofila total (mg.100g ⁻¹)								
SE	18,88 a	14,40 a	13,57 a	13,47 a	13,07 a	11,28 a	11,12 a	13,68 c
EP	18,88 a	16,51 a	14,42 a	13,12 a	13,09 a	13,51 a	13,01 a	14,65 b
ES	18,88 a	16,16 a	15,74 a	15,54 a	14,38 a	15,15 a	15,06 a	15,84 a
Carotenóides totais (mg.100g ⁻¹)								
SE	1,42 a	1,28 a	1,19 a	1,09 a	0,83 b	0,76 b	0,79 b	1,05 b
EP	1,42 a	1,19 a	1,15 a	0,99 a	1,14 a	1,12 a	1,17 a	1,18 a
ES	1,42 a	1,17 a	1,17 a	1,15 a	1,15 a	1,08 a	1,15 a	1,18 a
Perda de massa (%)								
SE	0,00	2,18 a	3,61 a	4,47 a	5,91 a	6,88 a	8,05 a	4,44 a
EP	0,00	0,20 b	0,37 b	0,57 b	0,88 b	0,96 b	1,54 b	0,64 b
ES	0,00	0,08 b	0,13 b	0,17 b	0,22 c	0,26 c	0,30 c	0,17 c

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

Os resultados apresentados na Tabela 10 demonstram que os frutos mantidos em embalagem selada apresentaram teor médio de clorofila mais elevado que os demais, porém, as diferenças entre os tratamentos não foram suficientes para ocasionar modificação visível na cor da casca (Figura 2A - Anexo).

A análise de regressão mostrou efeito quadrático sobre esta característica, a qual foi pouco variável após 20 dias de armazenamento (Figura 8a), enquanto o teor de clorofila diminuiu de forma acentuada até o 15º dia, mantendo-se relativamente constante até o final do período experimental (Figura 8b). O teor de carotenóides totais dos frutos controle decresceu de forma

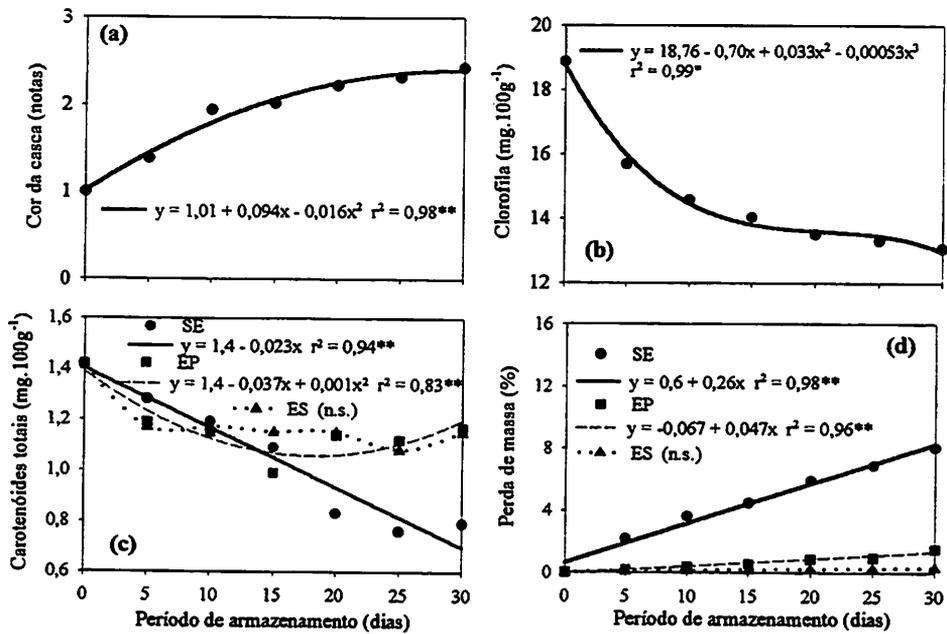


FIGURA 8 Curvas e equações de regressão representativas dos valores de cor da casca (a), clorofila (b), carotenóides totais (c) e perda de massa (d) da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob refrigeração ($10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $90\% \pm 2\%$ UR), por 30 dias.

linear com o armazenamento (Figura 8c) e foi significativamente inferior aos dos frutos embalados a partir do 20º dia (Tabela 10). Houve portanto, efeito da atmosfera modificada, que inibiu a degradação desses pigmentos, porém, sem efeito pronunciado na coloração da casca.

Comparando-se estes resultados com aqueles obtidos à temperatura ambiente, observa-se que a refrigeração apresentou efeito positivo na retenção da clorofila e dos carotenóides da casca, possibilitando que os frutos se mantivessem com coloração verde por mais tempo. Ao final de 30 dias sob refrigeração, todos os frutos apresentaram, em média, um índice de cor igual a

2,43 (correspondente à coloração mais verde que amarela), enquanto, sob temperatura ambiente, foi da ordem de 4,5 no 10º dia de armazenamento (mais amarelo que verde). Resultados similares foram observados por Reys e Paull (1995). O uso de atmosfera modificada não mostrou efeito visível sobre a coloração, havendo a retenção de clorofila e também de carotenóides na casca dos frutos.

A perda de massa (Tabela 10) foi significativamente mais intensa nos frutos do tratamento controle, e a partir do 20º dia de armazenamento os frutos em embalagem selada apresentaram menor perda que aqueles em embalagem perfurada. O uso da refrigeração foi efetivo na manutenção da turgidez apenas nos frutos controle, uma vez que, após 30 dias de armazenamento, a perda de massa foi de 8,0% contra 13,7% após 10 dias em temperatura ambiente. Estes valores, no entanto, não foram suficientes para lhes ocasionar alterações significativas na aparência.

Com o decorrer da maturação houve aumento linear na porcentagem de perda de massa nos frutos controle e em embalagem perfurada, enquanto os armazenados na embalagem selada não tiveram alteração na massa durante o período experimental (Figura 8d).

Ur ↘ Apesar do alto teor de umidade presente no interior da embalagem, a incidência de lesões por ataque fúngico foi baixa. Após um mês de armazenamento, a porcentagem de frutos infectados nos tratamentos embalagem perfurada e embalagem selada foi de 8% e 4%, respectivamente, contra 58% nos frutos controle, sendo identificados como agentes causais os fungos *Colletotrichum sp* e *Phomopsis sp*.

4.3.2 Textura e pectinas

Os valores de textura e de pectinas da goiaba 'Kumagai' durante o armazenamento refrigerado estão apresentados na Tabela 11 e na Figura 9. A análise estatística indicou efeito significativo dos fatores embalagem, período de armazenamento e da interação destes fatores, sobre os valores de textura.

TABELA 11 Valores médios de textura, pectina total, pectina solúvel e de solubilização de pectinas da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob refrigeração ($10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $90\% \pm 2\%$ UR), por 30 dias.⁽¹⁾

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)							Média
	0	5	10	15	20	25	30	
Textura (N)								
SE	83,98 a	82,00 a	77,55 a	76,32 a	55,80 a	40,61ab	31,16ab	63,92 a
EP	83,98 a	82,64 a	83,83 a	80,16 a	56,32 a	50,04 a	35,68 a	67,52 a
ES	83,98 a	82,29 a	72,71 a	59,00 b	35,84 b	36,53 b	22,22 b	56,08 b
Pectina total (%)								
SE	0,99 a	1,23 a	1,23 a	1,24 a	1,06 a	1,05 a	1,19 a	1,14 a
EP	0,99 a	1,16 a	1,04 a	1,18 a	1,16 a	1,00 a	1,15 a	1,10 ab
ES	0,99 a	1,29 a	1,08 a	1,03 a	0,94 a	0,89 a	1,03 a	1,04 b
Pectina solúvel (%)								
SE	0,07 a	0,15 a	0,18 a	0,25 a	0,30 a	0,39 a	0,41 a	0,25 a
EP	0,07 a	0,15 a	0,21 a	0,25 a	0,27 a	0,35 b	0,32 b	0,23 b
ES	0,07 a	0,17 a	0,20 a	0,21 b	0,29 a	0,29 c	0,31 b	0,22 b
Solubilização de pectinas (%)								
SE	7,05 a	12,59 a	14,42 b	19,88 a	28,06ab	37,54 a	34,96 a	22,07 a
EP	7,05 a	13,27 a	20,34 a	21,24 a	24,22 b	35,03 a	28,05 b	21,31 a
ES	7,05 a	13,07 a	18,64 a	20,23 a	30,52 a	25,20 b	30,48 b	20,74 a

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

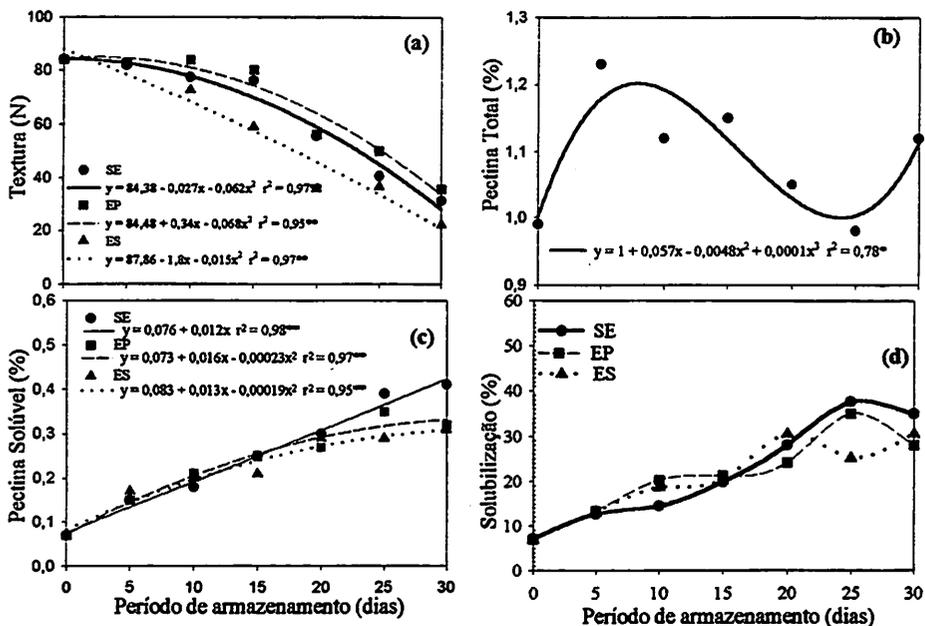


FIGURA 9 Curvas e equações de regressão representativas dos valores de textura (a), pectina total (b), pectina solúvel (c) e de solubilização de pectinas (d) da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob refrigeração ($10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $90\% \pm 2\%$ UR), por 30 dias.

Houve redução na firmeza dos frutos de todos os tratamentos, notadamente a partir do 15^o dia de armazenamento (Figura 9a), sendo a textura dos frutos da embalagem selada menos firme que os da embalagem perfurada (Tabela 11). Ao final de trinta dias de armazenamento, a perda de firmeza dos frutos do controle, embalagem perfurada e selada foi de 63%, 57% e 73%, respectivamente.

