



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR – CCTA  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – UAGRA**

**THAÍS BATISTA DE QUEIROGA**

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE GOIABA SOB APLICAÇÃO DE BIOFILME À  
BASE DE *Chlorella* sp.**

**DIGITALIZAÇÃO  
SISTEMOTECA - UFCG**

**POMBAL – PB  
MAIO DE 2016**

**THAÍS BATISTA DE QUEIROGA**

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE GOIABA SOB APLICAÇÃO DE BIOFILME À  
BASE DE *Chlorella* sp.**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, *campus* Pombal-PB, como um dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

**Orientadora:** Prof<sup>ª</sup>. DSc. Railene Hérica Carlos Rocha Araújo

**Co-orientadora:** Prof<sup>ª</sup>. DSc. Marinês Pereira Bomfim

**POMBAL – PB**

**MAIO DE 2016**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

Q3q

Queiroga, Thais Batista de.

Qualidade pós-colheita de goiaba sob aplicação de biofilme a base de *Chlorella sp.* / Thais Batista de Queiroga . – Pombal, 2016. 53 f. : il. color.

Monografia (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, 2016.

"Orientação: Prof<sup>ª</sup>. Railene Hérica Carlos Rocha Araújo, Prof<sup>ª</sup>. Marinês Pereira Bomfim".

Referências.

1. *Psidium Guajava* L.. 2. Microalga. 3. Recobrimentos Comestíveis. 4. Conservação Pós-Colheita. I. Araújo, Railene Hérica Carlos Rocha. II. Bomfim, Marinês Pereira. III. Título.

CDU 634.42(043)

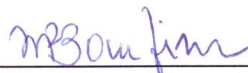
THAÍS BATISTA DE QUEIROGA

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE GOIABA SOB APLICAÇÃO DE BIOFILME À BASE DE *Chlorella sp.***

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, *campus* Pombal, como um dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

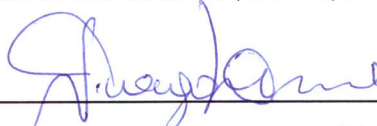
Apresentada em: 27 de maio de 2016.

**BANCA EXAMINADORA**



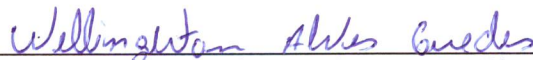
---

Presidente: D. Sc. Marinês Pereira Bomfim  
Professora D. Sc. UAGRA/CCTA/UFCG



---

Examinador interno: Dsc. Tiago Augusto Lima Cardoso  
UATA/CCTA/UFCG



---

Examinador interno: Engenheiro Agrônomo: Wellington Alves Guedes  
UAGRA/CCTA/UFCG

**POMBAL-PB**

**MAIO – 2016**

*Ao meu pai, Francisco Barbosa de Queiroga, por todo esforço e dedicação, exemplo de trabalho e força para mim.*

*A minha mãe, Marli Batista de Queiroga, pelo apoio nos momentos mais difíceis da minha vida, por todo amor e carinho.*

*Ao meu irmão Telles Batista de Queiroga (in memoriam), pelo exemplo de vida e amor pelo trabalho, merecedor da minha mais sincera admiração.*

*Que nunca mediram esforços para realização deste sonho...  
Amo vocês!*

**Dedico**

## AGRADECIMENTOS

A DEUS, pelo dom da vida, pela força quando não havia nenhuma, por nunca me deixar só, e por me presentear com a realização deste sonho.

Aos meus queridos pais, Francisco Barbosa de Queiroga e Marli Batista de Queiroga, que fizeram e fazem de tudo por mim, por todo o amor, por serem o exemplo de pessoa que quero ser, sem vocês eu nada seria.

Ao meu inesquecível irmão, Telles Batista de Queiroga, que sempre me incentivou na realização dos meus sonhos, que mesmo não percebendo me dava forças para continuar, pela compreensão por não estar ao seu lado em seus últimos momentos, sei que onde estiver está feliz por mim.

A minha tia Maria por todo apoio e preocupação durante o curso, e a minha tia Francisca por todo carinho e ajuda para a concretização dessa conquista.

Ao meu namorado Romulo, pela importante ajuda neste trabalho, pelos conselhos e palavras de incentivo, pela paciência e amor a mim dedicado.

Aos companheiros da equipe de pós-colheita: Ágda Malany, Lídia Sousa, Tádria Cristiane, Elny Alves, George Alves, Wellington Alves, pela valiosa ajuda durante e após as análises.

As minhas grandes amigas Isabel Queiroga, Cândida Luilma e Lídia Sousa, pela gratificante amizade, momentos de descontração, com certeza nunca esquecerei, certamente as mais companheiras, e que torcem sempre por mim.

A Universidade Federal de Campina Grande, e a todo corpo docente que a compõe, por todo conhecimento transmitido.

A professora Railene, pela contribuição neste trabalho.

A banca examinadora, constituída pela DSc. Marinês, pelo DSc. Tiago, e o mestrando Wellington, grata por toda orientação.

A Fazenda Tamanduá, por disponibilizar o material utilizado durante o desenvolvimento do trabalho.

A todos os familiares e amigos, pelas palavras de incentivo e força, que de alguma forma acompanharam a minha trajetória e que torceram por mim.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Variáveis físico-químicas avaliadas sob o efeito de métodos de aplicação de *Chlorella* sp. em diferentes concentrações aplicadas sob o biofilme de goiabas ‘Paluma’, aos 6 dias de armazenamento sob condições ambiente ( $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR). .....24
- Tabela 2:** Variáveis de cor avaliadas sob o efeito de métodos de aplicação de *Chlorella* sp. em diferentes concentrações aplicadas sob o biofilme de goiabas ‘Paluma’, aos 6 dias de armazenamento sob condições ambiente ( $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR).....25
- Tabela 3:** Variáveis de diferença total de cor avaliadas sob o efeito de métodos de aplicação de *Chlorella* sp. em diferentes concentrações aplicadas sob o biofilme de goiabas ‘Paluma’, antes do armazenamento e aos 6 dias de armazenamento sob condições ambiente ( $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR).....27

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Goiabas 'Paluma' sem o biofilme, após higienização. Laboratório de Pós-colheita de Frutos e Hortaliças – CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2016.....20
- Figura 2:** Sistema de Cores CIE L\*, a\*, b\* para medida, designação, e acerto de cores, um sólido de cores Rocha (2008).....21
- Figura 3:** pH e acidez titulável de goiaba 'Paluma' sob aplicação de biofilme à base de alga *Chlorella* sp., em diferentes concentrações e dois métodos de aplicação. Onde: Aspersão: Trat.0 (0% - Testemunha); Trat.1 (1% do biofilme de *Chlorella* sp); Trat.2 (2% do biofilme de *Chlorella* sp); Imersão: Trat.3 (0%); Trat.4 (1%); Trat.5 (2%). Pombal – PB, 2016.....28
- Figura 4:** Sólidos solúveis (%) de goiaba 'Paluma' sob aplicação de biofilme à base de alga *Chlorella* sp., em diferentes concentrações e dois métodos de aplicação. Onde: Aspersão: Trat.0 (0% - Testemunha); Trat.1 (1% do biofilme de *Chlorella* sp); Trat.2 (2% do biofilme de *Chlorella* sp); Imersão: Trat.3 (0%); Trat.4 (1%); Trat.5 (2%). Pombal – PB, 2016.....30
- Figura 5:** Açúcares totais (%) de goiaba 'Paluma' sob aplicação de biofilme à base de alga *Chlorella* sp., em diferentes concentrações e dois métodos de aplicação. Onde: Aspersão: Trat.0 (0% - Testemunha); Trat.1 (1% do biofilme de *Chlorella* sp); Trat.2 (2% do biofilme de *Chlorella* sp); Imersão: Trat.3 (0%); Trat.4 (1%); Trat.5 (2%). Pombal – PB, 2016.....31
- Figura 6:** Carotenoides de goiaba 'Paluma' sob aplicação de biofilme à base de alga *Chlorella* sp., em diferentes concentrações e dois métodos de aplicação. Onde: Aspersão: Trat.0 (0% - Testemunha); Trat.1 (1% do biofilme de *Chlorella* sp); Trat.2 (2% do biofilme de *Chlorella* sp); Imersão: Trat.3 (0%); Trat.4 (1%); Trat.5 (2%). Pombal – PB, 2016.....32
- Figura 7:** Luminosidade L\* de goiaba 'Paluma' sob aplicação de biofilme à base de alga *Chlorella* sp., em diferentes concentrações e dois métodos de aplicação. Onde: Aspersão: Trat.0 (0% - Testemunha); Trat.1 (1% do biofilme de *Chlorella* sp); Trat.2 (2% do biofilme de *Chlorella* sp); Imersão: Trat.3 (0%); Trat.4 (1%); Trat.5 (2%). Pombal – PB, 2016.....33
- Figura 8:** Ângulo de cor h\* (hue) de goiaba 'Paluma' sob aplicação de biofilme à base de alga *Chlorella* sp., em diferentes concentrações e dois métodos de aplicação. Onde: Aspersão: Trat.0 (0% - Testemunha); Trat.1 (1% do biofilme de *Chlorella* sp); Trat.2 (2% do biofilme de *Chlorella* sp); Imersão: Trat.3 (0%); Trat.4 (1%); Trat.5 (2%). Pombal – PB, 2016.....34



**Figura 9:** Cromaticidade  $a^*$  de goiaba ‘Paluma’ sob aplicação de biofilme à base de alga *Chlorella* sp., em diferentes concentrações e dois métodos de aplicação. Onde: Aspersão: Trat.0 (0% - Testemunha); Trat.1 (1% do biofilme de *Chlorella* sp); Trat.2 (2% do biofilme de *Chlorella* sp); Imersão: Trat.3 (0%) Trat.4 (1%); Trat.5 (2%). Pombal – PB, 2016.....36

**Figura 10:** Cromaticidade  $b^*$  de goiaba ‘Paluma’ sob aplicação de biofilme à base de alga *Chlorella* sp., em diferentes concentrações e dois métodos de aplicação. Onde: Aspersão: Trat.0 (0% - Testemunha); Trat.1 (1% do biofilme de *Chlorella* sp); Trat.2 (2% do biofilme de *Chlorella* sp); Imersão: Trat.3 (0%); Trat.4 (1%); Trat.5 (2%). Pombal – PB, 2016.....36

**Figura 11:** Croma ( $C^*$ ) de goiabas ‘Paluma’ sob aplicação de biofilme à base de alga *Chlorella* sp., em diferentes concentrações e dois métodos de aplicação. Onde: Aspersão: Trat.0 (0% - Testemunha); Trat.1 (1% do biofilme de *Chlorella* sp); Trat.2 (2% do biofilme de *Chlorella* sp); Imersão: Trat.3 (0%); Trat.4 (1%); Trat.5 (2%). Pombal – PB, 2016.....37

**Figura 12:** Diferenças de  $L^*$  luminosidade (A); Ângulo de cor  $h^*$  (hue) (B); Croma  $C^*$  (C); Cromaticidade  $a^*$ (D); Cromaticidade  $b^*$  (E), de goiabas ‘Paluma’ sob aplicação de biofilme à base de alga *Chlorella* sp. em diferentes concentrações e dois métodos de aplicação. Onde: Aspersão: Trat.0 (0% - Testemunha); Trat.1 (1% do biofilme de *Chlorella* sp); Trat.2 (2% do biofilme de *Chlorella* sp); Imersão: Trat.3 (0%); Trat.4 (1%); Trat.5 (2%). Pombal – PB, 2016.....39

## SUMÁRIO

RESUMO.....	XI
ABSTRACT .....	XII
1 INTRODUÇÃO .....	12
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 A Goiabeira .....	14
2.2 Biofilmes .....	15
2.2 <i>Chlorella vulgaris</i> .....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	19
3.1 Seleção do material vegetal .....	19
3.2 Avaliações .....	20
3.3 Análise estatística .....	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	23
5 CONCLUSÕES.....	40
6 ANEXOS .....	41
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	44

QUEIROGA, T. B. **Qualidade pós-colheita de goiaba sob aplicação de biofilme à base de *Chlorella* sp.** 2016. 53f. Monografia. Universidade Federal de Campina Grande. Pombal-PB, 2016.

## RESUMO

Devido à procura cada vez mais crescente de produtos orgânicos pela população mundial, novas formas de conservação, como o uso de recobrimentos comestíveis tem sido estudadas, sendo uma opção para manter a qualidade do alimento. Neste sentido objetivou-se avaliar o efeito de biofilme a base da microalga *Chlorella* sp., sob concentrações e aplicações diferentes, na conservação pós-colheita de goiaba (*Psidium guajava* L., cv. Paluma) armazenada sob condição ambiente. O presente estudo foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com esquema fatorial 2 x 3, sendo dois diferentes métodos de aplicação, aspersão e imersão, e três concentrações do biofilme (0%, 1%, 2%), com 12 repetições. O uso do biofilme de *Chlorella* sp. na concentração a 2% promoveu manutenção dos açúcares totais e carotenoides no processo de maturação dos frutos de goiaba. Para o parâmetro cor, a concentração de 2% do biofilme foi mais eficiente sobre a luminosidade ( $L^*$ ) dos frutos, a qual obteve valores baixos e sobre o retardo do desenvolvimento da cor, expresso pelos valores de  $C^*$ ,  $h^*$ ,  $a^*$ . Não foram observadas influências significativas do biofilme à base de *Chlorella* sp. para as variáveis de pH e sólidos solúveis (SS).

