Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

Recobrimentos comestíveis em goiabas cv. 'Kumagai'

Thales Sandoval Cerqueira

Dissertação apresentada, para obtenção do título de mestre em Ciências. Área de concentração: Fisiologia e Bioquímica de Plantas

Piracicaba
2007

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

Thales Sandoval Cerqueira
Engenheiro Agrônomo

Recobrimentos comestíveis em goiabas cv. 'Kumagai'

Orientador:
Prof. Dr. **ANGELO PEDRO JACOMINO**

Dissertação apresentada, para obtenção do título de mestre em Ciências. Área de concentração: Fisiologia e Bioquímica de Plantas

Piracicaba
2007

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Cerqueira, Thales Sandoval
Recobrimentos comestíveis em goiabas cv. ´Kumagai` / Thales Sandoval Cerqueira. - - Piracicaba, 2007.
69 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2007.
Bibliografia.

1. Conservação de alimentos 2. Filmes comestíveis 3. Fisiologia pós-colheita 4. Goiaba I. Título

CDD 634.421

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Aos meus pais,

Luiz Antonio de Castro Cerqueira

Márcia Maria Sandoval Cerqueira

Pela confiança, apoio e exemplo de vida, que tornaram possível a realização de mais uma etapa de minha vida.

Aos meus Avós

Sr. Antonio Sandoval
Sra. Clara Sandoval
Sr. Orci e Sra. Leia Cerqueira (*in memorian*)

e irmãos

Daniel Sandoval Cerqueira
Raul Sandoval Cerqueira
Flávia Sandoval Cerqueira, pelo apoio e amizade.

À minha namorada Fabiana Fumi Sasaki

Pelos conselhos, apoio e dedicação.
Pela compreensão nos momentos difíceis.
Pela colaboração durante a realização deste trabalho.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por proteger e possibilitar a realização deste trabalho.

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, pelas instalações.

À Comissão do Programa de Pós-Graduação em Fisiologia e Bioquímica de Plantas, pela oportunidade da realização deste curso.

À Fundação de Amparo e Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão da bolsa de estudo (mestrado).

Ao CNPq pela bolsa de estudo concedida no primeiro semestre do curso de mestrado.

Ao Prof. Dr. Angelo Pedro Jacomino, pela orientação, dedicação e compreensão, fundamentais na realização deste trabalho.

A Profa. Dra. Lílian Amorin, pela idealização e condução do projeto temático viabilizando este projeto.

Ao Prof. Dr. Ricardo Alfredo Kluge, pelo convívio agradável, pelos ensinamentos e por disponibilizar a infra-estrutura e equipamentos de seu laboratório.

A todos os professores do Departamento de Ciências Biológicas pelo convívio agradável.

À família Kumagai pelo fornecimento das goiabas 'Kumagai', para a realização dos experimentos.

Ao Sr. Massamitsu Matsui produtor de goiabas 'Kumagai', pelo fornecimento de goiabas para a realização dos experimentos.

À Cyrbe Química Ltda., em particular ao Sr. Antonio J. G. Bettega, pelo fornecimento da quitosana necessária para a confecção dos tratamentos.

Aos pesquisadores da USP de São Carlos, pelo fornecimento do recobrimento.

À Pós-doutoranda Ana Cláudia Carraro Aleoni, pela orientação e ajuda com os recobrimentos protéicos.

À Doutoranda Flávia Cavalini, à Neusa Nogueira e Mônica Rossi, pela ajuda com as microfotografias.

Aos funcionários do Depto de ciências biológicas, pelo apoio.

Aos funcionários do Depto de Produção Vegetal, pela colaboração.

Aos amigos do laboratório de pós-colheita de frutas e hortaliças, pelo convívio agradável, pelo auxílio nos experimentos.

Aos amigos do laboratório de fisiologia e bioquímica pós-colheita.

Aos amigos da ESALQ, sempre apoiando e incentivando.

Aos técnicos de lababoratório Marcos Trevisan e Maria da Graças Ongarelli, pelo auxílio e amizade.

Aos estagiários Thiago Abhud e Leonardo Novaes, pelo auxílio nos experimentos, pela amizade e companheirismo.

À Maria Solizète, secretária do PPG em Fisiologia e Bioquímica de Plantas, pelos serviços prestados.

Às bibliotecárias da Divisão de Biblioteca e Documentação da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" pela atenção dedicada a revisão desta dissertação.

Ao Sr. Kazunoshim Sasaki, Marta Sasaki e seu filho Flávio, pelo apoio e carinho.

Às pessoas que colaboram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho

Muito Obrigado.

“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina.”

(Cora Coralina)

SUMÁRIO

RESUMO..... 9
ABSTRACT..... 10
1 INTRODUÇÃO..... 11
2 DESENVOLVIMENTO..... 12
2.1. Revisão de bibliográfica..... 12
2.1.1. A cultura da goiabeira..... 12
2.1.2. Fisiologia pós-colheita..... 12
2.1.2.1. Amadurecimento..... 12
2.1.2.2. Qualidade do fruto..... 13
2.1.2.3. Características físico-químicas de qualidade..... 14
2.1.3. Influência das podridões na qualidade..... 16
2.1.3.1. Indução de resistência..... 17
2.1.3.2. Fenilalanina amônia-liase (PAL) (E. C. 4.3.1.5)..... 17
2.1.3.3. Peroxidase (POD) (E.C. 1.11.1.7)..... 18
2.1.4. Respiração..... 18
2.1.5. Transpiração..... 19
2.1.6. Etileno..... 20
2.1.7. Influência do O_2 e CO_2..... 21
2.1.8. Recobrimentos..... 22
2.2. Material e métodos..... 25
2.2.1. Primeiro experimento: avaliação de coberturas de quitosana e proteínas na conservação de goiabas 'Kumagai'..... 25
2.2.2. Segundo experimento: avaliação de coberturas de polissacarídeos e cera na conservação de goiabas 'Kumagai'..... 26
2.2.3. Terceiro experimento: fisiologia e bioquímica de goiabas 'Kumagai' recobertas com filmes comestíveis..... 27
2.2.4. Metodologia das análises realizadas..... 28

2.3. Resultados e discussão..... 32

2.3.1. Primeiro experimento: avaliação de coberturas de quitosana e proteínas na conservação de goiabas ‘Kumagai’..... 32
2.3.2. Segundo experimento: avaliação de coberturas de polissacarídeos e cera na conservação de goiabas ‘Kumagai’..... 39
2.3.3. Terceiro experimento: fisiologia e bioquímica de goiabas ‘Kumagai’ recobertas com filmes comestíveis..... 44
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 56
REFERÊNCIAS..... 57

RESUMO

Recobrimentos comestíveis em goiabas cv. 'Kumagai'

Filmes comestíveis têm recebido atenção nos últimos anos, principalmente em função de seu potencial de aplicação para conservação de frutas. Este trabalho teve como objetivo determinar os efeitos de recobrimentos comestíveis a base de polissacarídeos, cera de carnaúba e proteínas, na qualidade, fisiologia e bioquímica de goiabas 'Kumagai'. Avaliaram-se os efeitos da aplicação de diversas coberturas comestíveis no comportamento pós-colheita das goiabas armazenadas em condição ambiente (22ºC±2) durante oito dias. O trabalho foi executado em duas etapas, na primeira compararam-se os efeitos de coberturas na conservação e qualidade das goiabas e na segunda etapa foram avaliadas características fisiológicas e bioquímicas das frutas submetidas aos recobrimentos selecionados na primeira etapa. Os experimentos foram realizados no laboratório de Pós-Colheita do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ-USP, em Piracicaba – SP. Foram realizados experimentos utilizando-se soluções filmogênicas de quitosana nas concentrações de 2, 4, 6% com e sem plastificante, concentrado protéico de soro de leite (CPSL) com plastificante 6 e 8% e glúten com plastificante 10 e 12%. Também foram estudados tratamentos com quitosana + carnaúba 2 e 3%, cera de carnaúba, quitosana nas concentrações de 2, 3 e 4% e fécula de mandioca 2 e 3%, sendo estas duas últimas coberturas submetidas a aquecimento para gelatinização. A aplicação das coberturas foi feita através da imersão das goiabas nas soluções por 10 segundos, sendo em seguida, deixadas para secar em temperatura ambiente com ventilação forçada. Para todos os experimentos o delineamento foi inteiramente casualizado. As coberturas avaliadas afetaram mais as trocas gasosas do que a perda de matéria fresca. Com a adição do glicerol, o efeito barreira dos recobrimentos diminuiu. De forma geral os recobrimentos proporcionaram brilho e aderiram bem às frutas, melhorando a aparência em relação ao controle, exceção aos recobrimentos quitosana+carnaúba, que apresentaram intensa descamação. As coberturas protéicas melhoraram a aparência das goiabas, mas não foram eficientes em prolongar a vida pós-colheita. A quitosana não conferiu proteção satisfatória contra os patógenos, não sendo verificadas as propriedades elicitoras deste material para goiabas 'Kumagai'. Recobrimentos comestíveis podem contribuir para aumentar o período de conservação das goiabas, porém deve-se buscar formulações que minimizem a perda de matéria fresca sem restringir excessivamente as trocas gasosas.

Palavras-chave: Pós-colheita; Coberturas protéicas; Quitosana; Fécula de mandioca; Cera de carnaúba

ABSTRACT

Edible coatings in 'Kumagai' guavas

Edible coatings have especial attention currently, mainly in function of fruit conservation potential. This work was carried out to determine the effect of edible coatings of polissacarides, carnauba wax and proteins in the quality, physiology and biochemist of guavas 'Kumagai'. Edible coatings effects were evaluated on postharvest behavior of guavas storaged in room temperature (22ºC±2) for eight days. Two stages were done, the first to compare the different answers of guava submitted to many types of edible coatings and the second determine the physiologic behavior of guavas submitted to treatments selected in the first stage. All studies were done in postharvest laboratory in Produção Vegetal departament – ESALQ-USP in Piracicaba - SP. The effects of chitosan 2, 4, 6% with or without glycerol (1:1), whey protein concentrate 6, 8% and gluten 10, 12%, added of glycerol both (1:1) were studied. Chitosan plus carnauba wax 2, 3%, carnauba wax, chitosan 2, 3 e 4% e starch film of cassava 2, 3% were analyzed too. The two last coatings were submitted to heat preparation to complete melt. All coatings were submitted to heat preparation to complete melt and cooled to room temperature. The fruits were covered by 10 seconds in immersion, after this the coatings dry in room temperature by fun wind. The experiment was completely randomized design. The edible coatings affect more the gaseous exchanges than weight loss. With glycerol addition increase coating permeability. The coatings provide shine and had good adherence in fruits, the appearance became better than control fruits, but not to chitosan plus carnauba wax 2, 3%, this coating unglue of the peel fruit. The protein coatings provide good appearance, but didn't extend the postharvest. The chitosan didn't protect against patogen, and the elicit properties weren't observed in 'Kumagai' guavas. Thus edible coatings could increase postharvest of guavas, but should study formulations that minimize weight loss without restricting gaseous exchanges excessively.

Keywords: Postharvest; Protein coating; Chitosan; Starch film of cassava; Carnauba wax

1 INTRODUÇÃO

A cultura da goiabeira (*Psidium guajava L.*) é importante no contexto da fruticultura brasileira e encontra-se em crescente expansão. O Brasil produz aproximadamente 408 mil toneladas, sendo os estados de São Paulo e Pernambuco os principais produtores (IBGE, 2006). No estado de São Paulo, a produção destina-se tanto para consumo *in natura* quanto para industrialização. A maior parcela dos frutos produzidos é destinada à industrialização, entretanto, um crescimento significativo tem sido observado no mercado de frutas *in natura* (DURIGAN, 1997).

São comercializadas anualmente na CEAGESP, cerca de 11 mil toneladas (FNP, 2006), havendo maior oferta nos meses de fevereiro e março. As principais regiões produtoras de goiaba para consumo *in natura* são aquelas próximas à capital, tais como: Valinhos, Vinhedo, Campinas, Atibaia e Mogi das Cruzes, produzindo principalmente as variedades de polpa branca, sendo que a variedade mais cultivada é a Kumagai. Esta cultivar possui frutos grandes, oblongos, firmes, com a casca lisa, resistente, e de coloração verde-amarelada quando maduros (PIZA JR.; KAVATI, 1994). Já as de polpa vermelha são mais cultivadas nas regiões de Mirandópolis, Pacaembu e Monte Alto (PEREIRA, 1995).

Os processos fisiológicos de deterioração do fruto são acelerados e seus efeitos podem ser agravados pelas condições as quais são submetidos após a colheita. Quando mantida à temperatura ambiente, atingem o amadurecimento completo entre 5 e 8 dias (GONGATTI NETTO et al., 1996). O uso de tecnologias de conservação pós-colheita é imprescindível para aumentar o período de comercialização.

Este trabalho teve como objetivo determinar os efeitos de recobrimentos comestíveis a base de polissacarídeos (quitosana e fécula de mandioca), cera de carnaúba e proteínas (concentrado protéico de soro de leite e glúten) na qualidade, fisiologia e bioquímica de goiabas ‘Kumagai’.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1. Revisão bibliográfica

2.1.1. A cultura da goiabeira

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma planta da família das Myrtaceae, originária da América Tropical, cultivada no Brasil desde o Rio Grande do Sul até o Maranhão destacando-se os Estados de São Paulo e Pernambuco.

A goiaba tem boa aceitação no mercado de frutas *in natura*, apresentando elevado valor de comercialização. No Estado de São Paulo são cultivadas variedades de polpa branca, destinadas ao mercado *in natura* e as de polpa vermelha com dupla aptidão, mercado *in natura* e indústria (PEREIRA, 1995).

A variedade de polpa branca mais cultivada é a Kumagai. Esta variedade foi obtida de uma seleção realizada na região de Campinas SP, como resultado do cruzamento da goiabeira Australiana com a goiabeira IAC-4. Pode ser considerada uma planta de porte e vigor médios, com ramos longos, esparramados e de grande produtividade. Esta cultivar produz frutos grandes, com 180 a 300 gramas, oblongos, com casca lisa, de consistência firme e resistente. De coloração verde-amarelada quando maduros, apresentando polpa branca, de boa espessura, consistente, saborosa, levemente ácida, com a cavidade cheia e com poucas sementes (MANICA et al. , 2000).

Caracterizam-se por possuírem uma atividade metabólica intensa e quando mantidas à temperatura ambiente, atingem o amadurecimento completo entre 5 a 8 dias. Entrando em senescência 1 a 2 dias após o amadurecimento. Por este fato, a goiaba precisa ser comercializada rapidamente após a colheita, sob pena de grande perda na qualidade final do produto ofertado ao consumidor.

2.1.2. Fisiologia pós-colheita

2.1.2.1 Amadurecimento

O amadurecimento de frutas é acompanhado por uma série de processos físicos e bioquímicos que resultam em síntese e degradação de pigmentos, conversão de amido em açúcar, perda de firmeza, produção de voláteis (ANDREWS; LI, 1994). Inicialmente foi entendido como um processo exclusivamente catalítico, com perda do controle e da organização celular (BLACKMAN; PARIJA, 1928). Algumas décadas depois, estudos demonstram que o

amadurecimento e os processos de senescência estão sob estreito controle genético (GRIERSON, 1987; GIOVANNONI, 2001).

No amadurecimento, ocorrem reações de síntese e de degradação, sendo a energia liberada utilizada para várias atividades fisiológicas e para a manutenção da integridade celular. A energia é suprida por alguns processos degradativos, particularmente a hidrólise do amido. Uma grande demanda de energia ocorre no sistema para a continuação do processo, incluindo síntese protéica, síntese de etileno e compostos aromáticos, entre outros. As interações de mecanismos pelos quais essas mudanças são coordenadas ainda não são bem conhecidas. Uma das dificuldades é a distinção entre os fatores causadores e seus efeitos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O etileno, apesar de não ser o único hormônio a atuar no processo, é considerado o principal do amadurecimento. A interação entre os fitohormônios promotores e inibidores é o fator controlador do amadurecimento. Segundo Vendrell e Palomer (1997), o etileno e o ácido abscísico, podem ser considerados promotores, enquanto giberelinas e citocininas são possíveis inibidores do amadurecimento.

2.1.2.2. Qualidade do Fruto

O estádio de maturação no momento da colheita determina a qualidade final do fruto. Quando colhidos imaturos, além destes não apresentarem as características organolépticas desejáveis plenamente desenvolvidas, são muito susceptíveis às desordens fisiológicas. Por outro lado, quando colhidos muito maduros, entram rapidamente em senescência (BLEINROTH et al., 1996). Não existe uma padronização e um consenso do estádio de maturação ideal para a colheita de goiabas. Estas normalmente são colhidas quando a polpa ainda está firme e a coloração da casca começa a mudar de verde-escuro para verde-claro ou começando amarelecer (MANICA et al., 2000).

A qualidade não é um atributo bem definido e sim, um conjunto de muitas propriedades ou características peculiares de cada produto hortícola, englobam propriedades sensoriais (aparência, textura, sabor, aroma), valor nutritivo decorrente dos componentes químicos, propriedades mecânicas, bem como a ausência ou a presença de defeitos do produto. As características de qualidade de produtos hortícolas, de um modo geral, relaciona a composição química com os atributos organolépticos e nutricionais.

2.1.2.3. Características físico-químicas de qualidade

A diminuição da firmeza da polpa durante o amadurecimento é função principalmente, da perda da integridade da parede celular. A degradação das moléculas poliméricas constituintes da parede celular, como celulose, hemicelulose e pectina, gera alterações na parede celular levando ao amolecimento da polpa. Outros processos também podem levar ao amolecimento dos frutos, como a degradação do amido e a perda de turgor (TUCKER, 1993).

A goiaba é rica em pectina, e tem seu teor influenciado por fatores como variedade, estádio de maturação, época de desenvolvimento dos frutos e fatores climáticos (ADULSEN; KADAM, 1995; DHINGRA et al., 1983).

A determinação da firmeza é uma forma prática de avaliar o estádio de maturação do fruto. Dhingra et al. (1983), consideraram verdes as goiabas com firmeza de 85 Newtons (N) e verde-amarelas aquelas com firmeza entre 51 e 66 N.

A coloração dos frutos é um importante atributo de qualidade, não só por contribuir para uma boa aparência, mas também, por influenciar a preferência do consumidor. Durante o amadurecimento, a maioria dos frutos sofre alterações na cor, principalmente da casca. Desta forma a cor toma-se um atributo importante na determinação do estádio de maturação.

As mudanças de coloração são resultantes principalmente da degradação da clorofila, mas também é resultado da síntese de pigmentos como carotenóides e antocianinas (TUCKER, 1993). A degradação da clorofila ocorre em função das mudanças de pH, do aumento dos processos oxidativos e da ação das clorofilases (WILLS et al., 1998). A coloração da goiaba é devida a existência de pigmentos como clorofila, caroteno, xantofila e licopeno (ADSULE; KADAM,1995).

A cor da casca é o melhor índice para indicar o estádio de maturação de goiabas (AZZOLINI et al., 2004; CAVALINI et al., 2006; MERCADO-SILVA et al., 1998). Para Bleinroth (1992), deve-se ter cuidado em utilizar a cor como índice de maturação. Isto porque, frutos localizados em certas posições na copa, que recebem raios solares durante boa parte do dia e adquirem coloração muito intensa, pode resultar em uma falsa indicação do estádio de maturação.

A vitamina C encontra-se nos tecidos vegetais na forma reduzida como ácido ascórbico, ou na forma oxidada como ácido deidroascórbico, ambos com atividade vitamínica (CHITARRA; CHITARRA, 2005; PELLETIER; BRASSARD, 1977). Segundo Mokady et al.