A textura dos frutos mantidos na embalagem selada foi diferente nos dois experimentos, sendo mais firme em temperatura ambiente. Portanto, o uso de atmosfera modificada não maximizou o efeito da refrigeração sobre a

manutenção da firmeza, no caso deste tratamento. O abaixamento da temperatura, aliado à maior condensação do vapor d'água no interior da embalagem, pode ter alterado o metabolismo desses frutos, embora não haja uma justificativa para este fato. Singh et al. (1984) verificaram que goiabas armazenadas em temperatura ambiente, no interior de sacos de polietileno, também apresentaram textura mais macia que os frutos controle, mas não discutiram este resultado. A propriedade de absorção de etileno associada à embalagem estudada não ficou evidenciada, uma vez que os frutos apresentaram-se menos firmes, como também observaram Parodi, Sigrist e Park (1996) em mamão, e Lima (1999) em goiaba 'Pedro Sato', ao testarem a embalagem absorvedora de etileno "Everfresh Bag".

Sob atmosfera modificada, a cor, a textura e o desenvolvimento do *flavor* são afetados simultaneamente. Em alguns casos, dependendo do tipo do fruto, este tipo de armazenamento pode conduzir a uma maior incidência de doenças ou ao desenvolvimento de desordens fisiológicas e *flavor* não característico, devido à inabilidade do sistema em regular a concentração gasosa da atmosfera interna (Lazan e Ali, 1993).

É possível que a utilização de um absorvedor de umidade no interior da embalagem selada reduza a condensação da água e seu efeito adverso, conforme observado por Combrink, Kock e Van Eeden (1990), os quais obtiveram maior vida útil quando armazenaram goiaba em saco de polietileno selado contendo um composto mineral natural absorvedor de umidade.

Mesmo sob refrigeração, os frutos amaciaram com o avanço da maturação (Figura 9a), porém de forma mais lenta que sob temperatura ambiente, conforme verificaram Vazquez-Ochoa e Colinas-Leon (1990). Trabalhando com a goiaba 'Kumagai' armazenada sob refrigeração (8°C, 80-85 %UR), Gaspar (1997) observou que após 21 dias de armazenamento, os frutos controle, embalados em filmes de cloreto de polivinila e em polietileno de baixa

densidade, haviam perdido 72%, 53% e 26% da firmeza inicial, respectivamente. Comparando-se estes resultados com os do presente ensaio, constata-se que a perda de firmeza foi mais acentuada somente no tratamento embalagem selada. Entretanto, deve-se considerar que no experimento de Gaspar (1997) utilizou-se a temperatura de 8°C e o período de avaliação foi de apenas 21 dias.

Como o observado em temperatura ambiente, os frutos apresentaram polpa interna gelatinosa nas etapas finais do armazenamento. Após 20 dias, 21% dos frutos controle já apresentavam endocarpo bastante gelatinoso, aumentando este percentual para 88% aos 25 dias e para 96% ao final do período experimental. A aparência interna desfavorável reduziu a qualidade destes frutos. Quanto aos frutos armazenados em embalagem perfurada, a gelatinosidade da polpa interna só foi constatada em 54% dos frutos aos 25 dias, elevando-se o percentual de frutos afetados para 79% no último período de análise. Embora os frutos na embalagem selada tenham apresentado menor firmeza da polpa, só apresentaram amaciamento interno moderado aos 30 dias de armazenamento.

A análise de variância mostrou efeitos significativos da embalagem e do período de armazenamento sobre o teor de pectina total e da embalagem, do período de armazenamento e da interação entre estes fatores sobre o teor de pectina solúvel.

A embalagem selada interferiu no teor de pectina total dos frutos, que foi mais baixo que nos do tratamento controle, embora a diferença tenha sido pouco proeminente. Os frutos da embalagem perfurada apresentaram teores semelhantes aos dos demais tratamentos (Tabela 11).

Como observado no experimento em temperatura ambiente, houve oscilações no teor de pectina total, com pequena elevação no início e no término do armazenamento (Figura 9b). Isto sugere tendência de síntese e degradação de pectinas durante o amadurecimento.

O teor de pectina total dos frutos sob refrigeração foi semelhante ao observado em temperatura ambiente, porém, o de pectina solúvel foi ligeiramente menor, razão pela qual o percentual de solubilização foi mais baixo sob refrigeração. Estes resultados evidenciam o seu efeito em retardar as mudanças associadas ao amadurecimento e comprovam a afirmação de Salunkhe, Bolin e Reddy (1991) de que a taxa de degradação da pectina é afetada pelo tempo e pela temperatura.

Mesmo considerando que o teor de pectina solúvel e o percentual de solubilização aumentaram com o tempo (Figuras 9c e 9d), observou-se que estes aumentos foram pouco intensos nos frutos em embalagem selada, notadamente após 20 dias de armazenamento (Tabela 11) e, portanto, outros fatores estão relacionados à perda de firmeza mais evidente nestes frutos (Figura 9a).

4.3.3 Atividades de pectinametilesterase (PME) e de poligalacturonase (PG)

A análise de variância mostrou efeito significativo do período de armazenamento sobre a atividade da PME e dos fatores embalagem, período de armazenamento e da interação entre os mesmos sobre os valores de atividade da PG da goiaba 'Kumagai' e os resultados encontram-se na Tabela 12.

Não houve diferença entre os tratamentos quanto à atividade da pectinametilesterase, indicando que a atmosfera modificada não influenciou na atividade desta enzima. Sua atividade aumentou nos períodos iniciais de armazenamento, porém de forma menos acentuada que a observada em temperatura ambiente, indicando o efeito da refrigeração (Figura 10a).

O aumento na atividade da PME resulta em diminuição no grau de esterificação, demonstrando sua efetividade em desmetilar o polímero péctico para a ação subsequente da poligalacturonase, resultando em aumento nos valores de pectina solúvel e em diminuição da firmeza.

TABELA 12 Atividade de pectinametilesterase (PME), poligalacturonase (PG) da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob refrigeração (10°C ± 1°C, 90% ± 2% UR), por 30 dias.⁽¹⁾

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)							Média
	0	5	10	15	20	25	30	
PME (UAE)								
SE	220,65 a	554,08 a	367,75 a	392,26 a	465,82 a	441,30 a	490,33 a	418,88 a
EP	220,65 a	465,82 a	402,07 a	460,91 a	500,14 a	406,97 a	465,82 a	417,48 a
ES	220,65 a	392,27 a	424,61 a	441,30 a	447,90 a	434,34 a	493,69 a	407,82 a
PG (UAE)								
SE	64,07 a	127,75 a	111,39 a	83,10 a	84,19 a	33,00 ab	28,45 b	75,99 a
EP	64,07 a	122,78 a	101,39 a	90,23 a	70,23 b	39,72 a	40,99 a	75,63 a
ES	64,07 a	100,93 b	63,72 b	28,22 b	29,46 c	24,85 b	18,70 b	47,13 b

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey em P < 0,05.

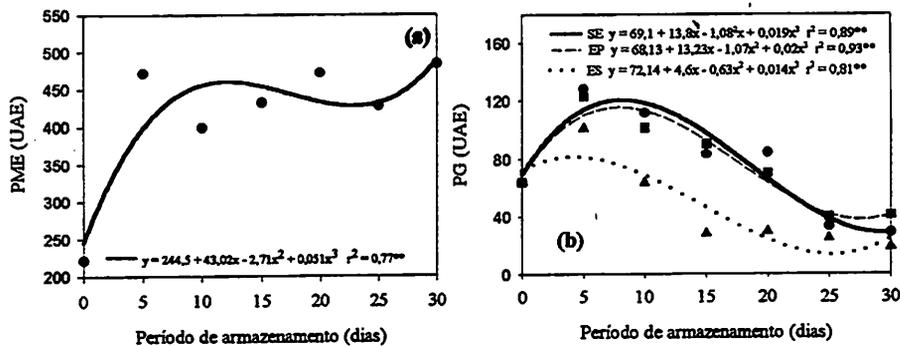


FIGURA 10 Curvas e equações de regressão representativas dos valores de atividade das enzimas PME (a) e PG (b) da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob refrigeração (10°C ± 1°C, 90% ± 2% UR), por 30 dias.

O comportamento da atividade da poligalacturonase (Figura 10b) foi semelhante ao observado nos frutos armazenados em temperatura ambiente. Os picos de atividade máxima, tanto da poligalacturonase como da pectinametilesterase, foram atingidos simultaneamente e observou-se que o aumento na atividade destas enzimas, no início do armazenamento, coincidiu com o aumento nos valores de pectina solúvel (Figura 9c) e na perda de firmeza (Figura 9a).

Os frutos acondicionados na embalagem selada apresentaram menor atividade de poligalacturonase em comparação aos demais tratamentos, os quais praticamente não diferiram entre si (Tabela 12). Contudo, a taxa de solubilização da pectina total foi semelhante entre os tratamentos e a perda de firmeza nos frutos da embalagem selada foi mais intensa.

Constatou-se que apesar da atividade da poligalacturonase ter diminuído nos frutos de todos os tratamentos, a pectina continuou a ser solubilizada de maneira relativamente constante, indicando que outros fatores estão implicados neste processo. Possivelmente, outras hidrolases como as celulasas e as β -galactosidases estejam envolvidas (Lazan e Ali, 1993).

Embora o comportamento da atividade da PG tenha sido semelhante durante o armazenamento dos frutos em temperatura ambiente e sob refrigeração, nestes últimos observou-se redução da atividade em decorrência do efeito do abaixamento da temperatura, potencializando o efeito da modificação da atmosfera pelo uso de embalagem selada.

4.3.4 Acidez total titulável (ATT), pH e vitamina C total

Houve efeito da embalagem, do período de armazenamento e da interação destes fatores sobre os valores de ATT, pH e vitamina C total.

Ocorreu redução no metabolismo promovida pela atmosfera modificada através do uso da embalagem selada uma vez que, a partir do quinto dia de

armazenamento, estes frutos apresentaram-se menos ácidos que os frutos dos demais tratamentos, cuja acidez foi semelhante ao longo do armazenamento (Tabela 13).

Houve pequeno aumento da ATT (Figura 11a) no decorrer da maturação dos frutos controle e também naqueles armazenados nos sacos perfurados, atingindo, aos trinta dias de armazenamento, valores próximos aos obtidos após dez dias em temperatura ambiente. Portanto, a refrigeração foi eficiente em minimizar a velocidade dos processos metabólicos associados ao amadurecimento.

TABELA 13 Valores médios de acidez total titulável (ATT), pH e vitamina C da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob refrigeração (10°C ± 1°C, 90% ± 2% UR), por 30 dias. ⁽¹⁾

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)							Média
	0	5	10	15	20	25	30	
	ATT (% de ácido cítrico)							
SE	0,696 a	0,758 a	0,785 a	0,832 a	0,866 a	0,876 a	0,886 a	0,814 a
EP	0,696 a	0,693 a	0,813 a	0,842 a	0,785 b	0,860 a	0,863 a	0,793 a
ES	0,696 a	0,709 a	0,704 b	0,662 b	0,706 c	0,722 b	0,680 b	0,697 b
	pH							
SE	3,76 a	3,82 a	3,78 b	3,89 a	3,63 b	3,78 b	3,96 a	3,80 b
EP	3,76 a	3,84 a	3,79 b	3,88 a	3,62 b	3,71 c	3,91 a	3,79 b
ES	3,76 a	3,86 a	3,85 a	3,73 b	3,95 a	4,08 a	3,96 a	3,88 a
	Vitamina C (mg.100g ⁻¹)							
SE	158,41 a	169,68 a	199,50 a	205,35 a	212,14ab	222,61 a	223,18 b	198,70 a
EP	158,41 a	170,38 a	194,37 a	216,78 a	221,55 a	228,68 a	262,74 a	207,56 a
ES	158,41 a	159,91 a	171,51 a	170,82 b	187,13 b	188,13 b	187,11 c	174,72 b

⁽¹⁾Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey em P < 0,05.

