



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
CURSO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

GUSTAVO DA SILVA ALVES

USO DE RECOBRIMENTO DE QUITOSANA NA CONSERVAÇÃO  
PÓS-COLHEITA DE GOIABA (*Psidium guajava* L)

JOÃO PESSOA – PB

2017

GUSTAVO DA SILVA ALVES

USO DE RECOBRIMENTO DE QUITOSANA NA CONSERVAÇÃO  
PÓS-COLHEITA DE GOIABA (*Psidium guajava* L)

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos, do curso de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba.

**Orientadora:** Profa. Dra. Fernanda Vanessa Gomes da Silva

JOÃO PESSOA – PB  
2017

A474u Alves, Gustavo da Silva.

Uso de recobrimento de quitosana na conservação pós-colheita de goiaba (Psidium guajava L) . [recurso eletrônico] / Gustavo da Silva Alves. -- 2017.  
40 p.: il.: color. + CD.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Orientador: Dra. Fernanda Vanessa Gomes da Silva.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação - Tecnologia de Alimentos) – CTDR/UFPB.

1. Recobrimento biodegradável. 2. Quitosana. 3. Goiaba. I. Silva, Fernanda Vanessa Gomes da. II. Universidade Federal da Paraíba. III. Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional. IV. Título.

CDU: 664(043)

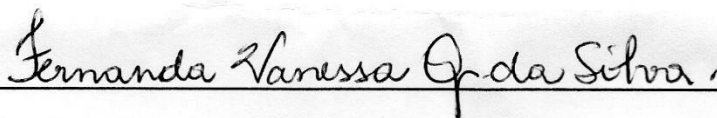
GUSTAVO DA SILVA ALVES

USO DE RECOBRIMENTO DE QUITOSANA NA CONSERVAÇÃO  
PÓS-COLHEITA DE GOIABA (*Psidium guajava* L.)

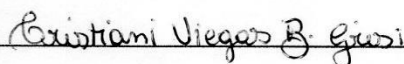
Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos, do curso de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba, e apreciado pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

João Pessoa, 28 de novembro de 2017.

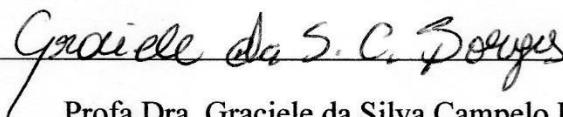
COMISSÃO EXAMINADORA



Profa Dra. Fernanda Vanessa Gomes da Silva  
Orientadora



Profa . MSc. Cristiani Viegas Brandão Grisi  
Examinadora



Profa Dra. Graciele da Silva Campelo Borges  
Examinadora

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus!

A professora e orientadora Dr<sup>a</sup> Fernanda Vanessa Gomes da Silva, pela confiança e ensinamentos no curso e na vida profissional.

A minha mãe Fátima, que todo o momento me apoiou em tudo.

A todos os professores do DTA – Departamento de Tecnologia de Alimentos, pelos ensinamentos constantes. E principalmente a professora Cristiani Grisi por todo apoio e disposição em ajudar no que precisava.

Aos membros da banca examinadora, pela disposição em participar da defesa e pelas sugestões e correções que muito enriquecem esse trabalho.

A todos meus familiares, por acreditarem em mim em todo momento.

A minha colega de turma e amiga Cassia Maria, obrigado por todo apoio e disponibilidade em me ajudar.

A minha colega de curso Isabella, por ter me ajudado com total dedicação em algumas análises.

Aos técnicos dos laboratórios do CTDR, Bosco, Erivelton, Claudinha, Jose Carlos, obrigado por toda ajuda e suporte em todo momento.

Aos meus colegas de sala, que durante esses anos todos sempre nos alegramos e choramos juntos.

Aos meus amigos do trabalho, Mayara, Brenda, Jonatha e Erivelton, obrigado pela torcida. Ao meu chefe Valeriano, pela compreensão e força.

Aos amigos da igreja, que sempre me deram palavras de ânimo para chegar até aqui.

A Universidade Federal da Paraíba, em especial ao Departamento de Tecnologia de Alimentos pela oportunidade de realização de curso.

## RESUMO

Um grande desafio para a pós-colheita é reduzir a velocidade do amadurecimento dos frutos, sem bloquear o processo, ou seja, fazendo com que o amadurecimento seja retomado em sua plenitude quando desejado, mantendo suas qualidades e propriedades sensoriais. O uso de recobrimento biodegradável tem se mostrado eficiente no aumento da vida de prateleira de diversos frutos. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de diferentes concentrações de recobrimentos a base de quitosana na conservação pós-colheita da goiaba. A aplicação do recobrimento foi realizada por imersão dos frutos em solução por 30 segundos. Após a aplicação dos tratamentos, os frutos foram armazenados a  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$  e  $80 \pm 5\%$  de umidade relativa. As análises foram realizadas a cada quatro dias, por um período de dezesseis dias. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ( $p < 0,05$ ) e teste de médias Duncan ( $p < 0,05$ ). Os frutos recobertos com quitosana 4%, obtiveram os melhores resultados tanto em relação a perda de massa como em relação a firmeza da polpa durante o armazenamento. O tratamento também diminuiu a velocidade dos processos metabólicos em comparação ao controle, quando observados os valores de degradação de clorofila e síntese de carotenoides durante o armazenamento. Pode-se concluir que a utilização do recobrimento de quitosana a 4% conferiu brilho na superfície da casca, dando uma maior atratividade ao fruto, retardou o amadurecimento e aumentou a vida útil dos mesmos.

**Palavras-chave:** recobrimento, goiaba, quitosana.

## ABSTRACT

The biggest challenge of the post harvest is to reduce the fruit ripening's velocity, without blocking the process, letting the ripening might return in its fullness, keeping the quality and sensory properties. The use of the biodegradable coating has shown been efficiently, prolonging the increase os some fruit's shelf life. The purpose of this study was to assess the effect of different biofilm's concentrations made of chitosan in the ripening of a guava. The coating application was performed through the fruit immersion in solution for 30 seconds. After applying treatment, fruits were stored  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$  e  $80 \pm 5\%$  of relative humidity. The analyses were made each four days, during sixteen days. The collected data were subjected to analysis of variance ( $p < 0,05$ ) and Duncan's average tests ( $p < 0,05$ ). The fruits covered with chitosan 4%, obtained the best results both in relation to the loss of mass and in relation to a pulp consistency during storage. The treatment also slowed the metabolic processes in comparison to the control, when the values of chlorophyll degradation and carotenoid synthesis were observed during storage. It's possible to conclude that the use of the 4% chitosan coating gave a gloss on the surface of the peel, giving a greater attractiveness to the fruit, delayed the ripening and increased the shelf life.

**Key-words:** coating, guava, chitosan.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Goiaba Paluma ( <i>Psidium guajava</i> L.).....	13
Figura 2. Estrutura química da quitosana, sendo n o grau de polimerização.....	18
Figura 3. Solução de quitosana 2% (lado esquerdo) e solução de quitosana 4% (lado direito) .....	21
Figura 4. Frutos usados no experimento.....	22

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios e desvio-padrão das características físico-químicas de goiabas antes do recobrimento com quitosana.....	26
Tabela 2. Valores médios para perda de massa (%) de goiabas recobertas com filmes de quitosana e armazenada a $20 \pm 2$ °C e $80 \pm 5\%$ UR durante 16 dias.....	27
Tabela 3. Valores médios para firmeza (N) de goiabas recobertas com filmes de quitosana e armazenada a $20 \pm 2$ °C e $80 \pm 5\%$ UR durante 16 dias.....	28
Tabela 4. Valores médios para pH de goiabas recobertas com filmes de quitosana e armazenadas a $20 \pm 2$ °C e $80 \pm 5\%$ UR durante 16 dias.....	29
Tabela 5. Valores médios para sólidos solúveis (%) de goiabas recobertas com filmes de quitosana e armazenadas a $20 \pm 2$ °C e $80 \pm 5\%$ UR durante 16 dias.....	29
Tabela 6. Valores médios para acidez titulável ( $\text{g} \cdot 100^{-1} \text{g}$ Ác. Cítrico) de goiabas recobertas com filmes de quitosana e armazenadas a $20 \pm 2$ °C e $80 \pm 5\%$ UR durante 16 dias.....	30
Tabela 7. Valores médios para relação sólidos solúveis e acidez titulável de goiabas recobertas com filmes de quitosana e armazenadas a $20 \pm 2$ °C e $80 \pm 5\%$ UR durante 16 dias.....	31
Tabela 8. Valores médios para açúcares redutores ( $\text{g} \cdot 100 \text{g}^{-1}$ ) de goiabas recobertas com filmes de quitosana e armazenadas a $20 \pm 2$ °C e $80 \pm 5\%$ UR durante 16 dias.....	32
Tabela 9. Valores médios para ácido ascórbico ( $\text{mg} \cdot 100^{-1} \text{g}$ ) de goiabas recobertas com filmes de quitosana e armazenadas a $20 \pm 2$ °C e $80 \pm 5\%$ UR durante 16 dias.....	33
Tabela 10. Valores médios para clorofila ( $\text{mg} \cdot 100^{-1} \text{g}$ ) de goiabas recobertas com filmes de quitosana e armazenadas a $20 \pm 2$ °C e $80 \pm 5\%$ UR durante 16 dias.....	34
Tabela 11. Valores médios para carotenoides ( $\text{mg} \cdot 100^{-1} \text{g}$ ) de goiabas recobertas com filmes de quitosana e armazenadas a $20 \pm 2$ °C e $80 \pm 5\%$ UR durante 16 dias.....	35
Tabela 12. Valores médios para flavonoides ( $\text{mg} \cdot 100^{-1} \text{g}$ ) de goiabas recobertas com filmes de quitosana e armazenadas a $20 \pm 2$ °C e $80 \pm 5\%$ UR durante 16 dias.....	36