(1984) as formas oxidadas e reduzidas do ácido ascórbico possuem valores biológicos semelhantes, sendo necessária a determinação de ambos os ácidos para a correta determinação do conteúdo de ácido ascórbico. A biossíntese do ácido ascórbico nos vegetais é um processo não entendido completamente. Segundo Smirnoff et al. (2001), a biossíntese do ácido ascórbico em plantas tem como precursor a D-manose e L-galactose.

A goiaba é uma excelente fonte de ácido ascórbico, apresentando teores entre 80 e 372mg.100.g-1 (SEYMOUR et al., 1993). O total de ácido ascórbico na goiaba é influenciado pela condição climática, temperatura, umidade do solo, cultivo e variedade (CHITARRA, 1996). Danos mecânicos, apodrecimento e senescência promovem a desorganização da parede celular promovendo a oxidação do ácido ascórbico, provavelmente devido a presença das enzimas polifenol oxidase e ácido ascórbico oxidase (MOKADY et al., 1984).

Durante o amadurecimento o teor de ácido ascórbico aumenta no fruto durante os estádios iniciais de desenvolvimento até a maturação total e, quando excessivamente maduro, o conteúdo diminui significativamente (DHILLON et al., 1987; ESTEVES et al. 1984; VAZQUEZ-OCHOA; COLINAS-LEON, 1990).

Os sólidos solúveis (SS) representam os compostos solúveis em água presentes nos frutos, como açúcares, vitaminas, ácidos, aminoácidos e algumas pectinas. O teor de SS é dependente do estádio de maturação no qual o fruto é colhido e geralmente aumenta durante a maturação pela biossíntese ou degradação de polissacarídeos (CHITARRA; CHITARRA, 1990).

Segundo Carvalho (1994), os principais açúcares responsáveis pelo sabor doce dos frutos são a frutose, a glicose e a sacarose. A frutose compreende 59,93% e 52,85% do açúcar nas variedades branca e vermelha respectivamente (MOWLAH; ITOO, 1982). Segundo Esteves e Carvalho (1982), o aumento do grau de doçura durante a maturação está relacionado com a formação e o acréscimo contínuo de frutose.

A frutose e a glicose são originadas da degradação da sacarose e dos polissacarídeos de reserva como o amido. A degradação das hexoses fosfatadas ocorre na respiração via glicólise ou no ciclo das pentoses fosfato (NULTSCH, 2000).

Após a colheita o teor de sólidos solúveis em goiaba parece não sofrer alterações significativas (JACOMINO et al., 2001; XISTO, 2002), tal fato pode ser explicado pelo baixo teor de amido em goiabas. As formas de armazenamento de açúcares em goiaba são frutose,

glicose e sacarose (ADSULE; KADAM, 1995; EL-BULUK et al, 1997; MANICA et al, 2000; SEYMOR et al, 1993).

A acidez titulável de um fruto é dada pela presença dos ácidos orgânicos. O teor desses ácidos tende a diminuir durante o processo de maturação devido à oxidação dos ácidos no ciclo dos ácidos tricarboxílicos em decorrência da respiração (BRODY, 1996), sendo fundamentais na síntese de compostos fenólicos, lipídios e aromas voláteis (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Assim, a variação da acidez pode ser um indicativo do estádio de maturação do fruto, já que a acidez decresce em função do avanço da maturação.

Na goiaba, a acidez é devida, principalmente, à presença de ácido cítrico e málico e em menores quantidades, dos ácidos galacturônico e fumárico (CHAN; KWOK, 1976), podendo a acidez variar de 0,24 a 1,79mg de ácido cítrico.100g polpa^{-1} (GEHARDT et al, 1997), o que permite classificá-la como sendo de sabor moderado e bem aceito pelo consumo de mesa.

2.1.3. Influência das podridões na qualidade

Com o ataque de microrganismos, ocorre redução da qualidade e da vida de prateleira dos produtos hortícolas, resultando em defeitos ou doenças superficiais ou com destruição dos tecidos, o que torna o produto menos atrativo ou não comercializável.

Diversas doenças causadas por fungos como a ferrugem (*Puccinia psidii* Wint), a podridão de botryodiplodia (*Botryodiplodia theobromae* Pat.), podridão parda (*Dothiorella dominicana*), podridão de frutos (*Phyllosticta psidicola* Petr.) e a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Pens.), também denominada mancha chocolate, são consideradas doenças que podem causar danos medianos a severos nas fases de florescimento, maturação e principalmente pós-colheita. A antracnose, causada pelo fungo (*Colletotrichum gloeosporioides* Pens.), inutiliza os frutos para o mercado de consumo *in natura*. Em frutos maduros, os sintomas aparecem especialmente após a colheita, como pequenas lesões deprimidas, encharcadas, de coloração marrom-clara, que mais tarde se tornam moles, usualmente recobertas por tufos de conídios cor-de-rosa sobre as áreas descoloridas. Os frutos atacados pela antracnose normalmente apodrecem (ZAMBOLIM et al., 2002). O ataque por patógenos, é provavelmente uma das causas mais sérias de perdas pós-colheita.

2.1.3.1. Indução de resistência

A resistência do hospedeiro a um patógeno pode ser definida, sob o aspecto fisiológico, como a capacidade da planta em atrasar ou evitar a entrada ou a subseqüente atividade do patógeno em seus tecidos (PASCHOLATI; LEITE, 1995; STANGARLIN, 2002).

Vários agentes podem induzir "sinais" no tecido vegetal que desencadeiam respostas de resistência sistêmica adquirida, promovendo uma proteção duradoura contra uma gama de fitopatógenos. Estes sinais promovem a ativação de mensageiros secundários como o ácido salicílico e jasmômino, levando à síntese subseqüente de fenilalanina amônia-liase (PAL), peroxidases e fitoalexinas (RESENDE, 2002; BENATO, 2003).

2.1.3.2. Fenilalanina amônia-liase (PAL) (E. C. 4.3.1.5)

Os compostos fenólicos correspondem a uma ampla faixa de substâncias, desde fenóis simples, ácidos fenólicos e flavonóides, até polímeros complexos como a lignina. De um modo geral, o estresse causado por condições ambientais adversas, ou por baixas temperaturas, bem como, os danos mecânicos e o ataque de microorganismos são condições que podem acarretar modificações no metabolismo fenólico. Tem-se demonstrado que em tecidos inoculados com microorganismos, há aumento na atividade da fenilalanina amônia-liase (PAL), nos teores de ácido clorogênico e de ligninas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os compostos fenólicos são biossintetizados por meio de diferentes rotas. Duas rotas metabólicas básicas estão envolvidas na síntese dos compostos fenólicos, a rota do ácido chiquímico e a rota do ácido malônico. A rota do ácido malônico, é mais importante em fungos e bactérias. A rota do ácido chiquímico, responsável pela biossíntese da maioria dos fenóis vegetais, converte precursores de carboidratos derivados da glicólise e da rota pentosefosfato em aminoácidos aromáticos. A classe mais abundante de compostos fenólicos secundários em plantas é derivada da fenilalanina. A principal enzima da via do ácido chiquímico é a PAL. Essa enzima retira uma amônia da fenilalanina formando o ácido cinâmico. A PAL é regulada por fatores ambientais como o nível nutricional, a luz e infecção por fungos. Entre as substâncias formadas após a ação da PAL está o ácido benzóico, o qual dá origem ao ácido salicílico, um importante composto na defesa das plantas contra patógenos (CASTRO et al. 2005). O ponto de controle parece estar no início da transcrição. A invasão por fungos, por exemplo, desencadeia a

transcrição do RNA mensageiro que codifica a PAL, aumentando a quantidade de PAL na planta, estimula a síntese de compostos fenólicos.

2.1.3.3. Peroxidase (POD) (E.C. 1.11.1.7)

A peroxidase faz parte de um grupo de enzimas conhecidas como oxiredutases promovendo inúmeras reações. A peroxidase é uma importante enzima das plantas e está envolvida em diversas reações, ligações de polissacarídeos, oxidação do ácido indol-3-acético, ligações de monômeros, lignificação, cicatrização de ferimentos, oxidação de fenóis, defesa de patógenos, regulação da elongação de células e outras (GASPAR et al., 1982; KAO, 2003). Peroxidase lidera a degradação oxidativa de compostos fenólicos próximo ao local da descompartimentalização celular provocada por patógenos. Um dos resultados mais estudados deste fenômeno é o aparecimento de substâncias escuras provenientes da polimerização oxidativa das quinonas (MACHEIX et al., 1986; BINDSCHEDLER et al., 2002). Somente o primeiro estádio da infecção permite a formação de quinonas a partir de o-difenóis pelo processo enzimático (MASON, 1955; ZHENG-CUIMING et al., 1999). No entanto, há uma seqüência de reações químicas que são ainda pouco conhecidas. A rápida intervenção da peroxidase na lesão provocada por fungo também resulta no aparecimento do fenômeno de quimiluminescência, que tem sido observado em tecidos doentes de raízes (SALIN; BRIDGES, 1981). Esta não deve ser causada por uma nova síntese de peroxidase, mas provavelmente é resultante do escurecimento proveniente da ação da enzima nos substratos, que podem ser tanto fenóis (SLAWINSKA, 1978) como outros tipos de compostos, tais como ácido indol- acético (SALIN; BRIDGES, 1983).

2.1.4. Respiração

Na fase pós-colheita, a fotossíntese torna-se limitada e os órgãos de armazenamento, se maduros, utilizam suas reservas metabólicas para a manutenção das reações de síntese (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A respiração é um dos principais fatores determinantes do potencial de longevidade das frutas na fase pós-colheita e está intimamente ligada à temperatura e à concentração gasosa ao redor das mesmas (KADER, 1986; CHITARRA; CHITARRA, 1990).

Os substratos da respiração em frutos são principalmente os açúcares, ácidos orgânicos e lipídios acumulados durante o desenvolvimento (TUCKER, 1993). Durante a respiração estas

substâncias são oxidadas em moléculas mais simples (CO_2 e O_2), com produção de energia e esqueleto carbônico que podem ser utilizados em reações de síntese. A energia liberada está sob duas formas: calor e ATP (WILLS et al.,1998).

As várias reações acopladas à respiração são responsáveis pela síntese de inúmeros compostos tais como: pigmentos, compostos fenólicos e fitohormônios (PURVIS, 1997). A atividade respiratória provoca modificações profundas nos constituintes químicos, principalmente em condições não controladas, levando à rápida senescência do fruto, interferindo assim, na qualidade do mesmo (WILLS et al., 1981).

2.1.5. Transpiração

Frutas e hortaliças apresentam, em geral, alto conteúdo de água (70% a 95%). Esta característica faz com que esses produtos percam água sempre que a umidade relativa do ar for menor que o conteúdo de água disponível para evaporação no produto. A evaporação é um fenômeno que ocorre na superfície do produto e, por isso, quanto maior a superfície em relação ao volume, maior será a evaporação (CORTEZ, 2002).

A perda de água pelo produto também aumenta à medida que a temperatura do ar ambiente aumenta. Assim, na maioria das vezes, a perda de água do produto acontecerá sempre que houver diferença de pressão de vapor entre o produto e o ar ambiente (CORTEZ, 2002).

A intensidade da perda de matéria fresca pelo processo transpiratório pode ter importância substancial durante o armazenamento e comercialização das frutas pois, em alguns casos, as elevadas perdas de matéria fresca resultam no murchamento e perda de firmeza e, conseqüentemente, na perda de qualidade.

A transpiração é conseqüência do déficit de pressão de vapor (DPV) e do coeficiente de transpiração. O DPV é a diferença entre a pressão de vapor dos espaços intercelulares dos tecidos da fruta e a pressão de vapor do ar circundante a ela. O coeficiente de transpiração é a perda de umidade de uma fruta em uma unidade de tempo por déficit de pressão de vapor. Quanto maior o DPV, maior será a perda de água pela transpiração (KLUGE et al., 2002).

Para reduzir a perda de água deve-se, elevar a umidade do ar do ambiente, reduzir a temperatura do produto, adequar a ventilação, ou utilizar embalagem adequada ou mesmo a aplicação de soluções filmogênicas (KLUGE et al., 2002).

2.1.6. Etileno

O etileno é um fitohormônio atuante em diversas fases, como crescimento, desenvolvimento, amadurecimento e senescência. É conhecido como o hormônio do amadurecimento, principalmente em frutas climatéricas. Para Leliévre et al. (1997), o etileno pode promover diferentes respostas em função do estágio de desenvolvimento, das condições ambientais e da espécie ou mesmo da variedade.

Este fitohormônio, encontrado nos espaços intercelulares, é formado a partir do aminoácido metionina via SAM (S-adenosil L-metionina). O SAM é convertido à ACC (ácido 1-aminoacilciclopropano 1-carboxílico), sendo catalisado pela enzima ACC sintase. O ACC é então oxidado a etileno através da ação da enzima ACC oxidase, (TAIZ; ZEIGER, 2004).

O etileno é biologicamente ativo em pequenas quantidades e seus efeitos são na agricultura (ABELES et al., 1992).

A ação do etileno é dependente da sua ligação a um receptor. Estudos em Arabdopsis têm mostrado que este receptor possivelmente seja um complexo enzimático designado ETRI (FLUHR; MATTOO, 1996). O etileno liga-se ao receptor ETR1 (ou em suas múltiplas isoformas) que é uma proteína integral da membrana do retículo endoplasmático, formando um complexo ativado que desencadeia um processo de reação em cascata, e leva à modificação da expressão gênica, com conseqüentes respostas fisiológicas e bioquímicas.

Em alguns casos, o etileno estimula a síntese de antocianinas e carotenóides (RUGINI et al., 1982; STEWART; WHEATON, 1972), os quais são pigmentos vegetais que conferem cor azul, roxa, vermelha, laranja, e cores amarelas, alguns dos quais são fortes anti-oxidantes (WATADA, 1986). Da mesma forma, o etileno pode estimular a destruição da clorofila (KADER, 1985; SALVEIT, 1999; WATADA, 1986).

O aumento da biossíntese de etileno durante o climatério é considerado o fator responsável pelo início do amadurecimento em frutos climatéricos (ABELES et al., 1992; BIALE, 1960; GRIERSON, 1987; MCGLASSON, 1985; OETIKER; YANG, 1995).

McMurchie et al. (1972), distinguiram dois sistemas de produção de etileno (sistema I e sistema II), os quais estão associados com a fase pré-climatérica e climatérica. O sistema I é responsável pelos baixos níveis de produção de etileno presente no pré-climatérico e na produção de etileno dos tecidos vegetativos e frutos não climatéricos (ABELES et al., 1992; KNEE, 1985; OETIKER; YANG, 1995).

A fase climatérica é decorrente do sistema II da biossíntese de etileno, no qual ocorre a produção autocatalítica. Segundo Vendrell e Palomer (1997), o aumento da produção autocatalítica de etileno se deve ao aumento da atividade da ACC sintase.

Para Abdi et al. (1998), a classificação dos frutos em climatéricos e não climatéricos é uma grande simplificação do processo de amadurecimento. Os dados sobre fisiologia pós-colheita de goiabas são limitados. A maioria dos cultivares parece apresentar um padrão de respiração do tipo climatérico. Oliveira (1996), observou comportamento do tipo climatérico para goiaba branca 'Kumagai' e Azzolini (2002) observou para goiaba 'Pedro Sato'.

2.1.7. Influência do O_2 e CO_2

A redução da concentração de O_2 abaixo de 8% e o aumento do CO_2 para níveis acima de 2% retardam o início do amadurecimento, quando os frutos estão armazenados no estádio pré-climatérico. No entanto, existem limites mínimos dos níveis de O_2 e máximos nos níveis de CO_2, para não provocarem distúrbios fisiológicos (KADER, 1992). O aumento nos níveis de CO_2 e a redução dos níveis de O_2 podem retardar o amadurecimento do fruto, isso porque a respiração é um dos principais fatores determinantes do potencial de longevidade das frutas na fase de pós-colheita, (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Níveis superiores ao limite de tolerância de CO_2, para uma combinação de tempo-temperatura, podem provocar danos como amadurecimento irregular, aumento da biossíntese de etileno, aceleração da deterioração e agravamento de outras desordens fisiológicas. Níveis muito baixos de O_2 podem provocar anaerobiose dos frutos, com conseqüente alteração do aroma e do sabor, por causa do acúmulo de acetaldeído e etanol (KADER, 1992; ZAGORY; KADER, 1988).

Acetaldeído é um componente natural do aroma, está presente em quase todas as frutas. O acúmulo ocorre durante o amadurecimento mesmo sob condições aeróbias, porém o acúmulo é muito maior sob condições anaeróbias (PESIS, 2005).

Para armazenamento de goiabas, Carraro e Cunha (1994) e Durigan (1997), recomendam o emprego de temperatura entre 8 e 10ºC em atmosfera contendo 3% de O_2 e 7,5-8% de CO_2 que seria a mais adequada para o correto desenvolvimento da fruta. Partindo-se destas condições, muitos trabalhos foram feitos e mostraram a eficiência deste método de conservação de goiabas, diminuindo a perda de matéria fresca e retardando o amadurecimento (MOZINI; GORINI, 1973; CASTRO; SIGRIST, 1988; JACOMINO, 2001).

A conservação de hortaliças e frutas em condições de atmosfera modificada e controlada compreende o armazenamento realizado sob condições de composição da atmosfera diferente daquela presente na atmosfera do ar normal (LANA; FINGER, 2000). Atmosfera controlada, significa manter os gases sob determinados níveis através da determinação periódica deles para se ter a concentração adequada. A mistura gasosa é injetada nas câmaras, hermeticamente fechadas, onde os produtos são armazenados (ZAGORY; KADER, 1988).

Atmosfera modificada é caracterizada pela presença de uma barreira artificial à difusão de gases em torno da fruta, resultando numa redução do nível de O_2, aumento do nível de CO_2 e aumento do teor de vapor d'água. Estas alterações variam, principalmente, com a natureza e espessura da barreira, taxa respiratória do fruto, relação entre massa do produto e área superficial da barreira e temperatura de armazenamento (SMITH et al., 1987; CHRISTIE et al., 1995).

2.1.8. Recobrimentos

A atmosfera modificada também pode ser produzida pelo uso de recobrimentos aplicados a superfície dos produtos (SMITH et. al, 1987; CISNEROS-ZEVALLOS; KROCHTA, 2003). Alguns recobrimentos também possuem propriedade antifúngica, podem melhorar a aparência do produto e ainda reduzir a perda de água. A utilização de coberturas em alimentos não é uma prática recente. Esta técnica começou a ser estudada com maior aprofundamento, na década de 1980. O uso de coberturas em goiabas não é uma prática empregada comercialmente, entretanto, os poucos trabalhos de pesquisa existentes mostram resultados promissores (OJEDA, 2001; JACOMINO et al.,2003).

Muitos tipos de solução de recobrimento comestível, barreiras semipermeáveis às trocas gasosas (CO_2 e O_2), tem sido aplicados na preservação dos produtos frescos (CHOI et al., 2002). Os materiais mais utilizados na composição de recobrimentos comestíveis são os lipídeos (óleo ou cera de parafina, cera de abelhas, cera de carnaúba, óleo vegetal, óleo mineral, etc.), polissacarídeos (celulose, pectina, amido, carragena, quitosana, etc.), e proteínas (caseína, gelatina, albumina de ovo, etc.) (BALDWIN et. al., 1995).

Os recobrimentos comestíveis podem melhorar o marketing alimentício, com relação a qualidade nutricional, segurança, e aumento no tempo de conservação, pois têm muitas funções como: retardar as perdas de umidade, retardar as trocas gasosas, aumentar a integridade estrutural, provendo alguma proteção física contra injúrias, reter componentes voláteis,

constituintes do odor e do sabor, ou mesmo conter aditivos alimentícios, como agentes antimicrobianos (DONHOWE; FENNEMA, 1994; KROCHTA; DE MULDER-JOHNSTON, 1997; NELSON; FENNEMA, 1991; KESTER; FENNEMA, 1986). O propósito dos recobrimentos para frutas é basicamente imitar a barreira natural cuticular, se já existente, ou repor nos casos onde foi removida por lavagem ou manuseio (BALDWIN, 1994).