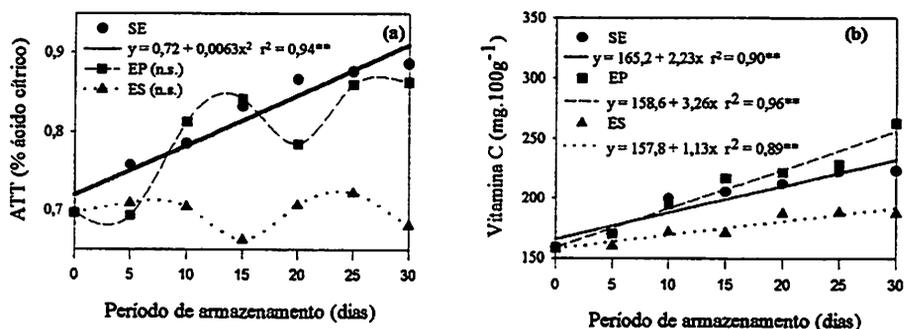


FIGURA 11 Curvas e equações de regressão representativas dos valores de ATT (a) e vitamina C (b) da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob refrigeração ($10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $90\% \pm 2\% \text{UR}$), por 30 dias.

Os frutos na embalagem selada praticamente não apresentaram alteração em sua acidez titulável e, conseqüentemente, os valores de pH foram pouco variáveis e mais elevados que os dos demais tratamentos, os quais não diferiram entre si (Tabela 13). Mesmo assim, os resultados aproximaram-se dos encontrados por Tavares (1993) em goiaba 'Paluma', compreendidos entre 3,67 e 4,01. De modo geral, o uso da embalagem perfurada não alterou o pH dos frutos. Para o efeito de tempo, pela significância do desvio de regressão em todos os tratamentos, as curvas de regressão para o pH não foram consideradas.

Como observado no experimento em temperatura ambiente, os teores de vitamina C elevaram-se no decorrer do armazenamento (Figura 11b).

Após quinze dias, os frutos em embalagem selada apresentaram teor mais baixo de vitamina C que os dos demais tratamentos, indicando redução na síntese em função da redução no metabolismo (Tabela 13). Os teores de vitamina C observados na goiaba 'Kumagai' refrigerada enquadram-se na faixa de 110 a 336 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ (Marteletto, 1980; Esteves, 1981; Gerhardt et al., 1997) e foram próximos aos verificados no armazenamento em temperatura ambiente, divergindo dos resultados de Garg, Ram e Singh (1977) e de Wills et al (1983),

que observaram redução nos teores da vitamina C durante o armazenamento refrigerado.

4.3.5 Sólidos solúveis totais (SST) e relação SST/ATT

A análise de variância mostrou efeito significativo da embalagem e do período de armazenamento sobre o teor de SST.

Houve elevação no teor de sólidos solúveis com o avanço da maturação (Figura 12), contudo, esse acréscimo foi pouco acentuado, confirmando o efeito da refrigeração em reduzir o processo de amadurecimento, como observaram Wills et al. (1983) na goiaba 'GA 11-56' e '10-50' e Tavares (1993) na 'Paluma', a 10°C.

Como foi observado no experimento em temperatura ambiente, também sob refrigeração, o teor médio de SST foi mais elevado nos frutos do tratamento controle (Tabela 14), comprovando, assim, que a embalagem reduziu o processo de amadurecimento independentemente da presença ou não de perfurações. Esse resultado também foi observado por Mohamed, Kyi e Yusof (1994) em goiaba 'Vietnã' armazenada sob refrigeração (10°C) e recoberta individualmente com filme de polietileno.

Nota-se ainda que os frutos do tratamento controle apresentaram, sob refrigeração, teor mais baixo de SST em relação ao detectado em temperatura ambiente, provavelmente ocasionado pela menor perda de massa dos frutos e pelo efeito da refrigeração em diminuir a intensidade do processo respiratório.

TABELA 14 Valores médios de sólidos solúveis totais (SST) e relação SST/ATT da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob refrigeração (10°C ± 1°C, 90% ± 2% UR), por 30 dias.⁽¹⁾

Trata- mentos	Período de Armazenamento (dias)							Média
	0	5	10	15	20	25	30	
SST (%)								
SE	6,46 a	7,25 a	6,92 a	7,29 a	7,17 a	7,33 a	7,50 a	7,13 a
EP	6,46 a	6,92 a	6,71 a	6,88 a	6,93 a	6,88 a	7,17 a	6,85 b
ES	6,46 a	6,54 a	7,00 a	6,38 a	6,50 a	6,96 a	6,58 a	6,63 b
SST/ATT								
SE	9,30	9,62	8,82	8,78	8,30	8,38	8,48	8,81
EP	9,30	10,04	8,25	8,17	8,84	8,06	8,38	8,71
ES	9,30	9,25	10,08	9,66	9,21	9,66	9,75	9,56

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey em P < 0,05.

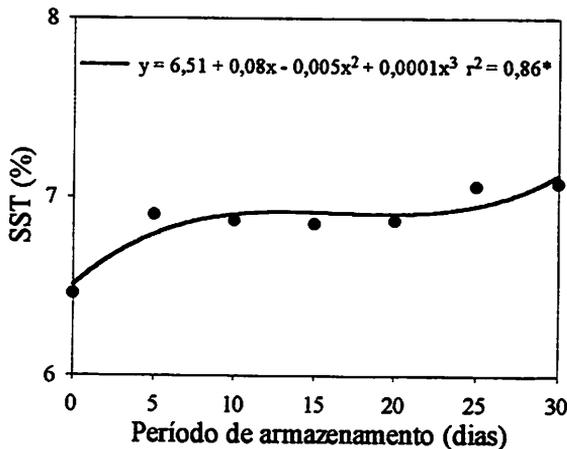


FIGURA 12 Curva e equação de regressão representativa dos valores de SST da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob refrigeração (10°C ± 1°C, 90% ± 2% UR), por 30 dias.

Os frutos dos tratamentos, controle e embalagem perfurada, apresentaram semelhança na relação SST/ATT em todos os períodos de análise, que foi, entretanto, inferior à apresentada pelos frutos do tratamento embalagem selada (Tabela 14) em decorrência de sua acidez mais baixa. As médias desta relação foram praticamente iguais às verificadas no armazenamento da goiaba 'Kumagai' em temperatura ambiente e situam-se no intervalo de 6,88 a 12,64 encontrado por Esteves (1981), Tavares (1996) e Gaspar (1997).

Conforme sugerido por Bleinboth (1996), a goiaba deve ser colhida com teor de SST entre 9 e 10% e com acidez entre 0,3 a 0,4%, o que corresponde a uma relação entre estes constituintes de no mínimo 25, para que os frutos apresentem um sabor aceitável. Este índice não se aplica à goiaba 'Kumagai', que apresenta médio teor de sólidos solúveis e acidez classificada como alta, de acordo com Chauhan e Dhaliwal (1993).

4.3.6 Avaliação sensorial

A análise de variância mostrou que os fatores embalagem, período de armazenamento e interação embalagem x período foram significativos sobre a qualidade comestível dos frutos.

A qualidade comestível não diferiu entre os frutos dos tratamentos até o 15º dia de armazenamento, cujas notas atribuídas corresponderam a valores entre "gostei moderadamente" e "gostei muito", semelhantes aos constatados no tempo zero. Porém, as notas atribuídas aos frutos da embalagem perfurada tenderam a ser ligeiramente mais elevadas que as atribuídas aos frutos da embalagem selada, e no 20º e 25º dias de armazenamento também foram considerados de melhor qualidade em relação às do controle (Tabela 15). Pela Figura 13, constata-se que nos dois últimos períodos de análise os frutos de todos os tratamentos foram julgados menos saborosos e, de acordo com as observações dos provadores, considerados macios e, portanto, com qualidade

TABELA 15 Notas médias da qualidade comestível da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob refrigeração ($10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $90\% \pm 2\%$ UR), durante 30 dias.⁽¹⁾

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)							
	0	5	10	15	20	25	30	Média
Qualidade comestível (notas)								
SE	7,21 a	7,68 a	7,63 a	7,53 a	7,10 b	6,22 b	6,27 a	7,12 ab
EP	7,21 a	7,44 a	8,10 a	7,44 a	7,66 a	6,82 a	5,91 ab	7,29 a
ES	7,21 a	7,29 a	7,73 a	7,25 a	7,38 ab	6,51 ab	5,83 b	7,02 b

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

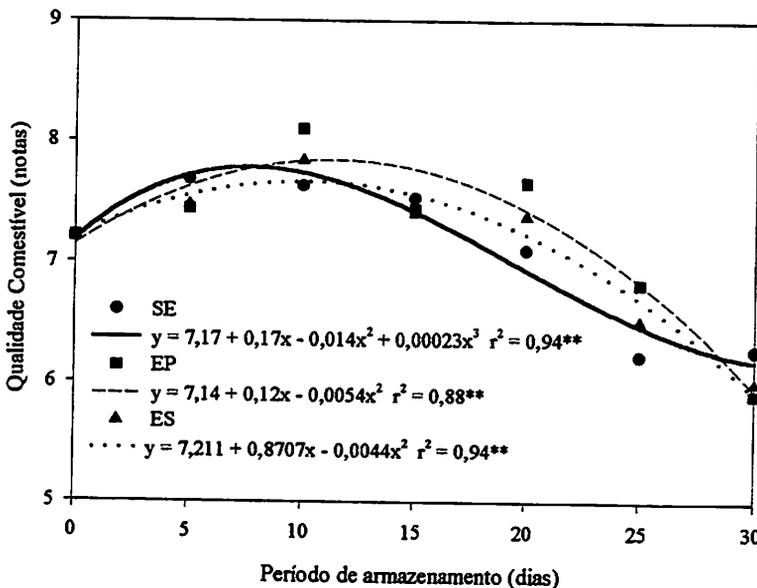


FIGURA 13 Curvas e equações de regressão para as notas de qualidade comestível da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob refrigeração ($10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $90\% \pm 2\%$ UR), por 30 dias

reduzida. A utilização da embalagem absorvedora de etileno selada foi menos eficaz que a perfurada em manter a qualidade comestível dos frutos.

Houve indicação de sabor fermentado apenas no tratamento embalagem selada, por parte de um participante do teste, no 25^o dia de armazenamento. Pode se inferir que, nas condições utilizadas, a atmosfera modificada sob refrigeração não alterou a qualidade comestível dos frutos.