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	14
2.1. Aspectos gerais da goiaba.....	14
2.2. Fisiologia pós-colheita de goiaba.....	15
2.2.1. Firmeza.....	15
2.2.2. Conteúdo de açúcar e acidez titulável.....	15
2.2.3. Cor.....	16
2.3. Pós-colheita da goiaba.....	16
2.4. Recobrimento comestível.....	17
2.4.1. Quitosana.....	18
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	21
3.1. Objetivo geral.....	21
3.2. Objetivos específicos.....	21
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	22
4.1. Preparo do recobrimento do fruto.....	22
4.2. Processamento dos frutos.....	23
4.3. Análises Físico-Químicas e Pigmentos.....	24
4.3.1. Perda de massa.....	24
4.3.2. Firmeza da polpa.....	24
4.3.3. pH.....	25
4.3.4. Sólidos solúveis totais.....	25
4.3.5. Acidez titulável.....	25
4.3.6. Relação sólidos solúveis/acidez titulável.....	25
4.3.7. Açúcares redutores.....	25
4.3.8. Ácido ascórbico.....	26
4.3.9. Clorofila.....	26
4.3.10. Carotenoides .....	26
4.3.10. Flavonoides amarelos.....	26
4.4. Análise estatística.....	27
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	27
5.1. Caracterização inicial do fruto.....	27
5.2. Perda de massa.....	28

5.3. Firmeza da polpa.....	29
5.4. pH.....	30
5.5. Sólidos solúveis totais.....	30
5.6. Acidez titulável.....	31
5.7. Relação sólidos solúveis/acidez titulável.....	32
5.8. Açúcares redutores.....	33
5.9. Ácido ascórbico.....	34
5.10. Clorofila.....	35
5.11. Carotenoides.....	36
5.12. Flavonoides amarelos.....	37
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>38</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>39</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura da goiabeira (*Psidium guajava* L.) é de suma importância no contexto da fruticultura brasileira (CERQUEIRA et al., 2011).

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de goiaba, mesmo não apresentando participação significativa no mercado internacional desta fruta. Isto ocorre porque a maior parte da produção brasileira é voltada para o mercado interno, sendo este dividido em frutos para consumo *in natura* ou processados na forma de doces, compotas, sucos e sorvetes (OLIVEIRA, 2012).

O crescimento do mercado consumidor de goiaba *in natura* está relacionado à qualidade dos frutos e ao aumento da sua vida útil pós-colheita. Devido ao seu intenso metabolismo durante o processo de amadurecimento, a goiaba é considerada um fruto altamente perecível (AZZOLINI et al., 2004).

Os processos fisiológicos de deterioração dos frutos são acelerados e suas consequências podem ser acentuadas devido às condições na qual são submetidos após a colheita. O uso de tecnologias de conservação pós-colheita é inevitável para o prolongamento do seu período de comercialização (CERQUEIRA et al., 2011).

Diversos métodos podem ser utilizados para aumentar a vida útil das frutas em geral. Dentre esses métodos podemos citar o uso de atmosfera modificada, que pode ser pelo acondicionamento das frutas em filmes plástico ou pelo recobrimento com ceras, que modificam o ar interno e o ar que circunda a fruta, reduzindo os níveis de oxigênio e aumentando os níveis de dióxido de carbono (JACOMINO et al., 2003).

Os recobrimentos biodegradáveis são aplicados sobre os frutos afim de prolongar sua vida útil mantendo sua integridade física e as trocas gasosas entre o fruto e o ambiente. Esses recobrimentos também contribuem com a diminuição de contaminação de micro-organismos, e com isso, retarda a sua deterioração (CASTAÑEDA, 2013).

Os filmes e recobrimentos podem ser vistos tanto embalagens como um componente do próprio alimento, devendo então obedecer a requisitos, tais como: boa qualidade sensorial, biocompatibilidade, alta eficiência de barreira e mecânica, equilíbrio bioquímico e físico-químico, segurança microbiológica, sem efeito tóxico, e baixo custo (VÁSCONEZ et al., 2009; PEREDA et al., 2011).

O uso de recobrimentos também tem como grande vantagem a inibição do escurecimento enzimático, conservando assim, alguns compostos aromáticos mantendo as propriedades nutritivas e visuais dos frutos (CASTAÑEDA, 2013).

Uma alternativa para minimizar as perdas pós-colheita é a aplicação de tecnologia apropriada para prevenir e/ou retardar a deterioração de frutas e hortaliças (DURIGAN, 2013). Estudos recentes relatam que o recobrimento de quitosana pode ser usado como um conservante capaz de manter a qualidade de vários frutos e hortaliças altamente perecíveis e prolongar sua vida de prateleira (HONG et al., 2012), como a goiaba.

A quitosana, que é um polissacarídeo resultante da desacetilação parcial da quitina, vem sendo bastante estudada na área de recobrimento de frutos por apresentar atividade antimicrobiana e formar filmes semipermeáveis (CASTAÑEDA, 2013).

Esse polissacarídeo pode formar biofilmes em produtos vegetais *in natura* ou minimamente processados, aumentando sua vida de prateleira preservando suas características qualitativas, e evitando a desidratação dos frutos e o desenvolvimento de micro-organismos (ASSIS; LEONI, 2003; BOTREL et al., 2007).

O presente trabalho apresenta uma breve revisão sobre a goiaba em geral e seus atributos pós-colheita, como também a utilização de um recobrimento comestível visando agregação de valor e qualidade pós-colheita.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Aspectos gerais da goiaba

A goiabeira é a espécie que mais se destaca na família Myrtaceae, na qual é composta por 130 gêneros e 3 mil espécies de árvores e arbustos encontrados em regiões de clima tropical e subtropical. O gênero *Psidium* abrange cerca de 150 espécies, onde sua grande maioria produz frutos (NETO, 2001).

Segundo Thomaz (2014) existem cerca de 324 espécies de goiabas conhecidas nas regiões tropicais das Américas Central e Sul, na qual estão distribuídas e cultivadas principalmente em países de clima tropical.

As goiabeiras são árvores de pequeno porte que podem atingir de 3 a 5 metros de altura, sempre verdes, de casca lisa, fina, castanho-arroxeadada. Seus frutos podem apresentar polpa branca ou vermelha. Possui diversas variações no peso, no sabor e no valor nutritivo dos frutos, na coloração da casca, entre outros aspectos (PIEDADE NETO, 2003).

A goiabeira tem lugar de destaque quando se trata de frutas tropicais brasileiras, devido ao seu agradável aroma e sabor, e também pelo seu elevado valor nutricional. Além de ser consumida in natura, a goiaba é muito utilizada no setor industrial no processamento de diversos produtos, como sucos, néctares, polpas, geleias, bem como serve de ingrediente no preparo de iogurtes, gelatinas. A goiaba tem um alto valor de vitamina C, vitaminas A e B, açúcares, potássio, ferro, fósforo e cálcio e também é rica em fibras (NETO, 2001).

A goiaba é um fruto climatérico, ou seja, amadurece após sua colheita, tem alta taxa respiratória que com isso eleva a produção de etileno. Por isso, a goiaba apresenta uma curta vida de prateleira, por esse motivo ela deve ser comercializada de imediato após a colheita (AMARANTE et al., 2008).

**Figura 1.** Goiaba Paluma



FONTE: FC&A PUBLISHING

## **2.3 Fisiologia pós-colheita de goiaba**

### **2.3.1 Firmeza**

A firmeza é o mais importante atributo dos parâmetros de qualidade que define o destino do fruto e contribui para a manutenção da sua vida pós-colheita, dando-lhes proteção durante o transporte e resistência a micro-organismos. A perda de firmeza durante o amadurecimento está diretamente associada às modificações nos componentes da parede celular que levam a diminuição da integridade do fruto (CARVALHO et al., 2001; CHITARRA; CHITARRA, 2005; ABREU et al., 2012). O amaciamento dos frutos ocorre devido à degradação de polissacarídeos como o amido e as substâncias pécnicas da parede celular (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A firmeza dos frutos é um dos fatores determinantes para a aceitação do consumidor.

### **2.3.2 Conteúdo de açúcar e acidez titulável**

Durante o amadurecimento, ocorre o desenvolvimento de sabores e aromas devido às reações que ocorrem modificando as características sensoriais dos frutos. O gosto dos frutos depende da relação que ocorre entre os açúcares e os ácidos orgânicos, enquanto o aroma depende dos compostos orgânicos voláteis (ZHENG et al., 2016).

A quantidade de sólidos solúveis totais (SST) é um parâmetro de grande influência na comercialização da goiaba. Os SST equivalem a substâncias hidrossolúveis como açúcares que representam entre 50 e 90% desse total e contribuem para o sabor doce das goiabas; além de vitaminas; aminoácidos e pectinas. Os principais açúcares presentes nas goiabas são a frutose, a glicose e a sacarose, que são oriundos da degradação do amido. A frutose corresponde a 52,85% do açúcar nas variedades vermelhas. Apesar dos sólidos solúveis apresentarem uma tendência ao aumento na maioria dos frutos, devido a degradação de amido em açúcares, este parece não sofrer significativas alterações na maioria das cultivares de goiaba devido ao seu baixo conteúdo de amido inicial (VENCESLAU, 2013; PONZO, 2009; SANTANA, 2015).

A acidez deve-se aos ácidos orgânicos presentes nos vacúolos das células, na forma livre ou combinada com sais, ésteres e glicosídeos, sendo nas goiabas encontrado principalmente o ácido cítrico. O conteúdo de ácido orgânico tende a um declínio conforme avança o amadurecimento do fruto. Alguns ácidos orgânicos, tais como o cítrico e o málico, são componentes essenciais no ciclo dos ácidos tricarbóxicos (CHITARRA; CHITARRA, 2005; LEE et al., 2010; NASCIMENTO, 2013).

### **2.3.3 Cor**

A coloração do fruto também é um parâmetro importante e de bastante relevância quanto tratamos de comercialização, por proporcionar uma boa aparência e influenciar a preferência do consumidor. É um parâmetro utilizado para determinar o estágio de maturação do fruto. Entretanto, essa determinação visual da maturação pode não ser tão confiável, visto que a cor também pode ser influenciada pela localização do fruto na planta (BLEINROTH et al., 1992; CAVALINI, 2004).

Durante o amadurecimento de frutos, ocorre a degradação da clorofila e a síntese de outros pigmentos como carotenoides e antocianinas, o que ocasiona na mudança da cor do mesmo. O declínio no conteúdo de clorofila acontece por mudanças no pH, por reações de oxidação e pela ação das enzimas clorofilases (TUCKER, 1993; PAL; BITSH, 2013; LOPES, 2015).

## **2.2 Pós-colheita da goiaba**

O ponto de colheita da goiaba com destino ao comércio *in natura* varia de acordo com seu consumo final. Para a comercialização próxima da área de produção, colhem-se somente os frutos firmes, de coloração verde passando para o mate, com uma leve coloração amarela. Os que seguem destino a mercados mais distantes colhem-se ainda verdes, mas fisiologicamente maduros e com uma boa firmeza de polpa (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Os métodos físicos e químicos têm auxiliado na determinação do ponto ideal de colheita. Este pode ser conseguido por diferentes análises, tais como teor de sólidos solúveis totais (SST) que é uma característica que intervém na comercialização da goiaba, consiste em substâncias hidrossolúveis como açúcares e contribui para o sabor doce da goiaba (AZZOLINI, 2002).

O estágio de maturação no período da colheita é o responsável pela qualidade final dos frutos. Os frutos colhidos imaturos estão mais propensos as desordens fisiológicas, além de ainda não estarem prontos consumo. Entretanto, quando colhidos maduros, entram em senescência rapidamente (CERQUEIRA et al., 2007).

O uso de tecnologia na pós-colheita de produtos hortícolas visa o abastecimento dos consumidores de diversos locais e situações com produtos de boa qualidade. Essas tecnologias abrangem a utilização de conhecimentos em química, física, bioquímica, refrigeração, entre outras (DURIGAN, 2013).

As perdas provenientes da pós-colheita são fatores decisivos na produção de alimentos hortifrutícolas. Apesar de o Brasil se caracterizar como um país em alta produção, é também um dos países onde mais ocorre a perda de pós-colheita (VIEIRA; SANTOS, 2011).

O grau de perdas poderia ter uma redução se atividades corretas de cultivo, de colheita e principalmente pós-colheita fossem obedecidas. A ausência de conhecimento dos processos fisiológicos dos frutos, a ausência de infraestrutura adequada e de uma logística de distribuição são os principais fatores responsáveis pelo elevado nível de perdas pós-colheita decorrentes no Brasil (AZZOLINI, 2002).

O período de pós-colheita é caracterizado por significativas perdas da qualidade mercadológica, causadas por deteriorações pós-colheita (VIEIRA; SANTOS, 2011).

Devido a isso e ao alto teor de água em sua composição, os produtos agrícolas são muito perecíveis. Para aumentar o tempo de conservação e reduzir as perdas pós-colheita, é necessário que conheçamos e utilizemos práticas adequadas de manuseio durante as fases de colheita, armazenamento, comercialização e consumo (VIEIRA; SANTOS, 2011). Por conta do considerável aumento da produtividade dos produtos hortícolas, e levando em consideração a qualidade exigida pelo consumidor, ocorre muitas falhas no que diz respeito a preservação do produto pós-colheita. Nesse caso, a melhor alternativa para redução de perdas pós-colheita é a aplicação de tecnologias apropriadas visando evitar a deterioração de frutas e hortaliças *in natura* (DURIGAN, 2013).

## **2.4 Recobrimentos Comestíveis**

Os recobrimentos comestíveis podem ser usados tanto para inibir, como para diminuir a migração da umidade, oxigênio, dióxido de carbono, aromas e lipídeos, para o ambiente, diminuindo assim, a taxa de respiração e alterações de textura dos frutos, melhorando com isso, sua aparência e promovendo proteção contra injúrias. Além disso, podem atuar como veículo para aditivos alimentícios, como antioxidantes e antimicrobianos, melhorando assim as características internas e a integridade dos vegetais revestidos (CHIEN et al., 2007; FALGUERA et al., 2011; JACOMETTI et al., 2003).

Uma grande vantagem dos recobrimentos comestíveis é a sua biodegradabilidade. Para que um material seja considerado biodegradável ele deve ser desgastado por completo por

micro-organismos em compostos naturais, como CO<sub>2</sub>, água, metano, hidrogênio e biomassa. Dessa forma, a utilização de recobrimentos biodegradáveis poderá contribuir na redução do poluição ambiental (VILLADIEGO et al., 2005; PALMU et al., 2002).

Os compostos mais utilizados na elaboração de recobrimentos comestíveis são as proteínas (gelatina, caseína, ovoalbumina, glúten de trigo), os polissacarídeos (amido e seus derivados, pectina, celulose e seus derivados, alginato, pectina, carragena e quitosana), os lipídios (monoglicerídeos acetilados, ácido esteárico, ceras e ésteres de ácido graxo) ou a combinação destes compostos, o que permite utilizar de forma vantajosa as distintas características funcionais de cada um (LUVIELMO; LAMAS, 2012).

Os recobrimentos comestíveis devem apresentar flexibilidade para que acompanhe as alterações que os frutos podem sofrer após sua colheita, sem que haja prejuízo em sua estrutura. Geralmente, os plastificantes são incorporados ao recobrimento com a finalidade de reduzir sua fragilidade, através da diminuição das forças intermoleculares e consequente aumento da mobilidade das cadeias poliméricas. Dentre os plastificantes disponíveis tem-se o polietilenoglicol, o sorbitol e o glicerol, sendo o glicerol, o mais utilizado (CERQUEIRA et al., 2011; CHIUMARELLI; HUBINGER, 2014; ASSIS; BRITO, 2014).

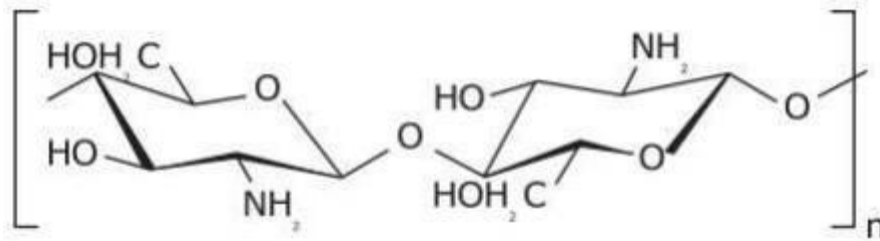
O recobrimento em frutas pode ser aplicado tanto por imersão rápida do fruto em uma solução filmogênica (depois, o fruto é deixado em repouso para ocorrer a evaporação da água e a película se formar sobre o mesmo) como por meio de aspersão, cujo processo é similar, porém a solução é aspergida sobre o fruto (JUNIOR et al., 2010).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) não expõe uma legislação específica para recobrimentos comestíveis. Com isso, estes recobrimentos são classificados como ingredientes, quando aumenta a qualidade nutricional do produto, ou aditivos, quando não enriquecem o seu valor nutricional (LUVIELMO; LAMAS, 2012)

#### **2.4.1 Quitosana**

A quitosana é um polímero natural, oriundo do processo de desacetilação da quitina, biopolímero encontrado no exoesqueleto de crustáceos, moluscos e também na estrutura da parede celular de certos fungos e insetos. Sua estrutura é constituída pela repetição de unidades beta (1-4) 2-amino-2-deoxi-D-glucose (ou D-glucosamina), conforme exposto na figura 2, apresentando uma cadeia semelhante à da celulose (ASSIS, 2002). É conhecido como o segundo polissacarídeo mais abundante na natureza (Cé, 2009).

**Figura 2.** Estrutura química da quitosana, sendo n o grau de polimerização



A produção de quitina e quitosana são obtidas pelo tratamento de resíduos do processamento de crustáceos, matéria prima numerosa em países como China, Japão, Índia e Brasil. São utilizadas para esse processo carapaças de caranguejo, camarão, penas de lula e cabeças de camarão, nas quais o conteúdo de quitina gira em torno de 11% (SYNOWIECKI & AL-KHATEEB, 2000). A produção de quitosana de cascas de crustáceos é viável em relação aos seus custos, principalmente quando relacionada à recuperação de carotenoides, uma vez que elas contêm uma grande quantidade de astaxantina (KUMAR, 2000).

A quitina é desassociada dos outros constituintes da carapaça através de um processo químico que envolve as etapas de desmineralização e desproteínização das carapaças com soluções diluídas de HCl e NaOH, logo após ocorre a descoloração com KMnO<sub>4</sub> e ácido oxálico, por exemplo. A quitina resultante desse processo, é desacetilada com solução concentrada de NaOH, dando origem a quitosana (AZEVEDO et al., 2007).

A quitosana apresenta ótima inibição tanto no crescimento de bactérias gram-positivas e gram-negativas, como também de leveduras e bolores, e por isso, tem sido considerada bastante eficaz na sua utilização como filme e recobrimentos antimicrobianos (SIRIPATRAWAN; HARTE, 2010). Por conta do seu caráter catiônico, a quitosana tem capacidade de se ligar a diferentes componentes do alimento, tais como alginatos, pectinas, proteínas, polieletrólitos inorgânicos, tais como polifosfato e espécies de íons carregados positivamente, através de interações doador/receptor. Em matrizes alimentares complexas, a especificidade que foi citada acima pode reduzir o efeito antimicrobiano da quitosana (AIDER, 2010).

O mecanismo da atividade antimicrobiana da quitosana ainda não foi esclarecido, porém existem várias hipóteses, e uma delas é a mudança da permeabilidade celular. O grupo amino em ambiente ácido é protonado fazendo com que ocorra interação eletrostática com cargas negativas presentes na superfície microbiana. Essa interação acarreta em mudanças na permeabilidade e leva a perda de eletrólitos e de componentes proteicos existentes nas células. A quitosana pode atuar como agente quelante ligando-se a metais e inibindo, dessa forma, a

produção de toxinas e o crescimento de microorganismos. Além de também poder interagir com o DNA microbiano, o que leva a inibição do RNA mensageiro e síntese proteica (DEVLIEGHERE; VERMEULLEN; DEBEVERE, 2004, KONG et al., 2010).

Em estudos pós-colheita, a quitosana tem sido especificada como capaz de conservar a qualidade de frutas e vegetais, por diminuir a taxa de respiração e, com isso, diminuir também a produção de etileno e a transpiração. Outra propriedade importante deste composto natural está relacionada às suas características fungistáticas ou fungicidas contra patógenos de várias frutas e vegetais (ASSIS e SILVA, 2003).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral**

Avaliar o efeito de recobrimentos a base de quitosana na conservação pós-colheita de goiabas da variedade ‘Paluma’.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Avaliar o efeito do recobrimento em goiabas da variedade ‘Paluma’ em concentrações de 2% e 4% de quitosana;
- Analisar a perda de massa e a firmeza durante o armazenamento de goiabas da variedade ‘Paluma’;
- Avaliar as características físico-químicas durante o armazenamento de goiabas da variedade ‘Paluma’.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional da Universidade Federal da Paraíba nos laboratórios de Análise Físico-Química de Alimentos, Processamento de alimentos e Processamento de Carnes e Pescado.

Os frutos de goiaba utilizados neste experimento foram oriundos do comércio local de João Pessoa –PB.

A quitosana foi adquirida na Polymar Indústria e Comércio LTDA localizada na cidade de Fortaleza – Ceará.

### 4.1 Preparo do recobrimento dos frutos

A solução de quitosana foi preparada nas concentrações de 2% e 4%. Essa quitosana foi diluída em ácido acético 1%, onde ficou sob agitação por 24h numa mesa agitadora em temperatura ambiente.

**Figura 3** – Solução de quitosana 2% (lado esquerdo) e solução de quitosana 4% (lado direito)



Fonte: próprio autor

## 4.2 Processamento dos frutos

O processamento dos frutos foi realizado no laboratório de Processamento de Alimentos do departamento de Tecnologia de Alimentos do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional da Universidade Federal da Paraíba.

Os tratamentos empregados foram: controle sem recobrimento, quitosana 2% e quitosana 4%. Os frutos foram acondicionados em bandejas de isopor. Cada bandeja possuía dois frutos que foram armazenadas em estufas BOD a temperatura de  $20\pm 2$  °C e  $80\pm 5\%$  UR por 16 dias.

Para cada tratamento utilizou-se três repetições. Todos os frutos encontravam-se no estágio de maturação verde com início de coloração amarela, conforme mostrado na figura abaixo.

**Figura 4** – Goiabas Paluma usadas no experimento



Fonte: próprio autor

O processamento iniciou-se com a lavagem das goiabas sendo realizada com água potável corrente e a sanitização com solução clorada por 15 minutos, deixando-as secar de forma natural. Em seguida os recobrimentos correspondentes (Figura 3) foram aplicados aos

frutos mediante imersão destes por 30 segundos, deixando-se escorrer o excesso sobre uma bancada de aço inoxidável, após completa secagem dos recobrimentos, foram colocados e armazenados sob a temperatura e umidade relativa descritas acima.

### **4.3 Análises Físico-Químicas e Pigmentos**

As goiabas foram avaliadas com intervalos de quatro dias entre cada avaliação, para determinação dos seguintes parâmetros: perda de massa fresca, firmeza da polpa, pH, sólidos solúveis, acidez titulável, relação sólidos solúveis/acidez titulável, açúcares redutores, açúcares totais e ácido ascórbico. Foi determinado também os pigmentos: clorofila, carotenoides e flavonoides amarelos.

#### **4.3.1 Perda de massa**

Os frutos foram pesados individualmente em balança semi-analítica de marca WANT. Os resultados foram expressos em percentagem de perda de massa fresca, obtidos pela seguinte equação:

$$\text{Perda de Massa (\%)} = \frac{\text{MI} - \text{MF}}{\text{MI}} \times 100$$

Onde:

MI = Massa inicial dos frutos

MF= Massa final dos frutos

#### **4.3.2 Firmeza da polpa**

A análise de textura foi feita através de um texturômetro TEXTURE ANALYZER de modelo CT3 da marca BROOKFIELD. Onde foi utilizado um prob de 6mm para ver o exato ponto de ruptura em determinado tempo. Os resultados foram expressos em Newton (N).

### **4.3.3 pH**

Pesou-se cerca de 5g da polpa onde esta foi diluída em 40 mL de água destilada. Empregou-se o pHmetro digital, marca Istrutherm PH-1900, previamente calibrado com soluções tampões de pH 7,0 e 4,0 (AOAC, 2005).

### **4.3.4 Sólidos Solúveis Totais**

Os sólidos solúveis foram determinados por leitura direta utilizando-se o refratômetro de bancada digital (NOVA – CE nD Brix% C.S.1 C.S.2). A polpa foi colocada diretamente no equipamento não sendo necessária sua diluição em água. Os resultados foram expressos em %.

### **4.3.5 Acidez Titulável**

Pesou-se cerca de 5g da polpa do fruto em um frasco erlenmeyer de 125mL, adicionou 40 mL de água destilada e duas gotas do indicador fenolftaleína. Foi realizada por titulometria com NaOH 0,1 N até atingir a coloração rosa. Os valores foram expressos em ácido cítrico (g/100g) (BRASIL, 2005).

### **4.3.6 Relação sólidos solúveis/acidez titulável**

A relação SST/ATT foi obtida pela razão entre os valores de sólidos solúveis totais e acidez total titulável.

### **4.3.7 Açúcares Redutores**

Foi pesado aproximadamente 1g da polpa em um balão de 50 mL e diluído com água, foi utilizado 10 mL para um tubo falcon e seguido para centrifugação. Assim como procede o método do 3,5 Ácido Dinitrosalicílico (DNS) (Miller, 1959), ao qual foi adicionado 0,5 mL

do centrifugado, 1,0 mL de água e 1,0 mL do reagente de DNS, em tubos de ensaio. Os tubos foram agitados e aquecidos em banho-maria por 5 min a 100°C. Em seguida, os tubos foram resfriados em banhos de gelo até a temperatura ambiente, e adicionados de 7,5 mL de água destilada. Em seguida, efetuou-se a leitura em espectrofotômetro com comprimento de onda a 540 nm. Os resultados foram expressos em mg.100-1g de polpa.

#### **4.3.8 Ácido Ascórbico**

Determinado, segundo AOAC (1984), através da titulação com 2,6 diclorofenolindofenol (DFI), até obtenção de coloração rósea claro permanente, utilizando-se 1g da polpa diluída em 30 mL de ácido oxálico 0,5 % de acordo com Strohecker e Henning (1967). Os resultados foram expressos em mg.100-1g de polpa.

#### **4.3.9 Clorofila**

Foram utilizados 1g de polpa, diluída com 10 mL de acetona 80% e 5 mg de CaCO<sub>3</sub> (carbonato de cálcio) em almofariz, onde foi feita a maceração por aproximadamente 1 minuto e transferido para o tubo falcon envolvido por papel alumínio, para não ter interferência de luz, quando necessário completava-se o volume da maceração para 10 mL. Deixando assim, extrair por 24 hr no escuro a 4° C, após as 24 hr os tubos falcon foram centrifugados e feito a leitura no espectrofotômetro com comprimento de onda de 652nm, de acordo assim com as modificações do método de Arnon (1985). Os resultados de clorofila total foram expressos em mg.100-1g de polpa seguindo a equação de Engel e Poggiani (1991);

#### **4.3.10 Carotenoides**

Determinado de acordo com metodologia modificada por Higby (1962);

#### **4.3.11 Flavonoides amarelos**

As determinações seguiram a metodologia de Francis (1982). Para flavonoides amarelos realizou-se a leitura a 374nm.

#### 4.4 Análise Estatística

As análises foram realizadas em triplicata e os resultados expressos com média  $\pm$  desvio padrão. Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e posteriormente, foram realizados testes de comparação múltiplas de Duncan com 5% de significância.

### 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 5.1 Caracterização inicial do fruto

Tabela 1. Valores médios e desvio-padrão das características físico-químicas de goiabas antes do recobrimento com quitosana.

Parâmetros	Médias
pH	3,62 $\pm$ 0,10
Sólidos Solúveis (%)	8,26 $\pm$ 0,41
Acidez Total (g.100 <sup>-1</sup> g Ác. Cítrico)	0,66 $\pm$ 0,03
SS/AT	12,40 $\pm$ 0,25
Açúcar Redutor (g.100g <sup>-1</sup> )	3,70 $\pm$ 0,76
Ácido ascórbico (mg.100 <sup>-1</sup> g)	74,99 $\pm$ 3,12
Clorofila total (mg.100g <sup>-1</sup> )	0,68 $\pm$ 0,15
Carotenoides Totais (mg.100 <sup>-1</sup> g)	1,73 $\pm$ 0,04
Flavonoides Amarelos (mg.100 <sup>-1</sup> g)	2,20 $\pm$ 0,20

Fonte: próprio autor

Observamos na tabela 1, referente a goiaba sem recobrimento, alto teor de ácido ascórbico (74,99 mg 100g<sup>-1</sup>), porém inferior ao encontrado por Cerqueira (2011) que avaliar esse componente na goiaba 'Kumagai', obteve 115,17 mg 100g<sup>-1</sup>. Esses valores podem mudar de acordo com a espécie e entre outros fatores. Em relação aos sólidos solúveis não teve disparidade nos valores encontrado nesse trabalho (8,26 %) quando comparado também a Cerqueira (2011), que obteve 8,22 %.

## 5.2 Perda de massa

Os resultados da perda de massa podem ser visualizados na tabela 2.

Tabela 2. Valores médios e desvio-padrão para perda de massa (%) de goiabas recobertas com filmes de quitosana e armazenada a  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  e  $80\pm 5\%\text{UR}$  durante 16 dias.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)			
	4	8	12	16
Controle	1,26dA $\pm$ 0,20	6,11cA $\pm$ 0,46	7,60bA $\pm$ 0,63	8,77aA $\pm$ 0,71
Quitosana 2%	0,92cA $\pm$ 0,09	5,72bA $\pm$ 0,65	7,15aAB $\pm$ 0,79	8,19aA $\pm$ 0,91
Quitosana 4%	1,10dA $\pm$ 0,22	5,18cA $\pm$ 0,26	6,23bB $\pm$ 0,35	7,11aB $\pm$ 0,36

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Duncan. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Duncan.

Para todos os tratamentos houve um aumento da perda de massa durante o armazenamento. Aos 16 dias de armazenamento o tratamento com 4% de quitosana apresentou a menor perda de massa.

Cerqueira et al. (2011), ao analisarem a cobertura de quitosana nas concentrações de 2%, 4 % e 6 %, com ou sem glicerol, em goiabas ‘Kumagai’, observaram que o tratamento com a cobertura de quitosana a 6 %, sem glicerol, foi mais eficiente na perda de massa, indicando que concentrações mais elevadas do recobrimento podem ter melhores resultados na minimização da perda de massa causada pela transpiração dos frutos. Estes autores relatam ainda que, apesar da diferença significativa deste tratamento em relação aos outros, essa menor perda de massa não se mostrou visualmente relevante.

### 5.3 Firmeza

Os resultados da firmeza estão expressos na tabela 3.

Tabela 3. Valores médios e desvio-padrão para firmeza (N) de goiabas recobertas com filmes de quitosana e armazenada a  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  e  $80\pm 5\%\text{UR}$  durante 16 dias.

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (dias)		
	4	8	16
Controle	35,53aB $\pm$ 7,72	11,67bC $\pm$ 0,49	10,85bB $\pm$ 0,97
Quitosana 2%	37,80aB $\pm$ 2,12	19,84bAB $\pm$ 2,45	15,72bB $\pm$ 1,69
Quitosana 4%	45,75aA $\pm$ 3,87	26,43bA $\pm$ 1,90	21,64bA $\pm$ 1,50

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Duncan. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Duncan.

A firmeza da polpa das goiabas diminuiu de forma significativa com o armazenamento em todos os tratamentos, indicando perda da estrutura dos tecidos decorrente do amadurecimento, porém, ocorreu em menor proporção nas frutas cobertas com quitosana 4%. Em relação aos tratamentos houve diferença significativa em relação ao controle e ao tratamento quitosana 4%, que em relação aos outros tratamentos no tempo dezesseis manteve o tecido mais firme, que segundo Cerqueira et al., (2011) essa firmeza pode ter ocorrido devido excessiva restrição às trocas gasosas entre os tecidos da fruta e a atmosfera.

Segundo Cavalini (2004), a diminuição da firmeza da polpa durante o amadurecimento do fruto acontece, devido a perda da integridade da parede celular. A degradação das moléculas poliméricas constituintes da parede celular, principalmente a pectina, resultam em perda de aderência entre as células e alterações na parede celular, que modificam a textura da polpa. Outro processo também pode contribuir com a perda de textura da polpa dos frutos, que é a degradação do amido.

Cerqueira (2011), encontrou valores de firmeza de 23,15N e 27,75N em goiabas ‘Kumagai’ nos tratamentos com quitosana/glicerol, no tempo oito de armazenamento, quando no presente trabalho foi encontrado valores inferiores a esses para esse tempo, 19,84N e 26,43N, respectivamente.

## 5.4 pH

Os resultados de pH estão expressos na tabela 4.

Tabela 4. Valores médios e desvio-padrão para pH de goiabas recobertas com filmes de quitosana e armazenadas a  $20\pm 2$  °C e  $80\pm 5\%$ UR durante 16 dias.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)			
	4	8	12	16
Controle	3,67aA±0,15	3,78aA±0,09	3,73aA±0,01	3,76aA±0,06
Quitosana 2%	3,77aA±0,01	3,73aA±0,05	3,78aA±0,03	3,63aA±0,04
Quitosana 4%	3,70aA±0,00	3,74aA±0,04	3,77aA±0,08	3,62aA±0,04

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Duncan. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Duncan.

Observamos na tabela 4 que não houve diferença significativa nos valores em nenhum dos tratamentos no decorrer do armazenamento. Nos tratamentos com 2 e 4% de quitosana houve o aumento do pH mas em ambos, no tempo 16 houve um declínio desses valores, mas não tiveram diferença significativa entre os tratamentos. Segundo Nascimento (2013), ao estudar a goiaba da cultivar ‘Paluma’ minimamente processada recoberta com quitosana (20 mg/mL) armazenada em refrigeração (4°C) durante 14 dias seu pH variou de 3,68 a 3,89, ou seja, diferente do presente trabalho não houve o declínio do pH em determinado tempo.

De um modo geral, o aumento da acidez está relacionado com a redução dos valores de pH. A mudança no pH está associada à formação de açúcar, ácidos, etc, durante o amadurecimento (SRINIVASA et al., 2002).

Siqueira (2012), estudando frutos recobertos com quitosana nas concentrações de 0%, 0,5 % e 1,0 %, observou que os valores médios de pH diminuíram até o sexto dia de armazenamento e, em seguida, aumentaram no último dia.

## 5.5 Sólidos Solúveis Totais

Os resultados de sólidos solúveis estão expressos na tabela 5.

Tabela 5. Valores médios e desvio-padrão para sólidos solúveis (%) de goiabas recobertas com filmes de quitosana e armazenadas a  $20\pm 2$  °C e  $80\pm 5\%$ UR durante 16 dias.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)			
	4	8	12	16
Controle	7,67bA $\pm$ 0,32	8,97aA $\pm$ 0,15	8,63aA $\pm$ 0,47	7,30bB $\pm$ 0,20
Quitosana 2%	8,00bA $\pm$ 0,34	9,00aA $\pm$ 0,15	7,90bA $\pm$ 0,30	8,30bAB $\pm$ 0,26
Quitosana 4%	8,17bA $\pm$ 0,23	8,90aA $\pm$ 0,17	8,50aA $\pm$ 0,62	8,43abA $\pm$ 0,66

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Duncan. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Duncan.

Com o avanço do período de armazenamento, observou-se que houve diferença significativa em todos os tratamentos, resultado observado também por CERQUEIRA et al. (2011), onde conseguiu 8,52% no oitavo dia de seu armazenamento, valor pouco inferior ao observado nesse trabalho. Em relação aos tratamentos só houve diferença entre eles no tempo dezesseis de armazenamento.

O teor de sólidos solúveis (SS) depende do estágio de maturação do fruto e geralmente aumenta durante sua maturação pela biossíntese ou degradação de polissacarídeos (CAVALINI, 2004).

Os sólidos solúveis totais são usados como índice de maturação para alguns frutos, e indicam a quantidade de substâncias que se encontram dissolvidas no suco do fruto, sendo constituído na sua maioria por açúcares e por ácidos orgânicos (HANSEN, 2011).

## 5.6 Acidez titulável

Os resultados de acidez titulável estão expressos na tabela 6.

Em relação a acidez titulável, observamos diferença significativa em relação a todos os tratamentos no decorrer do armazenamento. Observou-se também que no oitavo dia, não houve diferença em relação aos tratamentos e ao controle, isso também foi observado por Cerqueira (2011) quando realizou o recobrimento das goiabas com quitosana na mesma concentração.

Tabela 6. Valores médios e desvio-padrão para acidez titulável (g.100<sup>-1</sup>g Ác. Cítrico) de goiabas recobertas com filmes de quitosana e armazenadas a 20±2 °C e 80±5%UR durante 16 dias.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)			
	4	8	12	16
Controle	0,66bA±0,40	0,75aA±0,03	0,81aA±0,04	0,83aA±0,03
Quitosana 2%	0,65cA±0,60	0,70bA±0,04	0,74abB±0,03	0,80aA±0,04
Quitosana 4%	0,66bA±0,20	0,71bA±0,01	0,71bB±0,07	0,79aA±0,02

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Duncan. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Duncan.

Segundo Choudbury et al. (2001), a acidez em goiabas deve-se principalmente ao ácido cítrico, sendo os valores de AT geralmente compreendidos entre 0,2 % a 1,0 %. O valor médio da AT encontrado em frutos recobertos com quitosana a 2 e 4%, e armazenados durante oito dias foi de 0,70 % e 0,71% de ácido cítrico, respectivamente, o ácido predominante em goiabas.

O aumento da acidez durante o amadurecimento pode ter relação com a formação de ácidos orgânicos devido a degradação da parede celular (PEREIRA et al., 2005). Com a desestruturação da pectina pela ação de enzimas ocorre a liberação dos ácidos galacturônicos solúveis em água e, conseqüentemente, aumenta a acidez (SIQUEIRA, 2012).

### 5.7 Relação sólidos solúveis/Acidez titulável

Os resultados de relação sólidos solúveis e acidez titulável estão expressos na tabela 7.

Tabela 7. Valores médios e desvio-padrão para relação sólidos solúveis e acidez titulável de goiabas recobertas com filmes de quitosana e armazenadas a 20±2 °C e 80±5%UR durante 16 dias.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)			
	4	8	12	16
Controle	12,77aA±2,68	11,97aA±0,61	10,58aA±0,11	8,83bA±0,12
Quitosana 2%	12,44aA±1,58	12,88aA±0,73	10,69bA±0,11	10,41bA±,033
Quitosana 4%	12,26abA±0,60	12,53aA±0,12	11,94abA±0,51	10,64bA±0,64

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Duncan. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Duncan.

Observou-se que houve diferença significativa em todos os tratamentos no decorrer do tempo de armazenamento, observa-se também que além de não haver diferença entre os tratamentos, houve uma diminuição nessa relação devido à diminuição do teor de SS. Resultado também encontrado por Siqueira (2012).

A razão sólidos solúveis/acidez titulável, também conhecida como ratio, é um dos principais indicativos para a avaliação do sabor de um fruto, sendo mais representativo que a medição isolada do teor de SS ou da AT, pois dá uma melhor ideia do equilíbrio entre esses dois componentes (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Em geral, a tendência dessa relação é aumentar com o amadurecimento em função do aumento no teor de sólidos solúveis e da diminuição na acidez, devido à degradação dos polissacarídeos e a oxidação dos ácidos, respectivamente (SIQUEIRA, 2012).

É possível afirmar que a diminuição na relação sólidos solúveis/acidez titulável durante o amadurecimento não foi um efeito ocasionado pelo recobrimento dos frutos com a quitosana, já que tal tendência também foi observada também nos frutos controle.

## 5.8 Açúcares Redutores

Os resultados de açúcares redutores estão expressos na tabela 8.

Tabela 8. Valores médios e desvio-padrão para açúcares redutores ( $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) de goiabas recobertas com filmes de quitosana e armazenadas a  $20\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$  e  $80\pm 5\%$ UR durante 16 dias.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)			
	4	8	12	16
Controle	2,34bA $\pm$ 0,24	3,17aA $\pm$ 0,26	2,88abA $\pm$ 0,57	2,24bB $\pm$ 0,39
Quitosana 2%	2,97aA $\pm$ 0,08	3,12aA $\pm$ 0,63	1,32bB $\pm$ 0,30	2,81aA $\pm$ ,016
Quitosana 4%	2,81aA $\pm$ 0,32	3,04aA $\pm$ ,066	3,07aA $\pm$ 0,12	2,94aA $\pm$ 0,18

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Duncan. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Duncan.

Houve diferença significativa nos tratamentos controle e quitosana 2%, já no tratamento quitosana 4% não houve diferença no tempo de armazenamento. Vila et al., (2007), também obteve um resultado sem diferença significativa quando analisou goiabas cobertas com fécula de mandioca 4%. Pode-se admitir que o consumo dos açúcares

reduzidos possa ter relação com o substrato respiratório no período de maturação (VILA et al., 2007).

Mendonça et al. (2007), relatam que o aumento de açúcares redutores é máximo no pico climatérico diminuindo após este período e ainda que frutos maduros apresentem sabor mais doce. Pereira et al. (2006) justificaram diminuição dos açúcares redutores em goiabas ‘Cortibel’ armazenadas até 14 dias a 25°C, por causa da síntese de sacarose ou consumo mais rápido da via metabólica.

## 5.9 Ácido Ascórbico

Os resultados de ácido ascórbico estão expressos na tabela 9.

Tabela 9. Valores médios para ácido ascórbico e desvio-padrão (mg.100<sup>-1</sup>g) de goiabas recobertas com filmes de quitosana e armazenadas a 20±2°C e 80±5%UR durante 16 dias.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)			
	4	8	12	16
Controle	49,30bcAB±6,61	67,61aA±6,78	60,31abA±6,15	53,47bA±5,24
Quitosana 2%	55,20aA±6,50	41,77bC±2,24	52,41aA±1,80	53,84aA±4,32
Quitosana 4%	45,48bB±5,34	54,83aB±7,03	57,90aA±1,51	60,11aA±1,16

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Duncan. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Duncan.

Observamos que em relação ao ácido ascórbico houve diferença significativa no controle no decorrer do tempo de armazenamento. Em relação aos frutos recobertos com quitosana, houve diferença significativa, resultado este também encontrado por Siqueira (2012), ao avaliar goiabas também recobertos com quitosana em diferentes concentrações.

Segundo Azzolini et al. (2004), os teores de ácido ascórbico em goiabas tendem a aumentar durante o amadurecimento, podendo diminuir com a senescência.

Com isso, comparando os tratamentos, observamos um melhor resultado na quitosana 4%, pois manteve os maiores valores de ácido ascórbico nas goiabas.

## 5.10 Clorofila

Os resultados de clorofila estão expressos na tabela 10.

Tabela 10. Valores médios e desvio-padrão para clorofila ( $\text{mg}\cdot 100^{-1}\text{g}$ ) de goiabas recobertas com filmes de quitosana e armazenadas a  $20\pm 2^\circ\text{C}$  e  $80\pm 5\%\text{UR}$  durante 16 dias.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)			
	4	8	12	16
Controle	0,59aB $\pm$ 0,15	0,71aA $\pm$ ,011	0,84aA $\pm$ 0,24	0,29bA $\pm$ 0,04
Quitosana 2%	0,71bB $\pm$ 0,18	0,68bA $\pm$ 0,02	1,15aA $\pm$ 0,13	0,49bA $\pm$ 0,03
Quitosana 4%	1,21aA $\pm$ 0,31	0,82bA $\pm$ 0,11	1,46aA $\pm$ 0,23	0,45cA $\pm$ 0,05

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Duncan. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Duncan.

Houve diferença significativa de clorofila em todos os tratamentos durante o armazenamento. Já em relação aos tratamentos só houve diferença significativa no tempo quatro do armazenamento, depois disso, não houve diferença nos valores de clorofila.

Nos tratamentos com quitosana 2% e 4%, observa-se que houve o declínio da clorofila no tempo oito, o que já era provável acontecer, mas em seguida no tempo 12 esse teor de clorofila aumentou nos dois tratamentos e ambos no tempo dezesseis voltou a cair os valores. Este comportamento pode ter sido influenciado, muito provavelmente, pela diferença dos estádios de maturação dos frutos na seleção.

## 5.11 Carotenoides

Os resultados de carotenoides estão expressos na tabela 11.

Tabela 11. Valores médios e desvio-padrão para carotenoides (mg.100<sup>-1</sup>g) de goiabas recobertas com filmes de quitosana e armazenadas a 20±2°C e 80±5%UR durante 16 dias.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)			
	4	8	12	16
Controle	2,80cA±0,69	13,97bA±0,66	14,72bB±3,46	45,36aA±0,20
Quitosana 2%	1,96cA±0,32	2,42cB±0,44	33,40aA±0,69	7,80bB±2,14
Quitosana 4%	2,72bA±0,56	4,44bB±0,82	7,72aC±0,41	7,24aB±2,00

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Duncan. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Duncan.

Houve diferença significativa em todos os tratamentos em relação ao armazenamento, porém o tratamento com a quitosana 4% foi a que melhor se comportou em relação ao aumento de carotenoides. No tratamento quitosana 2% houve um aumento significativo no tempo doze e logo em seguida uma diminuição desse valor no tempo dezesseis.

Carotenoides são pigmentos lipossolúveis, amarelos, laranjas e vermelhos, encontrados em frutas e vegetais. Em plantas superiores, estão localizados em organelas subcelulares (cloroplastos e cromoplastos). Nos cloroplastos atuam como pigmentos fotoprotetores na fotossíntese e como estabilizadores de membranas. Nos cromoplastos, eles são depositados na forma cristalina ou como gotículas de óleo (KURZ et al., 2008).

O desenvolvimento da cor vermelha em polpa de goiabas ocorre por causa da biossíntese de licopeno, que aumenta com a maturação (SIQUEIRA et al., 2011).

### 5.11 Flavonoides amarelos

Os resultados de flavonoides amarelos estão expressos na tabela12.

Tabela 12. Valores médios e desvio-padrão para flavonoides amarelos (mg.100<sup>-1</sup>g) de goiabas recobertas com filmes de quitosana e armazenadas a 20±2°C e 80±5%UR durante 16 dias.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)			
	4	8	12	16
Controle	3,42aA±0,15	3,24aA±0,40	2,81bA±0,25	1,56cB±0,20
Quitosana 2%	2,74aB±0,14	2,30bB±0,10	2,11bB±0,46	1,93bAB±0,10
Quitosana 4%	2,81aB±0,30	1,94bB±0,29	2,73aA±0,19	2,08bA±0,19

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Duncan. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Duncan.

Observou-se diferença significativa em todos os tratamentos ao longo do tempo de armazenamento, porém, o tratamento que melhor se comportou ao mecanismo dos flavonoides foi o quitosana 2%, onde houve a menor transformação para a coloração amarela, sendo assim, retardou o amadurecimento das goiabas.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os frutos recobertos com quitosana 4%, obtiveram os melhores resultados tanto em relação a perda de massa como em relação a firmeza da polpa durante o armazenamento.

O tratamento com 4% de quitosana diminuiu a velocidade dos processos metabólicos em comparação ao controle, quando observados os valores de degradação de clorofila e síntese de carotenoides durante o armazenamento.

Pode-se concluir que a utilização do recobrimento de quitosana a 4% conferiu brilho na superfície da casca, dando uma maior atratividade ao fruto, retardou o amadurecimento e aumentou a vida útil dos mesmos.

## REFERÊNCIAS

- AIDER, M. Chitosan application for active bio-based films production and potential in the food industry: Review. **Food Science and Technology**, v. 43, p. 837-842, 2010.
- ASSIS, O. B. G.; ALVES, H. C. **Metodologia científica: metodologia mínima para a produção de filmes comestíveis de Quitosana e avaliação preliminar de seu uso como Revestimento protetor em maçãs cortadas**. Comunicado técnico, São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2002. 5p
- ASSIS, O.B.G.; LEONI, A.M. Biofilmes comestíveis de quitosana: ação biofungicida sobre frutas fatiadas. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, São Paulo, n. 30, p.33-38, 2003.
- ASSIS, O.B.G.; SILVA, V.L. 2003. Caracterização estrutural e da capacidade de absorção de água em filmes finos de quitosana processados em diversas concentrações. **Polímeros**, 13(4):223-228.
- AZEVEDO, V. V. C.; CHAVES, S. A.; BEZERRA, D. C.; LIA FOOK, M. V.; COSTA, A. C. F. M. Quitina e Quitosana: aplicações como biomateriais. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, Campina Grande, v.2.3, p. 27-34, 2007.
- AZZOLINI, M. **Fisiologia pós-colheita de goiabas ‘Pedro Sato’ estádios de maturação e padrão respiratório**. Piracicaba, SP: ESALQ, 2002. 100p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2002.
- AZZOLINI, M., JACOMINO, A.P., BRON, I.U. **Índices para avaliar qualidade pós-colheita de goiabas em diferentes estádio de maturação**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.39, n.2, p.139- 145. 2004.
- BOTREL, D.A. et al. Qualidade de alho (*Allium sativum*) minimamente processado envolvido com revestimento comestível antimicrobiano. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.27, n.1, jan./mar. 2007.
- CASTAÑEDA, L.M.F. **Avaliação da quitosana e da fécula de mandioca aplicada em pós-colheita no recobrimento de maçãs**. Tese de doutorado em fitotecnia. Faculdade de agronomia. Universidade Federal do rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, Brasil. (130 p.). Junho 2013.
- CAVALINI, F.C. **Índices de maturação, ponto de colheita e padrão respiratório de goiabas „Kumagai“ e „Paluma“**. 2004. 64f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2004.
- CÉ, N. 2009. **Utilização de filmes de quitosana contendo nisina e natamicina para cobertura de kiwis e morangos minimamente processados**. Porto Alegre, RS. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 95 p.

CERQUEIRA, T.S.; JACOMINO, A.P.; SASAKI, F.F.; ALLEONI, A.C.C. **Recobrimento de goiabas com filmes proteicos e de quitosana**. BRAGANTIA. Campinas, v. 70, n. 1, p.216-221, 2011

CHIEN, P. J.; SHEU, F.; YANG, F. H. Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. **Journal of Food Engineering**, v. 78, n. 1, p. 225-229, 2007.

CHOUDHURY, M.M., COSTA, T.S., RESENDE, J.M., SCAGGIANTE, G. (2001) Atributos de qualidade mercadológica. In: Choudhury, M.M. (ed.) **Goiaba Pós-colheita**. 1.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 16-20

DEVLIEGHERE, F.; VERMEULEN, A.; DEBEVERE, J. Chitosan: antimicrobial activity, interactions with food components and applicability as a coating on fruit and vegetables. **Food Microbiology**, v. 21, p. 703-714, 2004.

FALGUERA, V.; QUINTERO, J. P.; JIMÉNEZ, A.; MUÑOZ, A.; IBARZ, A. Edible films and coatings: structures, active functions and trends in their use. **Trends Food Science and Technology**, v. 22, p. 291-303, 2011.

HANSEN, O. A. S. **Agregação de valor aos frutos da mangabeira: Desenvolvimento e avaliação da estabilidade de néctar e geleia**. 118f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, 2011.7

JACOMETTI, G. A.; MENEGHEL, R. F. A.; YAMASHITA, F. Aplicação de revestimentos comestíveis em pêssago (*Prunus persica*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n. 1, p. 95-100, 2003.

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**, v.25, n.3, p.401-405. 2003.

JUNIOR, E.B.; MONARIM, M.M.S.; CAMARGO, M.; MAHL, C.E.A.; SIMÕES, M.R.; SILVA, C.F. 2010. Efeito de diferentes biopolímeros no revestimento de mamão (*Carica papaya* L) minimamente processado. **Revista Varia Scientia Agrárias**, 1(1):131-142

KONG, M.; CHEN, X. G.; XING, K.; PARK, H. J. Antimicrobial properties of chitosan and mode of action: A state of the art review. **International Journal of Food Microbiology**, v.144, p. 51-63, 2010.

KUMAR, M., N., V., R. A review of chitin and chitosan applications. **Reactive & Functional Polymers**, 46, 1–27, 2000.

KURZ, C.; CARLE, R.; SCHIEBER, A. HPLC-DAD-MSn. Characterisation of carotenoids from apricots and pumpkins for the evaluation of fruit product authenticity. **Food Chemistry**, London, v. 110, p. 522-530, 2008.

LINHARES, L.A.; SANTOS, C.D.; ABREU, C.M.P.; CORRÊA, A.D. (2007) - Transformações químicas, físicas e enzimáticas de goiabas 'Pedro Sato' tratadas na pós-

- colheita com cloreto de cálcio e 1-metilciclopropeno e armazenadas sob refrigeração. **Ciência e Agrotecnologia**, 31, 3: 829-841.
- LUVIELMO, M. DE M.; LAMAS, S. V. Revestimentos comestíveis em frutas. **Estado Tecnológico em Engenharia**, v. 8 n.1 p. 8-15, 2012.
- MANICA, I.; ICUMA, I.M.; JUNQUEIRA, N.T.V.; SALVADOR, J.O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. **Goiaba: do plantio ao consumidor**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. 32p.
- MENDONÇA, R.D.; FERREIRA, K.S.; SOUZA, L.M.; MARINHO, C.S.; TEIXEIRA, S.L. (2007) - Características físicas e químicas de goiabas ‘Cortibel 1’ e ‘Cortibel 4’ armazenadas em condições ambientais. **Bragantia**, 66, 4: 685-692.
- NASCIMENTO, J. I. G. **Atividade antifúngica da quitosana na expansão da vida de prateleira de goiaba minimamente processada** / Júlia Idalice Gois do Nascimento. – Recife, 2013.
- NETO, L. G. et al. **Goiaba produção: aspectos técnicos**. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, v. 1, 2001.
- OLIVEIRA, L.F.M. **Controle alternativo da antracnose durante a pós-colheita de goiabas “Paluma” simulando armazenamento e a comercialização**. 2012. 95p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Sergipe, 2012.
- PALMU, P.T.; FAKHOURI, F.M.; GROSSO, C.R.F. 2002. Filmes biodegradáveis. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, 26:12-17.
- PEREDA, M., PONCE, A.G., MARCOVICH, N.E., RUSECKAITE, R.A., MARTUCCI, J.F. Chitosan-gelatin composites and bi-layer films with potential antimicrobial activity. **Food Hydrocolloids**, v. 25, p. 1372-1381, 2011.
- PEREIRA, T.; CARLOS, L.A.; OLIVEIRA, J.G.; MONTEIRO, A.R. (2005) Características físicas e químicas de goiaba cv. Cortibel (*Psidium guajava* L.) estocadas sob refrigeração em filmes X-tends. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, 16 (1): 11-16.
- PEREIRA, T.; CARLOS, L.A.; OLIVEIRA, J.G.; MONTEIRO, A.R. (2006) - Influência das condições de armazenamento nas características físicas e químicas de goiaba (*Psidium guajava*), cv. Cortibel de polpa branca. **Ceres**, 53, 306: 276-284.
- PIEIDADE NETO, A. Goiaba-vermelha, fonte de riqueza à saúde, ao trabalho e às nações. In: ROZANE, D.E.; COUTO, F.A.D.C (Ed.). **Cultura da goiabeira: tecnologia e mercado**. Viçosa: UFV, 2003. p.39-51. Disponível em:[http://www.nutricaoodeplantas.agr.br/site/ensino/pos/Palestras\\_William/Livrogoiaba\\_pdf/7\\_goiabras.pdf](http://www.nutricaoodeplantas.agr.br/site/ensino/pos/Palestras_William/Livrogoiaba_pdf/7_goiabras.pdf) Acesso em:21 out, 2017.
- SIQUEIRA, A. M. A.; COSTA, J. M. C.; AFONSO, M. R. A.; CLEMENTE, E. Pigments of guava paluma cultivar stored under environmental conditions. **African Journal of Food Science**, v. 5, n. 6, p. 320-323, 2011.

SIQUEIRA, A.P.O. **Uso de coberturas comestíveis na conservação pós-colheita de goiaba e maracujá-azedo**. Mestrado. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF. Campos dos Goytacazes – RJ, 2012.

SIRIPATRAWAN, U., HARTE, B.R. Physical properties and antioxidant activity of an active film from chitosan incorporated with green tea extract. **Food Hydrocolloids**, v. 24, p. 770-775, 2010.

SYNOWIECKI J. AND AL-KHATEEB N.A.A.Q. The recovery of protein hydrolysate during enzymatic isolation of chitin from shrimp *Crangon crangon* processing discards. **Journal of Food Chemistry** 68: 147–152, 2000.

VÁSCONEZ, M.B., FLORES, S.K., CAMPOS, C.A., ALVARADO, J., GERSCHENSON, L.N. Antimicrobial activity and physical properties of chitosan-tapioca starch based edible films and coatings. **Food Research International**, v. 42, p. 762-769, 2009.

VIEIRA, S.M.J.; SANTOS, A.E.O. **Tecnologia pós-colheita para comercialização da goiaba “in natura”**, 2011. Disponível em: <[http://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/ensino/pos/Palestras\\_William/Livrogoiaba\\_pdf/6\\_tecnologiaposcolheita.pdf](http://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/ensino/pos/Palestras_William/Livrogoiaba_pdf/6_tecnologiaposcolheita.pdf)>. Acesso em out 2017.

VILA, M.T.R.; LIMA, L.C.O.; VILAS BOAS, E.V.B.; HOJO, E.T.D.; RODRIGUES, S.L.J.; PAULA, N.R.F. (2007) - Caracterização química e bioquímica de goiabas armazenadas sob refrigeração e atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, 31, 5: 1435-1442.

VILLADIEGO, A.M.D.; SOARES, N.F.F.; ANDRADE, N.J.; PUSCHMANN, R.; MINIM, V.P.R.; CRUZ, R. 2005. Filmes e revestimentos comestíveis na conservação de produtos alimentícios. **Revista Ceres**, LII(300):221-244.