Muitas composições de recobrimentos, publicados na literatura nos últimos dez anos, contêm polissacarídeos como base. Para estes recobrimentos, as vantagens são maiores nas trocas gasosas do que na diminuição da perda de umidade. Recobrimentos de polissacarídeos, devido a sua natureza hidrofílica, formam uma barreira pouco efetiva à umidade. (KESTER; FENNEMA, 1988). A permeabilidade ao CO_2 e O_2, no entanto, resulta num retardamento na maturação em muitos frutos climatéricos, aumentando a vida de prateleira, sem criar severas condições anaeróbicas (BALDWIN, 1994). Um produto que está sendo estudado para uso como recobrimento é a quitosana (Figura 1). Quitosana é um aminopolissacarídeo obtido da desacetilação da quitina o qual é um dos mais abundantes polímeros naturais nos organismos vivos tal como crustáceos, insetos e fungos. É uma fibra animal, que tem sido comprovada como não tóxica e biodegradável. A quitosana pode exercer dupla função, interferindo diretamente no crescimento do patógeno e ativando várias respostas de defesa no tecido vegetal (EL GHAOUTH et al. 1992; 1994; AGRAWAL et al., 2002). Quanto às propriedades fungistática e fungicida contra patógenos de vários frutos e vegetais, a quitosana possui diferentes mecanismos de ação que incluem o acúmulo de quitinase, síntese de inibidores de proteinase, lignificação, indução da síntese de calose, elicitação da produção de fitoalexinas e peróxido de hidrogênio e indução da atividade da PAL. (ROMANAZZI et al. 2002; AGRAWAL et al. 2002; KHAN et al. 2003). Além disso, algumas propriedades antibacterianas e antifúngicas têm sido descritas com a utilização da quitosana (COMA et al., 2002; EL GHAOUTH et al., 1991). Hosokawa et al. (1990) afirmou que a quitosana tem baixa permeabilidade para oxigênio e gás carbônico e pode formar uma cobertura semi-permeável, a qual pode modificar a atmosfera interna, retardando o amadurecimento e diminuindo as taxas de transpiração em frutas e vegetais (ARAI et al., 1968).

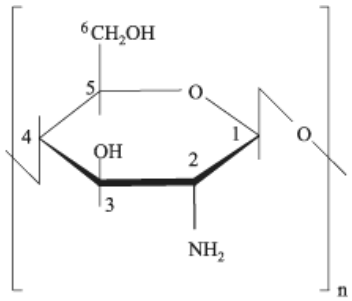


Figura 1 - Molécula de quitosana

A obtenção de películas de amido baseia-se no princípio da gomificação da fécula (altas temperatura, com excesso de água), com posterior retrodegradação. Na retrodegradação pontes de hidrogênio são estabelecidas e o material disperso volta a se organizar em macromolécula, originando uma película protetora em volta do fruto. Não sendo tóxica, pode ser ingerida juntamente com os frutos e hortaliças, sendo facilmente removida quando necessário. Além disso, como é produzida a partir da mandioca, apresenta-se como produto comercial de baixo custo. (CEREDA et al, 1992).

Proteínas para filmes comestíveis podem ser derivadas do milho, trigo, soja, colágeno entre outras. Estas provêm boa barreira para O_2 e CO_2, mas não para a água (PARK; CHINNAN, 1990). Proteínas do soro de leite, quando processadas apropriadamente, produzem filmes flexíveis, transparentes e sem odores (GENNADIOS et al., 1994). Coberturas à base de proteínas do soro de leite formam excelentes barreiras ao O_2, devido à natureza polar de suas proteínas.

Filmes protéicos de glúten de trigo podem ser produzidos pela deposição e secagem da dispersão do glúten. Etanol é o solvente mais comum empregado na solução formadora de filme. Glúten de trigo contém cerca de 75-85% de proteínas no pó desidratado (KASARDA et al., 1971). Filmes de glúten são conhecidos por serem bons em barrar O_2 e CO_2 e suas propriedades mecânicas são comparáveis aos filmes poliméricos, são transparentes, mecanicamente resistentes e relativamente resistentes a água, mas estes filmes têm alta permeabilidade a água devido a sua natureza hidrofílica (GENNADIOS; WELLER, 1990; GUILBERT et al., 2002).

A cera à base de carnaúba é obtida a partir da palmeira brasileira (*Copernicia cerifera*), tem sido comercializada sob inúmeras marcas, em diferentes concentrações e misturas. Pode ser

aplicada em produtos os quais se consome a casca, pois não é tóxica. Confere brilho e reduz a perda de massa fresca dos produtos. (HAGENMAIER; BAKER, 1994).

A cera à base de carnaúba é composta de ésteres de alto peso molecular, com comprimento médio de cadeia de 56 carbonos (80 – 85%), além do alto conteúdo de álcoois livres, que conferem características ideais de barreiras a gases e vapor de água. (CARVALHO FILHO, 2000).

2.2. Material e métodos

Este trabalho foi executado em duas etapas, num total de três experimentos conduzidos no Laboratório de Pós-colheita do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ–USP, em Piracicaba-SP.

Foram utilizados lotes uniformes de goiabas da variedade Kumagai provenientes de pomares comerciais do município de Campinas. As frutas possuíam tamanho médio, sem defeitos, colhidas quando a cor da casca começa mudar de verde-escuro para verde-claro e com valores próximos de 117º para o ângulo de cor e 85 N para firmeza da polpa, com base nos índices definidos por Jacomino (2004) para a caracterização do estádio de maturação. As goiabas foram imediatamente transportadas ao laboratório de pós-colheita do Depto. de Produção Vegetal onde foram lavadas em água corrente, higienizadas em solução de hipoclorito de sódio a 200ppm de cloro ativo. Em seguida foram submetidas aos vários tratamentos com recobrimentos. As goiabas foram imersas nas soluções durante 10 segundos e colocadas para secar em câmara com circulação forçada de ar. Em seguida, permaneceram armazenadas a 22ºC±2 e 70%UR durante 8 dias.

2.2.1. Primeiro experimento: Avaliação de coberturas de quitosana e proteínas na conservação de goiabas 'Kumagai'

No primeiro experimento utilizaram-se as seguintes soluções filmogênicas:

- quitosana (Cyrbe Química Ltda.) nas concentrações de 2, 4 e 6% sem plastificante.
- quitosana nas concentrações de 2, 4 e 6% com o plastificante glicerol (Synth) na proporção de 1:1 (polissacarídeo:plastificante).
- concentrado protéico de soro de leite CPSL (Calpro) nas concentrações de 6 e 8%, com glicerol 1:1 (proteína:plastificante) da solução.

- glúten (Viten/vital-wheat gluten) nas concentrações protéicas de 10 e 12%, com glicerol 1:1 (proteína:plastificante).

Goiabas sem recobrimento foram utilizadas como controle.

A quitosana foi pesada juntamente com ácido cítrico, diluída em água destilada (peso/peso) e homogeneizada em agitador magnético por 120 minutos, até a completa dissolução. O glicerol foi adicionado após a diluição da quitosana.

O concentrado protéico de soro de leite foi pesado e diluído em água destilada, sendo em seguida adicionado o glicerol. A solução foi homogeneizada até a completa dissolução e aquecida em banho-maria a 90ºC por 30 minutos. Em seguida, foi resfriada até atingir temperatura de 25ºC e o pH ajustado para 7,0, com NaOH.

O preparo das soluções protéicas de glúten seguiu a metodologia de Gennadios et al. (1993), com algumas modificações. O glúten foi dissolvido em 65mL de etanol (95%) e 35mL de água destilada (peso/volume) e em seguida foi acrescentado o glicerol. A solução foi agitada com agitador magnético, sendo feita a correção do pH para 10, com NaOH. A solução foi aquecida por 10 minutos a 75ºC, centrifugada a 2000 rpm a 5ºC por 10 minutos e aplicada nas frutas.

O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 11 x 2 (11 tratamentos e 2 dias de análise) para as variáveis, teor de sólidos solúveis, ácido ascórbico e firmeza da polpa. Para as variáveis perda de massa fresca e cor da casca o delineamento foi em esquema fatorial 11 x 8 dias de análise. Cada tratamento foi composto de 5 repetições de 3 goiabas.

2.2.2. Segundo experimento: Avaliação de coberturas de polissacarídeos e cera na conservação de goiabas 'Kumagai'

No segundo experimento foram estudados as seguintes soluções filmegênicas como:

- quitosana nas concentrações de 2, 3 e 4%, sem a adição do plastificante glicerol. Foi incluído aquecimento no modo de preparo deste recobrimento.
- fécula de mandioca nas concentrações de 2 e 3%.
- cera de carnaúba comercial Megh Wax ECF 100 (Megh Indústria Química Ltda).
- quitosana + cera de carnaúba 2 e 3%, desenvolvido na Faculdade de Engenharia Química da USP, em São Carlos.

Goiabas sem recobrimento foram utilizadas como controle.

As soluções de quitosana e fécula de mandioca foram preparadas no próprio laboratório de Pós-colheita do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ-USP. Goiabas sem recobrimento foram utilizadas como controle.

A quitosana foi pesada juntamente com ácido cítrico, diluída em água destilada (peso/peso) e homogeneizada em agitador magnético por 120 minutos. As soluções de fécula foram diluídas em água destilada (peso/peso). Os recobrimentos foram aquecidos em banho-maria a 90ºC, até ocorrer a gelatinização, e colocados para resfriar até temperatura ambiente.

A cera de carnaúba é uma emulsão leitosa de caráter não iônico com 20 a 30% de cera de carnaúba, foi diluída em cinco partes de água destilada para a aplicação nas frutas, obedecendo as recomendações do fabricante que permite a diluição em até 6 partes de água. Em seguida foi aplicada sobre as frutas.

O recobrimento de quitosana + carnaúba foi aplicado sobre as frutas na concentração original de 3% de solutos e após diluição na concentração para 2% de solutos.

O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 9 x 2 (9 tratamentos e 2 dias de análise) para as variáveis teor de sólidos solúveis, ácido ascórbico e firmeza da polpa, e fatorial de 9 x 8 dias de análise para perda de massa fresca e cor da casca. Cada tratamento foi composto de 4 repetições de 4 goiabas.

2.2.3. Terceiro experimento: Fisiologia e bioquímica de goiabas 'Kumagai' recobertas com filmes comestíveis

Baseado nos resultados obtidos nos experimentos anteriores foram selecionados quatro recobrimentos que apresentaram algum potencial de conservação ou que causaram modificações significativas na fisiologia das goiabas. Foram inseridas avaliações de respostas fisiológicas e bioquímicas, além de observações da superfície do fruto pelo uso de microscopia eletrônica de varredura. O preparo dos recobrimentos seguiu a mesma metodologia da etapa anterior.

Utilizaram-se soluções filmogênicas de quitosana 2 e 6 %, fécula de mandioca 2 e 3 %, ambas sem a adição de plastificante. Goiabas sem recobrimento foram utilizadas como controle.

O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial com 5 tratamentos e cinco dias de análise. Cada tratamento foi composto de 4 repetições de 4 goiabas.

2.2.4. Metodologia das análises realizadas

Atividade respiratória e produção de etileno

Para as determinações da atividade respiratória e da produção de etileno, as goiabas foram colocadas em frascos herméticos de vidro com capacidade de 600ml e septo de silicone nas tampas. Os frascos foram fechados por 60 minutos para coleta das amostras de gás, as quais foram injetadas em cromatógrafo a gás (Thermoquest GC Trace 2000) com coluna, metanador e detector de ionização de chama (FID). Os resultados expressos em ppm de CO_2 e de etileno foram utilizados no cálculo da atividade respiratória e da produção de etileno respectivamente. No caso do etileno os fracos permaneceram fechados por 120 minutos, com as amostras injetadas em uma via sem metanador. As determinações foram realizadas diariamente durante os oito dias. Foram utilizadas 6 repetições com uma goiaba por frasco, para cada tratamento.

Acetaldeído

Para as determinações do acetaldeído e do etanol utilizou-se metodologia adaptada de Davis e Chace Júnior (1969). Foram preparadas amostras padrões de etanol e acetaldeído e injetadas em cromatógrafo a gás equipado com coluna Porapack N de 1,8m e detector de ionização de chama (FID), para estabelecimento da curva padrão. As configurações do cromatógrafo foram: forno: 140ºC durante 8 minutos. Após esse tempo, aumento de 20ºC a cada minuto até atingir 180ºC, ficando nesta temperatura por 2 minutos para limpeza da coluna; injetor: 150ºC; detector: 180ºC; pressão: 190 KPa (constante) e fluxo de N_2 de $70mL.min^{-1}$. Amostras de 1g de polpa de goiaba foram colocadas em frascos de 40mL, os quais foram mantidos em banho-maria a 50ºC por 30 minutos. Decorrido este tempo, amostras de 1mL de gás foram coletasdas do interior dos frascos com seringa Gastight marca Hamilton de 2,5ml e injetados no cromatógrafo. Os teores de acetaldeído e de etanol das amostras foram calculados correlacionando as respectivas áreas cromatográficas com aquelas obtidas nas curvas padrões. Os resultados foram expressos em $\mu g.g^{-1}$.

Clorofila

Para as determinações do teor de clorofila utilizou-se a metodologia adaptada de Arnon (1949). Coletaram-se 5 gramas de casca da goiaba, retirando-se com lâmina de aço, apenas a parte mais externa da casca a qual foi macerada em almofariz. Adicionando-se, na primeira, vez

acetona P.A. e as seguintes acetona 80%, sendo que entre cada homogeneização o sobrenadante foi filtrado em papel de filtro para balão volumétrico de 50ml. O processo foi repetido até que a amostra ficasse totalmente branca. Após este procedimento, uma alíquota de 5ml foi transferida para outro balão de 50ml e completado o volume com acetona 80%. As leituras foram realizadas em espectofotômetro Femto modelo 700 plus no comprimento de onda 652nm para determinação do teor de clorofila.

Enzimas

Para as determinações da atividade da fenilalanina amônia-liase (PAL - EC 4.3.1.5) foi utilizada a seguinte metodologia adaptada por Peixoto et al. (1999). Amostras de 0,1g de casca foram maceradas em N_2, e foram adicionados 10ml de tampão borato de sódio 0,1M de pH 8,8 contendo PVP (5% m/v). Ao tampão borato 0,1M adicionou-se 1,2ml de β-mercaptoetanol para cada 1000ml de tampão. Logo em seguida os tubos foram levados à centrífuga a 12000rpm por 20 minutos, a 4°C. Uma vez retirados da centrífuga, os extratos brutos foram filtrados em lã de vidro. Desse extrato filtrado foi retirado 1ml, que recebeu então 1ml de tampão borato de sódio 0,2M.

Foi necessária a composição de dois brancos: branco geral, para calibrar o espectrofômetro, e o branco da amostra, que desconta o valor dos pigmentos quando comparado à amostra. O branco geral é constituído de 1,5ml de tampão borato 0,1M mais 1,5ml de tampão borato 0,2M. O branco do tratamento constituiu-se de 1ml de filtrado e 2ml de tampão borato 0,2M. Já as amostras constituíram-se de 1ml de filtrado, 1ml de tampão borato 0,1M e 1ml de fenilalanina (que foi adicionada após 5 minutos de banho térmico).

Em seguida foi calculada a atividade da fenilalanina amonia-liase utilizando a fórmula a seguir e o resultado expresso em mmoles.min^{-1} ou KAT.

$$Z = \frac{L}{60} \times \frac{V}{v \cdot d \cdot \epsilon_{290}}$$

Onde:

Z = unidade de atividade da fenilalanina amonia-liase.

L = leitura realizada no espectrofotômetro a 290nm.

V = volume total.

v= volume de amostra.

d = distância óptica percorrida (cubeta): 1cm.

ϵ_{290} = coeficiente de extinção molar: 10^4 $mM^{-1}.cm^{-1}$.

Para as determinações da atividade da Peroxidase – POD (EC 1.11.1.7), utilizou-se metodologia adaptada de Lima (1994), como descrito a seguir: As amostras foram pesadas (300mg), maceradas em N_2 em cadinhos contendo 5ml de tampão fosfato de potássio 0,2M, de pH 6,7 e então centrifugadas a 10000rpm a 4°C, durante 10 minutos, obtendo-se o extrato bruto. Foi utilizado o sobrenadante como fonte da enzima peroxidase.

Foram elaboradas duas soluções: Solução A e Solução B. A Solução A é constituída da diluição de 2,2ml de H_2O_2 35% em 10ml de H_2O destilada. Tomaram-se 0,5ml desta solução e completou-se para 50ml com tampão fosfato. A Solução B foi preparada diluindo-se 83,3mg de APP (aminoantipirina) em 10ml de H_2O destilada e 163mg de fenol em 70ml de H_2O destilada. Juntaram-se as duas diluições e completou-se para 100ml de H_2O destilada.

Após a centrifugação, em tubos de ensaio adicionamos 1ml do sobrenadante da amostra, 0,5ml de Solução A e 0,5ml de Solução B. O branco constituiu-se de 0,5ml de Solução A, 0,5ml de Solução B e 1,0ml de tampão.

Os tubos foram então mantidos em banho-maria a 30°C por 5 minutos. Após esse intervalo adicionaram-se 2,0ml de álcool etílico absoluto para interromper a reação. A leitura da absorbância foi realizada em Espectrofotômetro FEMTO 700 Plus, comprimento de onda de 505nm.

A atividade da peroxidase foi expressa em mol de H_2O_2 decomposto.min^{-1}, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$UA = \frac{(L \times \text{Volume Total})}{(6{,}58 \times \text{tempo} \times \text{Volume da amostra})}$$

Onde:

UA = unidade de atividade da Peroxidase.

L = leitura da Absorbância a 505nm.

Tempo = em minutos, gastos no banho-maria.

6,58 = (fator de correção).

Micro-fotografias

Para as micro-fotografias eletrônicas de varredura - MEV retirou-se, com lâmina de aço, parte da casca das goiabas de cada tratamento, após a secagem das coberturas. Inicialmente as amostras da casca foram fixadas em lâmina de vidro, utilizando fita adesiva nas extremidades, e colocadas para desidratar em dessecador com sílica, sem o uso de fixadores químicos. Após 72 horas pequenos pedaços foram retirados e colados em suporte metálico (stubs). As amostras nos stubs foram recobertas com uma fina camada de ouro em pó, utilizando-se o metalizador. Para observação utilizou-se microscópio LEO 435VP – ZEISS.

Análises físico-químicas

Coloração da casca: determinada com colorímetro Minolta, modelo CR-300, com a seguinte configuração: sistema de cor L C h, iluminante D65 e observador padrão 2º. Foram realizadas 2 leituras por fruta, em lados opostos de sua região equatorial e os resultados expressos em ângulo de cor (hº), de acordo com McGuirre (1992);

Teor de sólidos solúveis (SS): leitura direta em refratômetro marca Atago, modelo Pallete -101 e os resultados expressos em ºBrix;

Acidez titulável (AT): determinada de acordo com metodologia descrita por Carvalho et al. (1990) e os resultados expressos em % de ácido cítrico na polpa;

Firmeza da polpa: determinada com penetrômetro digital, com ponteira de 8 mm na região equatorial da fruta, após a retirada da casca, tomando-se duas leituras por fruta. Os resultados foram expressos em Newton.

Teor de ácido ascórbico: determinado por titulometria, de acordo com metodologia descrita por Carvalho et al. (1990), e os resultados expressos em mg de ácido ascórbico por 100g de polpa;

Incidência de podridão: avaliada visualmente contando-se o número de goiabas com presença de podridão, que continham lesões com diâmetro superior a 0,5 cm. Os resultados foram expressos em porcentagem de goiabas com podridão.