4.3.7 Análise da parede celular

Os resultados obtidos mostram a diminuição no teor de ácidos urônicos durante a maturação da goiaba 'Kumagai' sob refrigeração (Tabela 16). A redução na porcentagem de uronídeos aos 30 dias sob refrigeração foi semelhante à observada no armazenamento em temperatura ambiente por 10 dias, em torno de 18%. Não houve influência da embalagem utilizada no armazenamento sobre a perda de ácidos urônicos da parede celular. A diminuição mais intensa coincidiu com a elevação nas atividades da pectinametilsterase e da poligalacturonase e conseqüente aumento na solubilização das pectinas. Dessa forma, observou-se que mesmo com o abaixamento da temperatura, continuaram a ocorrer modificações na parede celular decorrentes do processo de amadurecimento, porém de forma mais lenta.

O grau de esterificação das pectinas da parede celular da goiaba 'Kumagai' diminuiu de 23,03% (tempo zero) para 18,18% no quinto dia de armazenamento e permaneceu relativamente constante até o final do período experimental (Tabela 16). Esta diminuição coincidiu com o aumento na atividade da PME (Figura 10a). As mudanças no grau de esterificação durante o armazenamento refrigerado foram menos intensas que em temperatura ambiente, em decorrência da atividade da PME ter sido mais baixa.

TABELA 16 Valores médios e desvios padrão de ácidos urônicos, grau de esterificação, cálcio ligado e de celulose da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob refrigeração ($10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $90\% \pm 2\%$ UR), por 30 dias.

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)							Média
	0	5	10	15	20	25	30	
Ácidos urônicos (% de MPC)								
SE	28,04 (0,47)	26,73 (0,21)	26,99 (1,34)	26,17 (0,78)	23,14 (1,34)	22,44 (0,42)	22,86 (1,07)	25,20
EP	28,04 (0,47)	26,29 (0,40)	24,82 (1,06)	24,81 (0,84)	22,00 (0,90)	21,54 (0,27)	23,23 (1,00)	24,39
ES	28,04 (0,47)	26,11 (1,11)	24,15 (0,01)	25,58 (0,37)	23,97 (0,53)	22,53 (0,25)	23,43 (0,57)	24,83
Grau de esterificação (% de MPC)								
SE	23,03 (1,28)	18,19 (0,44)	18,30 (1,08)	19,00 (1,51)	18,97 (0,69)	15,62 (1,62)	17,00 (1,11)	18,59
EP	23,03 (1,28)	17,57 (0,74)	18,36 (0,69)	17,08 (1,96)	20,16 (1,70)	20,76 (1,04)	17,26 (1,79)	19,17
ES	23,03 (1,28)	18,77 (0,45)	17,00 (0,05)	20,00 (1,15)	12,84 (1,03)	15,89 (0,96)	19,63 (1,13)	18,16
Cálcio ligado à parede celular (% de MPC)								
SE	0,092 (0,001)	0,093 (0,005)	0,087 (0,006)	0,076 (0,004)	0,076 (0,004)	0,080 (0,001)	0,080 (0,003)	0,083
EP	0,092 (0,001)	0,082 (0,001)	0,083 (0,005)	0,074 (0,005)	0,077 (0,001)	0,074 (0,003)	0,075 (0,003)	0,080
ES	0,092 (0,001)	0,083 (0,004)	0,086 (0,006)	0,090 (0,007)	0,094 (0,001)	0,083 (0,001)	0,077 (0,002)	0,086
Celulose (% de MPC)								
SE	33,49 (0,12)	38,09 (1,57)	35,90 (0,03)	35,45 (0,66)	33,87 (0,46)	37,85 (0,56)	39,31 (1,41)	36,28
EP	33,49 (0,12)	35,69 (0,56)	37,88 (1,55)	36,66 (0,84)	39,99 (1,01)	38,36 (1,96)	39,66 (1,52)	37,39
ES	33,49 (0,12)	36,74 (0,39)	33,00 (0,39)	30,66 (0,46)	32,95 (0,67)	36,45 (0,87)	39,80 (0,18)	34,73

A diminuição no grau de esterificação já foi observada na goiaba por Dhingra e Gupta (1984) e El-Zoghbi (1994).

A utilização da embalagem absorvedora de etileno não interferiu no grau de esterificação do material péctico. Este comportamento era previsível em virtude da atividade da PME ter sido semelhante nos frutos dos três tratamentos.

Os valores obtidos são inferiores aos 31,2% encontrados por Marcelin, Williams e Brillouet (1993) em frutos da cv. Suprême.

A Tabela 16 mostra que, embora incipiente, houve tendência geral de diminuição na concentração de cálcio ligado à parede celular, porém os frutos da embalagem selada tenderam a apresentar concentração ligeiramente mais elevada entre o 15º e o 20º dias de armazenamento, período coincidente com o de menor grau de esterificação da pectina nesses frutos.

Na parede celular, os íons cálcio associam-se ao ácido poligalacturônico formando os pectatos de cálcio, conferindo maior rigidez ao tecido vegetal (Brett e Waldron, 1990). A tendência de aumento no teor do cálcio ligado não justifica o amaciamento mais intenso observado nos frutos da embalagem selada (Figura 9a). Estes resultados indicam que o comportamento do cálcio ligado à estrutura da parede celular não apresentou associação direta com o processo de redução na firmeza da goiaba 'Kumagai'.

Os teores de cálcio ligado à parede celular da goiaba foram relativamente mais baixos do que os verificados em temperatura ambiente, em consequência da atividade mais baixa da PME, observada nos frutos refrigerados.

Com o avanço da maturação houve um pequeno aumento no teor de celulose, uma vez que os frutos apresentaram, aos 30 dias de armazenamento, um teor médio de 39,59% contra os 33,49% verificados ao tempo de colheita (Tabela 16), sendo este comportamento semelhante ao apresentado pelos frutos armazenados sob temperatura ambiente. Entretanto, nos frutos acondicionados

em embalagem selada, entre o 10º e o 20º dia observou-se tendência de solubilização da celulose, que talvez possa estar relacionada à maior taxa de amaciamento verificado nestes frutos nos períodos iniciais do armazenamento (Figura 9a), resultado contrário ao observado em temperatura ambiente.

Essas variações no teor de celulose da goiaba ‘Kumagai’ podem ser representativas, uma vez que ela é um dos principais componentes da parede celular. Marcelin, Williams e Brillouet (1993) observaram que quase a metade da parede celular da goiaba ‘Suprême’ é composta por este polímero.

Como o observado no armazenamento sob temperatura ambiente, em todos os períodos de armazenamento avaliados, os açúcares predominantes foram a xilose, a arabinose e a galactose (Tabela 17), concordando com o resultado encontrado por Marcelin, Williams e Brillouet (1993).

Durante o armazenamento da goiaba, em temperatura ambiente e sob refrigeração, observaram-se variações nos teores de açúcares neutros individuais, sugerindo a ocorrência de um *turnover* dinâmico destes compostos. Apesar das oscilações constatadas nos frutos de todos os tratamentos, não houve perda em açúcares neutros durante o armazenamento. Considerando-se as concentrações no início e no fim do experimento, pode-se observar que os frutos controle apresentaram tendência de retenção e os frutos sob atmosfera modificada, tendência de aumento nos seus teores de açúcares neutros.

A solubilização de polímeros pécticos e a perda de açúcares neutros não celulósicos têm sido relatados durante o amadurecimento de manga (Brinson et al, 1988; Mitcham e McDonald, 1992), de pêra (Ahmed e Labavitch, 1980) e de tomate (Gross e Wallner, 1979). Porém, durante o processo de amadurecimento podem ocorrer não somente reações degradativas, mas também de síntese, conforme verificaram Fischer, Arrigoni e Amadó (1994), Mitcham e McDonald (1992) e Vilas Boas (1998).

O comportamento semelhante da galactose e da arabinose, constatado na parede celular dos frutos armazenados em condições ambiente, também foi evidenciado sob refrigeração e sugere que estes açúcares foram provenientes de arabinogalactanas, cuja presença foi reportada na goiaba 'Suprême' por Marcelin, Williams e Brillouet (1993), enquanto a elevação no teor de ramnose

TABELA 17 Valores médios e desvios padrão de açúcares neutros de goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob refrigeração ($10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $90\% \pm 2\% \text{UR}$), durante 30 dias.

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)							Média
	0	5	10	15	20	25	30	
Xilose (% de MPC)								
SE	12,21 (0,19)	13,42 (0,03)	15,35 (0,47)	16,30 (0,50)	20,48 (0,06)	18,68 (0,10)	14,07 (1,28)	15,79
EP	12,21 (0,19)	10,41 (0,08)	17,93 (0,08)	20,50 (1,12)	21,05 (0,50)	22,80 (0,00)	21,44 (0,03)	18,05
ES	12,21 (0,19)	15,40 (0,28)	16,52 (0,42)	22,72 (0,76)	15,29 (0,08)	13,73 (0,08)	14,58 (0,58)	15,78
Arabinose (% de MPC)								
SE	6,87 (0,08)	10,10 (0,18)	9,13 (0,84)	13,27 (1,45)	10,21 (0,58)	8,92 (0,92)	7,22 (0,49)	9,39
EP	6,87 (0,08)	8,68 (0,03)	10,70 (1,00)	12,99 (0,23)	7,63 (0,09)	12,43 (0,67)	15,58 (0,96)	10,70
ES	6,87 (0,08)	8,51 (0,03)	9,65 (1,18)	10,38 (1,33)	6,27 (1,02)	6,82 (0,71)	13,47 (0,38)	8,85
Galactose (% de MPC)								
SE	2,23 (0,02)	5,37 (0,12)	5,82 (0,02)	8,91 (0,43)	5,31 (0,39)	3,45 (0,50)	2,84 (0,37)	4,85
EP	2,23 (0,02)	4,69 (0,07)	6,95 (0,43)	7,06 (0,92)	5,43 (0,11)	2,10 (0,00)	7,52 (0,11)	5,14
ES	2,23 (0,02)	5,48 (0,22)	3,99 (0,28)	4,39 (0,16)	1,88 (0,00)	2,61 (0,14)	5,51 (0,25)	3,73

“... continua...”

“TABELA 17, Cont.”.