**Palavras-chave:** *Psidium guajava* L., microalga, recobrimentos comestíveis, conservação pós-colheita.

## ABSTRACT

Due to increasing demand for organic products, new forms of conservation, such as the use of edible coatings have been studied as an option is to keep the quality of the food. In this regard aimed to evaluate the effect of microalgae-based biofilm (*Chlorella* sp.) under different concentrations and kinds of applications on the post-harvest conservation of Guava (*Psidium guajava* L., cv Paluma) stored under ambient conditions. This study was conducted in a completely randomized design with 2 x 3 factorial, two different application methods, sprinkling and immersion, and three biofilm concentrations (0%, 1%, 2%), with 12 repetitions. The use of *Chlorella* sp. biofilm under the concentration of 2% promoted maintenance of total sugars and carotenoids during the maturation of guava fruit. For the color parameter, the concentration of 2% of the biofilm was efficient on the lightness (L\*) of the fruit, which obtained low values, and on the delay of color development, under the values expressed by C\*, h\*, a\*. The biofilm did affect pH and soluble solids (SS).

**Keywords:** *Psidium guajava* L., microalgae, edible coatings, post-harvest conservation.

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura da goiabeira (*Psidium guajava* L.) é importante no contexto da fruticultura brasileira e encontra-se em crescente expansão. Maior parte desta área plantada com goiaba está concentrada no Nordeste e Sudeste do país, com 7.435 e 6.293 ha respectivamente, o que corresponde a 98,04% do total, com destaque para os estados de Pernambuco, Bahia, Ceará, Sergipe e Paraíba, que produziram 107.755, 15.179, 11.264, 6.036 e 4.475 t respectivamente (IBGE, 2012).

Especificamente nas áreas irrigadas do Nordeste brasileiro, a cultivar Paluma, que pode atender tanto ao processamento quanto ao consumo *in natura*, é a mais cultivada (ZAMBÃO e BELLINTANI NETO, 1998; SÃO JOSÉ et al., 2003). A goiaba é considerada pelos nutricionistas uma das mais completas e equilibradas frutas no que diz respeito ao valor nutritivo e, devido às suas qualidades sensoriais, é apreciada tanto na forma fresca como industrializada em forma de doces em pasta, compotas, geléias, sorvetes e sucos. (SERRANO et al., 2007).

O crescimento do mercado consumidor de goiaba *in natura* está diretamente ligado à melhora no tempo de vida útil pós-colheita e na qualidade dos frutos. A goiaba é um fruto altamente perecível por causa do seu intenso metabolismo durante o amadurecimento (AZZOLINI et al., 2004). A vida útil pós-colheita da goiaba quando mantida sob condições ambiente é curta, não atinge oito dias (RIBEIRO et al., 2005).

Os processos fisiológicos de deterioração dos frutos são acelerados e seus efeitos podem ser agravados pelas condições às quais são submetidos após a colheita (CERQUEIRA et al., 2011). Em frutos colhidos “verdes” há intensificação na perda de massa fresca, havendo manifestação de murchas e aspecto rugoso na casca da fruta. Já em frutos colhidos maduros a vida útil é reduzida, têm menor firmeza e são extremamente suscetíveis a danos mecânicos (CAMILLO, 2009; MORGADO et al., 2010; BIALVES et al., 2012).

Conhecer o desenvolvimento da maturação e amadurecimento de goiabas é de extrema importância para que se estabeleçam índices de maturação que mostrem os estádios mais propícios para o armazenamento ou processamento do fruto. Em goiabas, o ponto de colheita é estabelecido com base nos chamados índices de maturação, os quais são definidos através do monitoramento das alterações físicas e químicas que ocorrem durante o amadurecimento e têm como finalidade assegurar a obtenção de frutas de boa qualidade (CAVALINI et al., 2006).

De modo geral, as características que sofrem mais alterações durante o amadurecimento dos frutos são a firmeza da polpa, a cor da casca e o sabor (MORGADO et al., 2010). Não existe padronização ou consenso do estágio 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-escura para verde-clara ou começando a amarelecer (AZZOLINI et al., 2004a).

Diante disto, faz-se necessária a adoção de técnicas que mantenham e prolonguem a vida pós-colheita dos frutos. Pesquisas vem sendo realizadas utilizando revestimentos comestíveis, tais como, fécula de mandioca, quitosana, extrato de erva doce, óleo de girassol, para prolongar a vida útil, melhorar a aparência, podendo retardar a perda de água, o amadurecimento e a deterioração (WILLS et al., 2007).

Neste sentido objetivou-se avaliar o efeito de biofilme à base de *Chlorella* sp., sob concentrações e aplicações diferentes, na conservação pós-colheita de goiaba (*Psidium guajava* L., cv. Paluma) armazenada sob condição ambiente.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A Goiabeira

A goiabeira é uma planta pertencente à família *Myrtaceae*, que compreende mais de 70 gêneros e 2.800 espécies. Entre as espécies da família da goiabeira, o gênero *Psidium* é o mais importante para a produção de frutos sendo uma planta perene, de porte arbustivo ou semi-arbóreo, com 3 a 7 metros de altura (PEREIRA, 1995; TODA FRUTA, 2012). As goiabas são do tipo baga, que é um tipo de fruto carnoso e com muitas sementes de 2 a 3 mm, ou mais (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A goiaba teve origem na América Tropical e se difundiu nas regiões tropicais e subtropicais devido à sua facilidade de se desenvolver por sementes e em solos arenosos, sendo cultivada no Brasil desde o Rio Grande do Sul até o Maranhão destacando-se os estados de São Paulo e Pernambuco (CERQUEIRA, 2007). O Brasil é o sétimo maior produtor mundial de goiabas (FAO, 2013).

Existe diversas cultivares de goiaba para plantio, em diferentes formatos e pesos, coloração da casca e da polpa, quantidades de sementes e porte da planta. Podemos destacar como as mais utilizadas para plantio encontradas no mercado as cultivares ‘Paluma’, ‘Rica’, ‘Ogawa’, ‘Pedro Sato’ e ‘Kumagai’ (SIQUEIRA, 2009).

A cultivar Paluma é um clone derivado da cultivar Rubi – Supreme, a partir de sementes de polinização aberta. Foi obtida em Jaboticabal a partir de um programa de melhoramento. Possui fruto com peso variável (140-250g), formato ovóide com pescoço curto, coloração da polpa vermelho intenso, pequena porcentagem de sementes e bom rendimento de polpa (93,76%) (CAVALINI, 2004).

A cultivar ‘Paluma’ tem características excepcionais para o processamento industrial. É considerada a cultivar mais plantada em grande escala nos pomares comerciais do Brasil, principalmente para a industrialização (VENCESLAU, 2013). Entre os frutos tropicais a goiaba se destaca por sua excelente qualidade, o que pode ser atribuído a três importantes fatores: a) elevado teor nutritivo, pois é uma das melhores fontes de vitamina C (em variedades silvestres, pode-se encontrar 600 a 700 mg e nas melhores cultivares de 240 a 300 mg de ácido ascórbico/100g de fruta), com valores seis a sete vezes superiores aos dos frutos cítricos, uma fonte tradicional desta vitamina; b) tem excelentes propriedades organolépticas, que possui sabor e aroma moderados bem característicos, é um fruto altamente digestível, com ótima qualidade nutritiva, além de grande conteúdo de fibras; c) alto rendimento por hectare e com polpa de elevada qualidade industrial, o que permite o seu aproveitamento

como goiaba em calda ou fatias, doces em massa (goiabada), geleias, sucos, néctar, sorvete e como bases para xaropes e bebidas (MANICA, 2001).

Os atributos de qualidade são influenciados pelas variedades, condições edafoclimáticas e práticas culturais. Manejos inadequados na colheita aceleram os processos de senescência, afetando sensivelmente sua qualidade e abreviando seu período de comercialização (AZZOLINI et al., 2004b). Na goiaba, o ponto de maturação é reconhecido na prática primeiramente, de forma visual, pelo tamanho do fruto, coloração de sua casca, presença de injúrias e consistência. Portanto, é de grande importância o reconhecimento do estágio de maturação no momento da colheita, determinando a vida útil e a qualidade do fruto. Frutos colhidos precocemente não apresentam habilidade de desenvolver completamente o amadurecimento, prejudicando sua qualidade final (DREHMER; AMARANTE, 2008). No entanto, a colheita de goiabas em estágio de maturação avançado pode resultar em rápida perda de qualidade, diminuindo o período de comercialização (AZZOLINI et al., 2004a).

A goiabeira é rústica, mas pode ser atacada por pragas e doenças em todas as fases de seu crescimento e desenvolvimento. Quando negligenciado o tratamento, o ataque que ocorre nas plantas pode até mesmo inviabilizar a produção de frutos para importação, causando grandes perdas econômicas, sendo provavelmente uma das causas mais sérias de perdas pós-colheita. Diferentes agentes podem causar podridões, com destaque para os fungos como a ferrugem (*Puccinia psdii* Wint), a podridão de botridiplodia (*Botrydiplodia theobromae* Pat.), a podridão parda (*Dothiorella dominicana*), a podridão de frutos (*Phyllostica psicola* Petr.) e a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.), também denominada mancha chocolate. Elas são consideradas doenças que causam danos medianos a severos nas fases de florescimento, maturação e principalmente na pós-colheita (CERQUEIRA, 2007).

## 2.2 Biofilmes

O Brasil apresenta uma das maiores taxas de perdas pós-colheita de frutas e hortaliças do mundo, em torno de 35-40%, onde as perdas de hortifrutícolas em nosso país representam valores superiores a 10 milhões de toneladas/ano de produtos colhidos e não consumidos (SOARES, 2009). Um dos desafios na produção de goiaba é melhorar a eficiência do produtor rural no processo de comercialização de sua produção, neste momento ocorrem as maiores perdas pós-colheita, decorrentes principalmente do manuseio inadequado nas etapas de colheita, embalagem e transporte do campo ao estabelecimento comercial (IBRAF, 2010).



A goiaba é um fruto altamente perecível devido a seu intenso metabolismo durante o amadurecimento (HONG et al., 2012). Sendo assim, é de grande necessidade a adoção de técnicas que visam reduzir o metabolismo e minimizem outros efeitos que venham a ocorrer no período pós-colheita da fruta, para tanto existem vários métodos de conservação, destacando-se além da refrigeração, a atmosfera modificada. A atmosfera modificada também pode ser produzida pelo uso de recobrimentos aplicados a superfície dos produtos (CISNEROS-ZEVALLOS; KROCHTA, 2003).

Os procedimentos de conservação pós-colheita usualmente empregados estão, em quase sua totalidade, centrados na cadeia do frio e em boas práticas de armazenamento (VENCESLAU, 2013). Contudo, um novo seguimento tecnológico vem ganhando espaço nesta área, que é o desenvolvimento de coberturas comestíveis protetoras que aplicadas diretamente sobre aos frutos possibilitam elevar o tempo de conservação permitindo uma maior flexibilidade de manuseio e comércio (ASSIS et al., 2008; VARGAS et al., 2008).

Os recobrimentos comestíveis podem melhorar o marketing do alimento, com relação à qualidade nutricional, segurança, e aumento no tempo de conservação, pois têm funções como: retardar a perda 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; e atuar como veículo de aditivos alimentícios, como, por exemplo agentes antimicrobianos (KROCHTA e DE MULDER-JOHNSTON, 1997; REINOSO et al., 2008).

Novas tecnologias de conservação como, o uso de recobrimentos comestíveis, têm sido tema de diversos estudos, principalmente devido à demanda cada vez mais crescente de produtos orgânicos. O revestimento é formado a partir de uma suspensão de um agente espessante, que após a aplicação no produto forma uma película ao seu redor, agindo como barreira para trocas gasosas e perda de vapor d'água, modificando a atmosfera e retardando o amadurecimento do fruto (PEREIRA, 2006).

Diversos estudos têm sido realizados com o intuito de identificar coberturas comestíveis que promovam a melhor conservação de frutas e hortaliças. Jacomino et al., (2003), avaliaram os efeitos da cera de carnaúba para goiaba cv. Pedro Sato sob condição ambiente. As ceras foram eficientes em retardar o amadurecimento, reduzir a perda de massa e a incidência de podridões. Ribeiro et al., (2005) avaliaram os efeitos de coberturas de cera de carnaúba *Premium Citrus* na conservação de goiabas cv. Paluma, armazenadas sob refrigeração e em condição ambiente. Os autores constataram que, com o uso do

revestimento, foi possível reduzir a perda de massa e a degradação de clorofila das goiabas, promovendo o aumento da vida útil apenas para as frutas mantidas sob condição ambiente.

Em goiaba, fruta de origem tropical que apresenta intensa atividade metabólica, Vila et al., (2007) avaliaram o uso de revestimento de fécula de mandioca na manutenção da qualidade pós-colheita. As frutas inteiras foram imersas nas concentrações de 2%, 3% e 4%. O biofilme, nas concentrações de 3% e 4% mostrou-se efetivo em retardar o amadurecimento de goiabas proporcionando maior teor de açúcares não-redutores, de vitamina C e menores teores de açúcares totais, pectina solúvel, percentual de solubilização e também menor atividade das enzimas pectinametilesterase e poligalacturonase. Essa alternativa apresentou-se viável na conservação das goiabas (LUVIELMO et al., 2013).

A investigação sobre a utilização de filmes comestíveis como materiais de embalagem é contínua, devido ao grande potencial desses filmes em melhorar e manter a qualidade do alimento, possibilitando um alimento seguro e aumentando a sua vida de prateleira (FARIAS et al., 2011). Os filmes comestíveis devem apresentar flexibilidade e resistência à ruptura de forma a se adequar às superfícies do alimento revestido, garantindo cobertura total ao mesmo. Assim, as propriedades mecânicas de tração expressam a resistência do filme quando este for submetido ao alongamento durante a tração (RIGO, 2006).

A aplicação de filmes e coberturas tem uso muito promissor no mercado mundial, pelas diversas vantagens que apresentam. As coberturas são biodegradáveis, sendo consumidas como parte do produto, com redução na poluição ambiental; apresentam custo e conveniência de uso vantajoso em relação aos sistemas convencionais de embalagens; e nela podem ser incorporados aditivos que melhoram as propriedades sensoriais e nutricionais com segurança no uso (BIASI; ZANETTE, 2000; BATISTA et al., 2005).