2.3. Resultados e discussão

2.3.1 Primeiro experimento: Avaliação de coberturas de quitosana e proteínas na conservação de goiabas 'Kumagai'

Ao final de 8 dias a perda de massa variou de 5,67% a 8%, sendo que o controle apresentou a maior perda. De modo geral as coberturas pouco influenciaram na perda de massa fresca. Mas alguns tratamentos diferiram significativamente do controle ($P \leq 0,05$), foram eles: quitosana 4%, quitosana 6%, quitosana + glicerol 2%, quitosana + glicerol 6%, concentrado protéico de soro de leite + glicerol 8%, glúten + glicerol 10%. O tratamento com quitosana 6% foi o que apresentou a menor perda diferindo significativamente ($P \leq 0,05$) de todos os tratamentos, no oitavo dia de armazenamento (Figura 2A).

Recobrimentos de polissacarídeos e protéicos, devido a sua natureza hidrofílica, formam barreira pouco efetiva à umidade (KESTER; FENNEMA, 1988). Era esperado que os recobrimentos à base de polissacarídeos e protéicos apresentassem pouca interferência nesta variável.

Segundo Banks et al. (1993) a perda de massa fresca deve ser estudada em conjunto com outras características para a avaliação do processo de amadurecimento, pois a barreira à saída de água também pode impedir a troca de gases, bloqueando com isso o processo de amadurecimento e conduzindo à anaerobiose das frutas.

As goiabas foram colhidas com cor da casca mudando de verde escuro para verde claro o que correspondeu ao ângulo de cor de 116,8º e ao final de 8 dias de armazenamento a 22ºC apresentaram valores entre 102° e 95º, com exceção do tratamento quitosana 6%, que se manteve verde, apresentando o valor de ângulo de cor (hº) 114,64° (Figura 2B). Os demais tratamentos não diferiram significativamente ($P \leq 0,05$) entre si, nem do controle.

A cor da casca expressa em ângulo de cor (hº), constitui-se numa medida objetiva que identifica adequadamente a mudança de cor de verde para amarelo, onde 180º representa cor totalmente verde e 90º cor totalmente amarela. As modificações na coloração das frutas com o amadurecimento são devidas a processos degradativos ou de síntese, sendo um dos principais critérios de julgamento do amadurecimento de frutas e hortaliças. É provável que a modificação da atmosfera promovida pelo recobrimento quitosana 6% tenha influenciado na degradação da clorofila, mantendo essas frutas mais verdes que os demais tratamentos.

Modificações na atmosfera podem afetar a atividade respiratória podendo atingir anaerobiose, o que resulta na produção de maiores quantidades de acetaldeído e etanol. Entretanto, baixo nível de O_2 também reduz a atividade de enzimas chave do processo respiratório, como a piruvato desidrogenase e a citocromo oxidase, e pode afetar a ACC oxidase enzima responsável pela produção de etileno. Alto nível de CO_2 diminui a atividade de enzimas como fosfofrutoquinase e a succinato desidrogenase e pode inibir a ação do etileno. Desta forma, a modificação da composição gasosa afeta diretamente os processos responsáveis pela degradação da clorofila.

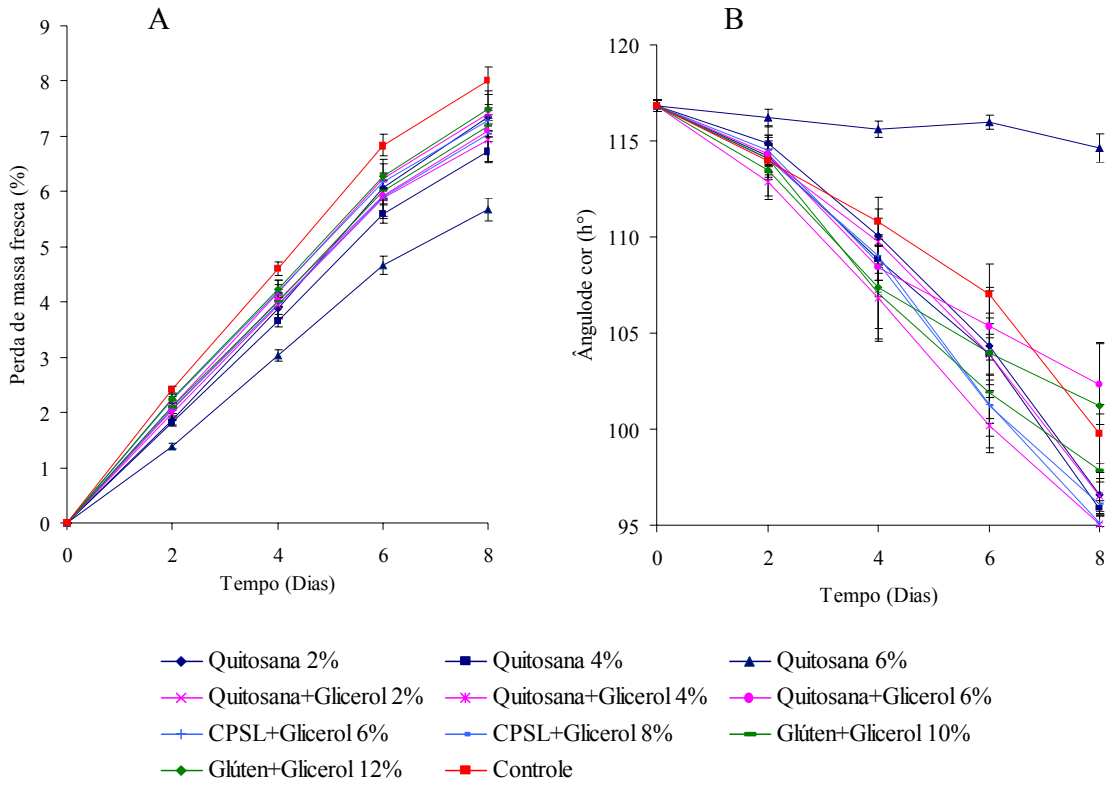


Figura 2 - Perda de massa fresca (A) e cor da casca (B) de goiabas tratadas com recobrimentos e armazenadas a 22ºC e 70%UR. CPSL+Glicerol = concentrado protéico de soro de leite mais glicerol. Barras verticais representam o erro padrão da média

Na Figura 3 pode-se observar as diferenças de brilho entre os tratamentos. O brilho foi mais intenso nas coberturas com maiores quantidades de solutos. O concentrado protéico de soro de leite 8% e o glúten 12% proporcionaram brilho excessivo, aparentando aspecto artificial.

O concentrado protéico de soro de leite 6% conferiu brilho natural, com boa aparência. Em contra partida, as frutas do controle apresentaram aparência opaca e murcha.

O tratamento com quitosana 6% apresentou brilho intenso e manteve a casca mais verde que os demais inclusive quando comparado à mesma concentração de quitosana com glicerol. Thomazine et al. (2005) observaram que com o aumento na concentração de plastificante, em filmes de gelatina, ocorre aumento da permeabilidade ao vapor d'água e da flexibilidade do filme. O glicerol é um plastificante por sua habilidade em reduzir pontes de hidrogênio, enquanto aumenta os espaços intermoleculares, e diminui as interações entre as cadeias de polímeros.

Observa-se que as coberturas recobriram as frutas de modo uniforme, sem apresentar descolamento da casca (Figura 3).

Quitosana 2%	Quitosana 4%	Quitosana 6%
Quitosana + glicerol 2%	Quitosana + glicerol 4%	Quitosana + glicerol 6%

Concentrado protéico de soro de leite + glicerol 6%	Concentrado protéico de soro de leite + glicerol 8%
Glúten + glicerol 10%	Glúten + glicerol 12%

Controle

Figura - 3 Goiabas ‘Kumagai’ tratadas com recobrimentos, no oitavo dia de armazenamento a 22°C e 70%UR

O teor de sólidos solúveis (SS) foi de 8,2ºBrix no dia da colheita e atingiu valores de 9,2ºBrix ao final do armazenamento (Tabela 1). As frutas recobertas não diferiram significativamente ($P \leq 0,05$) do controle, nem entre si, na avaliação realizada no oitavo dia de armazenamento, indicando que os materiais testados não influenciaram esta variável. Embora a goiaba seja uma espécie que praticamente não armazena amido, pequenos incrementos no teor de sólidos solúveis (SS) têm sido observados durante o amadurecimento. Incremento no teor de SS foi encontrado por Jacomino et al. (2003) e Fakhouri e Grosso (2003) em goiabas 'Kumagai', utilizando outros tipos de coberturas. Segundo Chitarra e Chitarra (2005) o teor de açúcares usualmente aumenta com o amadurecimento das frutas por meio de processos biossintéticos ou pela degradação de polissacarídeos.

Para acidez titulável os recobrimentos não diferiram ($p \leq 0,05$) das frutas do controle, nem entre si, no oitavo dia (Tabela 1). A acidez em produtos hortícolas é atribuída, principalmente, aos ácidos orgânicos que se encontram dissolvidos nos vacúolos das células, tanto na forma livre, como combinada com sais, ésteres, glicosídeos, etc. São numerosos os compostos ácidos, os quais também apresentam natureza química variada. Em frutas os principais são o cítrico e o málico, variando de acordo com a espécie. O aumento da acidez titulável pode ser explicado, em parte, pelo aumento no teor de ácido ascórbico, o qual também foi verificado em todos os tratamentos. Basseto (2002) observou aumento na acidez de goiabas 'Pedro Sato' tratadas com 1-metilciclopropeno. Segundo Azzolini (2002) em goiabas colhidas no estádio 2 (cor da casca mudando de verde escuro para verde claro) a porcentagem de acidez titulável foi crescente até o quarto dia após a colheita. Mercado-Silva et al. (1998) trabalhando com goiabas 'Media China' verificou baixa porcentagem de acidez titulável durante os estádios iniciais do amadurecimento seguidos de aumento quando ocorreu a mudança do estádio 2 para o estádio 3. Este comportamento também foi descrito por Dhillon et al. (1987) para frutas com desenvolvimento durante o período chuvoso e na estação do inverno.

O teor de ácido ascórbico dos tratamentos quitosana 2 e 4%, quitosana + glicerol 2% não diferiram do controle no oitavo dia. O tratamento glúten+glicerol 10% apresentou o menor valor de ácido ascórbico entre todos os tratamentos. Os outros tratamentos apresentaram valores intermediários (Tabela 1). El-Buluk et al. (1997) estudando diversos cultivares de goiaba, observou que o teor de ácido ascórbico aumentou lentamente durante os estádios iniciais e significativamente durante o amadurecimento, independente da cultivar. Estes resultados também

foram observados por Rodriguez et al. (1971). Esperava-se que o tratamento quitosana 6%, o qual prejudicou o amadurecimento normal da goiaba apresentasse restrição no aumento dos teores desta variável. Mercado-Silva et al. (1998) e Manica et al. (2000) relacionam o aumento inicial de ácido ascórbico à maior síntese de intermediários metabólicos precursores do ácido ascórbico e a sua posterior diminuição, à oxidação dos ácidos orgânicos durante o amadurecimento. Mattiuz (2002) observou redução no teor de ácido ascórbico em goiabas que sofreram injúrias mecânicas.

Tabela 1 - Características físico-químicas de goiabas tratadas com recobrimentos armazenadas a 22ºC e 70%UR durante 8 dias

Tratamentos	**Sólidos Solúveis** (ºBrix)	**Acidez Titulável** ($g.100g^{-1}$)*	**Ácido Ascórbico** ($mg.100g^{-1}$)	**Firmeza da Polpa** (N)	**Frutos com Podridões** (%)
Quitosana 2%	8,68 a	0,679 a	155,90 a	23,15 a	66,67
Quitosana 4%	**8,52 a**	**0,657 a**	**153,97 a**	**27,75 a**	**60,00**
Quitosana 6%	8,22 a	0,638 a	133,95 ab	56,30 b	6,67
Quitosana + Glicerol 2%	**8,38 a**	**0,663 a**	**153,96 a**	**25,75 a**	**86,67**
Quitosana + Glicerol 4%	8,2 a	0,632 a	140,82 ab	21,29 a	73,33
Quitosana + Glicerol 6%	**8,58 a**	**0,691 a**	**138,24 ab**	**33,12 a**	**13,33**
Concentrado Protéico de Soro de Leite + Glicerol 6%	9,22 a	0,668 a	145,15 ab	24,01 a	73,33
Concentrado Protéico de Soro de Leite + Glicerol 8%	**9,0 a**	**0,640 a**	**134,67 ab**	**26,06 a**	**26,67**
Glúten + Glicerol 10%	8,72 a	0,675 a	121,86 b	28,97 a	53,33
Glúten + Glicerol 12%	**8,98 a**	**0,653 a**	**136,12 ab**	**29,60 a**	**53,33**
Controle	8,88 a	0,642 a	149,15 a	32,81 a	80,00
C.V.%	**6,66**	**4,65**	**8,96**	**14,79**	**-**

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. No dia 0, foram determinados valores de 8,22 ºBrix; 0,583g ácido cítrico. $100g^{-1}$ de polpa; 115,17mg de ácido ascórbico.$100g^{-1}$ de polpa; 90,13 N de firmeza da polpa; 0% de frutos com podridões. * Acidez Titulável em gramas de ácido cítrico . 100 $gramas^{-1}$ de polpa

A firmeza da polpa das goiabas diminuiu com o armazenamento para todos os tratamentos, porém em menor proporção para aquelas recobertas com solução de quitosana 6% (Tabela 1). Ao final de oito dias de armazenamento as goiabas deste tratamento estavam significativamente ($p \leq 0,05$) mais firmes que as dos demais. O tratamento quitosana 6% parece ter prejudicado a perda normal de firmeza decorrente do amadurecimento da fruta, provavelmente tenha ocorrido excessiva restrição às trocas gasosas entre os tecidos da fruta e a atmosfera. Desta forma, todo o metabolismo da fruta ficou comprometido, levando a uma redução dos processos de degradação de parede celular bem como da quebra de pectinas, o que manteve o tecido mais firme.

Nos outros tratamentos a transformação das pectinas insolúveis em protopectinas solúveis podem ter contribuído para a diminuição na firmeza.

Jacomino et al. (2003) trabalhando com ceras de carnaúba em goiabas 'Pedro Sato', observaram que goiabas tratadas com cera Meghwax ECF-100 se apresentavam mais firmes que as demais e também atribuem este fato a possível restrição nas trocas gasosas.

No tratamento quitosana 6% foram encontrados 6,6% dos frutos com podridões (Tabela 1). Este tratamento manteve os frutos com a casca mais verde e a polpa mais firme, dentre os demais. A incidência de podridões variou de 13 a 86% para os outros tratamentos no oitavo dia.

Todos os recobrimentos apresentaram boa aderência às frutas, sem problema de descamação. Os recobrimentos com quitosana, provavelmente devido à dificuldade de dissolução do produto em água, se tornaram ásperos após a secagem, diminuindo a atratividade para consumo.

Os tratamentos contribuíram pouco para retardar o amadurecimento e para controlar as podridões. O recobrimento com 6% de quitosana foi o único que influenciou significativamente no amadurecimento, porém de forma excessiva o que levou a um prejuízo na qualidade final.

Todas as coberturas proporcionaram brilho as frutas diferenciando do controle que apresentou aspecto opaco e murcho no final do armazenamento. As coberturas com maiores concentrações de solutos conferiram aspecto artificial as goiabas, depreciando a qualidade.

A adição do plastificante aos recobrimentos à base de polissacarídeos, provavelmente contribuiu para aumentar a permeabilidade do material, facilitando as trocas gasosas e a perda de umidade.

2.3.2. Segundo experimento: Avaliação de coberturas de polissacarídeos e cera na conservação de goiabas 'Kumagai'

Neste segundo experimento alguns recobrimentos com quitosana foram incluídos novamente, pois foi introduzido o aquecimento no preparo dos mesmos para melhorar a dissolução do produto.

O aquecimento proporcionou melhor dissolução da quitosana, produzindo uma cobertura mais homogênea, eliminando a aspereza após a secagem sobre a fruta. Este foi um problema observado nas goiabas recobertas com este material no primeiro experimento, quando a dissolução foi realizada em temperatura ambiente.

As menores perdas de massa fresca foram observadas nos frutos recobertos com quitosana 2 e 3% e fécula de mandioca 2%. Nestes tratamentos as perdas foram de 6,62% a 6,91%, os quais diferiram estatisticamente ($p \leq 0,05$) do controle no oitavo dia com perda de 8,09%. Nos demais tratamentos os valores de perda de massa fresca foram semelhantes às frutas sem cobertura ($p \leq 0,05$) (Figura 4 A).

Jacomino et al. (2003) observaram perdas de massa de 8,41% em goiabas não tratadas, armazenadas por seis dias e perdas de 6,96% nas tratadas com cera Megh Wax ECF 100. Em beterraba cv. Early wonder, Arruda et. al. 2004, obtiveram perdas de massa semelhantes entre o controle e as tratadas com cera Megh Wax ECF 100.

O tratamento fécula 3% reteve a cor da casca (hº=107,93) até o oitavo dia de armazenamento mantendo-a em valores semelhantes aos da goiaba recém colhida (hº= 112,25). Este tratamento diferiu do controle (h°= 96,80) e dos demais tratamentos nos quais os valores de hue (hº) variaram de 93,75 a 96,58 (Figura 4 B). Segundo Wills et al. (1998) a degradação da clorofila é o processo predominante na mudança de cor dos frutos. A degradação da clorofila ocorre em função das mudanças de pH, do aumento de processos oxidativos e da ação das clorofilases. Chitarra e Chitarra (2005) descrevem que a perda de cor verde deve-se à decomposição estrutural desse pigmento, em decorrência de vários fatores que atuam isoladamente ou em conjunto. Entre eles, podem ser destacados mudanças de pH causadas pelo acúmulo de ácidos orgânicos e outros compostos nos vacúolos; a ativação da enzima clorofilase e a presença de sistemas oxidantes. É provável que o tratamento com fécula 3% tenha causado restrições a troca gasosa, modificando a ação destes sistemas.

Jacomino et al (2003) observaram que ceras com maior quantidade de solutos apresentaram maior retenção da cor da casca quando comparadas as ceras com menor concentração. Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Nascimento et al. (1991 a, b), Pivetta et al (1992) e McGuirre (1997).