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)							Média
	0	5	10	15	20	25	30	
Ramnose (% de MPC)								
SE	0,71 (0,01)	2,16 (0,05)	2,34 (0,08)	2,18 (0,07)	2,14 (0,00)	1,68 (0,24)	1,18 (0,11)	1,77
EP	0,71 (0,01)	1,38 (0,00)	1,89 (0,24)	2,71 (0,06)	1,68 (0,04)	1,42 (0,05)	4,36 (0,22)	2,02
ES	0,71 (0,01)	1,73 (0,02)	2,82 (0,30)	1,74 (0,03)	1,91 (0,00)	0,54 (0,05)	3,84 (0,52)	1,90
Manose (% de MPC)								
SE	0,23 (0,03)	0,52 (0,14)	0,50 (0,16)	0,51 (0,02)	0,58 (0,01)	0,43 (0,14)	0,37 (0,03)	0,48
EP	0,23 (0,03)	0,62 (0,03)	0,50 (0,02)	0,32 (0,01)	0,26 (0,02)	0,44 (0,01)	0,32 (0,00)	0,38
ES	0,23 (0,03)	0,38 (0,07)	0,56 (0,00)	0,48 (0,01)	0,43 (0,00)	0,23 (0,00)	0,53 (0,01)	0,41
Glicose (% de MPC)								
SE	0,48 (0,00)	0,75 (0,05)	0,99 (0,10)	1,07 (0,03)	1,02 (0,04)	0,88 (0,17)	0,79 (0,06)	0,85
EP	0,48 (0,00)	0,77 (0,01)	1,15 (0,09)	1,22 (0,18)	0,94 (0,00)	0,88 (0,01)	0,91 (0,06)	0,91
ES	0,48 (0,00)	0,98 (0,01)	1,01 (0,17)	0,84 (0,02)	0,81 (0,02)	0,61 (0,02)	0,61 (0,11)	0,76
Fucose (% de MPC)								
SE	0,51 (0,00)	1,37 (0,17)	1,33 (0,17)	1,17 (0,05)	1,02 (0,02)	0,73 (0,09)	0,57 (0,05)	0,96
EP	0,51 (0,00)	0,90 (0,03)	0,81 (0,02)	1,00 (0,01)	0,79 (0,00)	0,55 (0,03)	0,89 (0,03)	0,78
ES	0,51 (0,00)	0,91 (0,01)	1,33 (0,06)	0,81 (0,03)	1,04 (0,06)	0,49 (0,01)	0,88 (0,06)	0,85

no final do armazenamento dos frutos sob atmosfera modificada indica a síntese de poliuronídeos mais ramificados e com cadeias laterais mais volumosas.

De forma geral, os açúcares neutros nos frutos de todos os tratamentos sofreram acréscimos em suas concentrações até o 15º dia de armazenamento.

Após esta elevação, a não ser pelo teor de xilose, os açúcares tiveram comportamento semelhante nos frutos mantidos sob atmosfera modificada.

O teor de xilose decresceu acentuadamente apenas na parede celular dos frutos da embalagem selada, o que poderia ser correlacionado à sua maior perda de firmeza. As fibrilas de celulose são unidas por ligações de hidrogênio, e ligações similares são responsáveis pela interação de celulose com a hemicelulose (Fry, 1986). A hidrólise mais acentuada de celulose e de hemiceluloses pode ter sido responsável pela maior perda de firmeza nos frutos da embalagem selada.

Embora não tenha ocorrido perda líquida nos açúcares fucose, manose e glicose em todos os tratamentos, tais componentes estão presentes em menor quantidade na parede celular da goiaba 'Kumagai'.

5 CONCLUSÕES

Ensaio I: armazenamento à temperatura ambiente

Nas condições em que o experimento foi realizado, os resultados obtidos permitem concluir que:

Apenas a embalagem selada mostrou-se efetiva na conservação pós-colheita da goiaba 'Kumagai', pois ampliou sua vida útil em quatro dias e as características de qualidade relativas à composição química e coloração da casca dos frutos foram superiores às dos demais tratamentos.

A embalagem selada não interferiu na qualidade comestível, porém, afetou o valor nutritivo, uma vez que os frutos apresentaram teores mais baixos de vitamina C.

O uso de atmosfera modificada (embalagem selada ou perfurada) não interferiu no comportamento dos carotenóides totais, pH, pectina total e na atividade da poligalacturonase, mas na parede celular houve maior retenção de poliuronídeos totais e de cálcio ligado, destacando-se os frutos do tratamento embalagem selada que apresentaram grau de esterificação de pectinas, teores de cálcio ligado e de celulose mais elevados.

Ensaio II: armazenamento sob refrigeração

A associação da refrigeração com a atmosfera modificada apresentou como fatores positivos a redução na perda de massa, a menor incidência de fungos patogênicos e o aspecto menos gelatinoso do endocarpo, porém, as

características de qualidade relativas à composição química e coloração da casca foram semelhantes às do controle.

Os frutos mantidos na embalagem perfurada apresentaram melhores características de textura que os da embalagem selada, porém a qualidade comestível foi considerada semelhante nos dois tratamentos.

O uso de atmosfera modificada não interferiu nos teores de ácidos urônicos, de cálcio ligado e no grau de esterificação de pectinas, havendo redução nos teores de celulose e xilose apenas na parede celular dos frutos da embalagem selada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, C.M.P. de Efeito da embalagem de polietileno e da refrigeração no escurecimento interno e composição química durante a maturação do abacaxi cv. *Smooth.cayenne*, Lavras: UFLA, 1995. 94p. (Tese-Doutorado em Ciência dos Alimentos).
- ABU-SARRA, A.F.; ABU-GOUKH, A.A. Changes in pectinesterase, polygalacturonase and cellulase activity during mango fruit ripening, *Journal of Horticultural Science*, Ashford, v.67, n.4, p.561-568, Jul. 1992.
- ADAMS, J.B. Significance of enzymes in individual vegetables In: FOX, P.F. *Food Enzymology*. London: Elsevier Applied Science, 1991. p.499-543.
- ADSULE, P.G.; TANDON, D.K. The assessment of L.D.P.E. bags for enhancing shelf life of guava. *Indian Food Packer*, New Delhi, v.37, n.3, p.82-87, May/Jun. 1983.
- AHLAWAT, V.P.; YAMDAGNI, R.; JINDAL, P.C. Studies on the effect of post-harvest treatments on storage behaviour of guava (*Psidium guajava* L.) cv. Sardar (L 49). *Haryana Agricultural University Journal Research*, Hissar, v.10, n.2, p.242-247, Jun. 1980.
- AHMED, A.E.; LABAVITCH, J.M. A simplified method for accurate determination of cell wall uronide content. *Journal of Food Biochemistry*, Westport, v.1, p.361-365, 1977.
- AHMED, A.E.; LABAVITCH, J.M. Cell wall metabolism in ripening fruit 1. Cell wall changes in ripening 'Bartlett' pears. *Plant Physiology*, Baltimore, v.65, n.5, p.1009-1013, May 1980.
- AKAMINE, E.K.; GOO, T. Respiration and ethylene production in fruits of species and cultivars of *Psidium* and species of *Eugenia*. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.104, n.5, p.632-635, Sep. 1979.
- ALBERSHEIM, P.; NEVINS, D.J.; ENGLISH, P.D.; KARR, A. A method for the analysis of sugar in plant cell wall polysaccharides by gas-liquid chromatography. *Carbohydrate Research*, Amsterdam, v.5, p.340-345, 1967.

ALMEIDA, F.R.F. Conjuntura do agribusiness- frutas- tecnologia e vendas em baixa. *Agroanalysis*, Rio de Janeiro, p.24-25, Ago. 1996.

ALONSO, J.; RODRÍGUEZ, T.; CANET, W. Effect of calcium pretreatments on the texture of frozen cherries. Role of pectinesterase in the changes in the pectic materials. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v.43, p.1011-1016, 1995.

ANDREWS, P.K.; LI, S. Parcial purification and characterization of β -D-galactosidase from sweet cherry, a nonclimateric fruit. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v.42, n.10, p.2177-2182, 1994.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. 1997. Rio de Janeiro: IBGE, v.57. p.3-32.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry*. 12.ed. Washington:AOAC, 1992.1015p.

AUGUSTIN, M.A.; OSMAN, A. Post-harvest storage of guava (*Psidium guajava* L., var. Taiwan). *Pertanika*, Serdang, v.11, n.1, p. 45-50, 1988.

AWAD, M. *Fisiologia pós-colheita de frutos*. São Paulo: Nobel, 1993. 114p.

BAQAR, M.R. Technical note: Vitamin C content of some Papua New Guinean fruits. *Journal of Food Technology*, Oxford, v.15, p.459-469, 1980.

BARRET, D.M.; GONZALEZ, C. Activity of softening enzymes during cherry maturation. *Journal of Food Science*, Chicago, v.59, n.3, p.574-577, 1994.

BENITO-BAUTISTA, P.; MERCADO-SILVA, E. Effects of CA treatments on guava (*Psidium guajava* L.) fruit quality. In: SEVENTH INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE. 1977. Davis, *Proceedings*, v.3: Fruits other than apples and pears *Postharvest Horticulture Series*, n.17, p.212-218, Oct. 1997.

BITTER, T.; MUIR, H.M. A modified uronic acid carbazole reaction. *Analytical Chemistry*, New York, v.34, p.330-334, 1962.

BLEINROTH, E.W. Colheita e beneficiamento. In: NETTO, A.G. *Goiaba para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita*. Brasília, MAARA/FRUPEX, 1996. p.12-23. (Série publicações técnicas).

- BRETT, C.; WALDRON, K. **Physiology and biochemistry of plant cell walls.** Londres: Unwin Hyman, 1990. 193p.
- BRINSON, K.; DEY, P.M.; JOHN, M.A.; PRIDHAM, J.B. Post-harvest changes in *Mangifera indica* mesocarp cell walls and cytoplasmic polysaccharides. *Phytochemistry*, Oxford, v.27, n.3, p.719-723, 1988.
- ↳ BROWN, B.I. Postharvest studies on guava. *Australian Horticultural Research Newsletter*, n.55, p.152-153, 1983.
- BROWN, B.I.; PAXTON, B.F. Fresh market possibilities for guava fruit. *Food Technology in Australia*, v.35, n.6, p.288-290, Jun.1983.
- BROWN, B.I.; WILLS, R.B.H. Post-harvest changes in guava fruit of different maturity. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.19, n.3-4, p.237-243, 1983.
- BURNS, J.K.; PRESSEY, R. Ca²⁺ in cell walls of ripening tomato and peach. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.112, n.5, p.783-787, Sep.1987.
- ↳ CARVALHO, V.D. Qualidade e conservação pós-colheita de goiabas. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.17, n.179, p.48-54, 1994.
- CASTRO, J.V.; SIGRIST, J.M.M. Matéria-prima In: ITAL (ed.) *Goiaba: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos*. 2 ed. Campinas: ITAL, 1988. p. 121-139. (Série Frutas Tropicais).
- CENCI, S.A. **Ácido naftaleniácético (ANA) e cloreto de cálcio na pré-colheita de uva niagara rosada (*Vitis labrusca* x *Vitis vinifera* L.): Avaliação do potencial de conservação no armazenamento.** Lavras: ESAL, 1994. 109p. (Tese-Doutorado em Ciência dos Alimentos).
- CHAUDHRY, T.M.; FAROOQI, M.A.R. Chemical composition of guava and banana fruits grown in hyderabad region. *Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research*, Karachi, v.13, n.1-2, p.111-113, Aug. 1970.
- CHAUHAN, P.S.; DHALIWAL, G.S. Studies on variation in the T.S.S., acidity and sugars of fruits of open-pollinated seedlings of guava. *Haryana Journal of Horticultural Science*, India, v.22, n.1, p.13-16, Jan./Mar. 1993.

CHÉOUR, F.; ARUL, J.; MAKHLOUF, J.; WILLEMOT, C. Delay of membrane lipid degradation by calcium treatment during cabbage leaf senescence. *Plant Physiology*, Baltimore, v.100, n.4, 1992.

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 Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v.40, n.5, p.846-849, 1992.