## 2.2 *Chlorella vulgaris*

As microalgas são organismos unicelulares, algumas delas com algumas características das bactérias, como exemplo, as cianofíceas ou algas azuis, as quais têm núcleos celulares indiferenciados e sem membranas (carioteca). A maioria delas tem flagelos móveis, os quais favorecem o deslocamento (RICHMOND, 2004).

A *Chlorella* sp. é uma microalga unicelular microscópica, eucariótica, esférica e com diâmetro variando entre 5-10  $\mu\text{m}$ , que pode ser encontrada em tanques e lagos, com alta capacidade fotossintética (COSTA et al., 2006). Para Morais et al., (2006), a *Chlorella* sp. Pertence a divisão Chlorophyta e ordem Chlorococcales.

Estes micro-organismos são fontes bem aceitas de ácidos-graxos para aplicação em alimentos, cosméticos e produção de biocombustíveis. Geralmente é barato cultivar microalgas, pois seu meio de cultura é de simples composição e sua produtividade de biomassa é elevada (BERUTO et al., 2014).

*Chlorella* sp foi o primeiro microorganismo unicelular descoberto que apresentou um núcleo verdadeiro. Em condições de excesso de luminosidade e água doce ela é capaz de se reproduzir por divisão celular em uma velocidade de crescimento de uma razão de quatro novas células em 17 a 24 horas (MYERS e BURR, 1940). Esse microorganismo cresce em corpos d'água em diversas localidades do planeta terra, chamadas de plantas elementares sem raízes, caule e folhas. Similares as plantas superiores, elas possuem uma quantidade elevada de clorofila. (SOROKIN e MYERS, 1957).

A aplicação de revestimento em frutas pode ser feito de duas formas: (i) por meio de imersão rápida do fruto em uma solução filmogênica (depois, o alimento é deixado em repouso até que a água evapore e a película se forme sobre a fruta) ou (ii) por meio de aspersão, cujo processo é semelhante, porém a solução é aspergida sobre o alimento (BESINELA JUNIOR et al., 2010).

Oliveira (2015) avaliou o uso de revestimento a base de microalga *Chlorella* sp. na conservação pós colheita de mangas '*Tommy Atkins*'. Observou-se que os frutos tiveram um aumento linear na firmeza de polpa, com o aumento nas concentrações. Verificou-se que a concentração de 4% proporcionou a maior firmeza de polpa (16,94 N), revelando frutos 63,3% mais firmes, comparados a concentração de 0% (6,22N), sendo um indicativo de que o uso da microalga tenha retardado o amadurecimento dos frutos mantendo-os mais firmes.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), instalado no laboratório de Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças, e as análises foram feitas no Laboratório de Análise e Bioquímica de Alimentos. As goiabas utilizadas no experimento foram adquiridas de pomar localizado nas várzeas de Sousa - PB, distante 47 km do município de Pombal-PB. O pomar se localiza no setor 07, lote 39 da fazenda, sendo cultivada apenas a variedade 'Paluma', de mudas produzidas por estaquia, provenientes de São Gonçalo-PB.

#### 3.1 Seleção do material vegetal

A aquisição dos frutos foi realizada no período da manhã, sendo realizada uma prévia seleção no campo, evitando-se os frutos que apresentavam sintomas de alguma doença, presença de patógenos, ou algum dano mecânico. Em seguida, foram acondicionados em camada única, em contentores (caixas plásticas com dimensões externas de 31 x 36 x 56 cm) previamente revestidos com papel para minimizar o impacto e o atrito entre eles. Ao chegarem no laboratório de Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças, os frutos foram reselectionados quanto à uniformidade de tamanho e cor, descartando aqueles com defeitos ou injúrias aparentes devido ao transporte.

Os frutos foram higienizados com água corrente, em seguida foram imersos por 20 minutos em solução de hipoclorito de sódio a 100 ppm de cloro ativo, e após isso, enxaguados com água destilada e secos ao ar (Figura 1). A instalação do experimento deu-se em delineamento inteiramente casualizado, com esquema fatorial 2 x 3, onde, foram dois métodos de aplicação utilizados, aspersão e imersão, e três concentrações de *Chlorella* sp. (0%, 1%, e 2%). Com 12 repetições.

Para o tratamento com aspersão utilizou-se:

T0: 0% (Testemunha, sem biofilme); T1: 1% do concentrado do biofilme de *Chlorella* sp;  
T2: 2% do concentrado do biofilme de *Chlorella* sp;

Para a imersão:

T3: 0%; T4: 1%; T5: 2%.

Para os tratamentos com aspersão a 1%, foi diluído 10g de *Chlorella* sp para 1 L de água, a 2% foi diluído 20g de *Chlorella* sp para 1 L, em seguida foi feita a aspersão no fruto até o ponto de escorrimento. Para os tratamentos com imersão a 1%, utilizou-se 100 g de

*Chlorella sp* diluídos em 10 L de água, a 2% foi diluído 200g de *Chlorella sp* nos 10 L de água, em seguida os frutos foram imersos na solução por 20 minutos.

Após receber os devidos tratamentos com o biofilme a base de *Chlorella sp.*, os frutos permaneceram acondicionados em sala climatizada a 24 °C e 72% ± 5% UR por 6 dias. Após esse período, os frutos foram processados em centrífuga doméstica e então, analisados.



**Figura 1:** Goiabas 'Paluma' sem o biofilme, após higienização. Laboratório de Pós-colheita de Frutos e Hortaliças – CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2016.

### 3.2 Avaliações

**Cor** - Foi obtida através da análise com uso de colorímetro digital. As leituras foram obtidas no módulo L\*, a\*, b\*, conforme o Sistema de Cores CIE 1976, para medida, designação e acerto de cores, em que um sólido de cores é definido por três coordenadas retangulares (Figura 2). O eixo principal é o nível de luminosidade L\* em uma escala de 0 (totalmente preto) a 100 (totalmente branco). Os valores intermediários compreendem uma escala de cinza. O matiz (tonalidade) é especificado por outros dois caracteres cromáticos. Um deles, codificado por a\*, define o eixo que varia entre o verde (-60), e o vermelho (+60), com valores negativos refletindo a predominância do verde, e os positivos do vermelho. O segundo

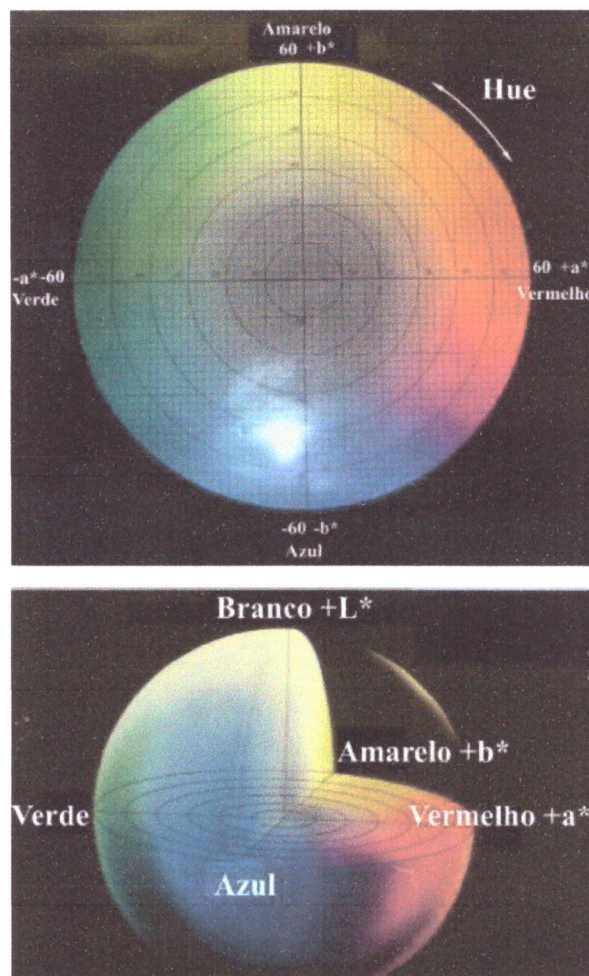
caractere codificado por  $b^*$ , define o eixo que varia entre o azul (-60) e o amarelo (+60), com valores negativos refletindo a predominância do azul, e os positivos do amarelo (ROCHA 2008).

A partir desses valores foram calculados o Ângulo Hue ( $h^*$ ), o Cromo ( $C^*$ ), e a diferença total para cada parâmetro de cor ( $Da^*$ ;  $Db^*$ ;  $DL^*$ ;  $DC^*$ ;  $Dh^*$ ). Conforme Mendonza et al., (2006), segundo as equações abaixo:

$$h^* = \arctang(a^*/b^*)(-1)+90, \text{ para } a^* \text{ negativo} \quad (1)$$

$$h^* = 90-\arctang(a^*/b^*)(-1)+90, \text{ para } a^* \text{ positivo} \quad (2)$$

$$C^* = (a^{*2}+b^{*2})^{1/2} \quad (3)$$



**Figura 2:** Sistema de Cores CIE  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  para medida, designação, e acerto de cores, um sólido de cores. ROCHA (2008).

O Ângulo Hue ( $h^*$ ) é uma medida derivada de  $a^*$  e  $b^*$  e assume valor zero para a cor vermelha,  $90^\circ$  para a amarela,  $180^\circ$  para verde, e  $270^\circ$  para azul. A DE foi determinada em cada característica pela sua diferença total de cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ,  $h^*$ ) entre os valores dos frutos analisados no início, e no final do período de armazenamento.

**Sólidos Solúveis – SS (%):** Determinado no suco por meio de leitura direta em refratômetro digital (AOAC, 2006).

**Acidez Titulável – AT (% de ácido cítrico):** Determinada através da titulação de 1 ml de suco da goiaba diluída a 50 ml de água destilada e acrescentando 2 gotas de fenolftaleína a 1%, procedendo a titulação, sob agitação constante, com solução de hidróxido de sódio NaOH a 0,1M, sendo os resultados expressos em porcentagem de ácido cítrico, conforme IAL (2008).

**Potencial Hidrogeniônico - pH:** Determinado por leitura direta na polpa homogeneizada por meio de pHmetro digital de bancada, conforme IAL (2008).

**Açúcares Totais (%):** Determinado pelo método de antrona, segundo procedimento descrito por Yemn & Willis (1954).

**Carotenoides ( $\mu\text{g/g}$ ):** A determinação de carotenoides totais foi efetuada de acordo com Higby (1962), utilizando solução extratora de álcool isopropílico hexano (3:1).

### **3.3 Análise estatística**

Os dados foram submetidos à Análise de Variância ANOVA significativo a 1% e 5% de probabilidade, pelo teste F, ao teste de comparação de médias (Tukey) ao nível de 5% de probabilidade, e a gráficos de regressão, utilizando-se o programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2011).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo o teste de médias, para às variáveis físico-químicas avaliadas de carotenoides e acidez titulável, foram verificadas diferenças significativas entre os métodos de aplicação e as concentrações do biofilme de *Chlorella* sp (Tukey,  $p > 0,05$ ), (Tabela 1). Porém, às variáveis pH, sólidos solúveis e açúcares totais, não diferiram estatisticamente.

O teor de carotenoides não apresentou diferenças significativas entre as concentrações 1% e 2% de *Chlorella* sp. nos dois métodos de aplicação. O método de imersão apresentou a concentração a 2% como a mais efetiva para o teor de carotenoides, diferentemente do observado para aspersão, que mostrou maiores valores para essa característica, valores elevados estão presentes em frutos maduros, portanto os resultados demonstram que o biofilme controlou o amadurecimento dos frutos. Segundo Pereira et al., (2005) que avaliou características químicas e físicas de goiaba ‘Cortibel’ estocadas sobre refrigeração em filmes x-tend, nos frutos armazenados sob atmosfera modificada, o aumento nos teores de carotenoides, foi menos acentuado do que os dos frutos sem embalagem, e apresentou também um decréscimo ao final do período de armazenamento. Esses resultados indicam que a embalagem retardou a degradação dos carotenoides em comparação aos frutos não embalados.

Em relação à acidez titulável não foram verificadas diferenças significativas nas concentrações de *Chlorella* sp., a 0% e 1%. Apenas na concentração a 2% houve diferenças entre os métodos de aplicação, obtendo maior média no método de aplicação por imersão, esta acidez pode ser confirmada pelo baixo valor de pH nesse mesmo método e concentração. Espera-se que os valores para acidez diminuam com o amadurecimento do fruto devido ao comportamento decorrente do consumo dos ácidos orgânicos no processo respiratório, contudo, essa elevação demonstra que o biofilme promoveu uma redução no metabolismo dos frutos. Pereira et al., (2004), estudando revestimento com fécula de mandioca em manga ‘Tommy Atkins’ armazenadas em temperatura ambiente observou que, houve diferença significativa para a perda da acidez entre o tratamento 3% (fécula de mandioca 3%) e os demais, mantendo os frutos mais ácidos que aqueles dos demais tratamentos até o final do experimento, o que pode ser devido à maturação irregular dos frutos e ao desenvolvimento de condições de anaerobiose na polpa, que promovem a acidificação da polpa pela fermentação (CHITARRA e CHITARRA, 1990).



**Tabela 1** – Variáveis físico-químicas avaliadas sob o efeito de métodos de aplicação de *Chlorella* sp. em diferentes concentrações aplicadas sob o biofilme de goiabas ‘Paluma’, aos 6 dias de armazenamento sob condições ambiente ( $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR).

Concentração	0%		1%		2%	
Método	Aspersão	Imersão	Aspersão	Imersão	Aspersão	Imersão
pH						
	3,68a	3,82a	3,86a	3,73a	3,87a	3,73a
SS (%)						
	8,48a	8,30a	8,50a	8,16a	8,19a	8,21a
Carotenoides ( $\mu\text{g/g}$ )						
	1,01b	1,99a	0,99a	1,04a	1,28a	0,70a
Acidez Titulável (AT, %)						
	0,74a	0,78 <sup>a</sup>	0,71a	0,80a	0,76b	0,91a
Açúcares totais (%)						
	4,78a	4,84 <sup>a</sup>	5,19a	5,22a	4,15a	4,87a

Médias seguidas pela mesma letra entre as colunas, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para as variáveis de cor analisadas sob o efeito de diferentes métodos de aplicação, e diferentes concentrações foram verificadas diferenças significativas (Tukey,  $p < 0,05$ ) para  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $h^*$  (Tabela 2). Para a luminosidade  $L^*$  observou-se diferença significativa na concentração a 2%, com o método de imersão a essa concentração, obtendo menor valor, indicando frutos mais escuros, sugerindo que o biofilme tenha retardado o metabolismo dos frutos, devido a sua melhor aderência no método de imersão. Para Cerqueira (2007), que avaliou a fisiologia e bioquímica de goiabas ‘Kumagai’ recobertas com filmes comestíveis, o tratamento com quitosana a 6% foi o único que manteve a cor da casca, sendo também o que conferiu o maior brilho, nas observações realizadas por microscopia eletrônica verificou-se que o recobrimento quitosana a 6% recobre totalmente a amostra obstruindo o estômato e demais aberturas por completo. Segundo o autor, provavelmente a camada espessa formada por este recobrimento, impossibilitou que as trocas gasosas ocorressem de maneira adequada, concentrando  $\text{CO}_2$  no interior da fruta, impedindo a penetração de  $\text{O}_2$ .

A variável  $a^*$  diferiu entre os métodos de aplicação, nas concentrações de 1% com menor valor em aspersão, e em 2% com menor valor em imersão. O método de imersão a 2% foi considerado o mais eficiente, mantendo os valores bem abaixo, indicando que os frutos tenderam a coloração mais verde em relação aos demais, provavelmente a aderência do

biofilme dificultou as trocas gasosas. Andreuccetti et al., (2007) ao aplicarem inibidores da ação do etileno em frutos de tomate detectaram atrasos significativos no avanço da cor vermelha, além de queda na taxa respiratória. Para o ângulo de cor ( $h^*$ ), mesmo com a pequena oscilação entre valores, a diferença entre os métodos ocorreu na concentração a 2%, o método por imersão foi o que obteve o menor ângulo de cor, onde a cor dos frutos evoluiu mais lentamente do amarelo para o vermelho, sugerindo que o biofilme seja eficiente em manter a conservação dos frutos. Bassetto et al., (2005), também trabalhando com goiabas (cv. Pedro Sato), porém utilizando de 1-metilciclopropeno para controlar a maturação, encontraram o mesmo comportamento que o observado neste trabalho para os valores de ângulo hue da casca.

**Tabela 2** – Variáveis de cor avaliadas sob o efeito de métodos de aplicação de *Chlorella* sp. em diferentes concentrações aplicadas sob o biofilme de goiabas ‘Paluma’, aos 6 dias de armazenamento sob condições ambiente ( $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR).

Concentração Método	0%		1%		2%	
	Aspersão	Imersão	Aspersão	Imersão	Aspersão	Imersão
			$L^*$			
	69,95a	67,94a	69,66a	69,98a	70,90a	66,34b
			$a^*$			
	-1,836a	-3,771a	-4,172b	-0,415a	-1,413a	-6,367b
			$b^*$			
	51,385a	50,976a	50,429a	51,060a	49,624a	50,278a
			$h^*$			
	86,41a	85,58a	85,27a	86,50a	87,01a	82,71b
			$C^*$			
	51,53a	51,23a	50,65a	51,19a	49,73a	50,74a

Médias seguidas pela mesma letra entre as colunas, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para as características de coloração, quando avaliou-se a diferença entre o estado inicial com o estado final dos frutos, foram observadas diferenças significativas para  $Da^*$ ,  $Db^*$  e  $DC^*$  (Tukey,  $p < 0,05$ ), (Tabela 3). A diferença de cor na cromaticidade  $a^*$  ( $Da^*$ ), apresentou diferenças nas concentrações de *Chlorella* sp. a 1% com menor valor para o método de aplicação por aspersão, e a 2% com menor valor obtido no método por imersão,

contudo, este último foi o que apresentou maior incidência de frutos verdes, indicando que a coloração tendeu ao valor mais negativo conforme o aumento da concentrações, provavelmente devido a degradação da clorofila.

Para a diferença da cromaticidade  $b^*$  ( $Db^*$ ), houve variação apenas na concentração a 2%, sendo o método de aplicação por aspersão o que obteve a menor média, com valor tendendo ao  $b^-$  ( $b^*$  negativo), que na escala de cor para esta característica significa que esses valores tendem a cor azul, e os positivos a cor amarela.

Também para a diferença do Croma ( $DC^*$ ), o método de aplicação por aspersão, na concentração a 2% de *Chlorella* sp., foi o que manteve os menores valores, sendo que o aumento do croma indica, juntamente com a evolução do ângulo hue, a tendência para o amadurecimento, levando a coloração a se tornar mais homogênea (menor tonalidade e aumento da pureza da cor), fato este esperado, portanto, possivelmente o biofilme promoveu um recobrimento maior na superfície dos frutos, fazendo com que o seu amadurecimento fosse retardado, influenciando assim na sua coloração.

Oliveira et al., (2010) observando o controle do amadurecimento de goiabas ‘Pedro Sato’ tratadas por frio, verifica que a diferença total de cor da casca dos frutos foi maior em comparação com sua polpa, em ambas houve um aumento ao longo do experimento, sendo em média de quatro vezes para a casca e de duas vezes para a polpa dos frutos. Sendo que a coloração da polpa tende a se estabilizar a partir do 3º dia de análises, enquanto para a casca isso não ocorreu. Segundo Aquino et al., (2011), que avaliaram a estabilidade de ácido ascórbico, carotenoides e antocianinas de frutos de acerola congelados por métodos criogênicos observou-se que, com o tempo de armazenamento, houve um aumento da diferença total de cor ( $DE^*$ ) das polpas de acerola para todos os métodos de congelamento, sendo que as amostras congeladas por  $N_2(v)$  e  $N_2(l)$  apresentaram menores valores de  $DE^*$ , em relação ao padrão (*in natura*), ou seja, menor alteração na cor, confirmada pela maior retenção dos pigmentos nos frutos congelados por métodos criogênicos.

**Tabela 3** – Variáveis de diferença total de cor avaliadas sob o efeito de métodos de aplicação de *Chlorella* sp. em diferentes concentrações aplicadas sob o biofilme de goiabas ‘Paluma’, antes do armazenamento e aos 6 dias de armazenamento sob condições ambiente ( $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR).

Concentração Método	0%		1%		2%	
	Aspersão	Imersão	Aspersão	Imersão	Aspersão	Imersão
			DL*			
	12,68a	12,34a	13,27a	13,04a	14,77a	15,39a
			Da*			
	14,61a	13,41a	13,28b	16,61a	15,90a	11,18b
			Db*			
	12,74a	13,83a	12,56a	12,59a	11,95b	16,83a
			Dh*			
	19,59a	20,50a	20,09a	20,48a	21,95a	20,55a
			DC*			
	9,45a	10,28a	8,94a	9,07a	8,21b	12,95a

Médias seguidas pela mesma letra entre as colunas, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para o pH, o método de aplicação por imersão demonstrou um leve decréscimo de acordo com o aumento das concentrações, com menor valor na concentração de 2% do biofilme de *Chlorella* sp, já para o método de aplicação por aspersão ocorreu o contrário (Figura 3A). Observou-se aumento linear na acidez titulável (AT) para o tratamento com imersão, obtendo maior valor na concentração a 2% do biofilme de *Chlorella* sp. (Figura 3B). No método de aplicação por aspersão, houve pequena variação, porém indicando valores mais baixos que o outro método.

Silva et al., (2011) e Silva e Rocha (2012) constataram em goiaba ‘Paluma’ valores de pH semelhantes (3,30 a 3,90) ao relatado neste trabalho. Valores semelhantes de pH (3,24 a 3,59) também foram reportados por Carvalho et al., (2013) em goiaba comercializada em Pombal – PB. Cerqueira et al., (2011), estudando recobrimento com filmes proteicos e recobrimento com quitosana em goiaba não houve diferença significativa entre os tratamentos no oitavo dia.

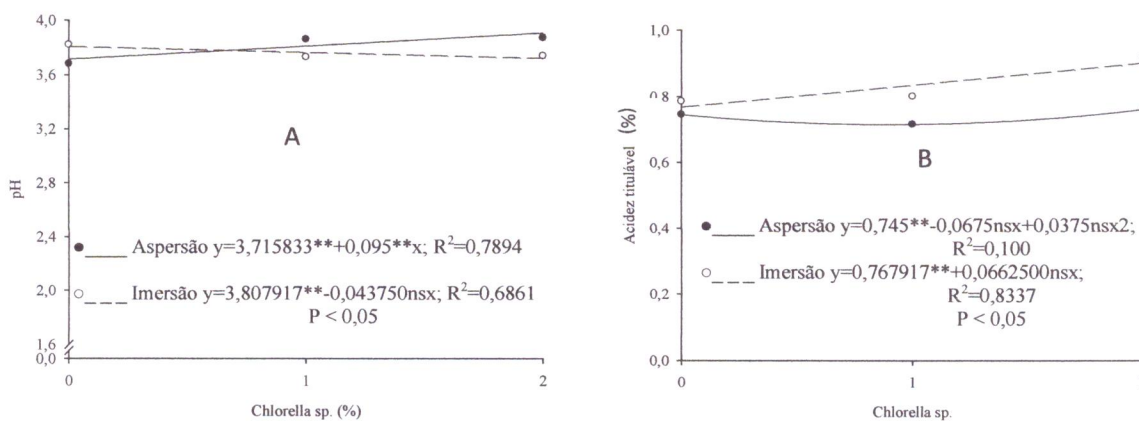
Geralmente na maioria das espécies a AT tende a diminuir conforme o fruto amadurece, embora, ao que parece não é isso que ocorre com a goiaba. Curiosamente, a AT desta espécie tende a se elevar ou pelo menos manter-se estável após a colheita (SANTANA,

2015), provavelmente devido à interferência da grande quantidade de ácido ascórbico verificada na goiaba (CERQUEIRA et al., 2011), que sendo acumulado durante o amadurecimento do fruto compensaria, de certa forma, a redução na AT.

Segundo Bessa et al., (2015), houve aumento na acidez de goiabas tratadas com filme de amido e amido/zeólita, as crescentes concentrações da AT podem ser devidas ao amadurecimento no decorrer do armazenamento.

Nota-se que em ambos os métodos de aplicação, os maiores valores pra acidez foram os que receberam o biofilme na concentração a 2% (Tratamento 2 e 5). Resultado semelhante foi observado por Pinheiro (2012), onde os maiores valores de AT foram apresentados pelos tratamentos com cera de carnaúba associados a agentes antimicrobianos.

Resultados semelhantes também foram observados por Oliveira e Rocha (2014), que ao analisarem a qualidade pós-colheita de manga sob recobrimentos bio-orgânicos à base de microalgas constataram aumento na acidez titulável (AT), com o maior valor registrado na concentração de 4% do biofilme, correspondendo a um aumento de 48,3%, em relação a concentrações a 0% do biofilme. Também de modo contrário a AT, o pH teve uma pequena tendência a redução com o aumento nas concentrações do biofilme, passando de 4,44 para 3,83, nas concentrações de 0% e 4% do biofilme, respectivamente. Valores elevados de pH sugerem a possibilidade de deterioração do produto, necessitando-se estabelecer, como limite adequado, 4,20 para a melhor conservação dos mesmos (RAMOS et al., 2010).



**Figura 3:** pH e acidez titulável de goiaba ‘Paluma’ sob aplicação de biofilme à base de alga *Chlorella sp.*, em diferentes concentrações e dois métodos de aplicação. Onde: Aspersão: Trat.0 (0% - Testemunha); Trat.1 (1% do biofilme de *Chlorella sp.*); Trat.2 (2% do biofilme de *Chlorella sp.*); Imersão: Trat.3 (0%); Trat.4 (1%); Trat.5 (2%). Pombal – PB, 2016.

Para o teor de SS, não houve diferenças em ambos os tratamentos. No tratamento com

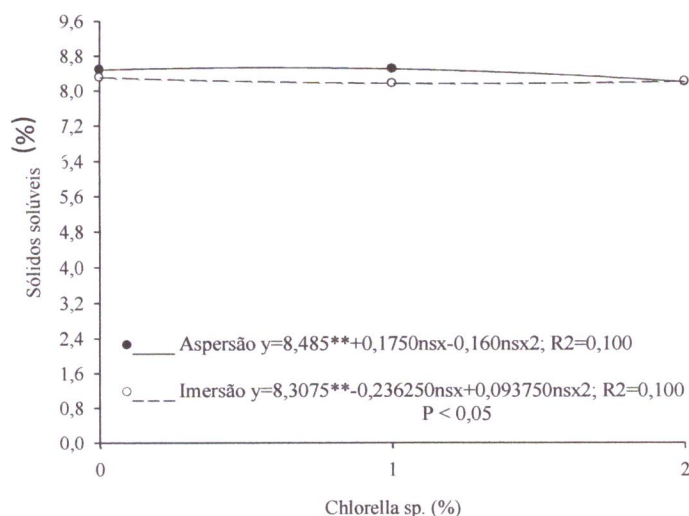
aspersão as concentrações de 0 e 1%, atingiram teores de 8,48 °Brix e 8,50 °Brix, respectivamente, havendo um leve decréscimo de acordo com o aumento da concentração do biofilme, reduzindo para 8,19 °Brix no Tratamento 2. Para o tratamento 4, os frutos que foram imersos na concentração a 1% do biofilme, demonstraram o menor teor de SS, chegando a 8,16 °Brix. (Figura 4).

Segundo Cavalini (2004), estudando goiabas 'Kumagai' e 'Paluma', observou que o teor de sólidos solúveis apresentou leve aumento no início do armazenamento, seguido de decréscimo, os valores desta variável permaneceram entre 6,00 °Brix e 6,74 °Brix para os frutos da variedade 'Kumagai' e entre 7,55 °Brix e 8,33 °Brix para os frutos da variedade 'Paluma'. O mesmo foi observado por Siqueira (2012), que verificou uso de coberturas comestíveis na conservação pós-colheita de goiaba e maracujá-azedo, onde houve uma queda nos teores de SS ao longo dos dias, passando de 12,5 °Brix no início do armazenamento para 9,0 °Brix ao final.

Segundo Santana (2015), enquanto o teor de SS da 'Paluma' apresentou-se constante variando de 10,3 °Brix a 9,4 °Brix, a 'Cortibel' diferiu da 'Paluma' durante a pós-colheita com valor mínimo de 8,0° Brix no dia 0 e valor máximo atingindo 9,3 °Brix no dia 2 com valores inferiores de SS quando comparados aos da 'Paluma' no dia 0 e 4 de avaliação. Houve tendência a uma pequena redução nos sólidos solúveis (SS) com o aumento das concentrações do biofilme, sendo que o maior valor registrado foi 15,35% nos frutos não tratados, e o menor valor foi 14,58%, registrado nos frutos tratados com 4% do biofilme, sugerindo ter ocorrido um amadurecimento mais lento nos frutos com o aumento das concentrações do biofilme (OLIVEIRA e ROCHA, 2015).

A goiaba é um fruto com baixos teores de amido e, por conseguinte, espera-se que não haja grandes alterações no teor de SS ao longo do amadurecimento do fruto (SIQUEIRA, 2012).

De acordo com Cerqueira et al., (2011), estudando recobrimento de goiabas com filmes proteicos e de quitosana, o teor de sólidos solúveis não foi influenciado pelos recobrimentos, na avaliação realizada no fim do armazenamento, os quais variaram de 8,2 a 9,2 °Brix, e 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.



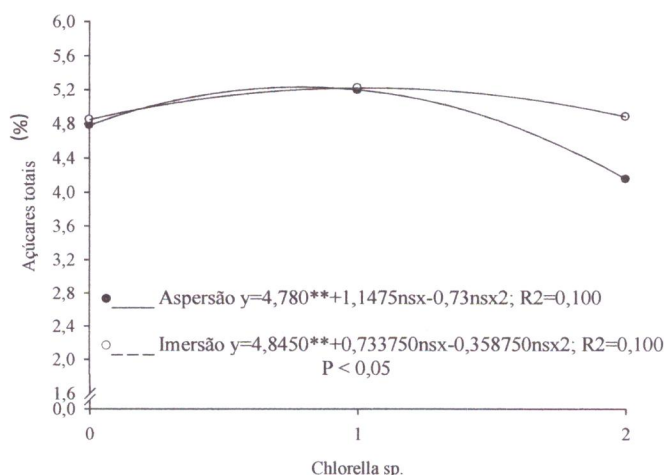
**Figura 4:** Sólidos solúveis (%) de goiaba ‘Paluma’ sob aplicação de biofilme à base de alga *Chlorella* sp., em diferentes concentrações e dois métodos de aplicação. Onde: Aspersão: Trat.0 (0% - Testemunha); Trat.1 (1% do biofilme de *Chlorella* sp); Trat.2 (2% do biofilme de *Chlorella* sp); Imersão: Trat.3 (0%); Trat.4 (1%); Trat.5 (2%). Pombal – PB, 2016.

Os teores de açúcares totais não diferiram do controle (0%) até a concentração de 1% do biofilme de *Chlorella* sp., entre os métodos de aplicação por aspersão e por imersão. Em ambos os métodos de aplicação os maiores valores para açúcares totais foram a essa concentração de 1%, com valores de 5,19% e 5,22%, para aspersão e imersão, respectivamente. Após isso, no tratamento com imersão se observa um pequeno decréscimo com menor valor obtido de 4,87% (Tratamento 5). Para aspersão, também foi observado um decréscimo, porém mais acentuado na concentração a 2% do biofilme com valor de 4,15% (Figura 5).

Os tratamentos com biofilme de *Chlorella* sp., à 2% para os métodos de aspersão e imersão (Tratamento 2 e 5) respectivamente, se mostraram os mais efetivos na manutenção dos açúcares totais, obtendo um menor valor de açúcares totais o Tratamento 5. Segundo Hubinger (2003), ao avaliar a vida de prateleira de goiabas minimamente processadas acondicionadas em embalagens sob atmosfera modificada, observou que os teores de açúcares totais de todas as amostras permaneceram praticamente constantes ao longo do armazenamento.

O mesmo foi observado por Evangelista et al., (2006), estudando a qualidade de polpa de goiaba industrializada em São Paulo, observou que houve variação nos teores de açúcares totais entre as amostras e durante o armazenamento variando de 4,21 a 9,30%, obedecendo o estabelecido pela legislação. Venceslau (2013), estudando a maturação, conservação e capacidade antioxidante de goiaba ‘Paluma’ constatou que o tratamento com 4% de fécula de mandioca e polietileno a vácuo destacaram-se como tratamentos efetivos na manutenção de açúcares totais, proporcionando as menores médias, sugerindo que, nos frutos dos demais

tratamentos houve um metabolismo mais intenso.



**Figura 5:** Açúcares totais (%) de goiaba ‘Paluma’ sob aplicação de biofilme à base de alga *Chlorella* sp., em diferentes concentrações e dois métodos de aplicação. Onde: Aspersão: Trat.0 (0% - Testemunha); Trat.1 (1% do biofilme de *Chlorella* sp); Trat.2 (2% do biofilme de *Chlorella* sp); Imersão: Trat.3 (0%); Trat.4 (1%); Trat.5 (2%). Pombal – PB, 2016.

Os conteúdos de carotenoides observados mostraram comportamentos opostos nos dois métodos de aplicação. No método por aspersão, praticamente não houve grande diferença observada nas concentrações de 0 a 1% do biofilme de *Chlorella* sp., contudo, observa-se uma pequena elevação no Tratamento 3. De modo contrário, na imersão houve um declínio linear no conteúdo de carotenoides, sendo o Tratamento 5, aquele que obteve o menor valor, e o controle (Tratamento 3) o maior (Figura 6).

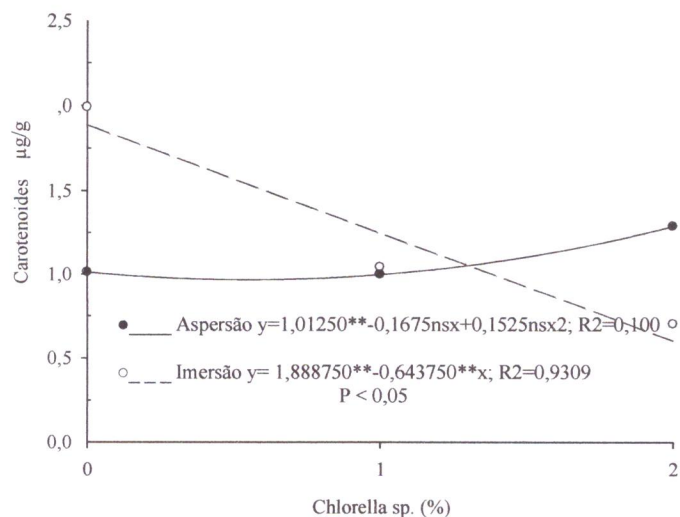
Segundo Venceslau (2013), os conteúdos de carotenoides observados na polpa dos frutos diferiram significativamente, destacando-se o tratamento com polietileno a vácuo com valores bem superiores quando comparados aos encontrados em goiabas tratadas com BFM (Biofilme Fécula de Mandioca), a 2%, chegando ao fim do período de conservação com o dobro deste, onde os frutos revestidos com polietileno a vácuo apresentaram teor igual a 10,66 $\mu$ g 100g-1 e revestidos por BFM a 2% teor de 5,33 $\mu$ g 100g-1.

As diferenças qualitativas e, especialmente, quantitativas de carotenoides ocorrem como resultados de vários fatores, como: diferença no material genético, época de maturação, clima, localização geográfica da produção, estação do ano e parte da planta amostrada (WATANABE et al., 2011).

Valores elevados de carotenoides são desejados porque estes compostos apresentam propriedades antioxidantes, sendo conhecidos por reagirem com o oxigênio singlete, que constitui uma forma altamente reativa do oxigênio molecular, o qual apresenta dois elétrons



de spins opostos ocupando orbitais diferentes ou não. Os carotenoides são, por conseguinte, capazes de retirar do meio espécies altamente reativas (CERQUEIRA et al., 2007).



**Figura 6:** Carotenoides de goiaba ‘Paluma’ sob aplicação de biofilme à base de alga *Chlorella* sp., em diferentes concentrações e dois métodos de aplicação. Onde: Aspersão: Trat.0 (0% - Testemunha); Trat.1 (1% do biofilme de *Chlorella* sp); Trat.2 (2% do biofilme de *Chlorella* sp); Imersão: Trat.3 (0%); Trat.4 (1%); Trat.5 (2%). Pombal – PB, 2016.

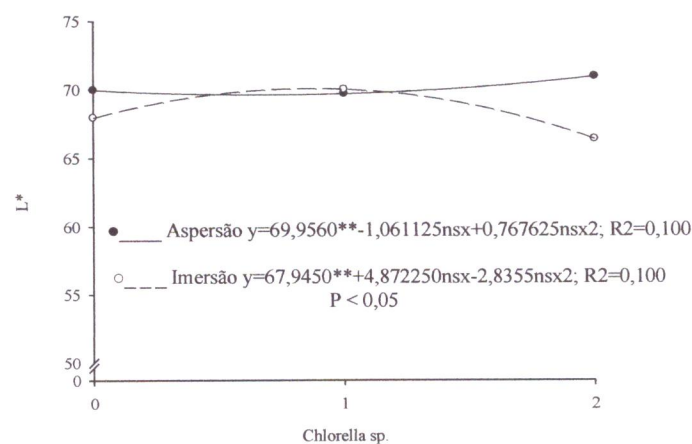
Em relação às variáveis de cor do fruto, observou-se que o parâmetro luminosidade ( $L^*$ ) pouco variou entre os tratamentos, principalmente em relação ao método de aspersão. Praticamente não houve diferenças entre os métodos nos Tratamentos 1 e 4, onde foram verificados valores de 69,66 e 69,98, respectivamente, a luminosidade só foi afetada nas concentrações de *Chlorella* sp. 2%. Sendo que o Tratamento 2 para aspersão (*Chlorella* sp. 2%) foi o que constatou maiores valores para  $L^*$ . Já no método de imersão, o aumento na luminosidade foi observado no Tratamento 4 (*Chlorella* sp. 1%), e logo em seguida houve um decréscimo no Tratamento 5 (*Chlorella* sp. 2%), sendo este o menor valor. Sendo assim, observa-se que o método de aplicação do biofilme pode ter influência na luminosidade, o decréscimo ocorrido indica um escurecimento, constatando que a aplicação por imersão recobre maior parte da área do fruto, certamente o atrito na aplicação é menor, havendo maior uniformidade na aplicação (Figura 7).

O mesmo foi observado para Morgado et al., (2010) que avaliou o efeito do estágio de maturação e da temperatura de armazenamento de goiabas ‘Kumagai’, onde a casca tornou-se mais clara durante o armazenamento, o que é evidenciado pelo aumento nos valores da luminosidade, que nos frutos maduros foi mais acentuado. Santana (2015), verificou no início do armazenamento de goiabas ‘Paluma’ e ‘Cortibel’ que a luminosidade era da ordem de 55 a

60 e atingiu valores entre 70 e 72 aos 6 dias após a colheita. Valores semelhantes aos encontrados neste trabalho, que aos 6 dias atingiu valores de 70,90 (Tratamento 2).

Aguiar et al., (2015) avaliando caracterização física e química de frutos de goiabeira, no que diz respeito às variáveis descritoras da cor, para a luminosidade que se refere ao brilho dos frutos, observou-se média de 71,69. Valor muito próximo dos encontrados neste trabalho.

Os valores de luminosidade se alteram conforme os frutos amadurecem e sua cor verde-escura passa a um amarelo-claro, o que eleva o brilho e a reflexão da luz sobre a casca, com consequente aumento do parâmetro de luminosidade (SANTANA, 2015).



**Figura 7:** Luminosidade L\* de goiaba ‘Paluma’ sob aplicação de biofilme à base de alga *Chlorella* sp., em diferentes concentrações e dois métodos de aplicação. Onde: Aspersão: Trat.0 (0% - Testemunha); Trat.1 (1% do biofilme de *Chlorella* sp); Trat.2 (2% do biofilme de *Chlorella* sp); Imersão: Trat.3 (0%); Trat.4 (1%); Trat.5 (2%). Pombal – PB, 2016.

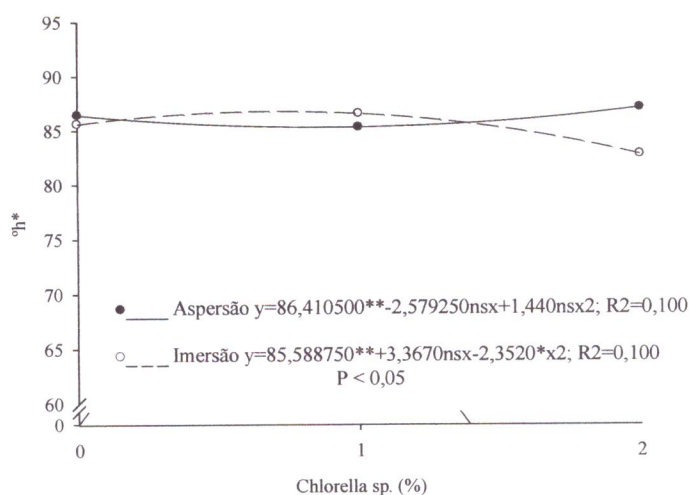
O Ângulo de cor hue da casca, pouco variou, obteve um maior distanciamento de valores apenas nas concentrações a 2% do biofilme, tanto para o método de aplicação por aspersão quanto imersão. Aspecto semelhante foi observado por Rocha (2008), na casca de melões, onde houve pouca variação do ângulo de cor h\*, da colheita ao final do armazenamento. Uma pequena redução foi observada na concentração de *Chlorella* sp. a 2%, para imersão, com o valor de 82,71°h. Essa variação indica uma coloração amarelada, porém com menores valores do que os demais tratamentos, (Tratamento 5) (Figura 8), indicando melhor aderência do biofilme no método de aplicação por imersão e consequentemente retardo no seu amadurecimento, expresso pela menor variação de cor das goiabas. Geralmente, os valores de ângulo hue próximos a 90° representam coloração mais amarelada e à medida que os valores se distanciam e se aproximam de 0°, a coloração do fruto torna-se mais alaranjada indicando que ocorreu o amadurecimento (AGUIAR et al., 2015).

Segundo Pinheiro (2012), avaliando revestimentos de cera de carnaúba em caju e

goiaba, verificou que a tonalidade das goiabas armazenadas a 10°C permaneceram praticamente inalteradas até o 16º dia de armazenamento. A partir deste tempo verificou-se um decréscimo, ficando os valores das tonalidades entre 60° e 80° posicionados assim no eixo +b, indicando a cor amarela. Para Santana (2015), o ângulo de cor *hue* da casca diferiu entre as cultivares (Paluma e Cortibel) quando os frutos atingiram dois dias de armazenamento após a colheita, com a goiaba ‘Paluma’ apresentando ângulo *hue* de 100,6° h, menor (P<0,05) que 110,1° h registrado para a ‘Cortibel’. Essa diferença entre as cultivares indica uma coloração mais amarelada para a ‘Paluma’ já a partir do segundo dia após a colheita.

As modificações na coloração das frutas com o amadurecimento são devidas a processos degradativos como, por exemplo, a degradação da clorofila ou de síntese, por exemplo, de carotenoides, sendo um dos principais critérios de julgamento do seu estado de maturação e também do amadurecimento de hortaliças. É provável que a modificação da atmosfera promovida pelo recobrimento quitosana 6% sem glicerol tenha influenciado na degradação da clorofila, mantendo essas frutas mais verdes que os demais tratamentos (CERQUEIRA, 2011).

O ângulo de cor (h°) pode variar de 0° a 360°, sendo que o 0° corresponde a cor vermelha, 90° corresponde ao amarelo, 180° ao verde, e 270° ao azul. Em goiabas o ângulo de cor expressa de maneira significativa as mudanças da cor da casca. As goiabas verdes apresentam ângulo de cor maior que goiabas maduras (CAVALINI, 2004).



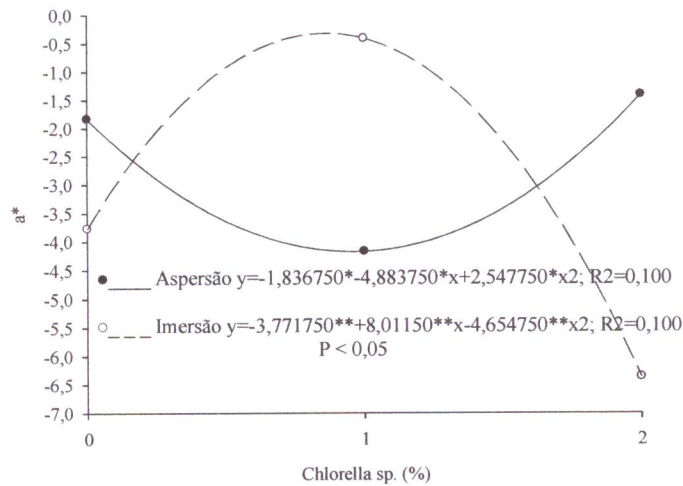
**Figura 8:** Ângulo de cor h\* (hue) de goiaba ‘Paluma’ sob aplicação de biofilme à base de alga *Chlorella* sp., em diferentes concentrações e dois métodos de aplicação. Onde: Aspersão: Trat.0 (0% - Testemunha); Trat.1 (1% do biofilme de *Chlorella* sp); Trat.2 (2% do biofilme de *Chlorella* sp); Imersão: Trat.3 (0%); Trat.4 (1%); Trat.5 (2%). Pombal – PB, 2016.

Os valores da cromaticidade a\*, apresentaram resultados opostos em todos os

tratamentos, nas concentrações de *Chlorella* sp. a 0%, 1% e 2%. Os Tratamentos 2 e 4, mostram valores tendendo ao  $a^*$  positivo, que indicam a coloração vermelha, e o Tratamento 5, apresentou valores mais baixos, indicando frutos mais verdes (Figura 9). Observa-se que o método de aplicação por imersão com a concentração do biofilme a 2% foi o que melhor retardou a passagem do verde para o vermelho dos frutos. Segundo Santana (2015), a cromaticidade  $a^*$  da casca da ‘Paluma’ foi de -6,9, enquanto na ‘Cortibel’ esse parâmetro de cor foi de -16,00. Considerando que o índice de cromaticidade  $a^*$  da casca das duas variedades era igual ( $P < 0,05$ ) no início do armazenamento dos frutos, conclui-se que a ‘Paluma’ mostrou uma evolução de cor mais rápida que a ‘Cortibel’.

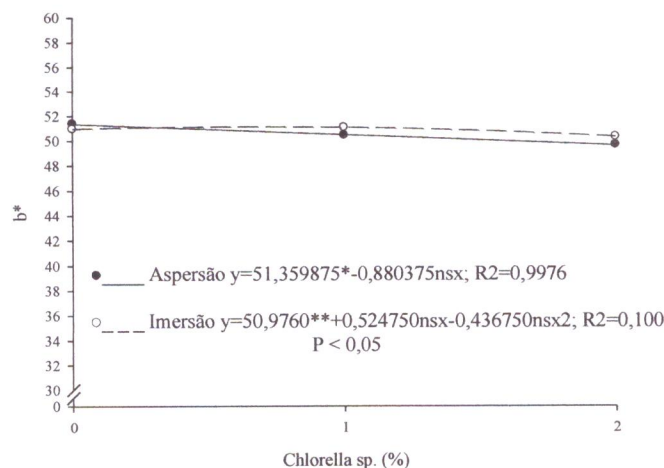
Para Pinheiro (2012), os valores de  $a^*$  para frutas revestidas e armazenadas a 10°C permaneceram negativos ao 12º dia confirmando a manutenção da cor verde das goiabas. É possível que os revestimentos tenham tido uma influência na mudança da pigmentação. Nas goiabas tratadas e armazenadas a 24°C houve uma variação de valores, resultando na inconstância da cor nos tratamentos aplicados, entretanto pode-se observar que para goiabas revestidas com cera e associadas a ácido sórbico não foi encontrada nenhuma relação direta relacionada à contribuição do antimicrobiano na manutenção da cor, pode-se então atribuir este resultado a uma melhor adesão do revestimento neste tratamento, embora todo o processo tenha sido padronizado.

Mews et al., (2014), ao estudarem as coordenadas de cor e carotenoides totais em polpa de goiaba microencapsulada pelo produto dextrina, obtida por *spray dryer*, as cromaticidades para coordenada  $a^*$  sofreram um decréscimo significativo na tonalidade vermelha após processo de secagem por *spray dryer* (secagem por atomização), tendendo a uma tonalidade rósea.



**Figura 9:** Cromaticidade a\* de goiaba ‘Paluma’ sob aplicação de biofilme à base de alga *Chlorella* sp., em diferentes concentrações e dois métodos de aplicação. Onde: Aspersão: Trat.0 (0% - Testemunha); Trat.1 (1% do biofilme de *Chlorella* sp); Trat.2 (2% do biofilme de *Chlorella* sp); Imersão: Trat.3 (0%) Trat.4 (1%); Trat.5 (2%). Pombal – PB, 2016.

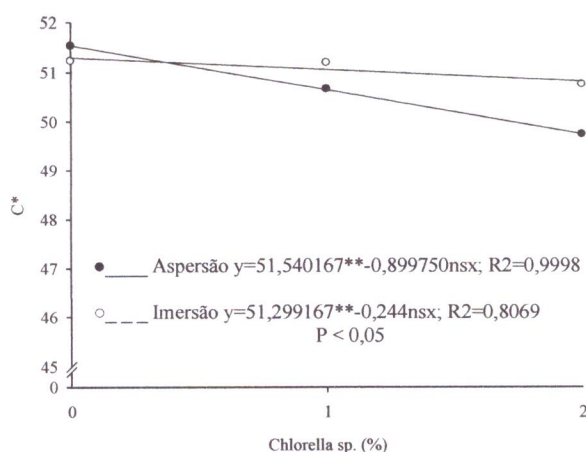
Os valores da cromaticidade b\* representam cores do amarelo (+b) para o azul (-b). Observa-se que não houve diferenças significativas entre os métodos de aplicação e as concentrações, indicando frutos na cor amarela (Figura 10). O mesmo foi observado por Santana (2015), em que o índice de cromaticidade b\* não variou durante o armazenamento da goiaba 'Paluma', este aumentou durante o mesmo período de amadurecimento da goiaba 'Cortibel', cuja variação durante os 6 dias após a colheita pode ser descrita ( $P < 0,05$ ) por uma equação linear, também observou uma diferença entre os genótipos a partir do quarto dia após a colheita dos frutos, quando a cromaticidade b\* foi maior na goiaba 'Cortibel'.



**Figura 10:** Cromaticidade b\* de goiaba ‘Paluma’ sob aplicação de biofilme à base de alga *Chlorella* sp., em diferentes concentrações e dois métodos de aplicação. Onde: Aspersão: Trat.0 (0% - Testemunha); Trat.1 (1% do biofilme de *Chlorella* sp); Trat.2 (2% do biofilme de *Chlorella* sp); Imersão: Trat.3 (0%); Trat.4 (1%); Trat.5 (2%). Pombal – PB, 2016.

Em relação ao Croma (C\*) houve um decréscimo linear para ambos os métodos de acordo com o aumento das concentrações, com os tratamentos controle obtendo valores mais elevados (Tratamento 0 e 3). Para o método de aplicação por imersão, foi verificado decréscimo com o aumento das concentrações, com menor valor de 50,74. Para o método de aspersão, esse decréscimo foi mais acentuado, obtendo menor valor de 49,73 na concentração a 2% de *Chlorella* sp., (Tratamento 2). Sendo assim, o Tratamento 2, foi aquele que melhor retardou a mudança de coloração dos frutos (Figura 11).

De acordo com Trindade et al., (2004), os frutos do controle apresentaram valores mais elevados para a variável C\*, indicando um amadurecimento mais precoce. É comum se verificar atraso na evolução da cor para frutos tratados sob atmosfera modificada (KANESIRO et al., 2000). Para Pereira (2009), em relação ao parâmetro C\* (croma), que indica intensidade de cor, a goiaba ‘Paluma’ obteve-se valor de 43,8 na faixa de cor variando do verde amarelado para amarelo. Diferentemente do observado por Oliveira (2010), onde o comportamento deste índice foi de aumento ao longo do armazenamento, indicando um aumento da tonalidade da coloração da casca e da polpa dos frutos. Scolfaro (2009) observou que, após oito dias de armazenamento dos frutos de goiabeira sob condições ambiente, houve aumento da cromaticidade (Croma), indicando frutos mais amarelos e claros quando comparados à avaliação inicial.



**Figura 11:** Croma (C\*) de goiabas ‘Paluma’ sob aplicação de biofilme à base de alga *Chlorella* sp., em diferentes concentrações e dois métodos de aplicação. Onde: Aspersão: Trat.0 (0% - Testemunha); Trat.1 (1% do biofilme de *Chlorella* sp); Trat.2 (2% do biofilme de *Chlorella* sp); Imersão: Trat.3 (0%); Trat.4 (1%); Trat.5 (2%). Pombal – PB, 2016.

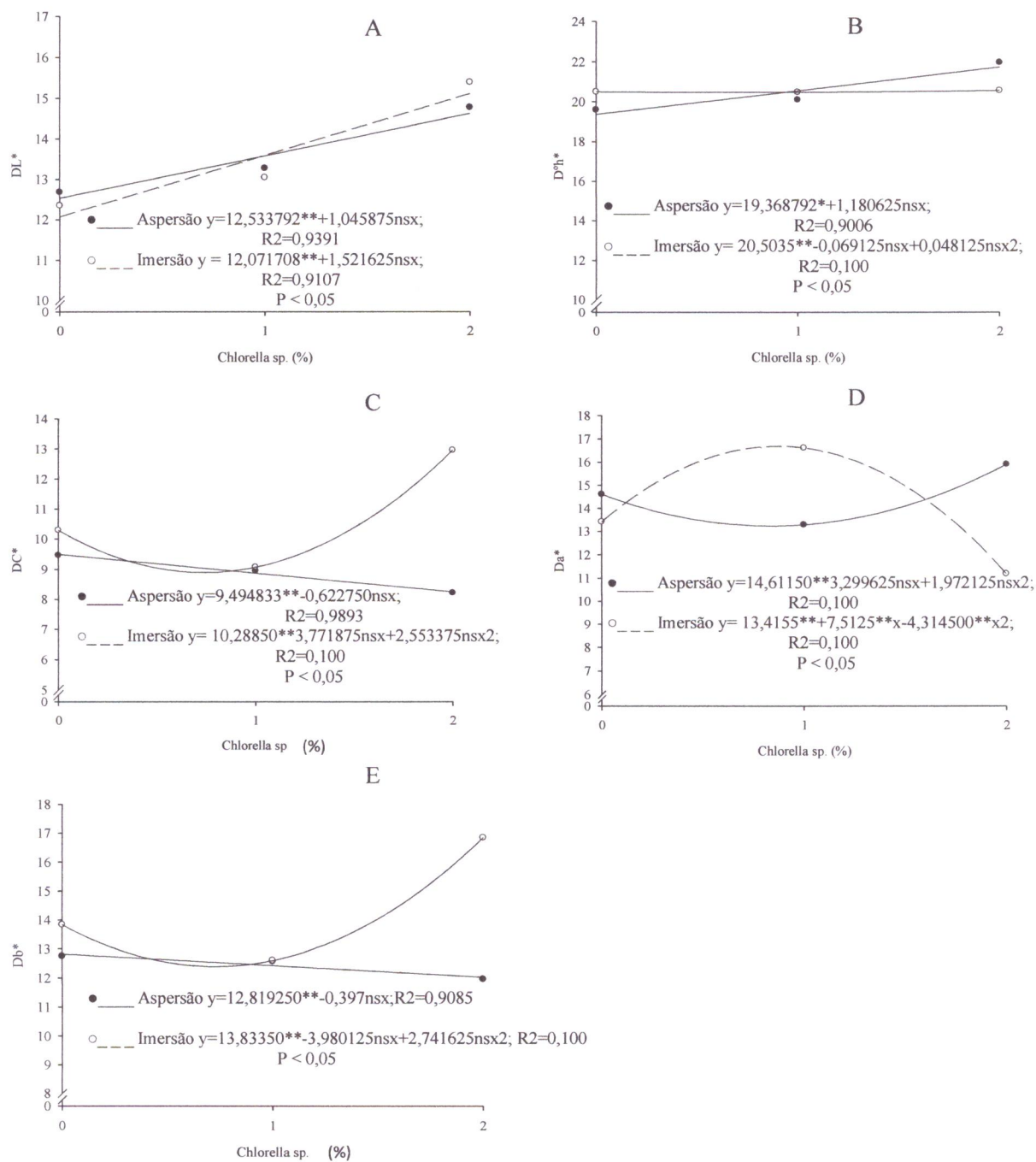
Observa-se as diferenças para o parâmetro de cor  $L^*$  ( $DL^*$ ), nas avaliações do início e fim do armazenamento dos frutos (Figura 12 A). Verifica-se que os menores valores foram os do controle (Tratamento 0 e 3), e os maiores valores para luminosidade foram os das concentrações a 2% do biofilme de *Chlorella* sp., (Tratamento 2 e 5). Portanto, os frutos que apresentaram maior luminosidade foram os da concentração a 2% do biofilme de *Chlorella* sp.

O gráfico de  $Dh^*$  indica a diferença observada para o ângulo de cor (Figura 12 B). De modo geral, os tratamentos para o método de aplicação por imersão se mantiveram lineares durante o período, o contrário foi observado para o método de aspersão, que de acordo com o aumento nas concentrações de *Chlorella* sp., os valores de  $h^*$  aumentaram, sendo o valor mais baixo o do controle (Tratamento 0), e o maior, o Tratamento 2. O menor valor no controle pode ser devido a precocidade no amadurecimento.

As diferenças observadas no início e no último dia de armazenamento em relação a  $DC^*$  estão dispostas no gráfico (Figura 12 C). O método de aspersão mostrou um decréscimo linear, de acordo com o aumento das concentrações do biofilme de *Chlorella* sp., ou seja, indicou menor clareza para diferenciação entre as tonalidades, pois quanto menor o valor do croma menos pura é a cor, sugerindo que o biofilme a base de *Chlorella* sp., a 2% (Tratamento 2), foi o que se mostrou mais eficiente para retardar a mudança de cor. Para o método de imersão houve um acréscimo nos valores de  $C^*$ , com seu maior ponto observado no Tratamento 5. Portanto, para este tratamento foi observado um aumento na pureza da cor.

A diferença total para  $a^*$  ( $Da^*$ ) (Figura 12 D), mostrou-se semelhante ao gráfico de  $a^*$ , que continha os valores do final da avaliação. As concentrações de *Chlorella* sp., a 1% e 2%, para aspersão e imersão, respectivamente, demonstraram os menores valores, e de modo contrário, nas concentrações a 1% e 2%, para imersão e aspersão, respectivamente, foram encontrados os maiores valores. Essa tendência a redução indica que possivelmente o biofilme utilizado no Tratamentos 5 foi capaz de inibir a passagem do verde para o vermelho.

A diferença total em  $b^*$  ( $Db^*$ ) (Figura 12 E) para aspersão continuou com uma leve tendência a redução com o aumento das concentrações, para imersão verificou-se que após a concentração de 1% do biofilme, os valores tenderam a aumentar, chegando ao seu ponto máximo no Tratamento 5, mostrando que os frutos desse tratamento estavam com uma tonalidade amarela mais acentuada do que os demais. O valor mais baixo, foi o do Tratamento 2, indicando que nesses frutos o biofilme manteve a cor dos frutos tendendo para o  $b$  negativo que indica a cor azul.



**Figura 12:** Diferenças de L\* luminosidade (A); Ângulo de cor h\* (hue) (B); Croma C\* (C); Cromaticidade a\*(D); Cromaticidade b\* (E), de goiabas ‘Paluma’ sob aplicação de biofilme à base de alga *Chlorella* sp. em diferentes concentrações e dois métodos de aplicação. Onde: Aspersão: Trat.0 (0% - Testemunha); Trat.1 (1% do biofilme de *Chlorella* sp); Trat.2 (2% do biofilme de *Chlorella* sp); Imersão: Trat.3 (0%); Trat.4 (1%); Trat.5 (2%). Pombal – PB, 2016.



## 5 CONCLUSÕES

O uso do biofilme de *Chlorella* sp. na concentração a 2%, promoveu manutenção dos açúcares totais e carotenoides no processo de maturação dos frutos de goiaba cv. Paluma.

Para o parâmetro cor, a concentração de 2% do biofilme foi mais eficiente sobre a luminosidade ( $L^*$ ) dos frutos, a qual obteve valores baixos e sobre o retardo do desenvolvimento da cor, expresso pelos valores de  $C^*$ ,  $h^*$ ,  $a^*$ .

Não foram observadas influências significativas do biofilme à base de *Chlorella* sp., para as variáveis de pH e sólidos solúveis (SS).

## 6 ANEXOS

**Quadro 1:** Resumo da análise de variância do pH, sólidos solúveis (SS), carotenoides totais, acidez titulável (AT) e açúcares totais em goiaba ‘Paluma’ submetida a métodos de aplicação e concentrações de *Chlorella* sp. aos 6 dias de armazenamento sob condições ambiente ( $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR).

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios				
		pH	SS	Carotenoides	AT	Açúcares totais
<b>Métodos de aplicação (M)</b>	1	0,013067ns	0,165004ns	0,127604ns	0,053204*	0,437400ns
<b>Concentrações de <i>Chlorella</i> sp.(D)</b>	2	0,006013ns	0,078004ns	0,651354ns	0,016129ns	0,965779ns
<b>M x D</b>	2	0,050879*	0,061454ns	1,235954*	0,007029ns	0,308037ns
<b>Resíduo</b>	18	0,009900	0,438154	0,282921	0,009665	0,362942
<b>CV (%)</b>		2,63	7,97	45,38	12,49	12,43
<b>Média Geral</b>		3,78	8,31	1,17	0,78	4,84

\*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

<sup>ns</sup> Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

**Quadro 2:** Resumo da análise de variância do L\*, a\*, b\*, h\*, C\* em goiaba 'Paluma' submetida a métodos de aplicação e concentrações de *Chlorella* sp. aos 6 dias de armazenamento sob condições ambiente ( $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR).

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios				
		L*	a*	b*	h*	C*
<b>Métodos de aplicação (M)</b>	1	26,029168*	6,538572ns	0,516267ns	10,069922*	1,032105ns
<b>Concentrações de <i>Chlorella</i> sp.(D)</b>	2	3,061501ns	5,319511ns	3,108558ns	3,136624ns	2,651060ns
<b>M x D</b>	2	11,895428ns	39,142694**	0,740098ns	15,625726**	0,882895ns
<b>Resíduo</b>	18	4,976524	2,997874	1,896433	1,997708	1,913463
<b>CV (%)</b>		3,23	57,79	2,72	1,65	2,72
<b>Média Geral</b>		69,13	-2,99	50,6261667	85,58	50,8477917

\*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

<sup>ns</sup>Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

**Quadro 3:** Resumo da análise de variância do  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$ ,  $\Delta h^*$  e  $\Delta C^*$  em goiaba 'Paluma' submetida a métodos de aplicação e concentrações de *Chlorella* sp. aos 6 dias de armazenamento sob condições ambiente ( $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR).

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios				
		$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta h^*$	$\Delta C^*$
<b>Método de aplicação (M)</b>	1	0,001121ns	4,453955ns	24,012002ns	0,007280ns	21,663800ns
<b>Concentrações de <i>Chlorella</i> sp.(D)</b>	2	28,574144ns	4,103146ns	6,691973ns	3,270158ns	4,987785ns
<b>M x D</b>	2	1,082014ns	32,550892**	13,061523ns	2,926776 ns	12,400741 ns
<b>Resíduo</b>	18	93,312714	2,713778	7,199453	4,204080	6,216275
<b>CV (%)</b>		16,76	11,63	19,99	9,99	25,38
<b>Média Geral</b>		13,58	14,16	13,42	20,53	9,82

\*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

<sup>ns</sup> Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, F. S.; QUEIROZ L. G. C.; JESUS M. O.; PARAIZO E. A.; PINHEIRO, J. M. S.; FERREIRA, V. G.; MIZOBUTSI, G. P. Caracterização física e química de frutos de goiabeira produzidos no norte de minas gerais. 9º FEPEG, Fórum de ensino, pesquisa, extensão e gestão. Minas Gerais, setembro de 2015. Disponível em: <[http://www.fepeg.unimontes.br/sites/default/files/resumos/arquivo\\_pdf\\_anais/caracterizacao-fisico-quimica-de-goiaba-fepeg-2015.pdf](http://www.fepeg.unimontes.br/sites/default/files/resumos/arquivo_pdf_anais/caracterizacao-fisico-quimica-de-goiaba-fepeg-2015.pdf)> Acesso em: 28/04/2016.

ANDREUCCETTI, C.; FERREIRA, M. D.; MORETTI, C. L., & HONÓRIO, S. L. (2007). Qualidade pós-colheita de frutos de tomate cv. Andréa tratados com etileno. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 1, jan./mar. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v25n1/a25v25n1.pdf>>. Acesso em: 09/05/2016.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of Analysis**. 18 ed. Washington DC USA, 2006.

AQUINO, A. C. M. S.; MOÉS, R. S.; CASTRO, A. A.; Estabilidade de ácido ascórbico, carotenoides e antocianinas de frutos de acerola congelados por métodos criogênicos. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 14, n. 2, p. 154-163, abr./jun. 2011.

ASSIS, O. B. G.; FORATO, L. A.; BRITTO, D. Revestimentos Comestíveis Protetores em Frutos Mínimamente Processados. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.22, n.160, p.99-106, 2008.

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, 2004a.

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

BATISTA, J.A.; TANADA-PALMU, P.S.; GROSSO, C.R.F. Efeito da adição de ácidos graxos em filmes à base de pectina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 781-788, out.-dez, 2005.

BASSETTO, E., JACOMINO, A.P., PINHEIRO, A.L., and KLUGE, R.A. 2005. Delay of ripening of 'Pedro Sato' guava with 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**. Piracicaba, SP, v.35, p.303 – 308.

BERUTO, D. T.; LAGAZZO, A.; FRUMENTO, D.; CONVERTI, A. Kinetic model of *Chlorella vulgaris* growth with and without extremely low frequency-electromagnetic fields (EM-ELF). **J. Biotechnol.** v. 169, p. 9-14, 2014.

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

BESSA, R. A.; OLIVEIRA, L. H.; ARRAES, D. A.; BATISTA, E. S.; NOGUEIRA, D. H.; SILVA, M. S.; RAMOS, P. H. E LOIOLA, A. R. Filmes de Amido e de Amido/Zeólita Aplicados no Recobrimento e Conservação de Goiaba (*Psidium guajava*). **Revista Virtual de Química**, 2015. Disponível em: <<http://rvq.sbq.org.br/index.php/rvq/about>>. Acesso em: 27/04/2016.

BIALVES, T. S.; ARAUJO, V. F.; VIZZOTTO, M.; KROLOW, A. C. R.; FERRI, N. M. L.; NACHTIGAL, J. C. Avaliação físico-química e funcional de goiaba (*Psidium guajava* L.) cultivar Paluma em diferentes estádios de maturação. In: SIMPÓSIO DE SEGURANÇA ALIMENTAR, 4., 2012, Gramado, **Anais...** Gramado: Fundação de Apoio da Universidade Federal do Rio grande do Sul, 2012.

BIASI, L.A.; ZANETTE, F. Ácido giberélico isolado ou associado com cera na conservação pós-colheita de lima ácida "Tahiti". **Scientia Agrária**, v. 1, n. 1, p. 39- 44, 2000.

CAMILLO, M. F. **Danos mecânicos e seus efeitos na qualidade pós-colheita de frutos de caroço**. Porto Alegre, 2009. 73p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2009.

CARVALHO, J. L. A. S.; ROCHA, R. H. C.; SOUSA, F. A.; MOREIRA, I. S.; SILVA, H. S. Qualidade da goiaba comercializada em diferentes dias da semana no sertão da Paraíba. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. Pombal - PB 2013. Disponível em: <<http://revista.gvaa.com.br>>. Acesso em: 22/04/2016.

CAVALINI, F. C.. **Índices de maturação, ponto de colheita e padrão respiratório de goiabas ‘Kumagai’ e ‘Paluma’**. Piracicaba, 2004. 69 p. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura Luíz de Queiroz, 2004.

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, 2006.

CERQUEIRA, T.S. **Recobrimentos comestíveis em goiabas cv. ‘Kumagai’**. Piracicaba, 2007, 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2007.

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.

CHITARRA, M.I.F., CHITARRA, A.B. **Pós- colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990, 293p.

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

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.

COSTA J. A., RADMANN E. M., CERQUEIRA V. S., SANTOS G. C., CALHEIROS M. N. Perfil de Ácidos Graxos das Microalgas *Chlorella vulgaris* e *Chlorella minutissima* Cultivadas em Diferentes Condições. **Alimentos e Nutrição**., Araraquara. V.17, n.4, p.429-436, 2006.

DREHMER, A. M. F.; AMARANTE, C. V. T. Conservação pós-colheita de frutos de araçá-vermelho em função do estágio de maturação e temperatura de armazenamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 322-326, 2008.

EVANGELISTA, R. M.; VIEITES, R. L. Avaliação da Qualidade de Polpa de Goiaba Congelada, Comercializada na Cidade de São Paulo. Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial (FCA/UNESP) Segurança Alimentar e Nutricional, Campinas, 13(2): 76-81, 2006. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/62398/1/Polpa-de-goiaba.pdf>> Acesso em: 25/04/2016.

FAO: Organização das nações unidas para alimentação e agricultura. Disponível em: <http://www.fas.fao.org/>. 2013. Acesso em 29/02/2016.

FARIAS, M. G.; FAKHOURI, F. M.; CARVALHO, C. W. P.; ASCHERI, J. L. R. Caracterização físico-química de filmes comestíveis de amido adicionado de acerola (*Malpighia emarginata* d.c.). **Química Nova**. V. 15, p.1-7, 2011.

FERNANDES, A. G.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; COSTA, J. M. C.; FIGUEIREDO, R. W.; PRADO, G. M. Comparação dos teores em vitamina c, carotenóides totais, antocianinas totais e fenólicos totais do suco tropical de goiaba nas diferentes etapas de produção e influência da armazenagem. **Alimentos e Nutrição**., Araraquara v.18, n.4, p. 431-438, out./dez. 2007.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

HIGBY, W. K. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natura and carotene – fortified orange juice. *J. Food Sci.*, Chicago, v. 27, p. 42-49, 1962.

HONG, K.; XIE, J.; ZHANG, L.; SUN, D.; GONG, D. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of guava (*Psidium guajava* L.) fruit during cold storage. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 144, p. 172-178, 2012.

HUBINGER M. D.; PEREIRA, L. M.; RODRIGUES A. C. C.; SARANTÓPOULOS C. I. G. L.; JUNQUEIRA V. C. A.; CARDELLO H. M. A. B. Vida de prateleira de goiabas minimamente processadas acondicionadas em embalagens sob atmosfera modificada. **Ciência**



**Tecnologia Alimentar**, Campinas, set.-dez., 2003.

IAL - Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo, 2008. p. 1020. Versão eletrônica.

IBRAF. **Tecnologia a serviço das frutas**. 2010. Disponível em: <[http://www.ibraf.org.br/news/news\\_item.asp?NewsID=6772](http://www.ibraf.org.br/news/news_item.asp?NewsID=6772)> Acesso em: 31 de março de 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema IBGE de produção agrícola municipal culturas temporárias e permanentes 2012. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Agricola/Producao\\_Agricola\\_Municipal\\_\[anual\]/2012/pam2012.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_Agricola_Municipal_[anual]/2012/pam2012.pdf)> Acesso em: 22/02/2016.

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

KANESIRO, M. A. B.; PARO, R.M.; OLIVEIRA, A. L.; MORAIS, S. P.; DURIGAN, J. F. Efeito de embalagens associadas a baixa temperatura de armazenamento na qualidade de goiabas cv. Paluma. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16, 2000, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical/SBF. 2000. Acesso em: 10/04/2016.

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

LUVIELMO. M. M.; LAMAS. S. V. Revestimentos comestíveis em frutas. Universidade Federal de Pelotas, 2013. Disponível em: <[http://revistas.unisinus.br/index.php/estudos\\_tecnologicos/article/view/ete.2012.81.02](http://revistas.unisinus.br/index.php/estudos_tecnologicos/article/view/ete.2012.81.02)> Acesso em: 18/04/2016.

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.

MENDONZA, F.; DEJMEK, P.; AGUILLERA, J. M. Calibrated colour measurements of agricultural foods using image analysis. **Postharvest Biology and Tecnology**, v. 41, p. 285 – 295, 2006.

MEWS, L. A. L.; CARMINATTI, R.; PORCU, O. M.; OVIEDO, M. S. V. P. Coordenadas de cor e carotenoides totais em polpa de goiaba microencapsulada obtida por *spray dryer*. XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química. 19 a 22 de outubro de 2014. Acesso em: 21/04/2016.

MORAIS, M. G.; MIRANDA, M. Z.; COSTA, J. A. V. Biscoitos de chocolate enriquecidos com *Spirulina platensis*: características físico-químicas, sensoriais e digestibilidade. **Alimentos e Nutrição**. Araraquara, v. 17, n.3, p. 323-328. 2006.

MORGADO, C. M. A.; DURIGAN, J. F.; LOPES, V. G.; SANTOS, L. O. Conservação pós-colheita de goiabas “Kumagai”: efeito do estágio de maturação e da temperatura de armazenamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1001-1008, 2010.

MORGADO, C. M. A.; DURIGAN, J. F.; DURIGAN, M. F. B.; LOPES, V. G. Postharvest conservation of mature-green and ripe ‘Paluma’ guava stored at two temperatures. **Acta Horticulturae**, The Hague, v.934, p. 791-798, 2012.

MYERS, J.; BURR, G. O. Studies on photosynthesis some effects of light of high intensity on *Chlorella*. **Journal of General Physiology**. v. 24 (1) p. 45 – 67, 1940.

OLIVEIRA, A. M. F.; ROCHA, R. H. C. Qualidade pós-colheita de manga 'Tommy Atkins' sob recobrimento bio-orgânico à base de microalgas. In: XII Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Campina Grande, 2015, Campina Grande. Acesso em: 21/04/2016.

OLIVEIRA, G. H. H.; CORRÊA, P. C.; BAPTESTINI, F. M.; FREITAS, R. L.; VASCONCELLOS, D. DE S. L.; **Controle do amadurecimento de goiabas ‘Pedro Sato’ tratadas por frio**. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.6, n.9, 2010, Pág.1.

PEREIRA, A. C. S.; **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante total de frutas tropicais e cítricas produzidas no Ceará.** 2009. 122 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) / Universidade Federal do Ceará, 2009.

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

PEREIRA, M. E. C. Amadurecimento de mamão formosa com revestimento comestível à base de fécula de mandioca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1116-1119, nov./dez., 2006.

PEREIRA, M. E. C.; SILVA, A. S.; SANTOS, V. J.; SOUZA, E. G. LEDO, C. A. S.; LIMA, M. A. C.; AMORIM, T. B. F; Aplicação de revestimento comestível para conservação pós-colheita da manga 'Tommy Atkins' em temperatura ambiente. **Anais...In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA**, 18. 2004, Florianópolis-SC.

PEREIRA, T.; CARLOS, L. A.; OLIVEIRA, J. G.; MONTEIRO, A. R.; Características físicas e químicas de goiaba cv. Cortibel (*Psidium guajava*) estocadas sob refrigeração em filmes x-tend\* **Alimentos e Nutrição**, Araraquara v. 16, n. 1, p. 11-16, jan./mar. 2005.

PINHEIRO, N. M. S. – **Revestimento com cera de carnaúba incorporados de antimicrobianos em caju (*Anacardium occidentale* L) e goiaba (*Psidium guajava*).** Viçosa, MG, 2012. 122 p. Tese (doutorado) Universidade Federal de Viçosa.

RAMOS, D. P.; SILVA, A. C.; LEONEL, S.; COSTA, S. M.; DAMATTO JÚNIOR, E. R. Produção e qualidade de frutos da goiabeira “Paluma”, submetida à diferentes épocas de poda em clima subtropical. **Revista Ceres**, v.57, n.5, Viçosa, 2010.

REINOSO, E.; MITTAL, G. S.; LIM, L. T. Influence of whey protein composite coatings on plum (*Prunus Domestica* L.) fruit quality. **Food Bioprocess Technology**, v.1, p.314-325, 2008.

RICHMOND, A. **Handbook of microalgal culture: biotechnology and applied phycology.** Oxford: Blackwell Science, 2004.

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

RIGO, L. N.; **Desenvolvimento e caracterização de filmes comestíveis**. 2006. 130 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos)- Universidade Regional Integrada e das Missões-URI, Campus de Erechim. Erechim, RS, 2006.

ROCHA, R. H. C. **Alterações anatômicas, físicas e fisiológicas induzidas por estresses mecânicos em melão gália**. 2008. 149 p. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, 2008.

SANTANA, D. B.; **Respiração mitocondrial e mudanças físicas e químicas na pós-colheita de goiabas ‘Paluma’ e ‘Cortibel’**. 2015. 99 p. / (Mestrado - Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2015.

SÃO JOSÉ, A. R., REBOUÇAS, T. N. H., DIAS, N. O.; HOJO, R. H., BOMFIM, M. P. 2003. **El cultivo del guaya boen Brasil**. In: RAMÍREZ, J. S. P.; MURO, L. R.; GAONA, E. G.; CRUZ, M. A. P. (Eds.). *Memória. Primer Simpósio Internacional de La Guayaba*. Aguas calientes, Mexico. 2003. p. 84-115.

SCOLFARO, F. P. **Agentes alternativos no controle pós-colheita da antracnose em goiabas ‘Kumagai’**. 2009. 60fls. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola) – Instituto Agronômico. Campinas, 2009.

SERRANO, L. A. L.; MARINHO, C. S.; MELO LIMA, I.; MARTINS, M. V. V.; RONCHI, C. P.; DESSAUNE TARDIN, F. Fenologia e produção da goiabeira Paluma. submetida a diferentes épocas e intensidades de poda de frutificação / 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v67n3/a19v67n3.pdf>> Acesso em: 22/02/2016.

SILVA, H. S.; ROCHA, R. H.C.; SOUSA, F. A.; OLIVEIRA, M.G. F.; SILVA, J. M. C. Goiaba “Paluma” induzida a estresses mecânicos e avaliações químicas e físicas durante o armazenamento. In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 3. 2011, Recife, **Anais...** Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2011a.

SILVA, H. S.; ROCHA, R. H. C. Efeito da injúria por impacto na colheita e diferentes embalagens utilizadas no transporte da goiaba ‘Paluma’ do campo ao estabelecimento comercial, em Pombal – PB. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE, 8., 2012, Campina Grande, **Anais...** Universidade Federal de Campina Grande, 2012.

SIQUEIRA, A. M. A. **Resfriamento rápido por ar forçado de goiaba cv. ‘Paluma’:** **Avaliação dos parâmetros físicos, físico-químicos, sensoriais e do processo.** 2009. 133f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

SIQUEIRA, A. P. O. **Uso de coberturas comestíveis na conservação pós-colheita de goiaba e maracujá-azedo.** 2012. 91 p. Dissertação (Mestrado Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Setembro de 2012.

SOARES, A. G. Perdas Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças. In: FÓRUM AGRONEGÓCIOS DA UNICAMP, mai. 2009, Campinas. **Qualidade e segurança de Alimentos.** UNICAMP, 2009. Mesa Redonda: Qual o tamanho do desperdício. 2009.

SOROKIN, C.; MYERS. The course of respiration during the cycle of *Chlorella* cells. **Journal of General Physiology.** v. 40(4): p, 579 – 592, 1957.

TODA FRUTA. **Características da goiaba.** Disponível em:<<http://www.todafruta.com.br/>>. Acesso em: 30 mar. 16.

TRINDADE, D. C. G. da; LIMA, M. A. C. de; SILVA, A. L. da; ASSIS, J. S. de; SÁ, N. M. S.; COSTA, R. S.; SANTOS, P. S.; Armazenamento refrigerado de goiaba 'Paluma' submetida a atmosfera modificada e aplicação pós-colheita de 1-mcp. 2004. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/154444/1/OPB830.pdf>> Acesso em: 07/04/2016.

VARGAS, M.; PASTOR, C.; CHIRALT, A.; MICCLEMENTS, D. J.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C. Recent Advances in Edible Coatings for Fresh and Minimally Processed Fruits. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v,48. n.6, p.496-511, 2008.

VENCESLAU, W. C. D. **Maturação, conservação e capacidade antioxidante em goiabas Paluma**. 2013. 151f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal - PB, 2013.

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

ZAMBÃO, J. C.; BELLINTANI NETO A. M. **Cultura da Goiaba**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - CATI, 1998. 23p. (Boletim técnico, 236).

WATANABE, H. **Mercado das cultivares de goiaba de mesa no mercado atacadista da CEAGESP**. In: SAMPAIO, A. C. (Coord.). **Goiaba: do plantio à comercialização**. 2011, Campinas: CATI, p. 67-85. 125p. (Boletim Técnico 78).

WILLS, R. B. H.; McGLASSON, W. B.; GRAHAM D.; JOYCE, D. C. **Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals**. 5.ed. Wallingford: New South Wales University Press, 2007. 227p.

YEMN, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. **The Biochemical Journal**, London, n. 57, p. 508-514, 1954.