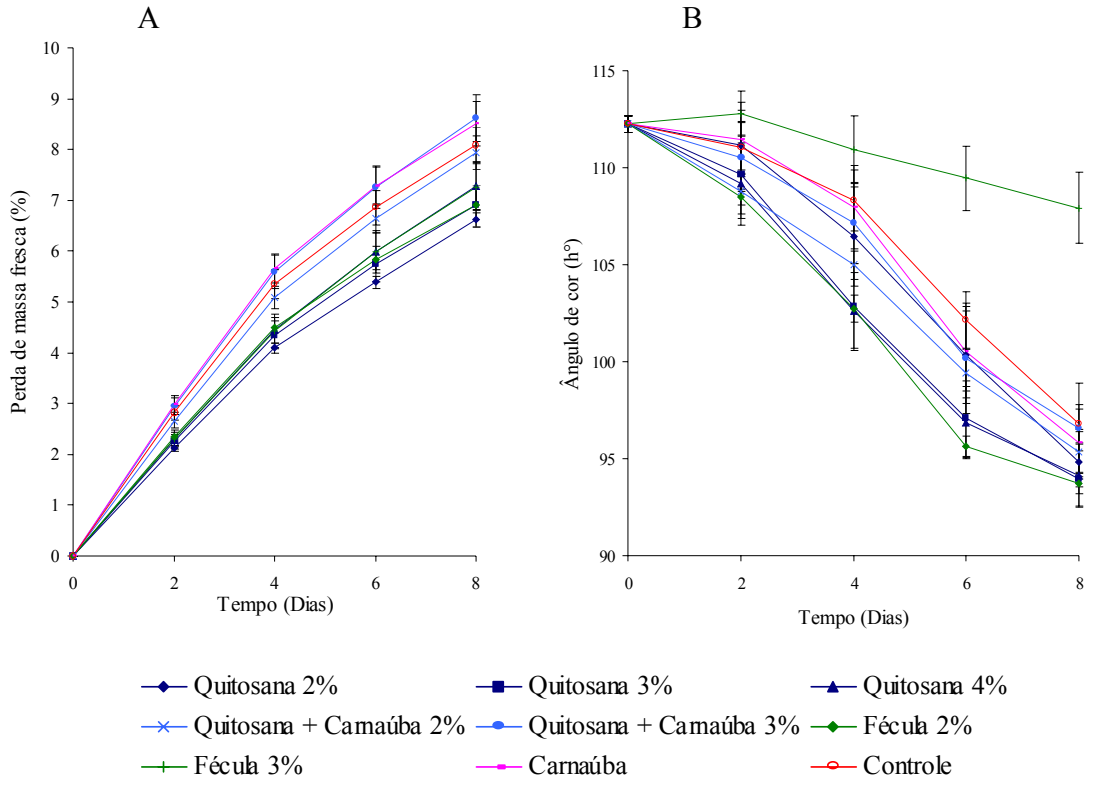


Figura 4 - Perda de massa fresca (A) e cor da casca (B) de goiabas tratadas com recobrimentos armazenadas a 22ºC e 70%UR. Barras verticais representam o erro padrão da média

Na figura 5 observa-se que entre os tratamentos quitosana 2, 3 e 4% ocorreu aumento no brilho, proporcionado pelo aumento na concentração de solutos da cobertura. Esses tratamentos foram pouco eficientes na retenção da cor da casca. Porém não apresentaram descamação.

O tratamento fécula 2% apresentou coloração amarela uniforme e proporcionou brilho suave, semelhante ao da fruta recém colhida.

Entre os tratamentos quitosana+carnaúba 2 e 3%, cera de carnaúba e as frutas do controle, poucas diferenças foram observadas com relação a retenção da cor verde. Os tratamentos quitosana+carnaúba nas duas concentrações apresentaram descamação com baixa aderência a casca da goiaba. Dentre todos os tratamentos fécula 2%, proporcionou o melhor brilho e

homogeneidade no desenvolvimento da coloração da goiaba. O tratamento fécula 3% foi o único que reteve a cor da casca. As goiabas do controle apresentavam aparência opaca (figura 5).

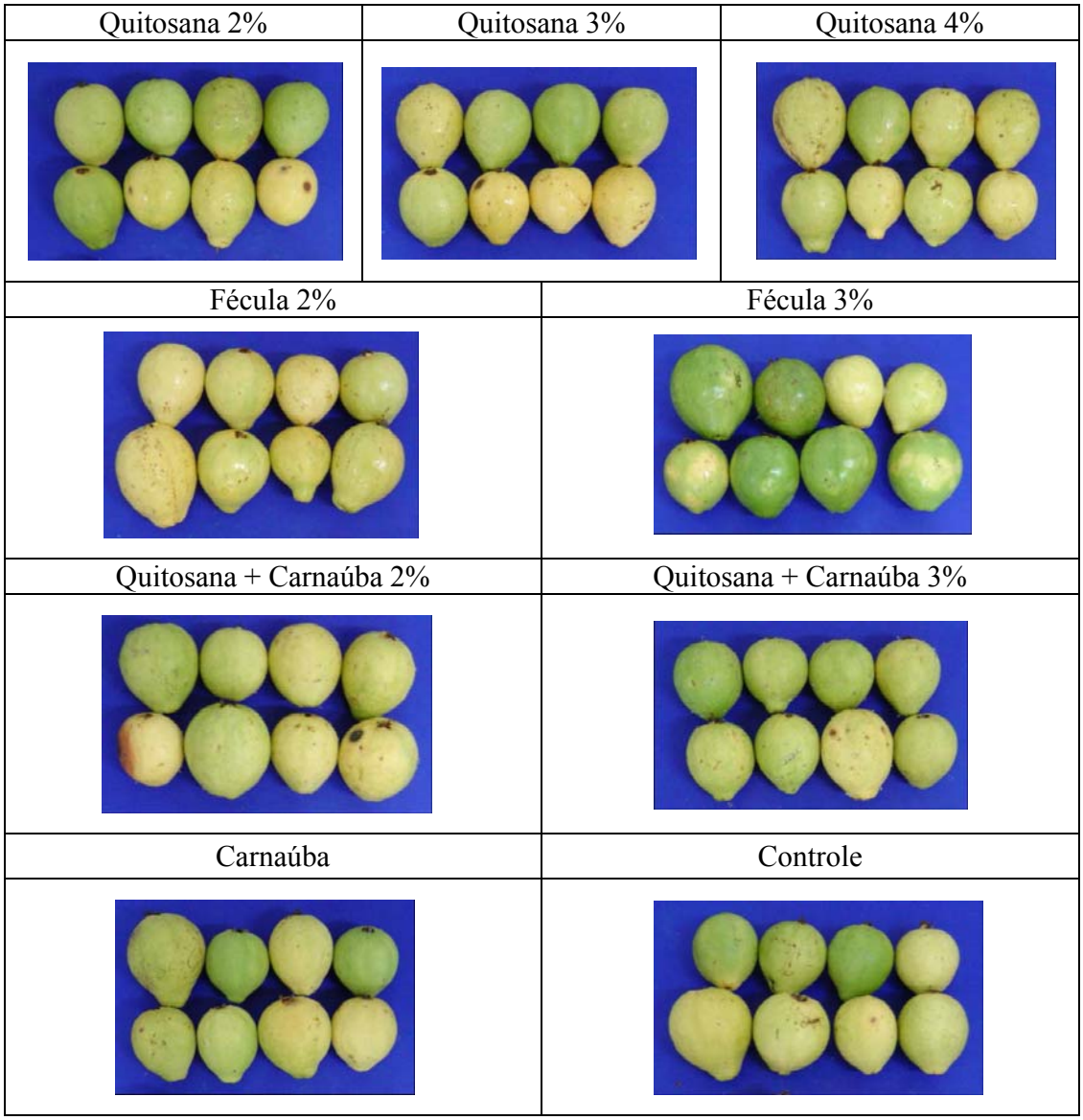


Figura 5 - Goiabas 'Kumagai' tratadas com recobrimentos, no sexto dia de armazenamento a 22°C e 70%UR

Alguns tratamentos apresentaram redução no teor de sólidos solúveis tais como fécula 3% e cera de carnaúba, os quais, diferiram do controle e de outros tratamentos ($p \leq 0,05$) no oitavo dia. Os demais tratamentos não diferiram do controle. O tratamento com fécula 3% interferiu no processo de amadurecimento, provavelmente por ter causado restrições às trocas gasosas. No caso da cera de carnaúba, esta foi a única variável influenciada de modo significativo neste experimento, impossibilitando afirmar que este tratamento tenha alterado o amadurecimento da goiaba (Tabela 2).

Para a acidez titulável não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$), entre os recobrimentos no oitavo dia (Tabela 2).

O teor de ácido ascórbico foi maior para os tratamentos quitosana+carnaúba 2 e 3%, os outros tratamentos não diferiram do controle no oitavo dia (Tabela 2).

A firmeza da polpa das goiabas diminuiu com o tempo de armazenamento para todos os tratamentos não havendo diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre eles no oitavo dia (Tabela 2). Também não houve diferença entre os recobrimentos e o controle. Os tratamentos não foram eficientes na redução da perda de firmeza.

As frutas do tratamento fécula 3% foram menos afetadas pelas podridões que os demais tratamentos, atingindo apenas 12,5% dos frutos (Tabela 2). Todos os tratamentos apresentaram podridões. Pelos resultados obtidos, é provável que em goiabas 'Kumagai' a quitosana utilizada não possua efeito elicitor ao contrário do que afirmaram Rhoades e Roller (2000) e Coma et al. (2002) com base na aplicação de quitosana em outros produtos hortícolas.

Os tratamentos com quitosana + carnaúba 2 e 3%, apresentaram problemas de intensa descamação. Em contra partida os tratamentos com quitosana aquecida e fécula de mandioca proporcionaram brilho as frutas, sendo que quanto maior a concentração de solutos maior o brilho observado. O tratamento fécula 2% foi o que conferiu a melhor aparência dentre estes recobrimentos.

Os recobrimentos contribuíram pouco para retardar o amadurecimento e para controlar as podridões. O recobrimento com fécula 3% reteve o amadurecimento mas não permitiu que as goiabas tratadas completassem o amadurecimento, inviabilizando o consumo.

Tabela 2 - Características físico-químicas de goiabas tratadas com recobrimentos e armazenadas a 22ºC e 70%UR, durante 8 dias

Tratamentos	Sólidos Solúveis (ºBrix)	Acidez Titulável ($g.100g^{-1}$)*	Ácido Ascórbico ($mg.100g^{-1}$)	Firmeza da Polpa (N)	Frutos com podridões (%)
Quitosana aquecida 2%	7,62 bc	0,704 a	106,72 bcd	26,80 a	68,75
Quitosana aquecida 3%	**9,02 ab**	**0,649 a**	**89,09 de**	**20,47 a**	**37,50**
Quitosana aquecida 4%	8,17 abc	0,577 a	98,56 bcd	9,58 a	50,00
Quitosana + Carnaúba 2%	**8,05 abc**	**0,601 a**	**126,28 a**	**12,85 a**	**68,75**
Quitosana + Carnaúba 3%	7,55 bc	0,661 a	117,20 ab	16,68 a	43,75
Fécula de mandioca 2%	**9,47 a**	**0,619 a**	**112,14 abc**	**10,13 a**	**43,75**
Fécula de mandioca 3%	7,17 c	0,618 a	78,35 e	39,17 a	12,50
Cera de Carnaúba	**7,12 c**	**0,697 a**	**116,46 abc**	**31,83 a**	**62,50**
Controle	9,17 ab	0,694 a	97,44 cde	25,49 a	56,25
C.V.%	**9,22**	**13,21**	**8,27**	**57,13**	**-**

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. No dia 0, foram determinados valores de 7,42ºBrix; 0,575g ácido cítrico. $100g^{-1}$ de polpa; 98,19mg de ácido ascórbico.$100g^{-1}$ de polpa; 59,62N de firmeza da polpa; e 0% de frutos com podridões. * Acidez Titulável em gramas de ácido cítrico . 100 $gramas^{-1}$ de polpa

2.3.3. Terceiro experimento: Fisiologia e bioquímica de goiabas 'Kumagai' recobertas com filmes comestíveis

As coberturas quitosana 6% e fécula 3% apresentaram perda de massa de 6,63% e 7,32% respectivamente, diferindo ($p \leq 0,05$) do controle com perda de 9,01% no oitavo dia (Figura 6). Apesar das coberturas à base de polissacarídeos serem pouco eficientes como barreira à perda de umidade devido a sua natureza hidrofílica (KESTER; FENNEMA, 1986), os resultados sugerem que a grossa espessura formada pelo recobrimento na superfície da fruta, aplicado numa alta concentração de solutos, causou obstrução estomática e de outras aberturas e fissuras existentes na casca, o que retardou a perda de umidade para o ambiente. Oliveira (1996) trabalhando com goiabas 'Kumagai' observou a maior perda de massa para os frutos do controle, quando comparados às recobertas com fécula 3% e fécula 2%.

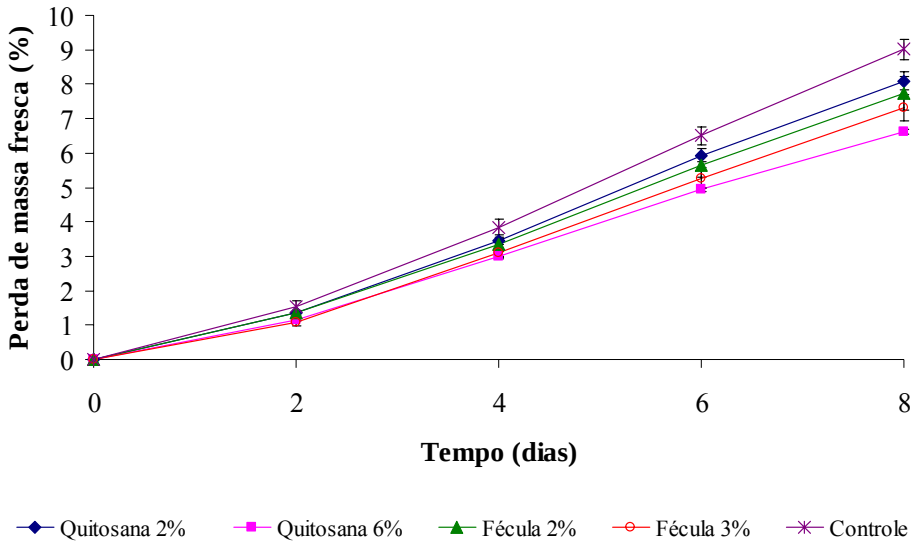


Figura 6 - Perda de massa de goiabas 'Kumagai' armazenadas a 22ºC e 70%UR. Barras verticais representam o erro padrão da média

Com relação à cor da casca, o tratamento com quitosana 6% conservou a cor da casca em valores próximos aos da caracterização (Figura 7A). Provavelmente o filme formado por esta solução se constituiu em barreira excessiva às trocas gasosas, levando à modificação drástica da atmosfera no interior do fruto e conseqüente bloqueio do processo de degradação da clorofila. Os resultados de acetaldeído e etanol (Figura 13 A e B) corroboram para esta hipótese uma vez que seus teores mostraram-se elevados nas frutas deste tratamento. Adicionalmente o etanol tem sido

descrito como inibidor do desenvolvimento da cor vermelha em tomates (KELLY; SALTVEIT 1988), ou seja, inibindo a degradação da clorofila de impedindo a revelação e produção dos licopenos. Em goiabas tratadas com cera de carnaúba McGuirre e Hallman (1995) verificaram que o amadurecimento foi prejudicado devido às condições anaeróbicas resultantes.

Os tratamentos fécula 2% e fécula 3% apresentaram perda da cor verde superior ao controle. Cereda et al. (1994) verificaram que bananas 'Nanicão' tratadas com fécula 3% apresentaram manchas verdes na superfície dos frutos. Oliveira e Cereda (1999) observaram que nos frutos tratados com fécula 2% o desenvolvimento da coloração foi similar à testemunha.

Verifica-se que a concentração de solutos e o material utilizado nas soluções filmogênicas afetam de forma diferenciada o desenvolvimento da coloração, pois o filme formado resulta numa barreira com permeabilidades diferenciadas, fazendo com que o balanço dos gases no interior da fruta modifique o desenvolvimento da coloração. A quitosana aplicada na concentração de 6% pode gerar maiores restrições às trocas gasosas.

O tratamento com quitosana 6% conservou os teores de clorofila (Figura 7B), não diferindo do dia 0 ($p \leq 0,05$), o que confirma os resultados obtidos para a cor da casca. Os tratamentos com quitosana 2%, fécula 2%, fécula 3% e controle apresentaram intensa degradação da clorofila e não diferiram ($p \leq 0,05$) entre si no oitavo dia. A perda da cor verde deve-se à decomposição estrutural da clorofila, em decorrência de vários fatores que atuam isolados ou em conjunto. Entre eles, podem ser citados as mudanças no pH causadas por acúmulo de ácidos orgânicos e outros compostos nos vacúolos; a ativação da enzima clorofilase e a presença de sistemas oxidantes.

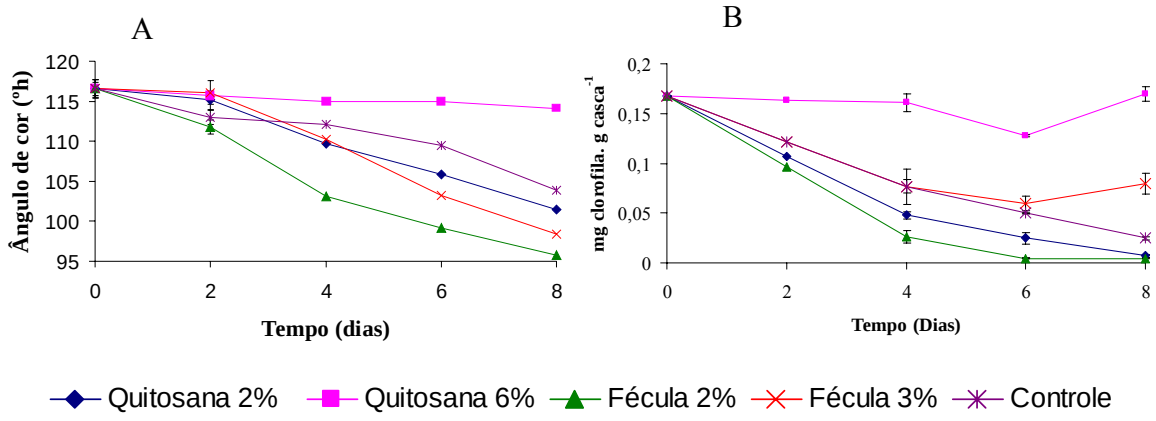


Figura 7 - Cor da casca (A) e Teor de clorofila da casca (B) de goiabas 'Kumagai' armazenadas durante a 22ºC e 70%UR. Barras verticais representam o erro padrão da média

Nas fotos observa-se que o tratamento quitosana 6% foi o único que manteve a cor da casca. As manchas observadas são devido ao suporte utilizado para armazenar as frutas. Também foi o tratamento com maior brilho (Figura 8). O tratamento com fécula 3% apresentou coloração desuniforme e com muitas manchas amarelas, diferindo do observado no experimento anterior. O controle ficou totalmente opaco e com aspecto murcho.

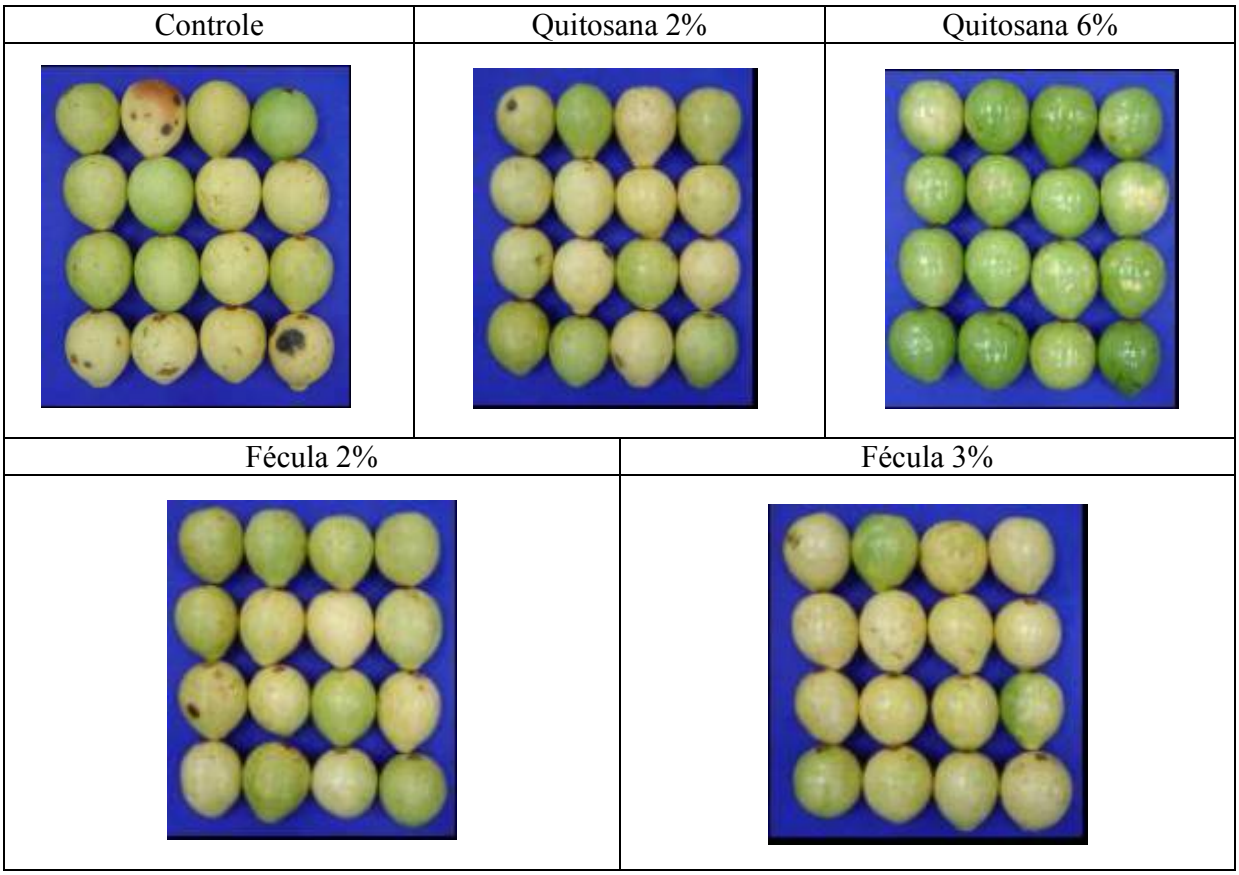


Figura 8 - Goiabas 'Kumagai' tratadas com recobrimentos, no oitavo dia de armazenamento a 22°C e70%UR

Nas observações realizadas por microscopia eletrônica de varredura no recobrimento quitosana 2% o estômato aparece desobstruído, observa-se que o recobrimento cobre toda a superfície (Figura 9). Os estômatos desobstruídos e a fina camada formada pela quitosana 2% podem ser a explicação para os resultados verificados para este recobrimento, o qual apresentou respostas semelhantes às frutas do controle, inclusive com relação à atividade respiratória.