COMBRINK, J.C.; KOCK, S.L.; Van EEDEN, C.J. Effect of post-harvest treatment and packaging on the keeping quality of fresh guava fruit. *Acta Horticulturae*, Wageningen, v.275, p.639-645, 1990.

CONWAY, W.S.; SAMS, C.E.; WATADA, A.E. Relationship between total and cell wall bound calcium in apples following postharvest pressure infiltration of calcium chloride. *Acta Horticulturae*, Wageningen, n.398, p.31-39, 1995.

COSGROVE, D. J. How do plant cell walls extend? *Plant Physiology*, Baltimore, v.102, n.1, p.1-6, May 1993.

CROOKES, P.R.; GRIERSON, D. Ultrastructure of tomato fruit ripening and the role of polygalacturonase isoenzymes in cell wall degradation. *Plant Physiology*, Baltimore, v.72, p.1088-1093, 1983.

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

DEAN, J.F.D.; MATOO, A.K. The role of ethylene in fruit ripening and senescence. In: FOX, P.F. *Food Enzymology*. London: Elsevier Applied Science, 1991. p.271-301.

DISCHE, E. Color reactions of carbohydrates. In: WHISTLER, R.L.; WOLFRAM, M.L. (ed). *Methods in carbohydrates chemistry*. New York: Academic Press, 1962. v.1, p.477-512.

- ^ DHINGRA, M.K.; GUPTA, O.P. Evaluation of chemicals for pectin extraction from guava (*Psidium guajava* L.) fruits. **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v.21, p.173-175, May/Jun. 1984.
- DUTTA, P.; BANIK, A.K.; RAYCHAUDHURY, R.; DHUA, R.S. Influence of ethylene absorbents on shelf life of guava fruits. **Indian Journal of Horticulture**, Bagalore, v.48, n.3, p.213-216, 1991.
- EL-BULUK, R.E.; BABIKER, E.E.; EL-TINAY, A.H. Biochemical and physical changes in fruits of four guava cultivars during growth and development. **Food Chemistry**, London, v.54, p.279-282, 1995.
- EL-BULUK, R.E.; BABIKER, E.F.E.; EL-TINAY, A.H. Changes in chemical composition of guava fruits during development and ripening. **Food Chemistry**, London, v.59, n.3, p.395-399, 1997.
- EL-ZOGHBI, M. Biochemical changes in some tropical fruits during ripening. **Food Chemistry**, London, v.49, n.1, p.33-37, Jan. 1994.
- ENCICLOPÉDIA DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS. São Paulo, v. 38, A1, 1957.
- ENGEL, V.L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.3, n.1, p.39-45, 1991.
- ESTEVES, M.T.C. Características físicas, físico-químicas e químicas de frutos de cultivares de goiabeira (*Psidium guajava* L.). Lavras: ESAL, 1981, 65p. (Tese-Mestrado em Ciência dos Alimentos).
- 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. **Ciência e Prática**, Lavras, v.6, n.2, p.208-218, 1982.
- EVANGELISTA, R.M. Qualidade de mangas 'Tommy Atkins' armazenadas sob refrigeração e tratadas com cloreto de cálcio pré-colheita. Lavras: UFLA, 1999. 129p. (Tese-Doutorado em Ciências dos Alimentos).

- FILGUEIRAS, H.A.C. Bioquímica do amadurecimento de tomates híbridos heterozigotos para o mutante 'alcobaça'. Lavras: UFLA, 1996. 117p. (Tese-Doutorado em Ciência dos Alimentos).**
- FISCHER, M.; ARRIGONI, E.; AMADÒ, R. Changes in pectic substances of apples during development and post harvest ripening. Part 2: Analysis of the pectic fractions. Carbohydrate Polymers, London, v.25, p.167-175, 1994.**
- FISCHER, R.L.; BENNETT, A.B. Role of cell wall hydrolases in fruit ripening. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, Palo Alto, v.42, p.675-703, 1991.**
- FISHMAN, S.; RODOV, V. ; BEN-YEHOSHUA, S. Mathematical model for perforation effect on oxygen and water vapor dynamics in modified-atmosphere packages. Journal of Food Science, Chicago, v.61,n.5, p.956-961, 1996.**
- FLOROS, J.D. The shelflife of fruits and vegetables. In: CHARALAMBOUS, G. (ed.). Shelf life studies of foods and beverages – chemical, biological, physical and nutritional aspects. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1993. p.195-216.**
- 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.**
- GARCIA, E.E.C.; PADULA, M.; SARANTÓPOULOS, C.I.G.L. Embalagens plásticas: propriedades de barreira. Campinas: CETEA/ITAL, 1989. 44p.**
- GARG, R.C.; RAM, H.B.; SINGH, S.K. A note on the effect of post-harvest treatment with indole butyric acid and wax-emulsion on the storage behaviour of guavas (*Psidium guajava* L.). Progressive Horticulture, Chaubattia v.8, n.2, p.85-88, 1977.**
- GASPAR, J.W. Influência da refrigeração e de filmes plásticos sobre a conservação pós-colheita da goiaba 'Kumagai'. Viçosa: UFV,1997. 70p. (Tese-Mestrado em Fitotecnia).**
- OK GERHARDT, L.B.A.; MANICA, I.; KIST, H.; SIELER, R.L. Características físico-químicas dos frutos 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.**



- GONZAGA NETO, L.; SOARES, J.M. **Goiaba para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília, MAARA/FRUPEX, 1994. 49p. (Série publicações técnicas).
- GROSS, K.C.; SAMS, C.E. Changes in cell wall neutral sugar composition during fruit ripening: a species survey. **Phytochemistry**, Oxford, v.23, n.11, p.2457-2461, Nov.1984.
- GROSS, K.C.; WALNER, S.J. Degradation of cell wall polysaccharides during tomato fruit ripening. **Plant Physiology**, Baltimore, v.63, n.1, p.117-120, Jul. 1979.
- GUNJATE, R.T.; TARE, S.J.; RANGALA, A.D.; LIMAYE, V. P. Effect of pre-harvest and post-harvest calcium treatments on calcium content and occurrence of spongy tissue in 'Alphonso' mango fruits. **Indian Journal of Horticulture**, New-Delhi, v.37, n.2, p.140-144, Jun. 1979.
- GUPTA, O. P.; SINGH, B.P.; GUPTA, A.K. Studies on the shelf life of different guava cultivars. **Haryana Agricultural University Journal of Research**, Hissar, v.9, n.3, p.247-250, Sep.1979.
- HALL, C.W.; HARDENBURG, R.E.; PANTASTICO, E.B. Consumer packaging with plastics. In: PANTASTICO, E.B. (ed.). **Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables**. Westport: AVI, 1975. p.303-313.
- HIGBY, W.K. A simplified method for determination of some aspects of the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified orange juice. **Journal of Food Science**, Chicago, v.27, n.1, p.42-49, Jan./Feb. 1962.
- HUBER, D.J. The role of cell wall hydrolases in fruit softening. **Horticultural Reviews**, Westport, v.5., p.169-219, 1983.
- HUSSAIN, A.; SHAH, A.H. Activity of pectic enzymes (pectinesterase and polygalacturonase) during the ripening of guava fruit. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**, Lyallpur, vol. 12, n.3-4, p.191-194, 1975.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. v.1, 533p.

- ITOO, S.; YAMAGUCHI, T.; OOHATA, J.T.; ISHIBATA, K. Studies on the qualities of subtropical fruits. II Ascorbic acid and stone cell of guava fruits (*Psidium guajava* L.). **Bulletin of the Facult of Agriculture, Kagoshima University, Kagoshima**, n.30, p.47-54, 1980.
- JEN, J.J.; ROBINSON, M.L.P. Pectolytic enzymes in sweet bell peppers (*Capsicum annuum* L.). **Journal of Food Science, Chicago**, v.49., n.4, p.1085-1087, Mar./Apr. 1984.
- KADER, A.A. Ethylene may accelerate deterioration of horticultural perishables. **Perishables Handling Newsletter Issue, Davies**, n.8, p.28, Nov. 1994a.
- KADER, A.A. Fruit maturity, ripening & quality relationships. **Perishables Handling Newsletter Issue, Davies**, n.8 p.2, Nov. 1994b.
- KADER, A.A. Regulation of fruit physiology by controlled/modified atmospheres. **Acta Horticulturae, Wageningen**, n.398, p.59-67, 1995.
- KHANNA, K.K.; CHANDRA, S. Further investigations on the control of storage rot of mango, guava and tomato fruits with homoeopathic drugs. **Indian Phytopathology, New Delhi**, v.42, n.3, p.436-440, 1989.
- KHANNA, K.K.; CHANDRA, S. Control of guava fruit rot caused by *Pestalotia psidii* with homoeopathic drugs. **Plant Disease Reporter, St. Paul**, v.61, n.5, p.362-366, May. 1977.
- 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, 1982.
- KIM, J.; CARPITA, N.C. Changes in esterification of the uronic acid groups of cell wall polysaccharides during elongation of maize coleoptiles. **Plant Physiology, Baltimore**, v.98, n.2, p.646-653, Feb. 1992.
- KING, G.A.; O'DONOGHUE, E.M. Unravelling senescence: New opportunities for delaying the inevitable in harvested fruit and vegetables. **Trends in Food Science & Technology, New York**, v.6, p.385-389, Dec. 1995.
- KING, K.; NORTON, G.; MITCHELL, J.R.; CAYGILL, J. A study of factors affecting in-situ de-esterification of mango (*Mangifera indica*) pectin. **Journal of the Science of Food and Agriculture, London**, v.45, p.231-241, 1988.

KNEE, M. Properties of polygalacturonase and cell cohesion in apple fruit cortical tissue. *Phytochemistry*, Oxford, v.17, n.5, p.1257-1260, May 1978.

KUMAR, R.; HODA, M.N. Fixation of maturity standards of guava (*Psidium guajava* L.). *Indian Journal of Horticulture*, Bagalore, v.31, n.2, p.140-144, 1974.

LABAVITCH, J.M. Cell wall turnover in plant development. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, v.32, p.385-406, 1981.

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

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

LIAO, M.L.; LIU, M.S.; YANG, J.S. Respiration measurement of some important fruits in Taiwan. *Acta Horticulturae*, Wageningen, v.138, p.227-246, Aug./Sep.1983.

LIMA, M.A. *Conservação pós-colheita de goiaba e caracterização tecnológica dos frutos de diferentes genótipos produzidos em Jaboticabal, SP*. Jaboticabal: UNESP, 1999. 101p. (Tese-Mestrado em Agronomia).

LURIE, S.; AHARONI, N. Modified atmosphere storage of cherries. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 7. 1977. Davis, *Proceedings*, v.3: Fruits other than apples and pears. *Postharvest Horticulture Series*, n.17, p.149-152, Oct. 1977.

LURIE, S.; LEVIN, A. ; GREVE, C.; LABAVITCH, J.M. Pectic polymer changes in nectarines during normal and abnormal ripening. *Phytochemistry*, Oxford, v.36, n.1, p.11-17, 1994.

MADHUKAR, J.; REDDY, S.M. Control of fruit-rot of guava by hot water treatment. *Indian Phytopathology*, New Delhi, v.43, n.2, p. 234-236, 1990.

MAJUNDAR, V.L.; PATHAK, V.N. Changes in nutritional value of guava fruits infected by major post-harvest pathogens. *Plant Foods for Human Nutrition*, Dordrecht, v.39, p.311-315, 1989.

- MANGAS, J.J.; DAPENA, E.; RODRIGUEZ, M.S.; MORENO, J.; GUTIÉRREZ, M.D.; BLANCO, D. Changes in pectic fractions during ripening of cider apples. *HortScience*, Alexandria, v.27, n.2, p.328-330, Apr. 1992.
- MARCELIN, O.; MOURGUES, J.; TALMANN, A. Les polyosides de la goyave (*Psidium guajava* L). Evolution au cours de la croissance et incidences technologiques liées à l'obtention de purées et de jus. *Fruits*, Paris, v.45, n.5, 1990.
- MARCELIN, O.; WILLIAMS, P.; BRILLOUET, J.M. Isolation and characterisation of the two main cell-wall types from guava (*Psidium guajava* L.) pulp. *Carbohydrate Research*, Amsterdam, v.240, p.233-243, 1993.
- MARTELETO, L.O. Estudo da produção e dos atributos físicos e químicos de dez variedades de goiaba (*Psidium guajava* L.) em Visconde do Rio Branco, Minas Gerais, visando ao consumo ao natural e à industrialização. Viçosa: UFV, 1980. 67p. (Tese-Mestrado em Fitotecnia).
- McCOLLUM, T.G.; HUBER, D.J.; CANTLIFFE, D.J. Modification of polyuronides and hemicelluloses during muskmelon fruit softening, *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v.76, p.303-309, 1989.
- McCREADY, R.M.; McCOOMB, E.A. Extraction and determination of total pectic materials in fruits. *Analytical Chemistry*, Washington, v.24, n.12, p.1586-1588, Dec. 1952.
- McGUIRE, R.G.; HALLMAN, G.J. Coating guavas with cellulose- or carnauba-based emulsions interferes with postharvest ripening. *HortScience*, Alexandria, v.30, n.2, p.294-295, Apr. 1995.
- MEDINA, J.C. Cultura. In: ITAL (ed.) *Goiaba: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos*. 2ed. Campinas: ITAL, 1988. p.1-120. (Série Frutas Tropicais).
- MERCADO-SILVA, E.; BENITO-BAUTISTA, P.; GARCÍA-VELASCO, M.A. Fruit development, harvest index and ripening changes of guavas produced in central Mexico. *Postharvest Biology and Technology*, St. Lucia, v.13, p.143-150, 1998.

- MITCHAM, E.J.; GROSS, K.C.; NG, T.J. Tomato fruit cell walls synthesis during development and senescence. **Plant Physiology**, Baltimore, v.89, p.477-481, 1989.
- MITCHAM, E.J.; McDONALD, R.E. Cell wall modification during ripening of 'Keitt' and 'Tommy Atkins' mango fruit. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.117, n.6, p.919-924, 1992.
- MOHAMED, S.; KYI, K.M.M.; YUSOF, S. Effects of various surface treatments on the storage life of guava (*Psidium guajava* L) at 10°C. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.66, p.9-11, 1994.
- MOLEYAR, V.; NARASIMHAM, P. Modified atmosphere packaging of vegetables: an appraisal. **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v.31, n.4, p.267-278, 1994.
- ① MOWLAH, G.; ITOO, S. Changes in pectic components, ascorbic acid, pectic enzymes and cellulase activity in ripening and stored guava (*Psidium guajava* L.). **Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi**, Tókió, v.30, n.8, p.454-461, 1983.
- MOWLAH, G.; ITOO, S. Guava (*Psidium guajava* L.) sugar components and related enzymes at stages of fruit development and ripening. **Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi**, Tókió, v.29, n. 8, p.472-476, 1982.
- MUJICA PAZ, H.; DUCAMP-COLLIN, M.N.; LEBRUN, M.; REYNES, M. Étude comparative de la perméabilité aux gaz d'emballages de fruits frais en film synthétique. **Fruits**, Paris, v.52, n.5, p.331-337, 1997.
- MUNSELL, A.H. **Munsell book of color**. Baltimore: Munsell Color, 1957. v.2.
- 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.
- OLIVEIRA, M.A. Utilização de película de fécula de mandioca como alternativa à cera comercial na conservação pós-colheita de frutos de goiaba (*Psidium guajava*). Piracicaba: ESALQ, 1996. 73p. (Dissertação-Mestrado em Ciências).
- 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/June. 1979.

- PANTASTICO, E.B. Structure of fruits and vegetables. In: PANTASTICO, E.B. (ed.). **Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables**. Westport: AVI, 1975. p.1-24.
- PARODI, M.T.; SIGRIST, J.M.M.; PARK, K.J. Eficiência de absorvedores de etileno na conservação de mamão (*Carica papaya* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.16, n.3, p.233-237, Out/Dez. 1996.
- PATEL, K.D.; PATHAK, V.N. Severity of Rhizopus and Botryodiplodia rots of guava fruit in relation to type and site of injury. **Haryana Journal of Horticultural Sciences**, India, v.23, n.1, p.16-24, Jan/Mar, 1994.
- PEREIRA, F.M.; MARTINEZ JÚNIOR, M. **Goiabas para industrialização**. Jaboticabal: Legis Summa, 1986. 142p.
- PÉREZ, A.G.; SANZ, C.; OLÍAS, R.; RÍOS, J.J.; OLÍAS, J.M. Effect of modified atmosphere packaging on strawberry quality during shelf-life. In: **INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE**, 7. 1977. Davis, **Proceedings**, v.3: Fruits other than apples and pears. **Postharvest Horticulture Series**, n.17, p.153-159, Oct. 1997.
- PILNIK, W.; VORAGEN, A.G.J. The significance of endogenous and exogenous pectic enzymes in fruit and vegetable processing. In: FOX, P.F. (ed.). **Food Enzymology**. England: Elsevier Science Publishers, 1991. Cap.7, p.303-336.
- PIZA JR., C.T.; KAVATI, R. **A cultura da goiaba de mesa**. Campinas: CATI, 1994. 29p. (Boletim Técnico, 219, CATI).
- POOVAIAH, B.W. Molecular and celular aspects of calcium action in plants. **HortScience**, Alexandria, v.23, n.2, p.267-271, 1988.
- PRESSEY, R.; AVANTS, J.K. Separation and characterization of the exopolygalacturonase and endopolygalacturonase from peaches. **Plant Physiology**, Baltimore, v.52, n.3, p.252-256, Sep. 1973.
- PRESSEY, R.; HINTON, D.M.; AVANTS, J.K. Development of polygalacturonase activity and solubilization of pectin in peaches during ripening. **Journal of Food Science**, Chicago, v.36, p.1070-1072, 1971.
- RATHORE, D.S. Effect of season on the growth and chemical composition of guava (*Psidium guajava* L.) fruits. **Journal of Horticultural Science**, New Delhi, v.51, n.1, p.41-47, 1976.

- REDGWELL, R.J.; McRAE, E.; HALLETT, I.; FISCHER, M.; PERRY, J.; HARKER, R. In vivo and in vitro swelling of cell walls during fruit ripening. *Planta*, Berlin, v.203, p.162-173, 1997.
- REYS, M.U.; PAULL, R.E. Effect of storage temperature and ethylene treatment on guava (*Psidium guajava* L.) fruit ripening. *Postharvest Biology and Technology*, St. Lucia, v.6, p357-365, 1995.
- RICHARDSON, D.G.; AL-ANI, A.M. Calcium and nitrogen effects on d'anjou pear fruit respiration and ethylene evolution. *Acta Horticulturae*, Wageningen, v.124, p.195-201, 1982.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Nature and distribution of carotenoides in foods. In: CHARALAMBOUS, G. (ed.). *Shelf life studies of foods and beverages – chemical, biological, physical and nutritional aspects*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1993. p.547-589.
- ROY, S.; JAUNEAU, A; VIAN, B. Analytical detection of calcium ions and immunocytochemical visualization of homogalacturonic sequences in the ripe cherry tomato. *Plant Physiology Biochemistry*, Paris, v.32, n.5, p.633-640, 1994.
- SALUNKHE, D.K.; BOLIN, H.R.; REDDY, N.R. *Storage, processing and nutritional quality of fruits and vegetables: fresh fruits and vegetable*. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 1991. v.1, 323p.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. *Análise Química de Plantas*. Piracicaba: ESALQ, 1974. 56p.
- SHARAF, A.; EL-SAADANY, S.S. Biochemical studies on guava fruits during different maturity stages. *Chemie Mikrobiologie technologie der Lebensmittel*, v.10, n.5-6, p.145-149, 1987.
- SHASTRI, P.; SHASTRI, N.V. Studies of pectin methyl esterase activity during development and ripening of guava fruit. *Journal of Food Science and Technology*, Mysore, v.12, n.1, p.42-43, 1975.
- SIDDIQUI, S.; SHARMA, R.K.; GUPTA, O.P. Physiological and quality response of guava fruits to posture during storage. *HortScience*, Alexandria, v.26, n.10, p.1295-1297, Oct. 1991.

- SINGH, B.P.; SINGH, H.K.; CHAUHAN, K.S. Effect of post-harvest calcium treatments on the storage life of guava fruits. **Indian Journal Agricultural Science**, New Delhi, v.51, n.1, p.44-47, Jan. 1981.
- SINGH, H.K.; CHAUHAN, K.S. Effect of pre-harvest of certain chemicals on the storage behaviour of guava at low temperature. **Haryana Journal of Horticultural Science**, India, v.22, n.2, p.95-102, 1993.
- SINGH, K.; CHAUHAN K.S. Effect of pre-harvest application of calcium, potassium and alar on fruit quality and storage life of guava fruits. **Haryana Agricultural University Journal of Research**, Hissar, v.12, n.4, p.649-654, 1982.
- SINGH, R.V.; JOSHI, M.C.; RAM, H.B.; BISHT, N.S. Effect of wax coating & prepackaging on the storage behaviour of guava cv. Allahabad Safeda. **Indian Food Packer**, New Delhi, p.80-85, Nov./Dec. 1984.
- STROHECKER, R.L.; HENNING, H.M. **Analisis de vitaminas: metodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. Redwood City: The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., 1991. 565p.
- TANDON, D.K.; SINGH, B.P.; KALRA, S.K. Storage behaviour of specific-gravity- graded guava fruits. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.41, p.35-41, Dec. 1989.
- TAVARES, J.C. **Efeitos da refrigeração, cera, fungicida e cálcio na conservação pós-colheita da goiaba 'Paluma' (*Psidium guajava* L.)**. Jaboticabal: UNESP, 1993. 93p. (Tese-Doutorado em Agronomia).
- THOMAS, P.; DHARKAR, S.D.; SREENIVASAN, A. Effect of gama irradiation on the postharvest physiology of five banana varieties grown in India. **Journal of Food Science**, Chicago, v.36, n.2, p.243-247, Mar. 1971.
- TRIPATHI, R.S.; GANGWAR, B.M. Biochemical changes as indices of maturity in guava (*Psidium guajava* L.). **Progressive Horticulture**, Chaubattia, v.3, n.1, p.17-23, 1971.
- UPDEGRAFF, D.M. Semi-micro determination of cellulose in biological materials. **Analytical Biochemistry**, New York, v.32, p.420-424. 1969.

- VASQUEZ-OCHOA, R.I.; COLINAS-LEON, 1990, M.T. Changes in guavas of three maturity stages in response to temperature and relative humidity. *HortScience*, Alexandria, v.25, n.1, p.86-87, Jan. 1990.
- VILAS BOAS, E.V.B. **Maturação pós-colheita de híbridos de tomate heterozigotos no loco alcobaça.** Lavras: UFLA, 1998. 105p. (Tese-Doutorado em Ciências dos Alimentos).
- 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.; SCOTT, K.J. Storage of two new cultivars of guava fruit for processing. *Tropical Agriculture*, Trinidad, v.60, n.3, p.175-178, Jul. 1983.
- WILSON, C.W. Guava. In: NAGY, S.; SHAW, P.E. **Tropical and subtropical fruits** – composition, properties and uses. Westport: AVI Publishing, 1980. p.279-299.
- WILSON, C.W.; SHAW, P.E.; CAMPBELL, C.W. Determination of organic acids and sugars in guava (*Psidium guajava* L.) cultivars by high-performance liquid chromatography. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, v.33, p.777-780, 1982.
- YADAVA, U. L. Guava (*Psidium guajava* L.): an exotic tree fruit with potential in the southeastern United States. *HortScience*, Alexandria, v.31, n.5, Sep. 1996.
- YUSOF, S.; MOHAMED, S. Physico-chemical changes in guava (*Psidium guajava* L.) during development and maturation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, v.38, p.31-39, 1987.
- YUSOF, S.; MOHAMED, S.; BAKAR, A.A. Effect of fruit maturity on the quality and acceptability of guava purée. *Food Chemistry*, Washington, v.30, p.45-58, 1988.
- ZAGORY, D.; KADER, A.A. Modified atmosphere packaging of fresh produce. *Food Technology*, Chicago, v.42, n.9, p.70-77, Sep. 1988.
- ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **Manual do SANEST: sistema de análise estatística para microcomputadores.** Pelotas: UFPel, 1991. 102 p.

ANEXO

ANEXO A

Páginas

FIGURA 1A Aspecto da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ENP), após 10 dias de armazenamento sob condições ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\% \pm 5\%$ UR).....	110
FIGURA 2A Aspecto da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ENP), após 30 dias sob refrigeração ($10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\% \pm 2\%$ UR).	110
TABELA 1A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para cor, clorofila total, carotenóides totais, perda de massa da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob condições ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, UR $70\% \pm 5\%$), durante 10 dias.	111
TABELA 2A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para textura, pectina total, pectina solúvel e atividade de PME da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob condições ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, UR $70\% \pm 5\%$), durante 10 dias.	111
TABELA 3A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para atividade de PG, ATT, pH e vitamina C da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada, sob condições ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, UR $70\% \pm 5\%$), durante 10 dias.	112

TABELA 4A	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para SST e para as notas de qualidade comestível da goiaba ‘Kumagai’ (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob condições ambiente (20°C ± 1°C, UR 70% ± 5%), durante 10 dias.	112
TABELA 5A	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para cor da casca, clorofila total, carotenóides totais e perda de massa da goiaba ‘Kumagai’ (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob refrigeração (10°C ± 1°C, UR 90% ± 2%), durante 30 dias.....	113
TABELA 6A	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para textura, pectina total, pectina solúvel e atividade de PME da goiaba ‘Kumagai’ (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob refrigeração (10°C ± 1°C, UR 90% ± 2%), durante 30 dias	113
TABELA 7A	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para atividade de PG, ATT, pH e vitamina C da goiaba ‘Kumagai’ (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob refrigeração (10°C ± 1°C, UR 90% ± 2%), durante 30 dias.	114
TABELA 8A	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para SST e para as notas de qualidade comestível da goiaba ‘Kumagai’ (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada -ES), armazenada sob refrigeração (10°C ± 1°C, UR 90% ± 2%), durante 30 dias.....	114
QUADRO A.	Formulário com a escala do teste descritivo hedônico utilizado no teste de aceitação da goiaba ‘Kumagai’.....	115

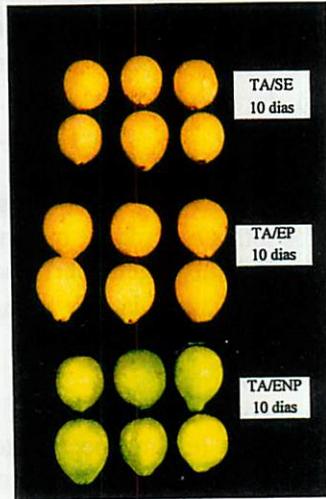


FIGURA 1A Aspecto da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ENP), após 10 dias sob condições ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, UR $70\% \pm 5\%$).



FIGURA 1A Aspecto da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ENP), após 30 dias sob refrigeração ($10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, UR $90\% \pm 2\%$ UR).

TABELA 1A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para cor, clorofila total, carotenóides totais, perda de massa da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob condições ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, UR $70\% \pm 5\%$), durante 10 dias.

Causas da variação	GL	Quadrados Médios			
		Cor	Clorofila total	Carot. Totais	Perda de massa
Embalagem (A)	2	13,846**	97,128**	0,056**	336,594**
Tempo (B)	5	21,959**	452,247**	1,519**	44,225**
A x B	10	1,309**	9,449**	0,025**	25,785**
Resíduo	54	0,053	1,209**	0,008	0,144
Total	71				
Média Geral		3,093	8,678	0,739	2,830
CV (%)		7,441	12,674	11,877	13,41

NS, * / ** Teste de F, não significativo, significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 2A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para textura, pectina total, pectina solúvel e atividade de PME da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob condições ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, UR $70\% \pm 5\%$), durante 10 dias.

Causas da variação	GL	Quadrados Médios			
		Textura	Pectina total	Pectina solúvel	Atividade PME
Embalagem (A)	2	1274,684**	0,026NS	0,048**	62581,921**
Tempo (B)	5	5106,868**	0,072**	0,162**	820158,26**
A x B	10	282,933**	0,011NS	0,007**	85867,014**
Resíduo	54	37,854	0,009	0,001	3165,514
Total	71				
Média Geral		56,541	0,984	0,253	646,710
CV (%)		10,882	9,540	9,336	8,700

NS, * / ** Teste de F, não significativo, significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 3A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para a atividade de PG, ATT, pH e vitamina C da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob condições ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, UR $70\% \pm 5\%$), durante 10 dias.

Causas da variação	GL	Quadrados Médios			
		Atividade PG	ATT	pH	Vit. C total
Embalagem (A)	2	80,177NS	0,076**	0,003NS	8914,527**
Tempo (B)	5	3394,648 **	0,015**	0,020**	6095,857*
A x B	10	309,602**	0,005*	0,002NS	832,092NS
Resíduo	54	81,350	0,002	0,002	499,928
Total	71				
Média Geral		78,612	0,753	3,828	190,299
CV (%)		11,463	5,724	1,046	11,749

NS, * / ** Teste de F, não significativo, significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 4A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para SST e notas de qualidade comestível da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada, sob condições ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, UR $70\% \pm 5\%$), durante 10 dias.

Causas da variação	GL	Quadrados Médios	
		SST	Qualidade comestível
Embalagem (A)	2	8,309**	3,433NS
Tempo (B)	5	1,556**	31,081**
A x B	10	0,511**	3,526**
Resíduo	54	0,0913	1,176
Total	71		1167
Média Geral		7,141	7,392
CV (%)		4,231	14,672

NS, * / ** Teste de F, não significativo, significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 5A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para cor da casca, clorofila total, carotenóides totais e perda de massa da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob refrigeração ($10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, UR $90\% \pm 2\%$), durante 30 dias.

Causas da variação	GL	Quadrados Médios			
		Cor da casca	Clorofila total	Caroten. totais	Perda de massa
Embalagem (A)	2	0,101NS	32,806**	0,148**	153,808**
Tempo (B)	6	3,293*	49,766**	0,258**	15,431**
A x B	12	0,055NS	2,803NS	0,061**	8,417**
Resíduo	63	0,083	1,757	0,019	0,137
Total	83				
Média Geral		1,903	14,724	1,134	1,751
CV (%)		15,143	9,001	12,228	21,161

NS, * / ** Teste de F, não significativo, significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 6A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para textura, pectina total, pectina solúvel e atividade de PME da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob refrigeração ($10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, UR $90\% \pm 2\%$), durante 30 dias.

Causas da variação	GL	Quadrados Médios			
		Textura	Pectina total	Pectina solúvel	Atividade PME
Embalagem (A)	2	958,052**	0,077*	0,006**	761,640NS
Tempo (B)	6	5674,221**	0,096**	0,123**	74130,093*
A x B	12	100,108*	0,021NS	0,003**	4822,565 NS
Resíduo	63	48,912	0,022	0,001	2643,441
Total	83				
Média Geral		62,506	1,091	0,233	414,731
CV (%)		11,189	13,798	10,180	13,397

NS, * / ** Teste de F, não significativo, significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 7A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para atividade PG, ATT, pH, vitamina C da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada - ES), armazenada sob refrigeração ($10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, UR $90\% \pm 2\%$), durante 30 dias.

Causas da variação	GL	Quadrados Médios			
		Atividade PG	ATT	pH	Vitamina C
Embalagem (A)	2	7676,348**	0,109**	0,078**	8083,859**
Tempo (B)	6	11578,682**	0,025**	0,059**	7023,987**
A x B	12	704,551**	0,009**	0,044**	689,439*
Resíduo	63	44,857	0,002	0,001	348,505
Total	83				
Média Geral		66,253	0,768	3,824	193,658
CV (%)		10,109	5,614	0,796	9,640

NS, * / ** Teste de F, não significativo, significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 8A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para SST e para as notas de qualidade comestível da goiaba 'Kumagai' (controle - SE; embalagem perfurada - EP e embalagem selada -ES), armazenada sob refrigeração ($10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, UR $90\% \pm 2\%$), durante 30 dias.

Causas da variação	GL	Quadrados Médios	
		SST	Qualidade comestível
Embalagem (A)	2	1,768**	8,582**
Tempo (B)	6	0,503**	68,795**
A x B	12	0,205NS	2,640*
Resíduo	63	0,116	(1324) 1,464
Total	83		1344
Média Geral		6,870	7,116
CV (%)		4,955	17,001

NS, * / ** Teste de F, não significativo, significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

QUADRO A. Formulário com a escala do teste descritivo hedônico utilizado no teste de aceitação da goiaba 'Kumagai'.

Código da amostra:

Idade:

Sexo:

Por favor, avalie a amostra utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou do produto. Marque a posição da escala que melhor reflita seu julgamento.

9. gostei extremamente ()

8. gostei muito ()

7. gostei moderadamente ()

6. gostei ligeiramente ()

5. indiferente ()

4. desgostei ligeiramente ()

3. desgostei moderadamente ()

2. desgostei muito ()

1. desgostei extremamente ()

Comentários: _____

Lili