Em contra partida, o recobrimento quitosana 6% recobre totalmente a amostra obstruindo o estômato e demais aberturas por completo (Figura 9). Provavelmente a camada espessa formada por este recobrimento, impossibilitou que as trocas gasosas ocorressem de maneira adequada, concentrando CO_2 no interior da fruta, impedindo a penetração do O_2 e gerando os resultados de acetaldeído e etanol observados.

O recobrimento fécula 2 não obstrui completamente o estômato. O recobrimento fécula 2% aparenta maior desuniformidade de cobertura da superfície, quando comparado ao fécula 3%. Observa-se, que o recobrimento com fécula 3% recobre a superfície da casca da goiaba de forma menos coesa do que o tratamento quitosana 6% e pode-se visualizar uma abertura natural desobstruída. Isto explica em parte a variabilidade de resultados observados para este tratamento (Figura 9).

Pode-se observar na goiaba sem recobrimento a deposição desuniforme da cera cuticular da fruta (Figura 9). Ao centro, observa-se um estômato naturalmente sem obstrução. Comparando-se esta MEV com as demais, pode-se notar a nítida diferença entre a superfície da casca recoberta e sem cobertura.

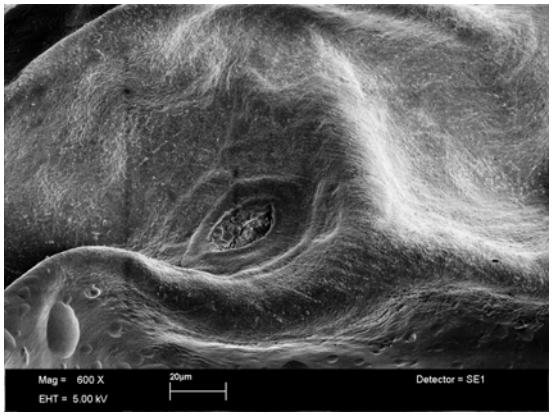
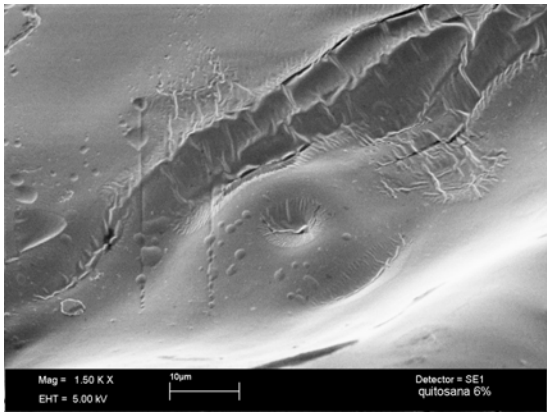
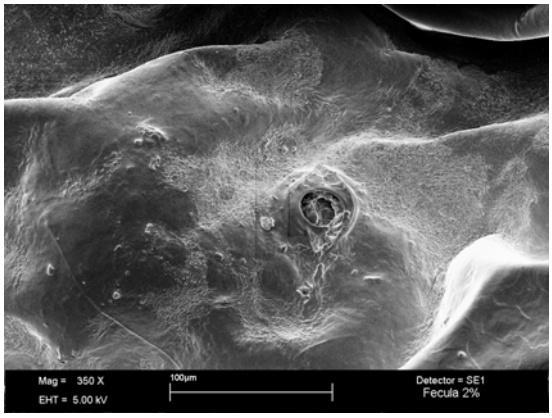
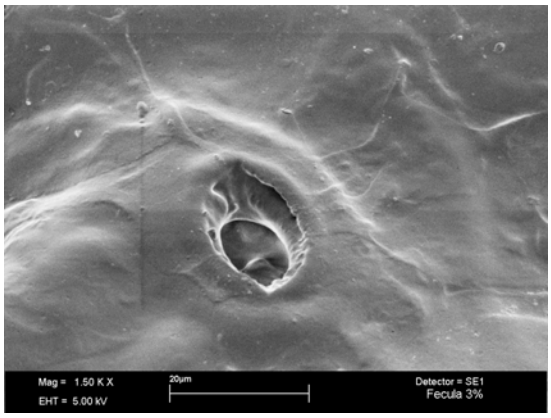
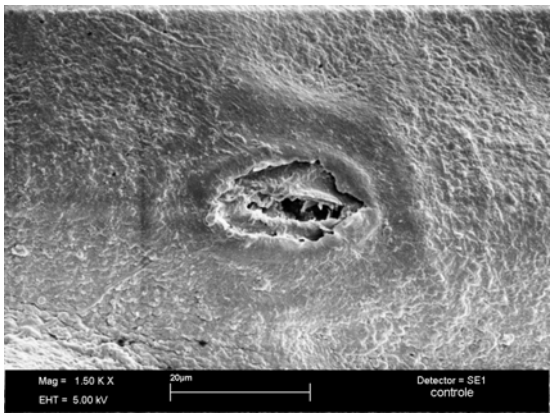
Quitosana 2%	Quitosana 6%
	
Fécula 2%	**Fécula 3%**
	
Controle	
	

Figura 9 - Micro-fotografias de varredura (MEV) da casca de goiabas ‘Kumagai’, tratadas com recobrimentos

Para o teor de sólidos solúveis não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos no oitavo dia (Figura 10 A). Fakhouri e Grosso (2003) e Carvalho (1999) utilizando outras coberturas observaram incremento no teor de sólidos solúveis em goiabas 'Kumagai'.

O teor de sólidos solúveis é utilizado como uma medida indireta do teor de açúcares, pois outras substâncias também se encontram dissolvidas tais como vitaminas, fenólicos, pectinas, ácidos orgânicos, no entanto os açúcares representam 85 a 90% dos sólidos solúveis Chitarra e Chitarra (2005). Em goiaba o principal açúcar é a frutose. O amido que em altas concentrações aumenta o teor de sólidos solúveis em frutas como a banana, durante o amadurecimento, na goiaba representa apenas de 1 a 3% do total de carboidratos não estruturais (ALI; LAZAN, 1997). O aumento do teor de sólidos solúveis pode ser devido à conversão de polissacarídeos da parede celular em açúcares solúveis (CHITARRA; CHITARRA, 1990).

A acidez titulavel em produtos hortícolas é atribuída, principalmente, aos ácidos orgânicos que se encontram dissolvidos nos vacúolos das células, tanto na forma livre como combinada com sais, ésteres, glicosídeos. O teor de ácidos orgânicos, com poucas exceções, diminui com o amadurecimento das frutas, em decorrência de seu uso como substrato no processo respiratório ou de sua conversão em açúcares (CHITARRA; CHITARRA 2005).

As coberturas não influenciaram de forma significativa ($p \leq 0,05$) o comportamento desta variável (Figura 10B). Fakhouri e Grosso (2003) observaram variações mínimas na acidez titulavel de goiabas 'Kumagai' tratadas com coberturas. Oliveira e Cereda (1999) observaram que recobrimentos com cera Sta-Fresh e fécula de mandioca em goiabas 'Kumagai' não interferiram significativamente na acidez titulável.

Vitamina C inclui o ácido ascórbico e dehidroascórbico, é um dos mais importantes fatores nutricionais nos produtos hortícolas e tem muitas funções biológicas no corpo humano. O teor de vitamina C tende a diminuir com a maturação e com o armazenamento de muitos hortícolas, devido a ação de enzimas como a ascorbinase (LEE; KADER, 2000). Neste caso, ocorreu aumento do teor de ácido ascórbico para todos os tratamentos, sendo em menor proporção para os tratamentos recobertos com quitosana 6% e fécula 3% (Figura 10 C). Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Oliveira e Cereda (1999), que verificaram aumento no teor de ácido ascórbico em goiabas 'Kumagai' submetidas à aplicação de coberturas até o oitavo dia. Jacomino et al. (2003) também obteve aumento no teor de ácido ascórbico até o oitavo dia para goiabas armazenadas em diferentes temperaturas e acondicionadas em embalagens.

Wheeler et al. (1998) propôs uma rota biossintética para a formação de ácido ascórbico em plantas. Ele demonstrou que a D-mannose e a L-galactose são precursores da síntese de ascorbato sendo interconvertidos pela GDP-D-mannose-3,5-epimerase. Ele demonstrou que a L-galactose pela ação da enzima L-galactose desidrogenase (GDH) é convertida a L-galactono-1-4-lactone.. O L-galactono-1,4-lactone é substrato para a enzima L-galactono-1,4-lactone desidrogenase (GLDH) que cataliza a transformação de L-galactono-1-4-lactone em ácido ascórbico. Segundo Wheeler et al. (1998) a L-galactose pode ser sintetizada a partir da D-mannose. A manose é um polissacarídeo presente na parede celular. Desta forma a rota biossintética proposta por Wheeler et al. (1998), sugere que a medida em que ocorre degradação da parede celular, a mannose vai sendo disponibilizada como substrato para a produção de ácido ascórbico.

Observou-se a diminuição gradual da firmeza da polpa para a maioria dos tratamentos, com exceção quitosana 6% que reteve a firmeza até o oitavo dia, em valores próximos ao da caracterização (Figura 10D). Este tratamento diferiu dos demais ($p \leq 0,05$). A manutenção da firmeza como resultado de tratamento com acetaldeído e etanol tem sido observado em muitas frutas, incluindo pêssego, nectarina, tomate, uva e abacate (LURIE; PESIS, 1992). Desta forma, a manutenção da firmeza no tratamento quitosana 6% pode ter sido favorecida pelo acúmulo de acetaldeído e etanol (Figura 13 A e B). Os outros recobrimentos não alteram a perda da firmeza, apresentando valores semelhantes ao controle. Baldwin et al. (1999) trabalhando com mangas recobertas com Nature Seal 2020 verificou que este tratamento o qual acumulou acetaldeído e etanol, devido a condições anaeróbicas criadas pelo recobrimento, apresentou a maior firmeza dentre os tratamentos testados.

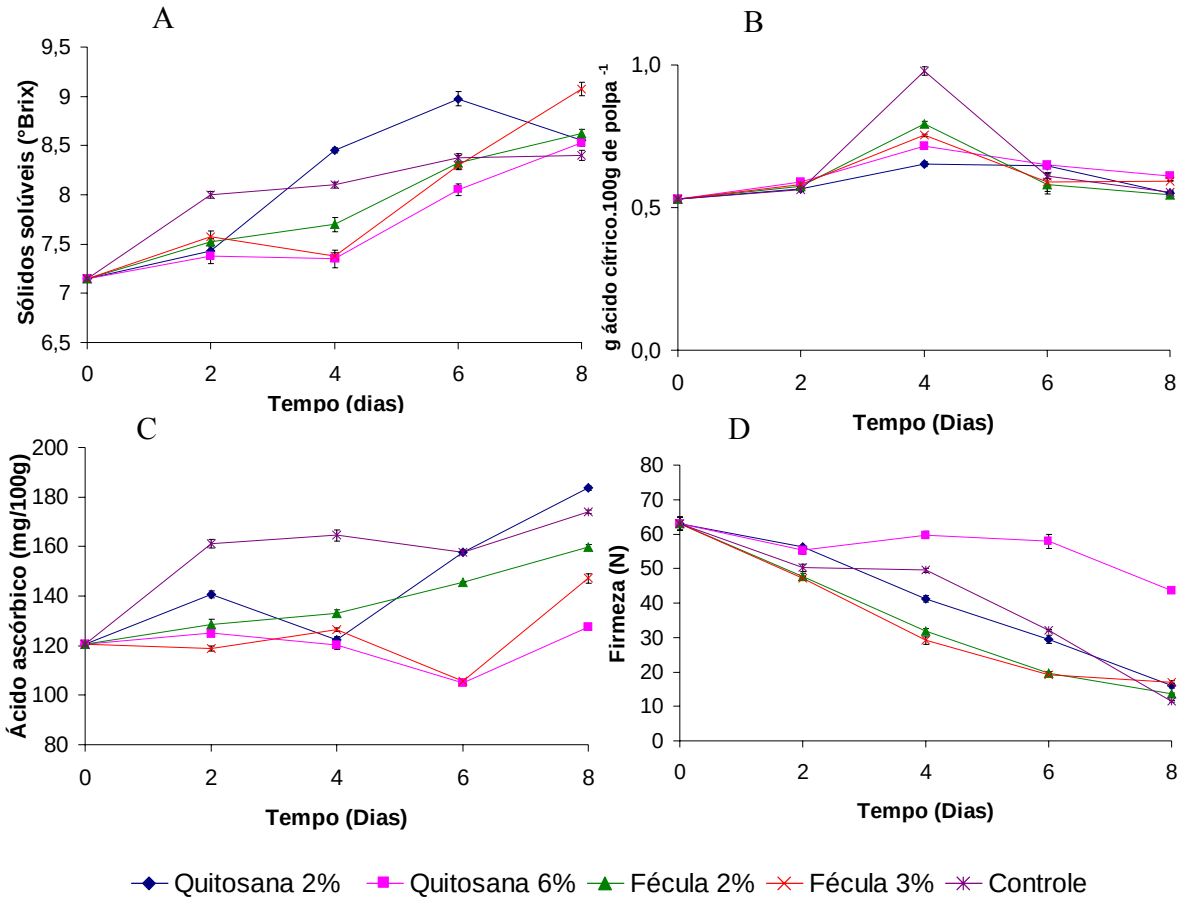


Figura 10 - Teores de sólidos solúveis (A); acidez titulavel (B); ácido ascórbico (C) e firmeza da polpa (D) de goiabas 'Kumagai' armazenadas a 22ºC e 70%UR. Barras verticais representam o erro padrão da média

As coberturas não impediram completamente o desenvolvimento dos patógenos (Figura 11). A porcentagem de frutos afetados variou de 12,5% no tratamento fécula 3%, 62,5% no tratamento controle. Com o amadurecimento das frutas a disponibilidade de nutrientes e energia aumenta para o desenvolvimento do microorganismo invasor, facilitando o estabelecimento e desenvolvimento dos patógenos. Todos os tratamentos apresentaram podridões e as podridões aumentaram na medida que as frutas avançaram no amadurecimento.

O acetaldeído tem sido descrito há muitas décadas por suas propriedades fungicidas e inseticidas e muitos trabalhos têm demonstrado a capacidade do acetaldeído em inibir o desenvolvimento de podridões pós-colheita em várias culturas (AVISSAR; PESIS, 1991; AVISSAR et al., 1989; MORRIS et al., 1979). É possível que o acúmulo dessa substância tenha contribuído para retardar o desenvolvimento dos patógenos no tratamento quitosana 6%. As

goiabas recobertas com quitosana 2% apresentaram valores semelhantes ao controle no sétimo e oitavo dia de armazenamento. As diferenças observadas entre os recobrimentos com quitosana 2%, fécula 2 e 3%, provavelmente são devidas ao nível de contaminação no campo, uma vez que não foi realizada a inoculação do microorganismo na fruta e o processo de sanitização teve como alvo principal a contaminação bacteriana.

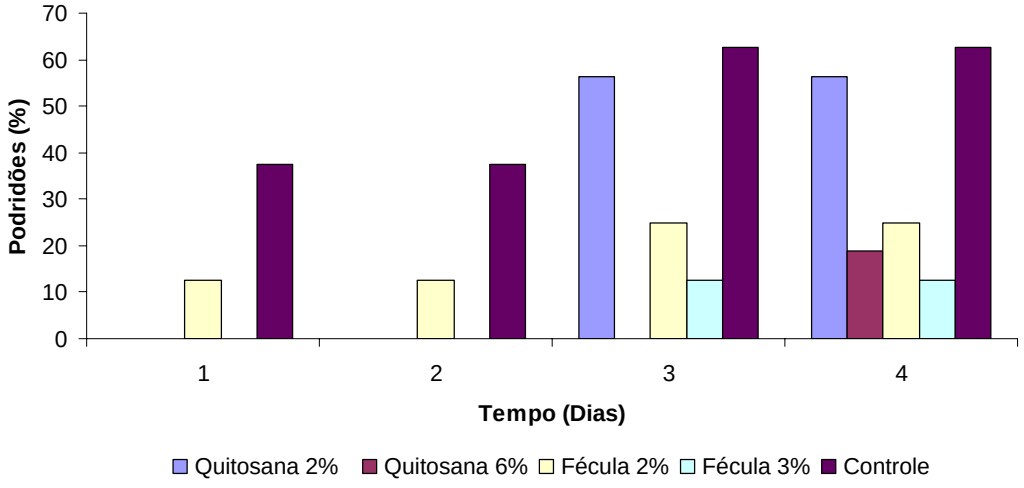


Figura 11 - Porcentagem de frutos com podridões em goiabas 'Kumagai' e armazenadas a 22ºC e 70%UR

Ocorreu aumento pequeno e gradual na atividade da enzima fenilalanina amonialiase (PAL) no decorrer do armazenamento, independente do tratamento (Figura 12A).

As plantas produzem grande variedade de compostos fenólicos. A classe mais abundante de compostos fenólicos secundários em plantas é derivada da fenilalanina, por meio da eliminação de uma molécula de amônia para formar o ácido cinâmico. Essa reação é catalisada pela fenilalanina amonialiase (PAL). A atividade da PAL é aumentada por fatores ambientais, tais como baixos níveis de nutrientes, luz e por infecção por fungos.(TAIZ; ZEIGER, 2004). Os mecanismos de defesa são iniciados por meio de sinais disparados por elicitores físicos, químicos, bióticos ou abióticos. A resposta de defesa manifesta-se pela formação de lesões necróticas que isolam e localizam o processo, havendo aumento na concentração de compostos fenólicos tóxicos ao invasor. Mas no presente trabalho não foi verificado aumento na atividade da enzima. Esperava-se que à aplicação da quitosana aumentasse a atividade desta enzima, porém

isto não ocorreu, o que é um indicativo de que este produto não manifestou suas propriedades elicitoras para a goiaba 'Kumagai'.

A atividade da enzima peroxidase foi constante e em valores baixos no decorrer do armazenamento (Figura 12B).

A lignificação é uma das mais importantes respostas ativas de defesa da planta, induzida por elicitores bióticos e abióticos que confere reforço à parede celular. A lignificação ocorre com o acumulo da lignina e a sua biossíntese se dá na via metabólica dos fenilpropanóides, que envolvem as enzimas PAL na etapa inicial, outras enzimas nas etapas intermediárias e peroxidase POD, na etapa final (HELDT, 1997 apud OLIVEIRA, 2006).

O resultado observado para esta enzima, pode ser mais um indicativo de que a quitosana não manifestou suas propriedades elicitoras, uma vez que esta enzima atua em conjunto com a enzima PAL, nos mecanismos de defesa dos vegetais.

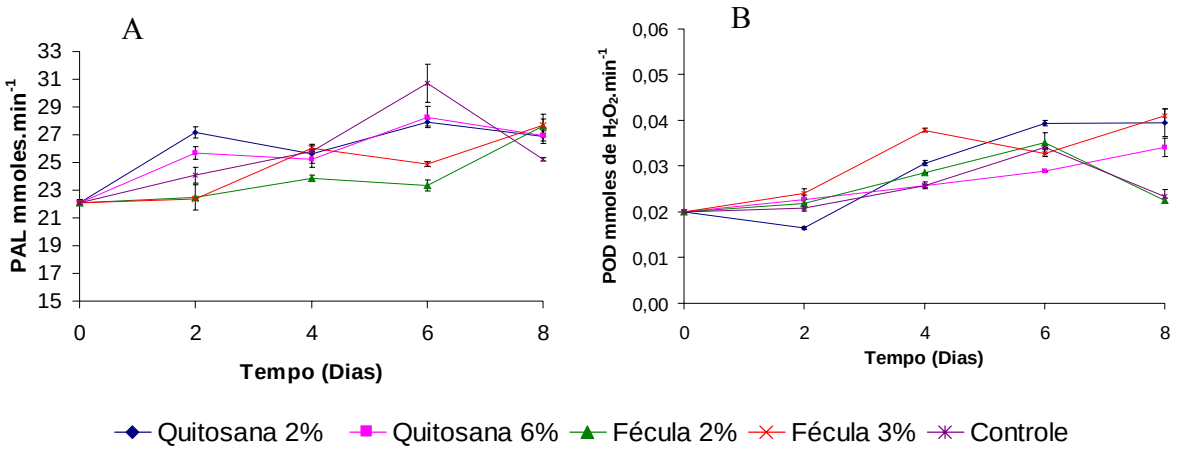


Figura 12 - Atividade de fenilalanina amonialiase (A) e de peroxidase (B) em goiabas 'Kumagai' armazenadas a 22ºC e 70%UR. Barras verticais representam o erro padrão da média

O tratamento quitosana 6% causou restrições excessivas as trocas gasosas, de forma que as concentrações de acetaldeído (Figura 13A) e etanol (Figura 13B) elevaram-se significativamente ($p \leq 0,05$) para este tratamento. O acetaldeído um componente do aroma, está presente na maioria das frutas. Ele se acumula durante o amadurecimento mesmo sob condições aeróbicas, mas um acúmulo muito maior ocorre sob condições totalmente ou parcialmente anaeróbicas (PESIS, 2005). Observou-se também que o tratamento com fécula 3% apresentou elevação na concentração de acetaldeído após o segundo dia, isto indica que este tratamento também pode ter causado restrições às trocas gasosas, mas provavelmente de forma menos

intensa do que para o tratamento com quitosana 6% (Figura 13A). Nos demais tratamentos observaram-se pouca produção destas substâncias. Segundo McGuirre e Hallman (1995), em frutas tropicais, recobrimentos podem produzir condições anaeróbicas. Estes autores observaram que goiabas recobertas com cera de carnaúba tiveram seu amadurecimento prejudicado resultando em condições anaeróbias.

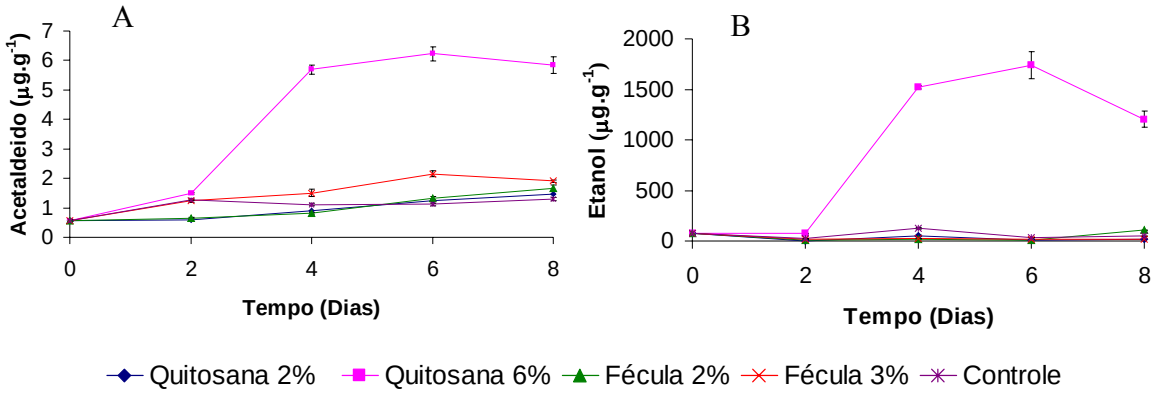


Figura 13 - Quantidade de acetaldeído (A); Quantidade de etanol (B) produzido por goiabas 'Kumagai' a 22ºC e 70%UR. Barras verticais representam o erro padrão da média

No início do armazenamento a produção de CO_2 para todos os tratamentos situava-se entre 9,5 a 17,1mL $CO_2.Kg^{-1}.h^{-1}$, após o quinto dia o tratamento quitosana 6% apresentou a menor taxa de produção de CO_2 (Figura 14 A). Por outro lado, o tratamento fécula 3% iniciou um incremento na produção de CO_2 após o quarto dia, apresentando a maior produção de CO_2 entre os tratamentos até o final do armazenamento, seguido pelos tratamentos quitosana 2%, fécula 2% e controle.

Para o etileno no primeiro dia do armazenamento as frutas produziram de 0,4 a 1,4 $\mu LC_2H_4.Kg^{-1}.h^{-1}$ (Figura 14 B). Após o quarto dia observa-se que ocorreu um incremento na produção de etileno dos tratamentos fécula 3%, quitosana 2%, controle, os quais não diferiram entre si ($p \leq 0,05$) até o final do armazenamento. O tratamento fécula 2% aumentou a produção de etileno no quinto dia, mas apresentou taxas de produção inferiores ao controle, até o final do armazenamento. Em contra partida, o tratamento quitosana 6% reduziu a produção de etileno após o segundo dia, mantendo taxas mínimas até o final do armazenamento.

Na ausência de oxigênio, o ciclo do ácido cítrico e a fosforilação oxidativa não podem operar. A glicólise não pode continuar devido ao fato do suprimento celular de NAD ser limitado,

gerando o metabolismo fermentativo a partir do piruvato. Na fermentação alcoólica as enzimas piruvato descarboxilase e álcool desidrogenase atuam no piruvato, produzindo etanol e CO_2, a partir do acetaldeído e oxidando NADH. Acetaldeído e etanol se mostram capazes de retardar a senescência e inibir a produção de etileno em plantas, como demonstrado por Heins (1980) e Wu et al. (1992) que aplicaram etanol em flores de cravo cortadas. O efeito do etanol sobre frutas climatéricas tem sido de aumentar ou inibir parâmetros do amadurecimento, dependendo do tipo de fruta e da concentração de etanol (PESIS, 2005).

Por outro lado, o CO_2 em altas concentrações, como também o O_2 em concentrações baixas inibem muitos efeitos do etileno, como a indução do amadurecimento, pois dificultam a ligação da molécula do etileno no sítio de ligação dos receptores da célula. Além disso, o O_2 em baixas concentrações compromete a ação da enzima ACC oxidase, retardando a conversão do ácido aminociclopropano carboxílico (ACC) em etileno, diminuindo a produção deste hormônio e retardando seus efeitos.

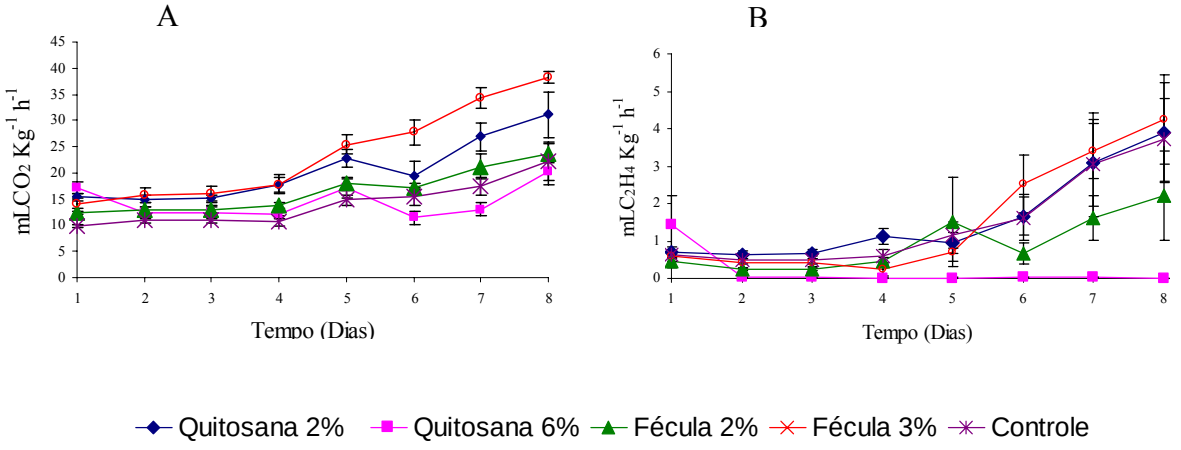


Figura 14 – Atividade respiratória (A); Produção de etileno (B) de goiabas 'Kumagai' a 22ºC e 70%UR. Barras verticais representam o erro padrão da média

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As coberturas avaliadas afetaram pouco a perda de matéria fresca. Algumas coberturas interferiram excessivamente no amadurecimento, possivelmente em função da restrição às trocas gasosas. Com a adição do glicerol, o efeito barreira dos recobrimentos diminuiu. De forma geral os recobrimentos proporcionaram brilho e aderiram bem às frutas, melhorando a aparência em relação às frutas sem tratamento, exceção aos recobrimentos quitosana+carnaúba, que apresentaram intensa descamação e as coberturas com as maiores concentrações que proporcionaram brilho excessivo.

As coberturas a base de quitosana não conferiram proteção satisfatória contra os patógenos, não sendo verificadas as propriedades elicitoras deste material para goiabas 'Kumagai'.

Observou-se, através das microfotografias, que os recobrimentos a base de polissacarídeos podem formar filmes com boa coesão, sendo capazes de revestir totalmente a fruta. Mas em baixas concentrações, não formam película capaz de bloquear os estômatos.

O tratamento quitosana 6%, o qual apresentou retenção da cor verde e da firmeza da polpa, apresentou também elevadas concentrações de acetaldeído e etanol, possivelmente em função de processo fermentativo causado pela restrição às trocas gasosas. Já o tratamento quitosana 2%, não influenciou significativamente no amadurecimento, proporcionou pouco brilho, e apresentou resultados semelhantes às frutas não tratadas.

O tratamento com fécula 3% também afetou o amadurecimento, porém de forma menos intensa do que o quitosana 6%. Além disso, depreciou a aparência das frutas, com brilho excessivo e manchas na casca. Em contra partida, o tratamento com fécula 2% acelerou a perda de coloração verde, quando comparado ao controle. Porém, conferiu cor homogênea e brilho natural às goiabas, semelhante a fruta fresca.

Recobrimentos comestíveis podem contribuir para aumentar o período de conservação das goiabas, porém deve-se buscar formulações que minimizem a perda de matéria fresca sem restringir excessivamente as trocas gasosas.

REFERÊNCIAS

ABDI, N.; McGLASSON, W.B.; HOLFORD, P.; WILLIANS, M.; MIZRAHI, Y. Responses of climateric and suppressed-climateric plums to treatment with propylene and 1 - methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 14, p. 29-39, 1998.

ABELES, F.B.; MORGAN, P.W.; SALTVEIT, M.E. **Ethylene in plant biology**. San-Diego: Academic Press, 1992. 414p.

ADSULE, R. N.; KADAM, S. S. Guava. In: SALUNKHE, D. K.; KADAM, S.S. (Ed.) **Handbook of fruit science and technology, production composition, storage and processing.** New York: Marcel Dekker, 1995. cap. 9, p. 419-433.

AGRAWAL, G.K.; RAKWAL, R.; TAMOGAMI, S.; YONEKURA, M.; KUBO, A.; SAJI, H. Chitosan activates defense/stress response (s) in the leaves of *Oryza sativa* seedlings. **Plant Physiology and Biochemistry**, Paris, v. 40, n. 12, p. 1061-1069, 2002.

ALI, Z.M.; LAZAN, H. Guava. In: MITRA, S.K. **Postharvest of physiology and storage of tropical and subtropical fruits**. Wallingford: CAB International, 1997. p. 145-165.

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, p. 2177-2182, 1994.

ARAI, L.; KINUMAKI, Y.; FUJITA, T. Toxicity of chitosan. **Bulletin Tokai Regular Fish Research Laboratorial**, Tokai, v. 56, p. 89, 1968.

ARNON, D.I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, Rockville, v. 24, n. 1, p. 1-15, 1949.

ARRUDA, M.C.; BLAT, S.F.; OJEDA, R.M.; CALIXTO, M.C.; TESSARIOLI NETO, J. Conservação de raízes de beterraba cv. Early Wonder sob atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 10, n. 2, p. 255-257, abr./jun. 2004.

AVISSAR, I.; PESIS, E. The control of postharvest decay in table grapes using acetaldehyde vapors. **Apply Annual Biology**, Warwick, v. 118, p. 229-237, 1991.

AVISSAR, I.; MARINANSKY, R.; PESIS, E. Postharvest decay control of grape by acetaldehyde vapors. **Acta Horticultural**, The Hague, v. 258, p. 655-660, 1989.

AZZOLINI, M. **Fisiologia pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato': Estádios de maturação e padrão respiratório**. 2002. 100p. Tese (Doutorado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2002.

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A.P.; BRON, I.U. Índices para avaliar qualidade pós-colheita de goiabas em diferentes estádios de maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 2, p. 139-145, fev. 2004.

BALDWIN, E. A. Edible Coatings for fresh Fruits and Vegetables: Past, Present, and Future. In: KROCHTA, J.M.; BALDWIN, E.A.; NISPEROS-CARRIEDO, M.O. **Edible coatings and films to improve food quality**. Lancaster: Technomic Publishing Company, 1994. p. 25–64.

BALDWIN, E. A.; NISPEROS-CARRIEDO, M.O.; BAKER, R.A. Edible coatings for lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**, Alexandria, v. 30, n.1, p 35-38, 1995.

BALDWIN, E. A.; BURNS, J.K.; KAZOKAS, W.; BRECHT, J.K.; HAGENMAIER, R.D.; BENDER, R.J.; PESIS, E. Effect of two edible coatings with different permeability characteristics on mango (*Mangifera indica* L.) ripening during storage. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 17, p. 215-226, 1999.

BANKS, N.H.; DADZIE, B.K.; CLELAND, J. Reducing gas exchange of fruits with surface coatings. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 3, p. 269-284, 1993.

BASSETO, E.; JACOMINO, A.P.; PINHEIRO, A.L.; KLUGE, R.A. Delay of ripening of 'Pedro Sato' guava with 1- methylcycloproprene. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 35, p. 303-308, 2005.

BEN-YEHOSHUA, S. Individual seal-packaging of fruit and vegetables in plastic film: a new postharvest technique. **HortScience**, Alexandria, v. 20, p. 32-37, 1985.

BENATO, E.A., Potencial de indução de resistência em frutas pós-colheita. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 6., 2003, Fraiburgo. **Anais...** Caçador: Epagri, 2003. p. 215-220.

BIALE, J.B. The postharvest biochemestry of tropical and subtropical fruits. **Advances in Food Research**, New York, v. 10, p. 293-354, 1960.

BINDSCHEDLER, L.F.; BLEE, K.A.; BUTT, V.S.; DAVIES, D.R.; GARDNER, S.L.; GERRISH, C.; MINIBAYEVA, F. The apoplastic oxidative burst in response to biotic stress in plants: a three-component system. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.53, p.1357-1376, 2002.

BLACKMAN, F.F.; PARIJA, P. Analytical studies in plant respiration. I: The respiration of a population of senescent ripening apples. **Proceedings of the Royal Society B. Biological Science**, Liverpool, v. 103, p. 412-418, 1928.

BLEINROTH, E. W. **Tecnologia de pós-colheita de frutas tropicais**. Campinas: ITAL, 1992. 203p.

BLEINROTH, E. W. Colheita e beneficiamento. In: GONGATTI NETO, A.; GARCIA, A. E.; ARDITO, E. F. G.; GARCIA, E. E. C.; BLEINROTH, E. W.; MATALIO, M.; CHITARRA, M.I.F.; BORIN, M.R. **Goiaba para exportação**: procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília: EMBRAPA, 1996. cap. 2, p. 12-23. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 20).

BRODY, A. L. **Envasado de alimentos em atmosferas controladas, modificadas y vacuo**. Zaragoza: Acribia, 1996. 220p.

CARRARO, A. F.; CUNHA, M. M. **Manual de exportação de frutas**. Brasília: EMBRAPA, 1994. 254p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 18).

CARVALHO, C.R.L.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, P.R.N.; MORAES, R.M.M. **Análises químicas de alimentos**. Campinas: ITAL, 1990. 121p. (Manual Técnico).

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

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

CARVALHO FILHO, C.D. **Avaliação da vida de armazenagem e qualidade de cereja (*Prunus avium* L.), cv. Ambrunés, com a utilização de coberturas comestíveis**. 2000. 134p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

CASTRO, J.V.; SIGRIST, J.M.M. Matéria-prima. In: MEDINA, J. C.; CASTRO, J.V.; SIGRIST, J.M.M.; MARTIN, Z.J.; KATO, K.; MAIA, M.L.; GARCIA, A.E.B.; LEITE, R.S.S.F. **Goiaba**: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. Campinas: ITAL, 1988. cap. 2, p. 121-140. (Série Frutas Tropicais, 6).

CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A.; PERES, L.E.P. **Manual de Fisiologia Vegetal**: teoria e prática. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2005. 650p.

CAVALINI, F.C.; JACOMINO, A.P.; LOCHOSKI, M.A.; KLUGE, R.A.; ORTEGA, E.M.M. Maturity indexes for 'Kumagai' and 'Paluma' guavas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 176-179, ago. 2006.

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

CEREDA, M.P.; SILVA A.P.; EVANGELISTA, R.M. **Uso de películas de amido na conservação pós-colheita de banana (*Musa acuminata.* (AAA) Colla, subgrupo Cavendish), variedade "Nanicão"**. 1994. 15p. Relatório (Estágio) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 1994.

CISNEROS-ZEVALLOS, L.; KROCHTA, J.M. Whey protein coatings for fresh fruits and relative humidity effects. **Journal of Food Science**, Chicago, v.68, p.176-181, 2003.

CHAN JÚNIOR, H.T.; KWOK, S.C.M. Identification and determination of sugars in some tropical fruit products. **Journal of food Science**, Chicago, v. 40, n. 2, p. 419-420, 1976.

CHEN, H. Functional properties and applications of edible films made of milk proteins. **Journal of Dairy Science**. Stanford, v. 78, p. 2563-2583, 1995.

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

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

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

CHOI, W.Y.; PARK, H.J.; AHN, D.J.; LEE, J.; LEE, C.Y. Wettability of chitosan coating solution on 'Fuji' apple skin. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 67, n. 7, p. 2668-2672, 2002.

CHRISTIE, G.B.Y.; MACDIARMID, J.I.; SCHLIEPHAKE, K.; TOMKINS, R.B. Determination of film requirements and respiratory behaviour of fresh produce in modified atmosphere packaging. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 6, p. 41-54, 1995.

COMA, V.; MARTIAL-GROS, A.; GARREAU, S.; COPINET, A.; SALIN, F.; DESCHAMPS, A. Edible antimicrobial films based on chitosan matrix. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 67, n. 3, p. 1162-1169, 2002.

CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C. L. **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2002. 428p.

CUQ, B.; GONTARD, N.; GUILBERT, S. Edible films and coatings as active layers. In: ROONEY, M.L. **Active food packaging**. Glasgow: Chapman & Hall, 1995. p. 111-142.

DAVIS, P.L.; CHACE JÚNIOR, W.G. Determination of alcohol in citrus juice by gas chromatographic analysis of headspace. **HortScience**, Alexandria, v. 4, n. 2, p.117-119, 1969.

DHILLON, B. S.; SINGH, S. N.; KUNDAL, G. S.; MINHAS, P. P. S. Studies on the developmental physiology of guava fruit (*Psidium guajava* L.) II: Biochemical characters. **Punjab Horticultural Journal**, Patiala, v. 27, n. 3/4, p. 212-221, 1987.

DHINGRA, M.K.; GUPTA, O.P.; CHUNDAWAT, B.S. Studies on pectin yield add quality of some guava cultivars in relation to cropping season and fruit maturity. **Journal of Food Science and Technology**, Chicago, v. 20, n. 1/2, p. 10-13, 1983.

DONHOWE, I. G.; FENNEMA, O. Edible films and coatings: characteristics, formation, definitions, and testing methods. In: KROCHTA, J.M.; BALDWIN, E.A.; NISPEROS-CARRIEDO, M.O. **Edible coatings and films to improve food quality**. Lancaster: Technomic Publishing Company, 1994. p. 1-24.

DURIGAN, J.F. Colheita, conservação e embalagens. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA GOIABEIRA, 1995, Jaboticabal. **Anais…** Jaboticabal: FUNEP, 1997. p.149-158.

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**, Oxford, v. 59, n. 3, p. 395-399, 1997.

EL GHAOUTH, A.E.; ARUL, J.; PONNAMPALAM, R.; BOULET, M. Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 56, n. 6, p. 1618-1620, 1991.

EL GHAOUTH, A.E.; ARUL, J.; GRENIER, J.; ASSELIN, A. Antifungal activity of chitosan on two postharvest pathogens of strawberry fruits. **Phytopathology**, St. Paul, v. 82, n. 4, p. 398-402, 1992.

EL GHAOUTH, A.E.; ARUL, J.; WILSON, C.; BENHAMOU, N. Ultrastructural and cytochemical aspects of the effect of chitosan on decay of bell pepper fruit. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 44, n. 6, p. 417-432, 1994.

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

ESTEVES, M. T. da C.; CARVALHO, V. D. de; CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B.; PAULA, M. B. de. Caracterização dos frutos de seis cultivares de goiabeiras (*Psidium guajava* L.) na maturação. I – Determinações físicas e químicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7., 1983, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBF, 1984, p. 477 – 489.

FAKHOURI, F.M.; GROSSO, C. Efeito de coberturas comestíveis na vida útil de goiabas *in natura* (*Psidium guajava* L.) mantida sob refrigeração. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, n. 2, p.203-211, jul./dez. 2003.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **Agrianual 2005:** anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo, 2005. p. 349-352.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **Agrianual 2006**: Anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo, 2006. p. 329-332.

FLUHR, R., MATTOO, A. K. Ethylene-Biosynthesis and Perception. **Critical reviews in Plant Sciences**, London, v. 15, n 5/6, p. 479-523, 1996.

GASPAR, T.H.; PENEL, C.L.; THORPE, T.; GREPPIN, H. **Peroxidases:** a survey of their biochemical and physiological roles in higher plants. Genève: Université de Genève, 1982. 324p.

GENNADIOS, A.; WELLER, C.L. Edible films and coatings from wheat and corn proteins. **Food Technology**, Chicago, v. 44, n. 10, p. 63-69, 1990.

GENNADIOS, A.; BRANDENBURG, C. L.; WELLER, C. L.; TESTIN, R. F. Effect of pH on properties of wheat gluten and soy protein isolate films. **Journal Agriculture of Food Chemistry**, Washington, v. 41, n. 11, p. 1835 – 1839, 1993.

GENNADIOS, A.; McHUGH, T.H.; WELLER, C.L.; KROCHTA, J.M. Edible coatings and films based on proteins. In: KROCHTA, J.M.; BALDWIN, E.A.; NISPEROS-CARRIEDO, M.O. **Edible coatings and films to improve food quality**. Lancaster: Technomic Publishing Company, 1994. chap. 9, p. 201-277.

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, 1997.

GIOVANNONI, J. Molecular biology of fruit maturation and ripening. **Annual Review Plant Physiology Plant Molecular Biology**, Somerville, v. 52, p. 725-749, 2001.

GONGATTI NETO, A.; GARCIA, A. E.; ARDITO, E. F. G.; GARCIA, E. E. C.; BLEINROTH, E. W.; MATALIO, M.; CHITARRA, M.I.F.; BORIN, M.R. **Goiaba para exportação:** procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília: EMBRAPA, 1996. 35p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 20).

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

GUILBERT, S.; GONTARD, N.; MOREL, M.H.; CHALIER, P.; MICARD, V.; REDI, A. Protein-Based Films and Coatings In: GENNADIOS A. (Ed.). **Inovations in Food Packaging.** Boca Raton: CRC Press, 2002. p. 69-121.

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

HEINS, R.D. Inhibition of ethylene synthesis and senescence in carnations by ethanol. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 105, p. 141-144, 1980.

HOSOKAWA, J.; NISHIYAMA, M.; YASHIHORA, K.; KUBA, T. Biodegradable film derived from chitosan and homogenized cellulose. **Industrial Chemistry Research**, Warsaw, v. 29, p. 800 – 805, 1990.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Sistema IBGE de recuperação automática produção agrícola municipal 2002.** Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 jan. 2007.

JACOMINO, A.P.; SIGRIST, J.M.M.; SARANTÓPOULOS, C.I.G.L.; MINAMI, K.; KLUGE, R.A. Embalagens para conservação refrigerada de goiabas. **Revista Brasileira de Fruticultura,** Jaboticabal, v.23, n. 1, p. 50-54, abr. 2001.

JACOMINO, A.P.; OJEDA, R. M.; KLUGE R. A.; SCARPARE FILHO, J. A. Conservação de goiabas tratadas com emulsões de cera de carnaúba. **Revista Brasileira de Fruticultura,** Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 401-405, dez. 2003.

JACOMINO, A.P.; CAVALINI, F. C.; TREVISAN, M. J.; ROSA, A. S.; SCARPARI, L. G. S. Influência do estádio de maturação na qualidade pós-colheita de goiabas 'Kumagai' e 'Paluma'. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004, Florianópolis. **Anais…** Jaboticabal: SBF, 2004, p.20.

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

KADER, A.A. Biochemical and physiological basics for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 40, n. 5, p. 99-104, 1986.

KADER, A.A. **Postharvest technology of horticultural crops technical.** 2.ed. Oakland: University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, 1992. 296p.

KAO, C.H. Differential effect of sorbitol and polyethylene glycol on antioxidant enzymes in rice leaves. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 39, p. 83-89, 2003.

KASARDA, D.D.; NIMMO, C.C.; KOHLER, G.O.; Proteins and the aminoacid composition of wheat fractions. In: POMERANZ, Y. (Ed). **Wheat chemistry and technology**. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1971. p. 227-299.

KELLY, M.O.; SALTVEIT, M.E. Effect of endogenously synthesized and exogenously applied ethanol on tomato fruit ripening. **Plant Physiology**, Rockville, v. 88, p. 143-147, 1988.

KESTER, J.J.; FENNEMA, O.R. Evaluation of an edible, heat-sensitive cellulose ether-lipid film as a barrier to moisture transmission. In: ANNUAL MEETING, 46., 1986, Dallas. **Anais...** Dallas: Institute of Food Technologists, 1986. p. 15-16.

KESTER J. J.; FENNEMA, O. R. Edible films and coatings: A review. **Food Technology**, Chicago, v. 42, p. 47–59, 1988.

KHAN, W.; PRITHIVIRAJ, B.; SMIGH, D.L. Chitosan and chitin oligomers increase phenylalanine ammonia-lyase and tyrosine ammonia-lyase activities in soybean leaves. **Journal of Plant Physiology**, Jena, v. 160, n. 8, p. 859-863, 2003.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C.; BILHALVA, A. B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. 2.ed. Campinas: Rural, 2002. 214p.

KNEE, M. Evaluanting the pratical significance of ethylene in fruit storage. In: ROBERTS, J.A.; TUCKER, G.A. **Ethylene and Plant Development**. London: Butterworths, 1985. p. 297-315.

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

LANA, M.M.; FINGER, F.L. **Atmosfera modificada e controlada**: aplicação na conservação de produtos hortícolas. Brasília: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 34p.

LEE, S.K.; KADER, A.A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 20, p. 207-220, 2000.

LELIÉVRE, J.M.; LATCHÉ, A.; JONES, B.; BOUZAYEN, M.; PECH, J.C. Ethylene and fruit ripening. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 101, p. 727-739, 1997.

LIMA, G.P.P. **Efeito do cálcio sobre o teor de poliaminas e atividade da peroxidase e redutase do nitrato em calos de arroz (*Oriza sativa* L. cv. IAA 4440)**. 1994. 135p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 1994.

LURIE, S.; PESIS, E. Effect of acetaldehyde and anaerobiosis as postharvest treatments on the quality of peaches and nectarines. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 1, p. 317-326, 1992.

MACHEIX, J.J.; FLEURIET, A.; QUESSADA, M.P. Involvement of phenols and peroxidases in wound healing and grafting. In: GREPPIN, H.; PENEL, C.; GASPAR, T. (Ed.). **Molecular and physiological aspects of plant peroxidases.** Geneva: University of Geneva, 1986. p. 267-286.

MANICA, I.; ICUMA, I. M.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SALVADOR, J. O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. **Fruticultura tropical**: goiaba. Porto Alegre: Cinco continentes, 2000. 373p.

MASON, H.S. Comparative biochemistry of the phenolase complex. **Advanced in Enzymology and Related Subject of Biochemistry**, Yale, v. 16, p. 105-184, 1955.

MATTIUZ, B. **Efeitos de injúrias mecânicas e do processamento mínimo na fisiologia pós-colheita de goiabas (*Psidium guajava* L.)**. 2002. 120p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do Campus de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2002.

McGLASSON, W.B. Ethylene and fruit ripening. **HortScience**, Alexandria, v. 20, n. 1, p. 51-54, 1985.

McGUIRRE, R.G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, Alexandria, v. 27, n. 12, p. 1254-1255, 1992.

McGUIRRE, R.G.; HALLMAN, G.J. Coating guavas with cellulose or carnauba-based emulsions interferes with postharvest ripening. **HortScience**, Alexandria, v. 30, p. 294-295, 1995.

McGUIRRE, R.G. Market quality of guavas after hot-water quarantine treatment and application of carnauba wax coating. **Hortscience**, Alexandria, v. 32, p. 271-274, 1997.

McMURCHIE, E.J.; McGLASSON, W.B.; EAKS, I.L. Treatment of fruit with propylene gives information about the biogenesis of ethylene. **Nature**, London, v. 237, n. 5352, p. 235-236, 1972.

MERCADO-SILVA, E.; BAUTISTA, P.B.; GARCIA-VELASCO, M.A. Fruit development, harvest index ripening changes of guavas produced in central Mexico. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 13, n. 2, p. 143-150, 1998.

MOKADY, S.; COGAN, U.; LIEBERMAN, L. Stability of vitamin C in fruit and fruit blends. **Journal of the Science of Food and Agriculture,** Hoboken, v. 35, p. 452-456, 1984.

MORRIS, J.R.; CAWTHON, D.L.; BUESCHER, R.W. Effect of acetaldehyde on postharvest quality of mechanically harvested strawberries for processing. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 104, p. 262-264, 1979.

MOZINI, A.; GORINI, F.L. Controlled atmosphere storage of citrus, grapes and others fruit. **Feeddo**, Roma, v. 27, n. 6, p. 27-31, 1973.

MOWLAH, G.; ITOO, S. Guava (*Psidium guajava* L.) sugar components and related enzymes at stages of fruit- development a ripening. **Journal of Japanese Society of Food Science and Technology**, Kyoto, v.29, n.8, p. 472-476, 1982.

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

NASCIMENTO, L.M.; SANTOS, R.R.; RIBEIRO, I.J.A.; MARTINS, F.P.; YOTSUYANAGI, K.; COUTINHO, J.R. Caracterização físico-química dos frutos de 22 cultivares de goiabeiras (*Psidium guajava* L.) durante o processo de maturação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 13, p. 35-42, 1991b.

NELSON, K.L.; FENNEMA, O.R. Methylcellulose films to prevent lipid migration in confectionery products. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 56, n. 2, p. 504-509, 1991.

NULTSCH, W. **Botânica geral.** Trad.de P.L. de Oliveira. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000. 489p.

OETIKER, J.H.; YANG, S.F. The role of ethylene in fruit ripening. **Acta Horticultural**, The Hague, v. 398, p. 167-178, 1995.

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

OLIVEIRA, M.A.; CEREDA, M.P. Efeito da película de mandioca na conservação de goiabas. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 2, n. 1/2, p. 97-102, 1999.

OLIVEIRA, S.M.A. Indução de resistência como método alternativo no controle de doenças pós-colheita de frutas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 19., 2006, Cabo Frio. **Palestras e Resumos...** Cabo Frio: SBF/UENF/UFRuralRJ, 2006, p. 99-104.

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

PARK, H.J.; CHINNAN, M.S. Properties of edible coatings for fruits and vegetables. In: INTERNATIONAL WINTER MEETING, 1990, Chicago. **Anais...** Chicago: American Society of Agricultural Engineers, 1990. p. 18-21.

PASCHOLATI, S.F.; LEITE, B. Hospedeiro: Mecanismos de resistência. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIN, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia:** princípios e controle. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. cap. 22, p. 417-453.

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

PEREIRA, F. M. **Cultura da goiabeira**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 47p.

PESIS, E. The role of the anaerobic metabolites, acetaldehyde and ethanol, in fruit ripening, enhancement of fruit quality and fruit deterioration. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 37, p. 1-19, 2005.

PEIXOTO, E.A. Aluminum effects on lipid peroxidation and on the activities of enzymes of oxidative metabolism in sorghum. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 11, n. 3, p. 137-143, 1999.

PIVETTA, K.F.L.; DURIGAN, J.F.; PEREIRA, F.M. Efeito de dois tipos de cera na conservação pós-colheita de frutos de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 14, p. 241-243, 1992.

PIZA Jr., C.T.; KAVATI, R. **A cultura da goiabeira de mesa.** Campinas: CATI, 1994. 28p. (CATI. Boletim técnico, 219).

PURVIS, A. C. The role of adaptative enzymes in carbohydrate oxidation by stressed and senescing plant tissues. **Hortscience**, Alexandria, v. 32, n. 7, p 195-198, 1997.

RESENDE, M.L.V. Aspectos moleculares envolvendo o fenômeno da indução de resistência. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE INDUÇÃO DE RESISTENCIA EM PLANTAS CONTRA FITOPATÓGENOS, 2002, São Pedro. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2002, p. 35-36.

RHOADES, J.; ROLLER, S. Antimicrobial actions of degraded and native chitosan against spoilage organisms in laboratory media and foods. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 66, n. 1, p. 80-86, jan. 2000.

ROMANAZZI, G.; NIGRO, F.; IPPOLITO, A.; DI VENERE, D.; SALERNO, M. Effects of pre and postharvest chitosan treatments to control storage grey mold of table grapes. **Food Microbiology and Safety**, Chicago, v. 67, n. 5, p. 1862-1867, 2002.

RODRIGUEZ, R.; AGARWAL, P.G.; SAHA, N.K. Physico-chemical changes during development of sefeda guava fruit. **Industry Food Packer**, Hampshire, v. 25, p. 5-20, 1971.

RUGINI, E.; BONGI, G.; FONTANAZZA, G. Effects of ethephon on olive ripening. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 107, p. 835-838, 1982.

SALIN, M.L.; BRIDGES, S.M. Chemiluminescence in wounded root tissue: evidence for peroxidase involvement. **Plant Physiology**, RockVille, v. 67, p. 43-47, 1981.

SALIN, M.L.; BRIDGES, S.M. Chemiluminescence in soybean root tissue: effect of various substrates and inhibitors. **Photobiochemistry and Photobiophysics**, Amsterdam, v. 6, p. 57-64, 1983.

SLAWINSKA, D. Chemiluminescence and the formation of single oxygen in the oxidation of certain polyphenols and quinines. **Photochemistry and Photobiology**, Amsterdan, v. 28, p. 453-458, 1978.

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

STANGARLIN, J.R. Aspectos bioquímicos do fenômeno de indução de resistência In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE INDUÇÃO DE RESISTENCIA EM PLANTAS CONTRA FITOPATÓGENOS, 2002, São Pedro. **Anais…** Piracicaba: FEALQ, 2002. p. 37-38.

SALTVEIT, M.E. Effect of ethylene on quality of fresh fruit and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 15, p. 279-292, 1999.

SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening.** London: Chapmal & Hall, 1993. 454 p.

SMIRNOFF, N.; CONKLIN, P.; LOEWUS, F. A. Biosyntesis of ascorbic acid in plants: A renaissance. **Annual Review of Plant and Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 52, p. 437-467, 2001.

STEWART, I.; WHEATON, T.A. Carotenóids in citrus: Their accumulation induced by ethylene. **Journal of Agriculture Food Chemestry**, Washington, v. 20, p. 448-449, 1972.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology.** 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, 719p.

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

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

VENDRELL, M.; PALOMER, X. Hormonal control of fruit ripening in climateric fruits. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 463. p. 325-334, 1997.

XISTO, A. L. R. P. **Conservação pós-colheita de goiaba 'Pedro Sato' com aplicação de cloreto de cálcio em condições ambiente**. 2002. 47p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Agronomia de Lavras, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

WATADA, A.E. Effects of ethylene on the quality of fruit and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 40, p. 82-85, 1986.

WHEELER, G.L.; JONES, M.A.; SMIRNOFF, N. The biosynthetic pathway of vitamin C in higher plants. **Nature**, London, v. 393, p. 365-369, 1998.

WILLS, R.; LEE, T. H.; GRAHAM, W. B.; HALL, E. G. **Postharvest an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables.** Kensington: New South Wales University Press, 1981. 161p.

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

WU, M.J.; ZACARIAS, L.; SALTVEIT, M.E.; REID, M.S. Alcohols and carnation senescence. **HortScience**, Alexandria, v. 27, p. 136-138, 1992.

ZAGORY, D.; KADER, A.A. Modified atmosphere packaging of fresh produce. **Food Technology**, Chicago, v. 42, n. 9, p.70-77, 1988.

ZHENG-CUIMING; TENG-BING; GAO-FENGI; WU-ZONGPU; ZHENG-CM; TENG-B; GAO-FL; WU-ZP. Studies on the changes of superoxido dismutase, peroxidase and poliphenol oxidase in seed coat of soybeans after infection with soybean mosaic virus. **Scientia-Agricultura Sinica**, Spring, v. 32, p. 99-101, 1999.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.do; MONTEIRO, A.J.A.; COSTA, H. **Controle de Doenças de Plantas:** frutíferas. Viçosa: UFV, 2002, 1313p.

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo