



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS

WÉLIDA CRISTINA DANTAS VENCESLAU

**MATURAÇÃO, CONSERVAÇÃO E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE EM
GOIABAS ‘PALUMA’**

POMBAL – PB
2013

WÉLIDA CRISTINA DANTAS VENCESLAU

**MATURAÇÃO, CONSERVAÇÃO E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE EM
GOIABAS ‘PALUMA’**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais do Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre (M.Sc.) em Sistemas Agroindustriais – Linha de pesquisa: Tecnologia de Alimentos em Sistemas Agroindustriais.

ORIENTADORA: Dra. ADRIANA FERREIRA DOS SANTOS

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL
CAMPUS POMBAL/CCTA/UFCG**

DIS

V451m

Venceslau, Wélida Cristina Dantas.

Maturação, conservação e capacidade antioxidante em goiabas 'Paluma' /
Wélida Cristina Dantas Venceslau. - Pombal, 2013.

151 fls.

Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de
Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2013.

"Orientação: Profa. Dra. Adriana Ferreira dos Santos".

Referências.

1. Goiaba Paluma - *Psidium Guajava* L. 2. Goiaba - Qualidade e Conservação.
I. Santos, Adriana Ferreira dos. II. Título.

WÉLIDA CRISTINA DANTAS VENCESLAU

**MATURAÇÃO, CONSERVAÇÃO E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE EM
GOIABAS ‘PALUMA’**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais do Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre (M.Sc.) em Sistemas Agroindustriais – Linha de pesquisa: Tecnologia de Alimentos em Sistemas Agroindustriais.

CONCEITO:

EXAMINADORES

Prof^ª. Dra. Adriana Ferreira dos Santos
- Orientadora -
UATA/CCTA/UFCG

Prof. Dr. Franciscleudo Bezerra da Costa
UATA/CCTA/UFCG

Prof^ª. Dra. Railene Hérica Carlos Rocha Araújo
UAGRA/CCTA/UFCG

Prof^ª. Dra. Fernanda Vanessa Gomes da Silva
DTA/CTDR/UFPB

POMBAL – PB
2013

*A Deus, que na sua infinita bondade e misericórdia me deu forças
para superar as barreiras da vida e conquistar meus objetivos.
À nossa Senhora Santíssima, minha mãe protetora e intercessora.
À minha avó Mônica “mainha” (in memoriam), pelo amor, carinho,
ensinamentos e sobre tudo coragem para enfrentar a vida,
merecedora de minha admiração e respeito, sem sua dedicação não
teria alcançado tantas vitórias.
À minha mãe Terezinha (in memoriam), que me apoiou nos momentos
mais difíceis da minha vida e foi exemplo de força e compreensão
para mim.
A meu amado filho Emanuel, motivo maior de lutar por essa e outras
conquistas.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença constante em minha vida e fazer meus passos mais firmes.

A meus avós e pais de criação Manuel e Mônica (*in memoriam*), por todo amor a mim dedicado e incentivo aos estudos, serão para sempre meus maiores exemplos de força e coragem, sei que de onde estão olham por mim.

A meus pais Nelton e Terezinha (*in memoriam*), principalmente a minha mãe que foi uma grande incentivadora para a realização desta conquista e que sempre foi compreensiva e amorosa quando não pude estar ao seu lado num momento tão delicado para ela.

Ao amor da minha vida, meu filho Emanuel, que na sua inocência ainda não dimensiona essa conquista e que teve, muitas vezes, que abrir mão da minha presença física, apesar do meu coração sempre estar com ele.

A meu tio Pedro, meu querido, por ser meu anjo da guarda.

À professora Adriana, pela paciência, confiança, amizade e sobre tudo orientação sempre com muita dedicação, que por muitas vezes rompeu os limites acadêmicos, ensinamentos que levarei para a vida, uma profissional exemplar e humana.

A Universidade Federal de Campina Grande, pela oportunidade de realização desta Pós-Graduação.

Ao IFPB, campus Sousa – PB, pela concessão dos frutos.

À professora Fernanda Vanessa, por toda disponibilidade em instruir, sempre com boa vontade, por sua competência e todas gentis contribuições para realização deste trabalho.

Ao professor Franciscleudo, pela colaboração através de seus ensinamentos, compreensão como coordenador da UATA e pela participação como examinador deste trabalho.

À professora Railene Hérica por sua contribuição e participação neste trabalho como examinadora.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Sistemas Agroindustriais, por toda contribuição ao decorrer do curso e transmissão de vossos conhecimentos.

Aos amigos, nas pessoas de Eliane, Eliandra, Emanuel, Fabiana, Gisleânia, Jeanne, Júlia e Marlene pela valiosa colaboração na condução do experimento e pela gratificante amizade, sem ajuda de vocês certamente não teria chegado tão longe.

À Fabíola, pela amizade, companheirismo e por toda colaboração, principalmente instruções durante todo esse período.

Aos técnicos de laboratório do CCTA, Roberta, Joyce, Sabrina, Climene, André, Thiago, Luís e Everton pelo apoio, colaboração, incentivo e valiosa amizade.

Às funcionárias, na pessoa de Lucí (auxiliar no laboratório e na copa) e demais pessoas que trabalharam em minha casa que ajudaram a cuidar do meu filho durante este período.

E aos demais familiares e amigos, pelo constante apoio, força e palavras de incentivo, a todos aqueles que de alguma forma contribuíram na elaboração deste trabalho.

Muito obrigada!!!

*“Gosto daquilo que me desafia. O fácil
nunca me interessou. Já o obviamente
impossível sempre me atraiu, e muito.”*
Clarice Lispector

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.

RESUMO GERAL

A goiaba destaca-se por possuir excelente qualidade nutricional e funcional. No entanto, devido à intensa atividade metabólica desse fruto os cuidados pós-colheita são essenciais para a redução das perdas e manutenção de sua qualidade. Neste contexto, as técnicas de conservação visam reduzir as taxas metabólicas, mantendo os frutos na fase pré-climatérica por um período mais longo. Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade e a capacidade antioxidante de goiabas 'Paluma', submetidas à atmosfera modificada utilizando biofilme comestível a base de fécula de mandioca, polietileno a vácuo e controle (sem revestimento), armazenadas sob duas temperaturas (24 °C e 10 °C). O presente estudo foi subdividido em três experimentos, onde: Experimento I - foram avaliadas as características físicas, químicas, compostos bioativos e capacidade antioxidante da goiaba 'Paluma' em diferentes estádios de maturação; Experimento II - foram comparados os efeitos em goiabas 'Paluma' revestidas com biofilme de fécula de mandioca a 2% e 4% (BFM 2 e 4%), polietileno a vácuo e controle (sem revestimento) no comportamento pós-colheita dos frutos armazenados sob temperatura de 24 °C por um período de 10 dias e temperatura refrigerada de 10 °C por um período de 24 dias; e Experimento III - foram identificados os compostos bioativos e capacidade antioxidante dos dois melhores tratamentos avaliados no Experimento II (tratamentos com BFM a 2% e polietileno a vácuo armazenados a 10 °C). Os experimentos foram realizados no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal do CCTA/UFPG, no Campus de Pombal - PB. Para os três experimentos o delineamento utilizado foi inteiramente casualizado. Em relação ao Experimento I, o efeito dos tratamentos foi avaliado através da análise de variância e a comparação das médias foi feita pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para o Experimento II o delineamento foi disposto em esquema fatorial 4 x 6 (4 tratamentos com atmosfera modificada e 6 períodos de avaliações) para temperatura de 24 °C e 4 x 7 (4 tratamentos com atmosfera modificada e 7 períodos de avaliações) para temperatura de 10 °C, com três repetições de dois frutos/parcela. As temperaturas foram avaliadas independentes dos tratamentos aplicados. A partir dos resultados das análises de variância preliminares, os resultados foram submetidos à análise de regressão polinomial. Em relação ao Experimento III foi disposto em um esquema fatorial 2 x 7 (2 os tratamentos co atmosfera modificada e 7 os períodos de avaliação), com três repetições de dois frutos/parcela. A partir dos resultados das análises de variância preliminares, os resultados foram submetidos à análise de regressão polinomial. Verificou-se que o estágio IV (pigmentação verde predominante com traços amarelos) reuniu as melhores características, físicas e químicas para conservação pós-colheita, entretanto o estágio III (indício da pigmentação amarela) foi indicado o melhor para comercialização, principalmente visando mercados mais distantes. A goiaba 'Paluma' apresentou teores satisfatórios para ácido ascórbico, carotenoides e compostos fenólicos, constituindo fontes potenciais de compostos bioativos naturais e de excelente capacidade antioxidante. As atmosferas modificadas (polietileno a vácuo e biofilme de fécula de mandioca a 2%) associadas à refrigeração (10 °C) conservaram a qualidade e a integridade dos frutos, mantendo-os túrgidos, aparência atrativa durante um período mais prolongado. Goiabas 'Paluma' podem ser classificadas frutos com elevado poder antioxidante, principalmente na casca, devendo, portanto, estimular o consumo desta fruta na íntegra. A polpa de goiabas 'Paluma' revestidas

com biofilme de fécula de mandioca a 2% e sob refrigeração apresentou maior ação antioxidante.

Palavras-chaves: *Psidium guajava* L. Qualidade. Atmosfera modificada. Antioxidantes.

VENCESLAU, W. C. D. **Maturation, preservation and antioxidant capacity in 'Paluma' guava.** 2013. 151f. Dissertation (Master in Agribusiness Systems) - Federal University of Campina Grande, Pombal - PB, 2013.

ABSTRACT

The guava stands out by having excellent nutritional and functional quality. However, due to the intense metabolic activity of this fruit, postharvest care are essential to reducing losses and conserving its quality. In this context, preservation techniques intended to reduce the metabolic rates, keeping the fruit in preclimacteric stage for a intended period. The aim of this work was to evaluate the quality and antioxidant capacity of 'Paluma' guavas, when submitted to modified atmosphere using edible biofilm based for manioc starch, vacuum polyethylene and control (without coating), it was stored at two temperatures (24 °C and 10 °C). The present study was divided in three experiments, where: Experiment I – were evaluated physical, chemical, bioactive compounds and antioxidant capacity of guava 'Paluma' at different stages of maturation; Experiment II – the effects were compared in guava 'Paluma' coated for manioc starch 2% and 4% (BFM 2% e 4%), vacuum polyethylene and control (without coating) in the postharvest fruit store at 24 °C for a period of 10 days and refrigerated temperature of 10 °C for a period of 24 days; Experiment III – were identified the bioactive compounds and antioxidant capacity of the two best treatments evaluated in the Experiment II (treatments with BFM 2% and vacuum polyethylene stored at 10 °C). The experiments were performed at the Laboratory Technology Products of Plant Origin of UFCG/CCTA/UATA, Campus Pombal – PB. For three experiments, was carried out in complete randomized design. In relation to the first experiment, the effect of the treatments was evaluated through of analysis of variance and comparison of average was done by Tukey test at 5 % probability. For the second experiment, the design was established in a factorial 4 x 6 (4 treatments and modified atmosphere periods of 6 reviews) to 24 °C and 4 x 7 (4 treatments modified atmosphere and periods of 7 reviews) to 10 °C, with three replicates of two fruits/portion. Temperatures were evaluated independent of the applied treatments. From the results of preliminary analyzes of variance, the results were subjected to polynomial regression. Compared to Experiment III was established in a factorial 2 x 7 (first factor corresponds to the two treatments and the second factor corresponds to the evaluation periods), with three replicates of two fruits/portion. From the results of preliminary analyzes of variance, the results were subjected to polynomial regression. The stage IV (predominantly green with yellow pigmentation traits) gathered the best characteristics physical and chemical for postharvest conservation, however stage III (early yellow pigmentation) was recommended for the best the marketing, mainly, targeting distant markets. The guava 'Paluma' showed satisfactory levels for ascorbic acid, carotenoids and phenolic compounds, being potential sources of bioactive compounds for human diet and excellent antioxidant capacity. Modified atmospheres (vacuum and polyethylene biofilm manioc starch 2%) associated with refrigerated temperature preserved the quality and integrity of the fruit, keeping them turgid, attractive appearance for a longer period. 'Paluma' guava has powerful high antioxidant and can be classified, mainly, on the peel and therefore, the consuming fruit should be made in its totality. The pulp of 'Paluma' coated edible biofilm of manioc starch 2% and under refrigeration showed higher antioxidant activity.

Keywords: *Psidium guajava* L. Quality. Modified atmosphere. Antioxidants.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Goiabas ‘Paluma’ colhidas no estágio de maturação III (Início de pigmentação amarela). Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal – CCTA/UFCEG, Pombal - PB, 2012..... 58
- Figura 2 – Goiabas ‘Paluma’ tratadas com recobrimentos, no primeiro dia de armazenamento. A – 0% (controle); B – Polietileno a Vácuo; C – Biofilme de Fécula de Mandioca a 2%; D – Biofilme de Fécula de Mandioca a 4%, Pombal – PB, 2012..... 60
- Figura 3 – Perda de Massa Fresca (%) de goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e armazenadas sob duas temperaturas (24 °C e 10 °C a 70% UR). Trat.1(0% - controle); Trat.2 (Polietileno a vácuo); Trat.3 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 2%); Trat.4 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 4%), Pombal – PB, 2012..... 64
- Figura 4 – Sólidos Solúveis (%) de goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e armazenadas sob duas temperaturas (24 °C e 10 °C a 70% UR). Trat.1 (0% - controle); Trat.2 (Polietileno a vácuo); Trat.3 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 2%); Trat.4 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 4%), Pombal – PB, 2012..... 66
- Figura 5 – Acidez Titulável (%) de goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e armazenadas sob duas temperaturas (24 °C e 10 °C a 70% UR). Trat.1 (0% - controle); Trat.2 (Polietileno a vácuo); Trat.3 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 2%); Trat.4 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 4%), Pombal – PB, 2012..... 69
- Figura 6 – pH de goiaba ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e armazenadas sob duas temperaturas (24 °C e 10 °C a 70% UR). Onde: Trat.1(0% - controle); Trat.2 (Polietileno a vácuo); Trat.3 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 2%); Trat.4 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 4%), Pombal – PB, 2012..... 70
- Figura 7 – Relação SS/AT de goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e armazenadas sob duas temperaturas (24 °C e 10 °C a 70% UR). Trat.1 (0% - controle); Trat.2 (Polietileno a vácuo); Trat.3 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 2%); Trat.4 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 4%)

	Pombal – PB, 2012.....	72
Figura 8 –	Ácido Ascórbico ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) da casca de goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e armazenadas sob duas temperaturas (24 °C e 10 °C a 70% UR). Trat.1 (0% - controle); Trat.2 (Polietileno a vácuo); Trat.3 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 2%); Trat.4 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 4%), Pombal – PB, 2012.....	75
Figura 9 –	Ácido Ascórbico da polpa de goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e armazenadas sob duas temperaturas (24 °C e 10 °C a 70% UR). Trat.1 (0% - controle); Trat.2 (Polietileno a vácuo); Trat.3 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 2%); Trat.4 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 4%), Pombal – PB, 2012.....	76
Figura 10 –	Açúcares Redutores de goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e armazenadas sob duas temperaturas (24 °C e 10 °C a 70% UR). Trat.1 (0% - controle); Trat.2 (Polietileno a vácuo); Trat.3 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 2%); Trat.4 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 4%) Pombal – PB, 2012.....	79
Figura 11 –	Açúcares Totais de goiaba ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e armazenadas sob duas temperaturas (24 °C e 10 °C a 70% UR). Trat.1(0% - controle); Trat.2 (Polietileno a vácuo); Trat.3 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 2%); Trat.4 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 4%), Pombal – PB, 2012.....	80
Figura 12 –	Cor (1-6) de goiaba ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e armazenadas sob duas temperaturas (24 °C e 10 °C a 70% UR). Trat.1 (0% - controle); Trat.2 (Polietileno a vácuo); Trat.3 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 2%); Trat.4 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 4%), Pombal – PB, 2012.....	82
Figura 13 –	Aparência (1-9) de goiaba ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e armazenadas sob duas temperaturas (24 °C e 10 °C a 70% UR). Trat.1(0% - controle); Trat.2 (Polietileno a vácuo); Trat.3 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 2%); Trat.4 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 4%), Pombal – PB, 2012.....	84
Figura 14 –	Goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada, onde: A – polietileno a vácuo; B – BFM a 2% e C - armazenadas a 10 °C e 70% UR por um	

	período de 24 dias, Pombal - PB, 2012.....	96
Figura 15 –	Clorofila da polpa (A – Polietileno a vácuo e BFM 2%) e da casca (B - Polietileno a vácuo e BFM 2%) de goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e armazenadas a 10 °C, Pombal – PB, 2012.....	100
Figura 16 –	Carotenóides da polpa (A – Polietileno a vácuo e BFM 2%) e da casca (B - Polietileno a vácuo e BFM 2%) de goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e armazenadas a 10 °C, Pombal – PB, 2012.....	101
Figura 17 –	Antocianinas da polpa (A - Polietileno a vácuo e BFM 2%) e da casca (B - Polietileno a vácuo e BFM 2%) de goiaba ‘Paluma’ atmosfera modificada e armazenadas a 10 °C, Pombal – PB, 2012.....	102
Figura 18 –	Flavanoides da polpa (A - Polietileno e 2% de fécula) e da casca (B - Polietileno e 2% de fécula) de goiaba ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e armazenadas a 10 °C, Pombal – PB, 2012.....	103
Figura 19 –	Ácido Ascórbico da polpa (A – Polietileno a vácuo e BFM 2%) e da casca (B - Polietileno a vácuo e BFM 2%) de goiaba ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e armazenadas a 10 °C, Pombal – PB, 2012.....	104

LISTA DE TABELAS

Tabela – 1	Diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT), relação DL/DT e massa fresca de goiabas ‘Paluma’ colhidas em sete estádios de maturação, Pombal – PB, 2012.....	33
Tabela – 2	pH e acidez titulável (AT) de goiabas ‘Paluma’ colhidas em sete estádios de maturação, Pombal – PB, 2012.....	35
Tabela – 3	Sólidos solúveis (SS) e relação SS/AT de goiabas ‘Paluma’ colhidas em sete estádios de maturação, Pombal – PB, 2012.....	36
Tabela – 4	Açúcares solúveis totais (AST) e açúcares redutores (AR) de goiabas ‘Paluma’ colhidas em sete estádios de maturação, Pombal – PB, 2012.....	38
Tabela – 5	Ácido ascórbico (AA) de goiabas ‘Paluma’ colhidas em sete estádios de maturação, Pombal – PB, 2012.....	39
Tabela – 6	Clorofila total de goiabas ‘Paluma’ colhidas em sete estádios de maturação, Pombal – PB, 2012.....	40
Tabela – 7	Carotenoides de goiabas ‘Paluma’ colhidas em sete estádios de maturação, Pombal – PB, 2012.....	41
Tabela – 8	Polifenóis extraíveis totais de goiabas ‘Paluma’ colhidas em sete estádios de maturação, Pombal – PB, 2012.....	43
Tabela – 9	Antocianinas e flavonoides em goiabas ‘Paluma’ colhidas em sete estádios de maturação, Pombal – PB, 2012.....	44
Tabela – 10	Capacidade antioxidante pela atividade de retirada do radical dos extratos de goiabas ‘Paluma’ colhidas em sete estádios de maturação, Pombal – PB, 2012.....	45
Tabela – 11	Polifenóis extraíveis da polpa de goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada com o uso de polietileno a vácuo e biofilme de fécula de mandioca a 2%, armazenadas a 10°C, Pombal – PB, 2013.....	105
Tabela – 12	Polifenóis Extraíveis Totais da casca de goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada, com o uso de polietileno a vácuo e biofilme de fécula de mandioca a 2%, armazenadas a 10°C, Pombal – PB, 2013.....	105
Tabela – 13	Capacidade antioxidante da polpa de goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada com o uso de polietileno a vácuo e biofilme de fécula de	

	mandioca a 2%, armazenadas a 10 °C, Pombal – PB, 2013.....	106
Tabela – 14	Capacidade antioxidante da casca de goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada com o uso de polietileno a vácuo e biofilme de fécula de mandioca a 2%, armazenadas a 10°C, Pombal – PB, 2013.....	106

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	vii
ABSTRACT	ix
1 INTRODUÇÃO GERAL	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 GOIABA – ASPECTOS GERAIS	3
2.2 DESENVOLVIMENTO E MATURAÇÃO DO FRUTO	4
2.3 CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA	7
2.3.1 Atmosfera Modificada	8
2.3.2 Armazenamento Refrigerado	10
2.4 COMPOSTOS BIOATIVOS	11
2.4.1 Ácido Ascórbico	11
2.4.2 Carotenoides	11
2.4.3 Compostos Fenólicos	12
2.5 ANTIOXIDANTES	13
2.5.1 Defesas antioxidantes	13
2.5.2 Avaliação da capacidade antioxidante	14
REFERÊNCIAS	17
CAPÍTULO I: QUALIDADE, COMPOSTOS BIOATIVOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO DA GOIABA ‘PALUMA’	22
RESUMO	23
ABSTRACT	24
1 INTRODUÇÃO	25
2 MATERIAIS E MÉTODOS	27
2.1 SELEÇÃO DO MATERIAL VEGETAL	27
2.2 AVALIAÇÕES	29
2.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA	32
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4 CONCLUSÕES	46
REFERÊNCIAS	47

CAPÍTULO II: QUALIDADE DE GOIABAS ‘PALUMA’ REVESTIDAS COM BIOFILME COMESTÍVEL E POLIETILENO A VÁCUO, SOB DUAS TEMPERATURAS DE ARMAZENAMENTO	52
RESUMO	53
ABSTRACT	54
1 INTRODUÇÃO	55
2 MATERIAIS E MÉTODOS	57
2.1 SELEÇÃO DO MATERIAL VEGETAL	57
2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	60
2.3 AVALIAÇÕES	60
2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	62
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	63
4 CONCLUSÕES	85
REFERÊNCIAS	86
CAPÍTULO III: COMPOSTOS BIOATIVOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE GOIABAS ‘PALUMA’ EM ATMOSFERA MODIFICADA SOB REFRIGERAÇÃO .	90
RESUMO	91
ABSTRACT	92
1 INTRODUÇÃO	93
2 MATERIAIS E MÉTODOS	95
2.1 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DOS EXPERIMENTOS	95
2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	97
2.3 AVALIAÇÕES	97
2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	99
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	100
4 CONCLUSÕES	107
REFERÊNCIAS	108
CONCLUSÕES GERAIS	111
ANEXOS	112

1 INTRODUÇÃO GERAL

A cultura da goiabeira (*Psidium guajava* L.) é muito importante no contexto da fruticultura brasileira (CERQUEIRA et al., 2011). O Brasil é um dos três maiores produtores mundiais de goiaba com produção de 316.363 toneladas, tendo como seus principais produtores os Estados de São Paulo e Pernambuco (IBGE, 2011). Além do consumo *in natura*, produtos industrializados como polpa, goiabada, geleia e suco são as principais formas de consumo da fruta no Brasil.

A expansão do mercado consumidor de goiaba *in natura* está condicionada à qualidade dos frutos e ao aumento da sua vida útil pós-colheita. A goiaba é um fruto altamente perecível por causa do seu intenso metabolismo durante o amadurecimento (AZZOLINI; JACOMINO; BRON, 2004). O estágio de maturação, em que os frutos são colhidos, determina a qualidade do fruto a ser oferecido ao consumidor.

O entendimento da evolução na maturação e amadurecimento de goiabas possibilita o estabelecimento de índices de maturação que permitem apontar os estádios mais adequados para o armazenamento ou processamento. Em termos de pós-colheita, a maturação ótima é o estágio de desenvolvimento no momento da colheita que assegure o completo amadurecimento e a manutenção da qualidade por o máximo período possível (KAYS, 1997).

Para que se possam reduzir as perdas provocadas por doenças e pelo manuseio inadequado dos frutos, e que essa cultura seja economicamente mais competitiva no mercado mundial, ainda é necessário que se busque tecnologia de produção, além de eficientes técnicas de preservação pós-colheita (GUEDES, 2007). Algumas técnicas de armazenamento são muito eficientes para retardar o processo de amadurecimento e manter a qualidade pós-colheita dos frutos, dentre elas, pode-se citar o uso de refrigeração e atmosfera modificada (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Na redução dos processos metabólicos dos frutos, a refrigeração ainda é o método mais eficaz, afetando a respiração e a biossíntese de etileno, além de reduzir a taxa de crescimento de micro-organismos (MORGADO, 2010). A atmosfera modificada pode ser feita pelo acondicionamento das frutas utilizando filmes plásticos ou pelo recobrimento à base de lipídeos, polissacarídeos e proteínas. Estes tratamentos modificam o ar circundante e interno da fruta, reduzindo os níveis de O₂ e aumentando os níveis de CO₂. Em goiabas têm sido utilizadas embalagens plásticas individuais associadas ao vácuo parcial, especialmente nos frutos destinados à exportação (JACOMINO; SILVA; PINTO, 2009).

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 revestimentos comestíveis sobre alimentos devem apresentar certas peculiaridades como ser invisíveis, terem aderência suficientes para não serem facilmente removidos no manuseio e não introduzirem alterações no gosto, como por exemplo, a fécula de mandioca que é largamente produzida no mercado nacional, sendo encontrado a baixo preço, apresentando-se como produto comercial acessível (ASSIS; BRITTO; FORATO, 2009).

A produção de frutos com qualidade, objetivando a comercialização dos mesmos como produtos frescos, em mercados cada vez mais exigentes, tem sido o desafio da fruticultura. Isto se deve às mudanças nos hábitos alimentares do brasileiro, o que leva à necessidade de se atentar para outros parâmetros de qualidade, como os antioxidantes, em frutos que os têm em grande quantidade, como é o caso da goiaba (MORGADO, 2010). O interesse dos consumidores e da comunidade científica em relação aos antioxidantes naturais tem aumentado, particularmente em relação àqueles encontrados em frutas e vegetais, tendo em vista que estudos farmacológicos demonstraram a associação entre seu consumo e o baixo risco de doenças degenerativas (BRENNAN; PAGLIARINI, 2001; YILDRIM; MAVI; KARA, 2002).

O conhecimento da composição das frutas em constituintes antioxidantes é indispensável, uma vez que existem variações nos teores destes, não só entre as espécies de frutas, mas também pode haver variabilidade significativa intraespécie nos teores de carotenoides e compostos fenólicos, dependendo da variedade, das condições de manejo, das regiões de cultivo e do estágio de maturação dos frutos (OLIVEIRA et al., 2011).

Desta forma, pretende-se mostrar através deste estudo, a importância do estágio de maturação, efeito da temperatura e atmosfera modificada na manutenção da qualidade pós-colheita de goiaba 'Paluma', bem como, a identificação de compostos bioativos que apresentem capacidade antioxidante, contribuindo para características funcionais do fruto.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 GOIABA – ASPECTOS GERAIS

A goiabeira pertencente à família Myrtaceae, sendo uma planta perene, de porte arbustivo ou semi-arbóreo, com 3 a 7 metros de altura. Possui mais de 70 gêneros e 2.800 espécies, seus frutos são variáveis em tamanho, forma, sabor, peso e coloração da polpa. 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). Teve origem na América Tropical e se difundiu nas regiões tropicais e subtropicais devido à sua facilidade de 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).

Seu cultivo é muito relevante sob o ponto de vista econômico e social, principalmente para o Estado de São Paulo, que é responsável por mais de 60% do volume nacional desta fruta, onde são cultivadas variedades de polpa branca, destinadas para consumo *in natura* e as de polpa vermelha com dupla aptidão, para consumo *in natura* e para indústria (SOUZA et al., 2009).

A floração da goiabeira ocorre entre 71 e 84 dias após a poda e o aparecimento dos frutos ocorre por volta dos 90 dias (ARGANDOÑA, 2005). 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’ (*Psidium guajava* L.) foi desenvolvida em Jaboticabal, SP, a partir da seleção de sementes de plantas de polinização aberta da Ruby Supreme. São consideradas plantas muito produtivas, vigorosas, de folhas grandes, colheita tardia, crescimento lateral, com ramos longos e boa tolerância às doenças, especialmente à ferrugem da goiabeira e também as pragas (MANICA, 2001).

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. Os frutos são grandes, com peso médio variável podendo atingir 500 g (PEREIRA; CARVALHO; NACHTIGAL, 2003). De formato periforme a ovalado, de consistência firme e boa capacidade de conservação após a colheita, com a casca lisa, de espessura entre 1,3 a 2,0 mm, de coloração amarela na maturação,

apresentando a polpa espessa, de cor rosada à vermelha intensa, muito saborosa e com forte aroma, muito agradáveis, devido ao teor elevado de açúcar (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Segundo Cavalini (2004), esse cultivar apresenta pequena percentagem de sementes com rendimento de polpa de 93,76%. O mercado exige que a coloração da casca seja uniforme e isenta de manchas decorrentes do ataque de insetos, microrganismos ou lesões (GONGATTI NETTO, 1996). Para o consumo *in natura*, é preferível o fruto grande, de polpa vermelha e espessa, casca rugosa e de coloração verde e verde-amarelada (LIMA, 2005).

A goiaba destaca-se por suas excelentes qualidades nutricionais. É um fruto rico em zinco, fibras, niacina, licopeno, além de conter teores elevados de minerais, ácido fólico e de vitaminas A e do complexo B (CHOUDHURY; COSTA; ARAÚJO, 2001). Segundo o mesmo autor, o teor de vitamina C depende da cultivar, época do ano, localização do pomar e estágio de maturação, sendo os maiores teores cerca de 337 mg.100 g⁻¹, encontrados nos frutos “de vez”, predominantemente na região próxima à casca, pois o conteúdo vai de fora para dentro do fruto, sendo assim, a casca é mais rica em relação a este nutriente do que a polpa interna. Durante o amadurecimento, ocorre a oxidação dos ácidos e conseqüentemente redução do teor de vitamina C, indicando a senescência do fruto (AZZOLINI; JACOMINO; BRON, 2004).

A goiaba é rica em carotenoides, sendo que o licopeno representa cerca de 80% dos mesmos, ele é um poderoso antioxidante e pode manter a juventude das células por mais tempo. Tem-se verificado que a goiaba vermelha brasileira oferece aproximadamente o dobro dos conteúdos de licopeno observados no tomate, tido como a principal fonte deste elemento, o que indica a necessidade de mais estudos nesta área (MORGADO, 2010).

2. 2 DESENVOLVIMENTO E MATURAÇÃO DO FRUTO

O ciclo vital dos vegetais é composto das fases de crescimento, maturação, amadurecimento e senescência, os quais correspondem ao encadeamento de processos fisiológicos e bioquímicos, até chegar à morte celular (SIQUEIRA, 2009).

O crescimento é marcado pelo aumento da célula, através do alongamento da superfície de paredes celulares, além da biossíntese de novos constituintes do protoplasma (CHITARRA; CHITARRA, 2005). As principais alterações que ocorrem durante a maturação, envolvem mudanças na cor da casca (a clorofila decresce nos cloroplastos, ao passo que os carotenoides se desenvolvem), taxa respiratória, produção de etileno,

permeabilidade das membranas, solubilização das pectinas, com conseqüente diminuição da firmeza do fruto (AWAD, 1993).

Após a maturação não há mais crescimento do fruto. Normalmente os frutos são colhidos neste estágio, os quais continuam seu metabolismo utilizando os substratos acumulados. O amadurecimento representa a fase final da maturação onde se dá o início de processos degradativos. A senescência é o período em que se verifica redução na estabilidade estrutural, às reações catabólicas (degradação) sobrepõem às anabólicas (síntese), causando envelhecimento e morte dos tecidos. Tal fase é um processo irreversível, no entanto pode ser retardada com o uso de tecnologias e/ou métodos adequados (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Para a colheita o ponto de maturação torna-se um fator relevante para a manutenção da qualidade do fruto, além de ser determinante para a composição química e valor nutricional. Quando colhidos imaturos os frutos apresentam alto índice de perda de água, sendo mais sujeitos ao enrugamento e suscetíveis às desordens fisiológicas, além disso, apresentam sabor e aroma inferior quando amadurecem. Quando colhidos muito maduros, entram rapidamente em senescência, tornando-se muito macios, farináceos e com sabor insípido logo após a colheita (AZZOLINI; JACOMINO; BRON, 2004).

A maturação do fruto, somente pode ser compreendida através do amplo conhecimento da fisiologia do mesmo e ambos servem como base para o desenvolvimento de tecnologias de conservação pós-colheita que assegurem ampliar a vida útil pós-colheita dos frutos, permitindo a agregação de valor e a competitividade da produção dessas espécies e assim, o aumento do valor econômico social que as mesmas têm para a região (SILVA; ALVES, 2008).

Definir o estágio de maturação do fruto garante a qualidade aceitável pelo consumidor final, implica na necessidade de se desenvolver medidas objetivas para determinar o ponto ideal de maturação por ocasião da colheita (MORGADO, 2010). Na fruticultura moderna, são utilizados métodos físicos e químicos os chamados índices de maturação, como auxiliares, para determinar o momento apropriado para a colheita das frutas. Entre esses métodos são empregados: determinação da firmeza da polpa (textura), acidez titulável (AT), teor de sólidos solúveis (SS), relação SS/AT, densidade do fruto e coloração da casca (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A determinação da firmeza é uma forma prática de avaliar o estágio de maturação do fruto. Cavalini (2004) cita que goiabas consideradas verdes apresentam firmeza de 85 N e verde-amarelas aquelas com firmeza entre 51 e 66 N. A firmeza tem efeito na resistência ao

transporte, na conservação e no ataque a microrganismos. A diminuição da firmeza da polpa durante o amadurecimento é função, principalmente, da perda da integridade da parede celular. A degradação das moléculas poliméricas constituintes da parede celular, como celulose, hemicelulose e pectina, gera alterações na parede celular levando ao amolecimento da polpa. Outros processos também podem levar ao amolecimento dos frutos, como a degradação do amido e a perda de turgor (CERQUEIRA, 2007).

O teor de sólidos solúveis (SS) é dependente do estágio de maturação no qual o fruto é colhido e geralmente aumenta durante a maturação pela biossíntese ou degradação de polissacarídeos (CAVALINI, 2004). Os principais açúcares responsáveis pelo sabor doce dos frutos são a frutose, a glicose e a sacarose. A frutose compreende 59,93 e 52,85% do açúcar nas variedades branca e vermelha respectivamente. A frutose e a glicose são originadas da degradação da sacarose e dos polissacarídeos de reserva como o amido. A degradação das hexoses fosfatadas ocorre na respiração via glicólise ou no ciclo das pentoses fosfato (CERQUEIRA, 2007). Após a colheita, o teor de sólidos solúveis em goiaba parece não sofrer alterações significativas, tal fato pode ser explicado pelo baixo teor de amido em goiabas e, a frutose e glicose são originárias da degradação da sacarose e dos polissacarídeos de reserva como o amido (PONZO, 2009).

A acidez quando varia pode ser um indicativo do estágio de maturação do fruto, já que ela decresce em função do avanço da maturação. A acidez dos frutos deve-se, principalmente, aos ácidos cítricos, málico e tartárico. O teor desses ácidos tende a diminuir durante o processo de maturação devido à oxidação dos ácidos no ciclo dos ácidos tricarbóxicos em decorrência da respiração, sendo fundamentais na síntese de compostos fenólicos, lipídios e aromas voláteis (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Em frutos maduros de goiaba, a acidez titulável pode variar de 0,2 a 1,0% em ácido cítrico (CECCHI, 2003).

A relação entre os SS e AT é um índice de qualidade da goiaba, este índice fornece uma ideia da palatabilidade dos frutos, à medida que os frutos amadurecem os teores de açúcares aumentam e os ácidos orgânicos diminuem, assim, a relação aumenta com o amadurecimento (PEREIRA et al., 2006).

A coloração dos frutos é um importante atributo de qualidade, não só por contribuir para uma boa aparência, mas também, por influenciar a preferência do consumidor. Durante o amadurecimento, a maioria dos frutos sofre alterações na cor, principalmente da casca. Desta forma, a casca torna-se um atributo importante na determinação do estágio de maturação. A coloração da goiaba é devida a existência de pigmentos como clorofila, caroteno, xantofila e licopeno. As mudanças de coloração são resultantes principalmente da degradação da

clorofila, mas também, é resultado da síntese de pigmentos como carotenoides. A degradação da clorofila ocorre em função das mudanças de pH, do aumento dos processos oxidativos e da ação das clorofilases (CERQUEIRA, 2007).

2. 3 CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA

Durante o amadurecimento dos frutos ocorrem transformações resultantes de processos de degradação e síntese. É importante entender tais mudanças metabólicas para que sejam aplicadas técnicas pós-colheita adequadas para a manutenção da vida útil (SIQUEIRA, 2009).

Pesquisas voltadas ao desenvolvimento de novas tecnologias para a redução das perdas pós-colheitas são fundamentais para a economia nacional: minimizam as perdas, elevam a competitividade e procuram atender às qualidades de um mercado cada vez mais exigente (ASSIS; BRITTO; FORATO, 2009).

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).

Devido ao intenso metabolismo que ocorre na goiaba, torna-se imprescindível controlar a respiração e transpiração do fruto na fase pós-colheita. Os efeitos dos processos fisiológicos são agravados pelas condições às quais os frutos são submetidos durante e após a colheita, tornando sua comercialização limitada (RIBEIRO et al., 2005).

Segundo Bron et al. (2005), a taxa respiratória e o amadurecimento comportam-se em resposta a diferentes temperaturas, tipo de estocagem e condições de comercialização, tais fatores podem ser otimizados para reduzir as perdas. Algumas técnicas de armazenamento são muito eficientes para retardar o processo de amadurecimento e manter a qualidade pós-colheita dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). As técnicas de conservação visam reduzir tanto a taxa respiratória como a síntese e ação do etileno, mantendo os frutos na fase pré-climatérica por período mais longo (MORGADO, 2010).

Os procedimentos de conservação pós-colheita usualmente empregados estão em quase sua totalidade, centrados na cadeia do frio e em boas práticas de armazenamento. Contudo, um novo seguimento tecnológico vem ganhando espaço nesta área que é o desenvolvimento de coberturas comestíveis protetoras que aplicadas diretamente sobre os

frutos possibilitam elevar o tempo de conservação permitindo uma maior flexibilidade de manuseio e comércio (ASSIS; FORATO; BRITTO, 2008; VARGAS et al., 2008).

2.3.1 Atmosfera Modificada

A atmosfera modificada (AM) é um método de conservação que visa modificar a concentração de gases ao redor e no interior da fruta, associada ou não à utilização de baixas temperaturas, porém sem um controle preciso dos teores gasosos (FACHINELLO; NACHTIGAL; KERSTEN, 2008). Ainda segundo os mesmos autores, a alteração da atmosfera pode ser conseguida colocando-se as frutas em embalagens de polietileno ou policloreto de vinila (PVC), aplicando-se ceras, ésteres de sacarose, ácidos graxos não saturados de cadeia curta, entre outros.

A modificação da atmosfera no interior da embalagem é determinada pela interação de três processos: respiração do produto, difusão do gás através do produto e permeabilidade do filme aos gases. A difusão do gás é afetada pela temperatura, massa e volume do alimento, taxa de respiração e pela permeabilidade da membrana (MANTILLA et al., 2010).

A embalagem de frutas e hortaliças em filmes plásticos, especialmente quando tratadas quimicamente, constitui, depois da refrigeração, o melhor tratamento para armazenamento dos produtos vegetais, mantendo-os frescos e reduzindo a perda de massa. No entanto, o acúmulo de CO₂ no interior das embalagens de AM depende da taxa respiratória e quantidade de frutas, bem como do tipo e espessura do filme, além da temperatura de armazenamento (HOJO et al., 2007).

Os filmes plásticos, à base de polietileno ou policloreto de vinila (PVC), pela sua praticidade, custo relativamente baixo e eficiência, têm sido bastante utilizados para prolongar a vida pós-colheita, uma vez que reduzem a taxa respiratória, a produção de etileno e retardam o amolecimento (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A embalagem a vácuo é definida como o acondicionamento do produto em embalagens com barreiras aos gases, no qual, o ar é removido para prevenir o crescimento de organismos deteriorantes, a oxidação e a descoloração do produto. A atmosfera gasosa se altera continuamente durante todo o período de armazenamento graças à influência de diversos fatores, como a respiração do produto envasado, mudanças bioquímicas e a lenta difusão dos gases através do alimento (MANTILLA et al., 2010).

Os objetivos da embalagem a vácuo são estender o prazo comercial de produtos alimentícios e prevenir e/ou retardar qualquer alteração indesejável nas características

sensoriais, nutritivas e microbiológicas nos alimentos. Esse tipo de embalagem atinge seus objetivos baseados em três princípios: redução de alterações fisiológicas, químicas/bioquímicas e físicas indesejáveis nos alimentos; controle do crescimento microbiano e prevenção da contaminação do produto (FLOROS; MATSOS, 2005).

A atmosfera modificada pode ser, também, produzida pelo uso de recobrimentos aplicados a superfícies dos produtos. Muitos são os tipos de solução de recobrimento comestível, barreiras semipermeáveis às trocas gasosas (CO_2 e O_2), que tem sido aplicado na preservação dos produtos frescos (CERQUEIRA, 2007). Os materiais mais utilizados na composição de recobrimentos comestíveis são os lipídeos, polissacarídeos e proteína (CHOI et al., 2002). Os revestimentos comestíveis devem ter uma atuação funcional, de preservar a textura e o valor nutricional, de reduzir os fenômenos de transporte superficial e principalmente limitar a perda ou o ganho excessivo de água pelo fruto (ASSIS; BRITTO; FORATO, 2009).

Em relação à nomenclatura, a maioria dos pesquisadores usam os termos “filme” e “cobertura” indiscriminadamente. No entanto, a cobertura é uma fina camada de material aplicado e formado diretamente na superfície do produto, enquanto que o filme é pré-formado separadamente e aplicado posteriormente sobre o produto. Os filmes e coberturas possuem a função de inibir ou reduzir a migração de umidade, oxigênio, dióxido de carbono, lipídios, aromas, dentre outros, pois promovem barreiras semipermeáveis. Além disso, podem transportar ingredientes alimentícios como: antioxidantes, antimicrobianos e flavorizantes, e/ou melhorar a integridade mecânica ou as características de manuseio do alimento (FAKHOURI et al, 2007).

O estudo do recobrimento de frutas e hortaliças em biofilmes comestíveis tem sido então, uma alternativa para promover a atmosfera modificada. A fécula de mandioca tem sido citada como a matéria-prima mais adequada na elaboração de biofilmes comestíveis por formar películas resistentes e transparentes, eficientes barreiras à perda de água, proporcionando bom aspecto e brilho intenso, tornando frutas e hortaliças comercialmente atrativas e, não sendo tóxica, pode ser ingerida juntamente com o produto. O biofilme de fécula de mandioca é facilmente removido com água e apresenta-se como um produto comercial de baixo custo (GUEDES, 2007).

A obtenção do biofilme de fécula de mandioca baseia-se no princípio da geleificação do amido, que ocorre acima de $70\text{ }^\circ\text{C}$, com excesso de água. A fécula gelatinizada que se obtém, quando resfriada, forma películas devido às suas propriedades de retrogradação. Na

retrogradação, pontes de hidrogênio são formadas e o material disperso volta a se organizar em macromoléculas, originando uma película (VILA et al., 2007).

Cerqueira (2007) avaliou os efeitos de recobrimentos comestíveis a base de fécula de mandioca 2% e 3%, cera de carnaúba e proteínas, na qualidade, fisiologia e bioquímica de goiabas 'Kumagai', verificando que os recobrimentos proporcionaram brilho e aderiram bem às frutas, melhorando a aparência em relação ao controle e que contribuem para aumentar o período de conservação das goiabas.

Segundo Vila et al. (2007), a aplicação de biofilme de fécula de mandioca a 3% e 4%, para ampliar o período de conservação de goiabas 'Pedro Sato', armazenadas sobre refrigeração, observaram que ocorreu um aumento no teor de açúcares não-redutores e de vitamina C, além da redução no teor de açúcares totais, açúcares redutores, pectina solúvel, percentual de solubilização e menor atividade de pectinametilesterase e poligalacturonase.

2.3.2 Armazenamento Refrigerado

Após a colheita, as células dos tecidos vegetais ficam em contato com a atmosfera rica em O₂ e tem sua atividade respiratória aumentada, fazendo com que os frutos produzam energia na forma de calor vital. Quanto mais rápido o fruto respira, maior é a quantidade de calor vital gerado e mais rápido ele chegará à sua senescência (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A temperatura ótima de refrigeração da goiaba varia de acordo com o estágio de maturação, cultivar e tempo de estocagem. No entanto o período de conservação é variável com a fase de maturação à colheita e com a cultivar (SIQUEIRA, 2009). Ribeiro et al. (2005) avaliaram a qualidade pós-colheita de goiabas 'Paluma', "de vez", tratadas com e sem revestimento de cera de carnaúba e armazenadas sob condição ambiente ($27 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 9\%$ UR) e refrigeração ($10 \pm 1^\circ \text{C}$ e $85 \pm 5\%$ UR) e constataram que as frutas armazenadas sob refrigeração perderam menos massa do que as sob condição ambiente, devido, principalmente, às menores temperaturas e maiores umidades relativas da câmara refrigerada.

A temperatura ideal para o armazenamento de goiabas é em torno de 10°C . Abaixo desta temperatura os frutos não amadurecem satisfatoriamente, caracterizando o dano pelo frio (BRON et al., 2005). Os frutos maduros são mais resistentes ao "chilling", porém, mais suscetíveis ao ataque de fungos, principalmente, quando estocados em temperatura superior a 11°C (SIQUEIRA, 2009).

Durante o armazenamento refrigerado, os fatores que devem ser controlados são: temperatura, circulação de ar e umidade relativa, sendo a temperatura o fator mais crítico, pois além de afetar a taxa de deterioração do produto, pode modificar o efeito de todos os outros fatores (SIQUEIRA, 2009).

2.4 COMPOSTOS BIOATIVOS

2.4.1 Ácido Ascórbico

A biossíntese do ácido ascórbico nos vegetais é um processo não completamente entendido, tendo como precursores a D-manose e L-galactose (CAVALINI, 2004). Mais de 85% do ácido ascórbico é proporcionada por frutas e hortaliças. Nesse sentido, a vitamina C é considerada o antioxidante hidrossolúvel mais importante no organismo. Apresenta a capacidade de eliminar diferentes espécies de radicais livres, tais como os radicais superóxido e hidroxil, além de reduzir radicais tocoferóis de volta para sua forma ativa nas membranas celulares, mantendo a sua integridade em células dos organismos aeróbios (OLIVEIRA et al., 2011).

O tratamento pós-colheita aplicado no fruto influencia nos teores de vitamina C, pois esta vitamina apresenta pouca estabilidade e está sujeita à degradação pelo oxigênio, luz, pH, açúcares e aminoácidos livres. Por serem instáveis, as perdas por processamento e armazenamento podem ocorrer de diferentes formas. A principal forma de degradação do ácido ascórbico é a presença do ar, ocasionando na formação da sua forma oxidada, o ácido dehidro-L-ascórbico (ADHA), menos estável. Uma vez formado, o ADHA participa rapidamente de uma reação irreversível de abertura do anel para formar ácido 2,3-diceto-L-gulônico, o qual, não apresenta atividade vitamínica (SIQUEIRA, 2009).

A goiaba é uma excelente fonte de ácido ascórbico, apresentando teores de 80 a 372 mg100g⁻¹. O total de ácido ascórbico na goiaba é influenciado pela condição climática, temperatura, umidade do solo, cultivo e variedade (CAVALINI, 2004).

2.4.2 Carotenoides

Carotenoides são pigmentos lipossolúveis, amarelos, laranjas e vermelhos, presentes em muitas frutas e vegetais. Em plantas superiores, estão localizados em organelas subcelulares (cloroplastos e cromoplastos). Nos cloroplastos encontram-se associados

principalmente a proteínas e são, normalmente, mascarados pela presença de outros pigmentos clorofílicos dominantes. Atuam como pigmentos fotoprotetores na fotossíntese e como estabilizadores de membranas. Nos cromoplastos, eles são depositados na forma cristalina (exemplo: tomates e cenouras) ou como gotículas de óleo (exemplo: manga e páprica) (KURZ et al., 2008).

O pigmento licopeno ($C_{40}H_{56}$) é um carotenoide não oxigenado, sendo caracterizado por uma estrutura acíclica e simétrica contendo 11 ligações duplas conjugadas. Devido à sua estrutura química, o licopeno figura como um dos melhores supressores biológicos de radicais livres, especialmente aqueles derivados do oxigênio. Entre uma série de carotenoides avaliados, o licopeno mostrou-se como um dos mais eficientes antioxidantes, podendo doar elétrons para neutralizar as moléculas de oxigênio singlete e outras moléculas oxidantes antes que elas prejudiquem as células (CARVALHO et al., 2005).

2.4.3 Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos são substâncias amplamente distribuídas na natureza, mas de 8.000 compostos fenólicos já foram detectados em plantas. Esse grande e complexo grupo faz parte dos constituintes de uma variedade de vegetais e frutas (SILVA et al., 2010)

A atividade antioxidante de compostos fenólicos é principalmente devida às suas propriedades de óxido-redução, as quais podem desempenhar um importante papel na absorção e neutralização de radicais livres, quelando o oxigênio triplete e singlete ou decompondo peróxidos. Bem como, em virtude de seus radicais intermediários estáveis que impedem a oxidação de vários ingredientes do alimento, particularmente de lipídios (BRAND-WILLIAMS; CUVELIER; BERSET, 1995).

A quantificação de compostos fenólicos é realizada por meio de uma variedade de métodos; todavia, o que utiliza o reagente de Folin-Ciocalteu é o mais extensivamente empregado. Este reagente consiste da mistura dos ácidos fosfomolibídico e fosfotungstíco, na qual, o molibdênio se encontra no estado de oxidação (coloração amarela), porém, em presença de certos agentes redutores, como os compostos fenólicos, formam-se os chamados complexos molibdênio-tungstênio azuis, cuja coloração permite a determinação da concentração das substâncias redutoras (OLIVEIRA et al., 2009). Segundo o mesmo autor, o que ocorre é a desprotonação dos compostos fenólicos em meio básico, gerando os ânions fenolatos. A partir daí, ocorre uma reação de oxirredução entre ânion fenolato e o reagente

Folin, na qual, o molibdênio sofre redução e o meio reacional muda de coloração amarela para azul.

Os flavonoides são os mais potentes antioxidantes entre os compostos fenólicos (SOOBRAATTEE et al., 2005) e também os mais abundantes na alimentação. A sua ingestão é, em média, dez vezes maior a da vitamina C e 100 vezes maior do que a de vitamina E ou carotenoides (CURIN; ADRIANTSITOHAIMA, 2005). São definidos como substâncias que possuem um anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais, possibilitando aos compostos fenólicos eliminar e estabilizar radicais livres, reduzir o oxigênio singlete, atuar nas reações de oxidação lipídica, assim como na quelatação de metais (MALACRIDA; MOTTA, 2006).

As antocianinas são flavonoides amplamente distribuídos na natureza e são responsáveis pela maioria das cores azul, violeta e todas as tonalidades de vermelho, presentes em flores e frutos (ABE et al., 2007). As antocianinas são um grupo de pigmentos vegetais hidrosolúveis que se encontram dispersas nos vacúolos celulares (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004).

2. 5 ANTIOXIDANTES

2.5.1 Defesas antioxidantes

Um antioxidante é qualquer substância capaz de retardar ou impedir danos devido à oxidação estando presente em pequenas concentrações, quando em comparação com o agente oxidante. As substâncias antioxidantes podem apresentar diferentes propriedades protetivas e agir em diversas etapas do processo oxidativo, funcionando por diversos mecanismos (SILVA et al., 2010).

Mais especificamente, antioxidantes agem nos organismos vivos por meio de diferentes mecanismos. Dentre estes, podem ser citados: a complexação de íons metálicos, a captura de radicais livres, a decomposição de peróxidos, a inibição de enzimas responsáveis pela geração de espécies reativas de oxigênio e nitrogênio e a modulação de vias sinalizadoras celulares (OLIVEIRA et al., 2009).

O sistema de defesa contra oxidações pelo organismo humano é formado por compostos enzimáticos e não enzimáticos presentes no organismo e localizados dentro das células ou na circulação sanguínea, e é abastecido pelos alimentos ingeridos (SHAMI;

MOREIRA, 2004). Os antioxidantes absorvem radicais livres e inibem a cadeia de propagação das reações oxidativas promovidas pelos mesmos (PODSEDEK, 2007).

As moléculas orgânicas e inorgânicas e os átomos que contêm um ou mais elétrons não pareados, com existência independente, podem ser classificados como radicais livres. Essa configuração faz dos radicais livres moléculas altamente instáveis, com meia-vida curtíssima e quimicamente muito reativas. A presença dos radicais é crítica para a manutenção de muitas funções fisiológicas normais. Os radicais livres podem ser gerados no citoplasma, nas mitocôndrias ou na membrana e o seu alvo celular (proteínas, lipídeos, carboidratos e DNA) está relacionado com o seu sítio de formação (BIANCHI; ANTUNES, 1999).

A utilização de compostos antioxidantes encontrados na dieta ou mesmo sintéticos é um dos mecanismos de defesa contra os radicais livres. Os vegetais contêm muitos compostos com potencial antioxidante, como vitamina C e E, carotenoides, clorofilas, e uma variedade de antioxidantes fitoquímicos como compostos fenólicos simples, glicosídeos e flavonoides (PELLEGRINI et al., 2007). Nos últimos anos, uma atenção crescente tem sido dedicada ao papel da dieta na saúde humana. Vários estudos epidemiológicos indicaram que a alta ingestão de produtos vegetais está associada com uma redução no risco de uma variedade de doenças crônicas como aterosclerose e câncer. Estes efeitos têm sido particularmente atribuídos aos compostos que possuem atividade antioxidante (SILVA et al., 2010).

A importância concernente ao desempenho dos antioxidantes *in vivo* depende dos fatores: tipos de radicais livres formados; onde e como são gerados esses radicais; análise e métodos para a identificação dos danos, e doses ideais para obter proteção (BIANCHI; ANTUNES, 1999).

É fato que ingestão continuada de alimentos ricos em antioxidantes está associada à prevenção de diversos tipos de doenças degenerativas. O estudo da presença e concentração desses compostos nos alimentos de origem vegetal deverá se ampliar, de modo a permitir uma melhor avaliação de seus efeitos, possibilitando uma compreensão mais ampla para uma recomendação de dieta melhor embasada (SILVA et al., 2010).

2.5.2 Avaliação da capacidade antioxidante

A capacidade antioxidante é influenciada pelo substrato utilizado no ensaio, pelo solvente e pela técnica de extração utilizada, bem como pelo binômio tempo-temperatura. No

que se refere aos solventes orgânicos, o metanol, por conseguir extrair elevada quantidade de compostos bioativos, tem sido apontado como o mais efetivo (OLIVEIRA et al., 2009).

Em decorrência da grande diversidade química existente, em especial entre os compostos fenólicos, vários ensaios têm sido desenvolvidos para avaliação da capacidade antioxidante de amostras, alguns deles determinam a habilidade dos antioxidantes em sequestrar espécies reativas geradas no meio reacional. Outras avaliam a eficiência dos antioxidantes em inibir a peroxidação lipídica por meio de: quantificação dos produtos da decomposição da peroxidação lipídica ou mediação da inibição da oxidação do lipídio do sistema pelo antioxidante a ser testado. Estes ensaios diferem em relação ao mecanismo de reação, às espécies-alvo, às condições reacionais e na forma como os resultados são expressos (OLIVEIRA et al., 2009).

Uma das estratégias mais aplicadas nas medidas *in vitro* da capacidade antioxidante total de compostos, pertencentes a um alimento, consiste em determinar a atividade antioxidante frente a substâncias cromógenas de natureza radicalar, onde o desaparecimento da cor ocorre de forma proporcional à concentração de antioxidantes (BAGETTI et al., 2009).

O método do DDPH (diphenyl-2-picrylhydrazyl) (BRAND-WILLIAMS; CUVELIER; BERSET, 1995) é baseado na redução do radical DPPH na presença de antioxidante doador de hidrogênio. Este método tem sido considerado um dos mais representativos para o emprego em modelos de radicais na avaliação da capacidade de remoção de radicais livres. O método é influenciado pelo solvente e pelo pH das reações e é considerado fácil e útil para análise de substâncias puras e amostras complexas (OLIVEIRA et al., 2009). A partir dos resultados obtidos, determina-se a porcentagem de atividade antioxidante (quantidade de DPPH consumida pelo antioxidante) ou sequestradora de radicais e/ou a porcentagem de DPPH remanescente no meio reacional (GENOVESE et al., 2008).

Segundo Melo et al. (2008), através de estudos sobre a capacidade antioxidante de frutas utilizando o método de DPPH, a goiaba destacou-se por ter apresentado uma potente capacidade exibida, devendo ser apontada como uma boa fonte de antioxidantes naturais que podem ser mais efetivas e econômicas do que o uso de suplementos dietéticos na proteção do organismo contra os danos oxidativos.

Oliveira et al. (2011) estudaram alguns antioxidantes e sua atividade em goiaba, manga e mamão, e concluíram que a goiaba vermelha foi a fruta que mais se destacou, apresentando os teores mais elevados de compostos fenólicos, vitamina C e licopeno, além dos maiores valores para atividade antioxidante (DPPH = 49,1% ARR – atividade de retirada

de radical, e poder redutor – PR = 0,41 Abs), sugerindo que a sua inclusão frequente na dieta deve ser estimulada.

REFERÊNCIAS

- ABE, L. T.; DA MOTA, R. V.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 2, n. 2, p. 394-400, 2007.
- ARGANDOÑA, E.J.S. **Goiabas desidratadas osmoticamente e secas**: Avaliação de um sistema osmótico semicontínuo, da secagem e da qualidade. 2005. 157f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, 2005.
- ASSIS, O. B. G.; FORATO, L. A.; BRITTO, D. Revestimentos Comestíveis Protetores em Frutos Minimamente Processados. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.22, n.160, p.99-106, 2008.
- ASSIS, O.B.G.; BRITTO, D.; FORATO, L.A. **O Uso de Biopolímeros como Revestimentos Comestíveis Protetores para Conservação de Frutas *in natura* e Minimamente Processadas**. EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. São Carlos, SP, 2009.
- AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114p.
- AZZOLINI, M; JACOMINO A. P.; BRON, I. U. **Índices para avaliar qualidade pós-colheita de goiabas em diferentes estádios de maturação**. EMBRAPA– Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Brasília, v.39, n.2, p. 139-145, 2004.
- BAGETTI, M.; FACCO, E. M. P.; RODRIGUEZ, D. B.; VIZZOTTO, M.; EMANUELLI, T. Antioxidant capacity and composition of pitanga seeds. **Ciência Rural**, v. 39, n. 8, p. 2504-2510, 2009.
- BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 123-130, 1999.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science & Technology**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.
- BRENNA, O. V.; PAGLIARINI, E. Multivariate analyses of antioxidant power and polyphenolic composition in red wines. **Journal Agricultural and Food Chemistry**. Chicago. v. 49, p. 4841-4844, 2001.
- BRON, I.U.; RIBEIRO, R.V.; CAVALINI, F.C.; JACOMINO, A.P.; TREVISAN, M.J. Temperature-related changes in respirations and Q10 coefficient of guava. **Scientia Agricola**. Piracicaba, v. 62, n. 5, p. 258-463, 2005.
- CAVALINI, F.C. **Índices de maturação, ponto de colheita e padrão respiratório de goiabas ‘Kumagai’ e ‘Paluma’**. 2004. 64f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2004.

- CARVALHO, W.; FONSECA, M. E. N.; SILVA, H. R.; BOTTEUX, L. S.; GIORDANO, L. B. Estimativa indireta de teores de licopeno em frutos de genótipos de tomateiro via análise colorimétrica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 232, n.3, p. 819-825, 2005.
- CECCHI, H.M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2 ed. Editora da Unicamp: Campinas, SP, 2003.
- CERQUEIRA, T.S. **Recobrimentos comestíveis em goiabas cv. 'Kumagai'**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 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**. 2ed. Lavras: Ed. UFLA, 2005. 785p.
- CHOI, W. Y.; PARK, H. J.; AHN, D. J.; LEE, J.; LEE, C. Y. Wettability of chitosan coating solution on 'Fuji' apple skin. **Journal of Food Science**, Chicago, v.67, n.7, p.2668-2672, 2002.
- CHOUDHRY, M.M.; COSTA, T.S.; ARAÚJO, J.L.P. **Goiaba: Pós-colheita**. In: Agronegócio da Goiaba. p. 9-15. EMBRAPA Informação Tecnológica, 2001. 45p.
- COELHO, A.A.; CENCI, S.A.; RESENDE, E.D. Quality of yellow passion fruit juice in different harvest points and after ripening. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 34, n. 3, p. 722-729, 2010.
- CURIN, Y.; ANDRIANTSITOHAIMA, R. Polyphenols as potencial therapeutical agents against cardiovascular diseases. **Pharmacology Representative**, v.57, n.1, p.97-107, 2005.
- DEGÁSPARI, C.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 33-40, 2004.
- FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. **Fruticultura: fundamentos e prática**. Pelotas, 2008. Disponível em: [HTTP://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/livro/fruticultura_fundamentos_pratica/12.5.htm](http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/livro/fruticultura_fundamentos_pratica/12.5.htm). Acesso em: 10 dez. 2012.
- FAKHORI, F. M.; FONTES, L. C. B.; GONÇALVES, P. V. M.; MILANEZ, C. R.; STEEL, C. J.; COLLARES – QUEIROZ, F. P. Films and edible coatings based on native starches and gelatin in the conservation and sensory acceptances of Crimson grapes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.27, n.2, p. 369 – 375, 2007.
- 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, n. 00, p.1-7, 2011.

FLOROS, J. D.; MATSOS, K. I. Introduction on modified atmosphere packaging. In: HAN, J. H. **Innovations in food packaging**. 2005.

GENOVESE, M. I. PINTO, M.S.; GONÇALVES, A. E. S. S.; LAJOLO, F. M. Bioactive Compounds and Antioxidant Capacity of Exotic Fruits and Commercial Frozen Pulps from Brazil. **Food Science and Technology International**, v. 14, n. 3, p. 207-214, 2008.

GONGATTI NETTO, A. **Goiaba para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Brasília, 1996.

GUEDES, P.A. **Utilização de biofilme comestível na conservação pós-colheita de manga, cv. ‘Rosa’**. 2007. 69f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Vitória da Conquista, 2007.

HOJO, E. T. D.; CARDOSO, A. D.; HOJO, R. H.; BOAS, E. V. B V.; ALVARENGA, M. A. R. Use cassava starch films and PVC on post harvest conservation of Bell pepper. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 31, n. 1, p. 184 – 190, jan./ fev, 2007.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola Municipal Culturas Temporárias e Permanentes, 2010. Brasil, **Produção Agrícola Municipal/PAM**, Rio de Janeiro: IBGE 2011, v.37, 91p.

JACOMINO, A. P.; SILVA, E. O.; PINTO, P. M. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças para atender tendências de consumo**. Fortaleza: Instituto Frutal, 70p. 2009. (Coleção Cursos Frutal).

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. Athens, Avi, 1997. 532p.

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

LIMA, E.A. **Produtividade e qualidade de frutos da goiabeira ‘Paluma’ em função da adubação mineral**. 2005. 58f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

MALACRIDA, C. R.; MOTTA, S. Antocianinas em suco de uva: composição e estabilidade. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 24, n. 1, p. 59-82, 2006.

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

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.

MANTILLA, S. P. S.; MANO, S. B.; VITAL, H. C.; FRANCO, R. M. Modified atmosphere in food preservation. **Ciências Agrárias e Ambientais**. Curitiba, v.8, n.4, p. 437 – 448, out./dez. 2010.

MELO, E.A.; MACIEL, M.I.S.; LIMA, V.L.A.G.; NASCIMENTO, R.J. Capacidade antioxidante de frutas. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**. v. 44, n.2, p.193-201, 2008.

MOREIRA, E. A. M.; SHAMI, N. J. I. Licopeno como agente antioxidante. **Revista Nutrição**. vol.17, n.2, p. 227-236, 2004.

MORGADO, C.M.A. **Qualidade e conservação pós-colheita de cultivares de goiaba: inteiras e minimamente processadas**. 2010. 84f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária. Jaboticabal, 2010.

OLIVEIRA, A. C.; VALENTIN, I. B.; GOULART, M. O. F.; SILVA, C. A.; BECHARA, E. J. H.; TREVISAN, M. T. S. Fontes Vegetais Naturais de Antioxidantes. **Química Nova**, v. 32, n.3, 2009.

OLIVEIRA, D.S.; AQUINO, P.P.; RIBEIRO, S.M.R.; PROENÇA, R.P.C.; SANT'ANA, H.M.P. Vitamina C, carotenóides, fenólicos totais, e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum**. Maringá, v.33, n.1, p. 89-98, 2011.

PELLEGRINI, N.; COLOMBI, B.; SALVATORE, S.; BRENNAN, O. V.; GALAVERNA, G.; DEL RIO, D.; BIANCHI, M.; BENNETT, R.; BRIGHENTI, F. Evaluation of antioxidant capacity of some fruit vegetable foods: efficiency of extraction of a sequence of solvents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 87, n.1, p. 103-111, 2007.

PEREIRA, F.M.; CARVALHO, C.A.; NACHTIGAL, J.C. Século XXI: nova cultivar de goiabeira de dupla finalidade. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 25, n.3, p. 498-500, 2003.

PEREIRA, M.E.C.; CANTILLANO, F.F.; GUTIEREZ, A.S.D; ALMEIDA, G.V.B. **Procedimentos Pós-colheita na Produção Integrada de Citros**. EMBRAPA – Cruz das Almas, BA. Documentos 156, 2006.

PODSEDEK, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review: LWT. **Food Science and Technology**. v.40, p.1-11, 2007.

PONZO, F. S. **Agentes Alternativos no Controle Pós-colheita da Antracnose em Goiabas 'Kumagai'**, 2009. 60f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agronômico, Campinas, 2009.

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

SHAMI, N. J. J. E.; MOREIRA, E. A. M. Licopeno como agente antioxidante. **Revista de Nutrição**. Campinas, v.17, n. 2, p. 227-236, 2004.

SILVA, S. M.; ALVES, R. E. Desenvolvimento e fisiologia da maturação de frutos do gênero Spondias. **In: Spondias no Brasil: umbu, cajá e espécies afins**. Recife: IPA-UFRPE, 2008.

SILVA, M.L.C.; COSTA, R.S.; SANTANA, A.S.; KOBLITZ, M.G.B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n.3, p. 669-682, 2010.

SIQUEIRA, A.M.A. **Resfriamento rápido por ar forçado de goiaba cv. 'Paluma'**: Avaliação dos parâmetros físicos, físico-químicos, sensoriais e do processo. 2009. 121f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

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

SOBRATTEE, M. A.; NEERGHEEN, V. S.; LUXIMON-RAMMA, A.; ARUOMA, O. I.; BAHORUN, T. Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: Mechanism and actions. **Mutation Research**, p.579, 2005.

SOUZA, H.A.; AMORIM, D.A.; ROZANE, D.E.; NATALE, W. **Pesquisas com goiabeira (*Psidium guajava* L.) no Brasil: breve histórico e perspectivas futuras**. Jaboticabal, v.2, 28p., 2009.

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.

VILA, M.T.R.; LIMA, L.C.O.; BOAS, E.V.B.V.; HOJO, E.T.D.; RODRIGUES, L.J.; PAULA, N.R.F. Chemical and biochemical characterization of guavas stored under refrigeration and modified atmosphere. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 31, n.5, p. 1435-1442, 2007.

YILDRIM, A.; MAVI, A.; KARA, A. A. Determination of antioxidant and antinicrobial activities of *Rumex crispus* L. extracts. **Journal Agricultural and Food Chemistry**. Chicago: v. 49, p. 4083-4089, 2002.

CAPÍTULO I
QUALIDADE, COMPOSTOS BIOATIVOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DA
GOIABA ‘PALUMA’ EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

QUALIDADE, COMPOSTOS BIOATIVOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DA GOIABA 'PALUMA' EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

RESUMO

Objetivou-se determinar as influências dos diferentes estádios de maturação nas transformações físicas, químicas, a presença de compostos bioativos, e sobre a capacidade antioxidante de goiabas 'Paluma'. Foram utilizadas goiabas 'Paluma', selecionadas de acordo com 7 estádios de maturação (I = totalmente verde; II = transição da cor verde para início da pigmentação (Breacker); III = início da pigmentação amarela; IV = pigmentação verde predominante, com traços amarelos; V = pigmentação amarela predominante, com traços verdes; VI = amarelo predominante; VII = amarelo com maturação avançada, início de senescência), através de seleção visual mediante cor da casca. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. Foram realizadas avaliações físicas, químicas, compostos bioativos e capacidade antioxidante (método DPPH). O efeito dos tratamentos foi avaliado através da análise de variância e a comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Verificou-se que o estádio de maturação III (início da pigmentação amarela) e IV (pigmentação verde predominante, com traços amarelos) de goiabas 'Paluma' apresentaram as melhores características físicas, químicas e quanto aos compostos bioativos para conservação pós-colheita. Os frutos colhidos no estádio VI (amarelo predominante) atingiram menor teor de acidez titulável e maior de SS/AT, podendo ser considerados de boa palatabilidade. Os frutos em todos os estádios apresentam teores satisfatórios para ácido ascórbico, carotenoides e compostos fenólicos, constituindo fontes potenciais de compostos bioativos naturais para a dieta humana. A goiaba 'Paluma' deve ser consumida íntegra (polpa e casca), pela alta capacidade antioxidante verificada.

Palavras-chaves: Estádios. Maturação. Caracterização. Pós-colheita.

QUALITY, BIOACTIVE COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT CAPACITY GUAVA 'PALUMA' AT DIFFERENT STAGES OF MATURATION

ABSTRACT

The present study was accomplished to determine the influence of different maturation stages, in the physical and chemical transformations, in the presence of bioactive compounds and the antioxidant capacity of 'Paluma' guavas. For this procedure, were used 'Paluma' guavas selected according to 7 maturation stages (I = completely green, II = transition from green to start the pigmentation (Breacker), III = start of yellow pigmentation; IV = green pigmentation predominant yellow traces, V = yellow pigmentation predominant with green traces; predominant VI = yellow; VII = yellow with advanced maturation, evidence senescence), through visual selection by peel color. The experiment was carried out in complete randomized desing. After that were evaluated physical, chemical, bioactive compounds and antioxidant capacity (DPPH). The treatments effects were evaluated through analysis of variance. The comparison of average was done by Tukey test at 5% of probability. The maturity stage IV 'Paluma' guava combines the best characteristics, physical, physico-chemical and chemical postharvest. The fruits harvested at stage VI reached lower titratable acidity and higher SS/AT, it can be considered of good palatability. The fruits have satisfactory levels for ascorbic acid, carotenoids and phenolic compounds, constituting potential sources of bioactive compounds for the human diet. The guava 'Paluma' should be consumed in whole (pulp and peel), verified for high antioxidant capacity.

Keywords: Stadiums. Maturation. Characterization. Postharvest.

1. INTRODUÇÃO

A importância que a goiabeira (*Psidium guajava* L.) representa para o Nordeste brasileiro como uma atividade econômica e social é de grande expressão, garantindo renda para muitas famílias e empresas, principalmente por ser um fruto com alto valor nutritivo e com excelente aceitação para o consumo *in natura* (SIQUEIRA, 2009).

O entendimento da evolução na maturação e amadurecimento de goiabas possibilita o estabelecimento de índices de maturação que permitem apontar os estádios mais adequados para o armazenamento ou processamento. Em termos de pós-colheita, a maturação ótima é o estágio de desenvolvimento no momento da colheita que assegure o completo amadurecimento e a manutenção da qualidade por o máximo período possível (KAYS, 1997).

Frutos colhidos precocemente não apresentam habilidade de desenvolver o completo amadurecimento, prejudicando sua qualidade final. Entretanto, os frutos colhidos em estágio avançado de amadurecimento resultam em rápida perda de qualidade, diminuindo o período de comercialização. Desta forma, o melhor estágio para colheita vai depender do tipo de fruto, juntamente com a interação das características fisiológicas intrínsecas do fruto e a tecnologia pós-colheita que será utilizada (FERNANDES, 2007).

Não existe uma padronização e um 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-escuro para verde-claro (CAVALINI, 2004). Para que a colheita seja efetuada no momento correto, é necessário que se determine com precisão o estágio de maturação do fruto, por meio dos índices de maturação (KLUGE et al., 2002).

As frutas contêm várias substâncias que possuem potencial para fornecer proteção antioxidante ao organismo humano, sendo os principais a vitamina C, carotenoides e compostos fenólicos (KAUER; KAPOOR, 2001). Antioxidantes naturais, presentes particularmente em frutas e hortaliças têm obtido crescente interesse entre os consumidores e a comunidade científica (OLIVEIRA et al., 2011). O conhecimento de substâncias com atividade antioxidante presente nos alimentos, das quais muitas ainda não foram estudadas suficientemente, destaca-se tanto pela possibilidade de ter aproveitamento como alimentos funcionais quanto pelo fornecimento de compostos nutracêuticos (ANDRADE-WARTHA, 2007).

Como a maioria dos compostos bioativos possui capacidade antioxidante, o somatório desses potenciais confere a capacidade antioxidante total. Por isso, torna-se necessário, além

de avaliar as substâncias isoladamente, estudar o potencial no contexto mais amplo, ou seja, extratos totais obtidos das frutas. Uma vez que existem variações nos teores dos compostos bioativos, dependendo da cultivar, das condições de manejo e cultivo e do estágio de maturação do fruto (ROMBALDI et al., 2006).

O objetivo deste trabalho foi determinar a influência dos diferentes estágios de maturação nas transformações físicas, químicas, na presença de compostos bioativos, e sobre a capacidade antioxidante de goiabas 'Paluma'.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizadas goiabas da cultivar ‘Paluma’ provenientes do Setor de Fruticultura do Campus do Instituto Federal de Ensino Tecnológico (IFPB), localizado no Perímetro Irrigado de São Gonçalo, Sousa – PB, cujas coordenadas geográficas são 6°45’ S de latitude, 38°13’ W de longitude e altitude de 23,3 m. Segundo a classificação de Koppen, o clima é do tipo BSh, isto é, semiárido quente. A temperatura média anual é de 27,8° C, com precipitação média anual de 894 mm, concentrada nos meses de janeiro a maio. A umidade relativa média do ar é de 58% e a velocidade média do vento é de 2,5 m/s (CORRÊA et al., 2003), onde a área experimental apresenta relevo plano, cujo solo está classificado como Luvisolo crômico (EMBRAPA, 2006). As goiabeiras da cultivar ‘Paluma’ foram plantadas em 1997.

2.1 SELEÇÃO DO MATERIAL VEGETAL

Os frutos foram selecionados de acordo com a coloração da casca em sete estádios de maturação (Quadro 1). A definição da coloração da casca foi feita a partir da padronização estabelecida para a comercialização do mercado interno. As goiabas foram colhidas em março de 2012, manualmente, entre 7:00 e 9:00 horas da manhã. Após a colheita, as mesmas foram acondicionadas em caixas plásticas, forradas a fim de minimizar danos físicos e transportados para o Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal da UFCG/CCTA/UATA, no qual, foram submetidos a seleção quanto ao tamanho, peso, estágio de maturação e aparência.

Quadro 1 – Classificação dos estádios de maturação de frutos de goiabas ‘Paluma’, com base na coloração da casca, mediante seleção visual, Pombal – PB, 2012.

ESTÁDIOS		PIGMENTAÇÃO APARENTE
		I Totalmente verde
		II Transição da cor verde para início da pigmentação (Breacker)
		III Início da pigmentação amarela
		IV Pigmentação verde predominante com traços amarelos
		V Pigmentação amarela predominante com traços verdes
		VI Amarelo predominante
		VII Amarelo com maturação avançada, indício de senescência

Os frutos passaram por higienização, depois de lavados em água corrente, foram imersos por 15 minutos em uma solução de hipoclorito de sódio a 50 ppm de cloro ativo, em tanque de lavagem de inox, em seguida, enxaguados com água destilada e secos ao ar. Na instalação do experimento foram separados sete grupos (de acordo com os sete estádios de maturação) com três repetições, sendo cada repetição com dez frutos. A caracterização inicial dos frutos foi realizada logo após a colheita. Posteriormente, foram separadas casca e polpa dos frutos e armazenados em congelamento lento a -18°C para as demais avaliações.

2.2 AVALIAÇÕES

- **Massa fresca do fruto (g):** determinada por pesagem individual dos frutos em balança semianalítica de precisão 0.01 g;
- **Diâmetros longitudinal e transversal (mm):** Os diâmetros foram obtidos medindo-se os frutos nos sentidos longitudinal e transversal com o uso de paquímetro digital;
- **Relação DL/DT:** razão entre os diâmetros longitudinais e transversais dos frutos;
- **Sólidos Solúveis – SS (%):** a polpa da goiaba foi filtrada em uma camada de algodão e o teor de sólidos solúveis determinado por leitura direta em refratômetro digital com compensação automática de temperatura;
- **Acidez Titulável – AT (% de ácido cítrico):** por titulometria com NaOH 0,1 M, segundo Instituto Adolfo Lutz - IAL (2008);
- **Relação SS/AT:** razão entre os valores de sólidos solúveis e acidez titulável;
- **Potencial Hidrogeniônico - pH:** determinado em pHmetro, com inserção direta do eletrodo, de acordo com IAL (2008);
- **Açúcares Solúveis Totais - AST (%):** determinados pelo método de antrona segundo metodologia descrita por Yemn e Willis (1954). O extrato foi obtido através da diluição de 0,5 g da polpa em 100 mL de água destilada. As amostras foram preparadas em banho de gelo, adicionando-se em um tubo 150 µL do extrato, 850 µL de água destilada e 2,0 mL da solução de antrona 0,2%, seguida de agitação e repouso em banho-maria a 100 °C por 3 minutos. A leitura das amostras foi realizada em espectrofotômetro a 620 nm, utilizando-se como referência a glicose para obtenção para curva padrão;
- **Açúcares Redutores (g/100 g):** realizado pelo método do ácido 3,5 dinitrosalicílico (DNS), descrito por Miller (1959). O extrato foi preparado utilizando-se 1 g de polpa

diluída em 50 mL de água destilada. Uma alíquota de 0,3 mL do extrato foi misturada a 1,2 mL de água e a 1,0 mL da solução de ácido dinitrosalicílico para obtenção das amostras, seguida de agitação e repouso em banho-maria a 100 °C por 5 minutos. A curva padrão foi preparada com glicose e as leituras das amostras foram feitas em espectrofotômetro a 540 nm;

- **Ácido Ascórbico (mg/100 g):** determinado, segundo AOAC (2005), através da titulação com 2,6 diclorofenolindofenol (DFI), até obtenção de coloração rósea claro permanente, utilizando-se 1 g da amostra diluída (polpa e casaca, separadamente) em 50 mL de ácido oxálico 0,5%;
- **Clorofila Total (mg/100 g):** foram utilizados 1 g de matéria fresca triturada em almofariz na presença de 10 mL de acetona 80% e de carbonato de cálcio, deixando extrair por 24 h no escuro a 4 °C, de acordo com modificações do método de Arnon (1985) leitura em espectro a 652 nm e calculado de acordo com fórmula descrita por Silva (ENGEL; POGGIANI, 1991);
- **Carotenoides Totais (µg/100 g):** determinados pelo método de Higby (1962). Foram utilizados 5 g de polpa, 15 mL de álcool isopropílico e 5,0 mL de hexano, seguido de agitação por 1 min. O conteúdo foi transferido para funil de separação de 125 mL de cor âmbar, onde se completou o volume com água. Deixou-se em repouso por 30 minutos, seguindo-se a lavagem do material, repetiu-se esta operação por mais duas vezes. Filtrou-se o conteúdo com algodão pulverizado com sulfato de sódio anidro para um balão volumétrico de 25 mL envolto com alumínio, no qual, foi adicionado 2,5 mL de acetona e completado o volume com hexano. As leituras foram feitas em espectrofotômetro a 450 nm e os resultados expressos em mg/100 g;
- **Flavonoides e Antocianinas (mg/100 g):** as determinações seguiram a metodologia de Francis (1982). Tomou-se 1 g da amostra, adicionando-se aproximadamente 30 mL de solução extratora de etanol 95% mais HCl 1,5 N na proporção de 85:15 (v/v) respectivamente. A amostra foi macerar por dois minutos e transferida para o balão volumétrico (cor âmbar) de 50 mL, sendo o volume completado com solução extratora. Deixou-se em repouso por uma noite na geladeira sob ausência de luz. Em

seguida, filtrou-se para um becker, envolto em alumínio. Imediatamente, procedeu-se a leitura no espectrofotômetro. Para a determinação de antocianinas, a leitura foi realizada em comprimento de onda a 535 nm, calculados através da fórmula: fator de diluição x absorvância/98,2. Já para os flavonoides amarelos, realizou-se leitura a 374 nm, calculado através da fórmula: fator de diluição x absorvância/76,6;

- **Polifenóis Extraíveis Totais – PET (mg/100 g de ácido gálico):** a determinação foi feita conforme descrito pelo método de Larrauri, Pupérez e Saura-Calixto (1997). Tomou-se em um Becker 1,0 g da amostra, adicionando 40 mL de metanol 50 % e deixou-se extraído por 1h. Em seguida, foram centrifugados a 15.000 rpm durante 15 minutos. O sobrenadante foi filtrado e transferido para um balão volumétrico de 100 mL, o resíduo foi transferido para um becker adicionando 40 mL de acetona 70%, deixando-se extrair por 1 h. Em seguida, foi repetida a centrifugação e o sobrenadante foi filtrado e adicionado, juntamente, ao balão volumétrico que já continha o sobrenadante da primeira extração, completando o volume com água destilada. Em tubos de ensaio, colocou-se uma alíquota do extrato de 0,1 mL, acrescida de 0,9 mL de água destilada, mais 1,0 mL de Folin Ciocalteu, 2,0 mL de carbonato de sódio 20% e 2,0 mL de água destilada. Agitou-se e depois de 30 minutos realizou-se a leitura em espectrofotômetro com comprimento de onda a 700 nm e o resultado foi expresso em mg/100 g de ácido gálico;
- **Determinação da capacidade antioxidante sequestrante do radical livre DPPH (1,1- difenil-2-picrilidrazil):** Tomou-se em um Becker 1,0 g da amostra, adicionando 40 mL de metanol 50 % e deixou-se extraído por 1h. Em seguida, foram centrifugados a 15.000 rpm durante 15 minutos. O sobrenadante foi filtrado e transferido para um balão volumétrico de 100 mL, o resíduo foi transferido para um becker adicionando 40 mL de acetona 70%, deixando-se extrair por 1 h. Posteriormente, foi repetida a centrifugação e o sobrenadante foi filtrado e adicionado, juntamente, ao balão volumétrico que já continha o sobrenadante da primeira extração, completando o volume com água destilada. Em tubos de ensaio foi preparado em três concentrações diferentes e em triplicata, entre 10.000 e 250.000 mg/L, a partir do extrato obtido. Foi utilizado 0,1 mL de cada concentração da amostra com 3,9 mL da solução de DPPH. As leituras foram realizadas em comprimento de onda a 515 nm, no qual, foi observada a redução da absorvância até

sua estabilização. O resultado é expresso na forma de EC_{50} , que corresponde à concentração da amostra necessária para reduzir em 50% a concentração inicial do radical DPPH (RUFINO et al., 2007).

2.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O experimento foi instalado segundo um delineamento inteiramente casualizado com 7 tratamentos, representados pelos estádios de maturação, com três repetições de 10 frutos/parcela. O efeito dos tratamentos foi avaliado através da análise de variância, detectando significância do teste F, as médias das variáveis avaliadas foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios e respectivos desvios padrão das variáveis físicas de goiabas ‘Paluma’ colhidas em sete estádios de maturação encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores médios e desvios padrão para diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT), relação DL/DT e massa fresca de goiabas ‘Paluma’ colhidas em sete estádios de maturação, Pombal – PB, 2012.

Estádios de Maturação	Variáveis físicas			
	DL (mm)	DT (mm)	Relação DL/DT	Massa fresca (g)
 I	75,00a ± 4,79	58,29c ± 1,00	1,29a ± 0,08	123,33a ± 5,77
 II	85,05a ± 7,00	63,90bc ± 2,84	1,33a ± 0,08	156,67a ± 20,82
 III	76,49a ± 6,99	64,46abc ± 2,60	1,19ab ± 0,07	153,33a ± 20,82
 IV	80,06a ± 3,24	68,20ab ± 1,70	1,17ab ± 0,05	173,33a ± 20,82
 V	74,95a ± 2,86	64,33abc ± 0,96	1,17ab ± 0,05	156,67a ± 15,28
 VI	78,54a ± 11,22	68,51ab ± 2,25	1,15ab ± 0,16	180,00a ± 26,46
 VII	72,80a ± 7,25	72,03a ± 5,54	1,01b ± 0,07	170,00a ± 26,46
CV (%)	46,86	22,90	0,02	62,05

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Estádios de Maturação: I = Totalmente verde; II = Transição da cor verde para início da pigmentação (Breacker); III = Início da pigmentação amarela; IV = Pigmentação verde predominante com traços amarelos; V = Pigmentação amarela predominante com traços verdes; VI = Amarelo predominante; VII = Amarelo com maturação avançada, início de senescência.

Verificou-se que o diâmetro longitudinal (DL) não diferiu significativamente apresentando uma média de 77,56 mm entre os estádios de maturação. Valor semelhante ao encontrado por Siqueira (2009), cuja média encontrada foi de 75,6 mm e por Pereira (2009) que encontrou para a mesma cultivar, valor de 78,7 mm. Manica et al. (2001) classificam como valores ótimos de diâmetro longitudinal para goiabas, valores entre 61,1 a 62,2 mm.

Com relação ao diâmetro transversal (DT) Tabela 1, o estágio I diferiu dos estádios IV, VI e VII. Foram observados valores médios mínimo para o estágio I de 58,29 mm (totalmente verde) e valor máximo para o estágio VII de 72,03 mm (amarelo com maturação avançada, início de senescência), o que demonstra aumento de tamanho do fruto com a maturidade. Siqueira (2009) encontrou média de 62,6 mm e Pereira (2009) encontrou 62,2 mm, ambos para frutos colhidos no estágio ‘de vez’ que corresponde ao estágio III (início da pigmentação amarela), semelhantes ao encontrado neste trabalho que foi de 64,46 mm, para o mesmo estágio. Segundo Manica et al. (2001), classificam-se como ótimos frutos cujos diâmetros transversais estão em torno de 55,1 a 59,5 mm.

A relação DL/DT indica o formato do fruto. Os frutos piriformes ou ovalados (relação DL/DT maior do que 1) podem ser destinados ao consumo *in natura*, aqueles com formas arredondadas (relação DL/DT próxima a 1) são mais indicados para a industrialização (GONZAGA NETO et al., 1991). Observou-se na Tabela 1 que, apenas os estádios I e II diferiram significativamente, do estádio VII e que os demais estádios não diferiram entre si na relação entre os diâmetros, que variaram de 1,01 a 1,33 para os estádios VII (amarelo com maturação avançada, início de senescência) e II (transição da cor verde para início da pigmentação - Breacker), respectivamente. Confirmando que os estádios que obtiveram valores próximos a 1, foram os estádios mais maduros. Manica et al. (2001) afirmam que a relação entre os diâmetros podem variar de 0,90 a 1,93.

Para massa fresca (Tabela 1) não foi observado diferença entre os valores médios encontrados nos diferentes estádios de maturação com média de 159,05 g. O maior valor registrado foi para o estádio VI (amarelo predominante) ideal para o consumo que foi de 180g e o menor para estádio I (totalmente verde) cuja massa foi de 123,33 g, confirmando que houve um aumento de tamanho do fruto de acordo com a maturação. A massa média dos frutos encontrada por Siqueira (2009) foi de 151,92 g e variou de 121,12 g a 159,98 g. Classificam-se como frutos bons para comercialização os com peso médio de 100 – 199 g e excelentes maiores que 200 g (MANICA et al., 2001). Freitas et al. (2008) encontraram valores variando de 161,97 a 196,92 g, também para goiabas ‘Paluma’. Segundo Choudhury et al. (2001), frutos com peso superior a 150 g são os mais comercializáveis, portanto, pode-se observar que a partir do estádio II (transição da cor verde para início da pigmentação - Breacker) os frutos já atingem valores médios ideais para comercialização.

Os valores de pH variaram de 4,14 para o estádio de maturação I (totalmente verde) a 4,35 estádio VII (fruto amarelo com maturação avançada, início de senescência), no qual, verificou-se que houve um acréscimo no pH conforme aumenta a maturação do fruto (Tabela 2). Os estádios I e II diferiram do estádio VII, de acordo com Dússan-Sarria (2003), os valores de pH, de uma forma geral, tendem a aumentar com o amadurecimento da fruta e a decrescer ao final do período de armazenamento, sendo influenciado pelo decréscimo da acidez titulável.

Tabela 2 – Valores médios e desvios padrão para pH e acidez titulável (AT) de goiabas ‘Paluma’ colhidas em sete estádios de maturação, Pombal – PB, 2012.

Estádios de Maturação	Variáveis físico-químicas	
	pH	AT (% ácido cítrico)
 I	4,14d ± 0,02	0,69a ± 0,03
 II	4,19cd ± 0,04	0,65ab ± 0,07
 III	4,22bc ± 0,03	0,58bc ± 0,00
 IV	4,27bc ± 0,03	0,56bc ± 0,03
 V	4,27b ± 0,04	0,56bc ± 0,03
 VI	4,29ab ± 0,02	0,54bc ± 0,03
 VII	4,35a ± 0,03	0,47c ± 0,04
CV	0,01	0,01

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Estádios de Maturação: I = Totalmente verde; II = Transição da cor verde para início da pigmentação (Breacker); III = Início da pigmentação amarela; IV = Pigmentação verde predominante com traços amarelos; V = Pigmentação amarela predominante com traços verdes; VI = Amarelo predominante; VII = Fruto amarelo com maturação avançada, início de senescência.

De acordo com Manica et al. (2001) os índices mais satisfatórios para pH devem estar entre 3,60 a 4,10. 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 (MARTELETO, 1980). Entretanto, Siqueira (2009) contradiz os valores expressos acima, afirmando que valores de pH variando de 3,72 a 4,22 são considerados altos, principalmente para frutos destinados a industrialização, assim, quando o fruto for destinado ao processamento haverá a necessidade de adicionar ao produto ácidos orgânicos comestíveis, para se obter um produto final de melhor qualidade.

Em relação à acidez titulável (Tabela 2) o estágio I diferiu dos demais estádios (III a VII), sendo que estes não diferiram entre si. Os valores médios obtidos variaram de 0,47%, para o estágio de maturação VII (amarelo com maturação avançada, início de senescência) a 0,69% estágio de maturação I (totalmente verde). Os teores de ácidos orgânicos, com poucas exceções, diminuem com a maturação, em decorrência do processo respiratório ou da sua conversão em açúcares (LIMA, 2002). Devido aos ácidos que são utilizados pelo ciclo de Krebs ocorreram alterações na acidez titulável, e concomitante o pH apresentou modificações.

Os frutos mais verdes apresentaram maior teor de AT, comprovando a influência do ponto de colheita na qualidade final do produto. Os frutos do estágio I (totalmente verde) apresentaram-se 68% mais ácidos que os frutos do estágio VII (amarelo com maturação avançada, início de senescência). A acidez em produtos hortícolas é atribuída, principalmente, aos ácidos orgânicos que se encontram dissolvidos nos vacúolos das células,

tanto na forma livre, como combinada com sais, ésteres, glicosídeos, etc. (LIMA, 2002). A acidez da goiaba é devida, principalmente, a presença dos ácidos cítrico e málico. A acidez é um dos critérios utilizados para a classificação da fruta, no qual, a goiaba apresenta valores variando de 0,24 a 1,79% de ácido cítrico, que permitem classificá-la como sendo de sabor moderado e bem aceito para o consumo como fruta de mesa (MANICA et al., 2001). Em estudo realizado para caracterizar cinco estádios de maturação de goiabas ‘Paluma’, Cavalini (2004) encontrou valores que variaram de 0,78% estágio I a 0,47% para o estágio V correspondente ao estágio VI deste trabalho (Tabela 2).

O teor de sólidos solúveis (Tabela 3), que geralmente é utilizado com índice de maturação, variou de 8,93% para o estágio I (totalmente verde) a 10% para o estágio de maturação (VI) (amarelo predominante) ideal para consumo, havendo um declínio para o estágio VII (amarelo com maturação avançada, início de senescência) para 8,77%. Valores superiores aos encontrados por Cavalini (2004), para a mesma cultivar onde variou de 7,74 a 8,33% para 5 estádios de maturação. Observou-se que, do estágio I ao IV não foi verificada diferença significativa entre estes, e que os estádios V e VI também não diferiram entre si, em relação ao último estágio (VII), este não diferiu dos estádios iniciais de I a III.

Condições diferentes tais como temperatura e precipitação durante o ciclo de frutificação e na época de colheita interferem nos teores dos SS.

Tabela 3– Valores médios e desvios padrão para sólidos solúveis (SS) e relação SS/AT de goiabas ‘Paluma’ colhidas em sete estádios de maturação, Pombal – PB, 2012.

Estádios de Maturação	Variáveis Químicas	
	SS (%)	SS/AT
 I	8,93bc ± 0,21	12,97c ± 0,81
 II	9,00bc ± 0,30	14,04bc ± 1,90
 III	9,10bc ± 0,30	15,69abc ± 0,52
 IV	9,43ab ± 0,21	16,89ab ± 1,24
 V	9,90a ± 0,10	17,72a ± 0,98
 VI	10,00a ± 0,17	18,58a ± 1,34
 VII	8,76cb ± 0,15	18,60a ± 1,50
CV	0,25	5,51

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Estádios de Maturação: I = Totalmente verde; II = Transição da cor verde para início da pigmentação (Breacker); III = Início da pigmentação amarela; IV = Pigmentação verde predominante com traços amarelos; V = Pigmentação amarela predominante com traços verdes; VI = Amarelo predominante; VII = Fruto amarelo com maturação avançada, início de senescência.

O teor de sólidos solúveis é utilizado como uma medida indireta do teor de açúcares, pois outras substâncias também se encontram dissolvidas tais como vitaminas, fenólicos, pectinas, ácidos orgânicos, no entanto os açúcares representam 85% a 90% dos sólidos solúveis totais (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A frutose compreende 59,93% e 52,85% do açúcar nas variedades branca e vermelha, respectivamente (MOWLAH; ITOO, 1982).

A frutose e a glicose são originadas da degradação da sacarose e dos polissacarídeos de reserva como o amido. Após a colheita, o teor de sólidos solúveis em goiaba parece não sofrer alterações significativas, tal fato pode ser explicado pelo baixo teor de amido encontrado nesta fruta (CAVALINI, 2004). Segundo Rhodes (1980), os frutos que não contêm açúcares de reserva, não apresentam significativos incrementos nos teores de açúcares e, conseqüentemente no teor de sólidos solúveis, durante o amadurecimento.

Quanto aos valores da relação SS/AT para as goiabas 'Paluma', de acordo com a Tabela 3 variaram de 12,39 estágio I (totalmente verde) para 18,60 estágio VII (amarelo com maturação avançada, início de senescência).

A relação SS/AT é um importante parâmetro qualitativo, pois dá o indicativo de sabor do produto, uma vez que ele é consequência do balanceamento entre os constituintes com sabor doce e ácido do produto. Os frutos podem apresentar-se com amadurecimento avançado, do ponto de vista do sabor, tanto pelos acúmulos de açúcares quanto pela diminuição da acidez e, assim se tornarem pouco saborosos (MATTIUZ; DURIGAN; ROSS JÚNIOR, 2003).

Segundo Cavalini (2004), esta variável permitiu boa diferenciação dos estádios, podendo-se utilizá-la como índice de maturação para goiabas de polpa vermelha variando de 9,88 (estádio I) a 17,66 (estádio V). A relação SS/AT vem sendo o índice mais indicado para a avaliação da palatabilidade, dando uma ideia do equilíbrio entre os açúcares e acidez. O sabor e o aroma dos frutos dependem de complexas interações entre açúcares e ácidos orgânicos, além da participação de fenóis e outros componentes voláteis. De acordo com Pinto (2003), a relação SS/AT constitui uma forma de avaliar a receptividade do consumidor decorrente do sabor dos frutos, consistindo num melhor indicador de sabor do que os conteúdos de açúcares e de acidez, medidos isoladamente. Para o mercado consumidor de frutas frescas e/ou processadas, a relação SS/AT elevada é desejável (MANICA et al., 2001).

Conforme o avanço na maturação do fruto constatou-se que ocorreram diferenças significativas entre as médias dos conteúdos de açúcares solúveis totais e açúcares redutores.

Tabela 4 – Valores médios e desvios padrão para açúcares solúveis totais (AST) e açúcares redutores (AR) de goiabas ‘Paluma’ colhidas em sete estádios de maturação, Pombal – PB, 2012.

Estádios de Maturação	Variáveis químicas	
	AST(%)	AR (mg/100 g de glicose)
 I	7,56cd ± 0,15	4,90e ± 0,07
 II	7,19d ± 0,16	5,04de ± 0,02
 III	7,51d ± 0,21	5,21cd ± 0,05
 IV	7,98b ± 0,23	5,33bc ± 0,08
 V	8,08b ± 0,08	5,54b ± 0,04
 VI	8,54a ± 0,15	5,96a ± 0,15
 VII	7,94bc ± 0,12	5,30c ± 0,09
CV	0,20	0,11

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Estádios de Maturação: I = Totalmente verde; II = Transição da cor verde para início da pigmentação (Breacker); III = Início da pigmentação amarela; IV = Pigmentação verde predominante com traços amarelos; V = Pigmentação amarela predominante com traços verdes; VI = Amarelo predominante; VII = Amarelo com maturação avançada, início de senescência.

O conteúdo de açúcares solúveis totais diferiram em relação ao estágio IV e V, e também, em relação ao estágio VI. Com valor médio mínimo de 7,19% para o estágio II (transição da cor verde para início da pigmentação – Breacker) ao valor médio máximo de 8,54% para o estágio VI (amarelo predominante), (Tabela 4).

Com o início da senescência estágio VII, verificou-se uma redução relevante com uma média de 7,94%. Manica et al. (2001) citam que os teores para açúcares solúveis totais para goiaba podem variar de 4,61% a 12,88%.

Em relação ao conteúdo de açúcares redutores observou-se o incremento deste, com o avançar da maturação do fruto, novamente só havendo uma redução no estágio VII início de senescência do fruto. Os valores médios mínimos e máximos variaram de 4,90 mg/100 g de glicose estágio I (totalmente verde) a 5,96 mg/100 g de glicose para o estágio VI (amarelo predominante), sendo considerado o ideal para consumo, respectivamente (Tabela 4).

Os açúcares redutores, como a glicose e a frutose, diluem-se facilmente em água. Elevados teores de açúcares redutores são importantes para a aceitação da goiaba *in natura*, pois estes açúcares são os principais responsáveis pela doçura, apresentando um aumento gradativo do seu teor, com o desenvolvimento do fruto. Os teores de açúcares redutores na goiaba podem variar de 0,93% a 13,85% (Manica et al., 2001).

De acordo com a Tabela 5, quanto ao conteúdo de ácido ascórbico da polpa, o estágio I não diferiu estatisticamente dos estádios II e III, porém diferiu dos estádios IV e VII, bem como, dos estádios V e VI, obtendo valor máximo para o estágio I (totalmente verde) de 34,29 mg/100 g e mínimo de 24,03 mg/100 g para o estágio VI (amarelo predominante).

Tabela 5 – Valores médios e desvios padrão para ácido ascórbico (AA) de goiabas ‘Paluma’ colhidas em sete estádios de maturação, Pombal – PB, 2012.

Estádio de Maturação	Ácido Ascórbico (mg/100 g)	
	Polpa	Casca
 I	34,29a ± 0,56	53,50a ± 3,10
 II	32,04ab ± 2,77	51,25a ± 2,79
 III	32,05ab ± 2,77	44,22b ± 1,67
 IV	28,84b ± 0,02	34,92c ± 3,10
 V	24,03c ± 0,01	34,93c ± 3,09
 VI	24,03c ± 0,01	30,44c ± 2,78
 VII	28,84b ± 0,01	30,74c ± 2,55
CV	15,93	28,27

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Estádios de Maturação: I = Totalmente verde; II = Transição da cor verde para início da pigmentação (Breacker); III = Início da pigmentação amarela; IV = Pigmentação verde predominante com traços amarelos; V = Pigmentação amarela predominante com traços verdes; VI = Amarelo predominante; VII = Amarelo com maturação avançada, início de senescência.

Para os teores de ácido ascórbico, quantificados para a casca, encontrou-se valores médios que variaram de 53,50 mg/100 g do estágio I a 30,44 mg/100 g do estágio VII, demonstrando que a maior concentração foi observada nos estádios iniciais com coloração ainda esverdeada da casca, havendo portanto diferença significativa entre os estádios I e III, enquanto que os estádios de IV a VII não diferiram entre si.

O conteúdo de ácido ascórbico foi maior no fruto durante os estádios iniciais de desenvolvimento até aproximadamente o estágio IV (pigmentação verde predominante com traços amarelos), no qual, ocorreu uma queda significativa. Devido ao incremento em relação ao teor de ácido ascórbico observado, principalmente, na casca da goiaba, deve ser estimulado o consumo dessa fruta na íntegra (casca e polpa), seja *in natura* seja processada na forma de suco entre outros.

A goiaba é uma excelente fonte de ácido ascórbico, apresentando teores entre 80 e 372 mg/100 g (CAVALINI, 2004). O total de ácido ascórbico na goiaba é influenciado pela condição climática, temperatura, umidade do solo, cultivo e variedade (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Durante o amadurecimento o teor de ácido ascórbico aumenta no fruto

durante os estádios iniciais de desenvolvimento até a maturação total e, quando excessivamente maduro, o conteúdo diminui significativamente (DHILLON et al., 1987). O aumento inicial pode estar relacionado à maior síntese de intermediários metabólicos percussores deste composto e que posterior redução se dá à oxidação dos ácidos orgânicos durante o amadurecimento (AZZOLINI; JACOMINO; BRON, 2004).

Soares et al. (2007) estudaram a cultivar Cortibel e encontraram valores médios de 76,80; 145,35 e 168,36 mg/100 g para os estádios imaturo, intermediário e maduro, respectivamente. Cavalini (2004) cita que o teor de ácido ascórbico, para esta variedade, variou em sua pesquisa entre 84,94 e 62,80 mg/100 g de fruta. Lima et al. (2002) caracterizaram frutos da goiabeira de diferentes cultivares e encontraram faixa de variação de 52,80 mg/100 g de polpa a 209,88 mg/100 g de polpa, sendo para a goiaba ‘Paluma’ a média de 89,78 mg/100 g de polpa.

O conteúdo total de clorofila da polpa não diferiu entre os estádios I (totalmente verde) e II (transição da cor verde para início da pigmentação – Breacker), porém diferiu dos demais estádios (Tabela 6). Os teores variaram de 1,77 mg/100 g para estágio I a 0,75 mg/100 g para estágio VII. O teor de clorofila diminuiu com o amadurecimento dos frutos.

Em se tratando do teor de clorofila total da casca, não houve diferença significativa entre os estádios de I a III, porém o estágio I (totalmente verde) diferiu dos demais estádios (IV a VII).

Tabela 6 – Valores médios e desvios padrão para clorofila total de goiabas ‘Paluma’ colhidas em sete estádios de maturação, Pombal – PB, 2012.

Estádio de Maturação	Clorofila Total (mg/100 g)	
	Polpa	Casca
 I	1,77a ± 0,60	12,48a ± 0,68
 II	1,56a ± 0,07	11,09ab ± 0,39
 III	1,24b ± 0,13	10,62ab ± 0,99
 IV	1,19bc ± 0,09	10,01bc ± 0,20
 V	0,96cd ± 0,07	10,21bc ± 1,09
 VI	1,01bcd ± 0,13	8,40c ± 0,46
 VII	0,75d ± 0,13	6,14d ± 0,27
CV	0,12	4,07

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Estádios de Maturação: I = Totalmente verde; II = Transição da cor verde para início da pigmentação (Breacker); III = Início da pigmentação amarela; IV = Pigmentação verde predominante com traços amarelos; V = Pigmentação amarela predominante com traços verdes; VI = Amarelo predominante; VII = Amarelo com maturação avançada, início de senescência.

Os valores médios do conteúdo de clorofila variaram de 12,48 mg 100g⁻¹ de casca para o estágio I a 6,14 mg 100g⁻¹ de casca para o estágio VII. Observa-se uma redução no teor de clorofila total da casca no final da maturação, início de senescência. Segundo Ribeiro et al. (2005), isto ocorre devido à degradação da clorofila, que pode ser ocasionada devido à quebra de sua estrutura química, a mudanças no pH, ocasionadas pelo acúmulo de ácidos orgânicos, ativação das enzimas clorofilases ou quaisquer outras enzimas e outros compostos nos vacúolos, bem como a presença de sistemas oxidantes enzimáticos ou químicos (JACOMINO et al., 2008).

Siqueira (2009) encontrou valores superiores para teores de clorofila na casca para os estádios iniciais e semelhantes para os estádios finais de maturação da goiaba ‘Paluma’ variando de 21,79 mg 100g⁻¹ a 6,89 mg 100g⁻¹.

Observou-se um aumento no teor de carotenoides (Tabela 7), cujos valores médios totais para polpa variaram de 6,26 µg/100 g para o estágio I a 12,66 µg/100 g para o estágio IV, no qual, o estágio de maturação I diferiu dos demais estádios estatisticamente, porém entre os estádios II a VII não houve diferença significativa. O dobro do teor de carotenoides foi observado no estágio IV em relação ao estágio I. O desenvolvimento da cor vermelha em polpa de goiabas é devido principalmente à biossíntese de licopeno (um importante carotenoide), que aumenta com a maturação (SIQUEIRA et al., 2011).

Tabela 7 – Valores médios e desvios padrão para carotenoides de goiabas ‘Paluma’ colhidas em sete estádios de maturação, Pombal – PB, 2012.

Estádio de Maturação	Carotenoides (µg/100 g)	
	Polpa	Casca
 I	6,26c ± 0,61	41,04f ± 0,61
 II	9,46b ± 1,51	45,98e ± 1,51
 III	10,52ab ± 1,52	47,18de ± 1,52
 IV	12,66a ± 1,15	49,29cd ± 1,15
 V	11,99ab ± 0,69	51,14bc ± 0,69
 VI	12,12ab ± 0,22	52,63b ± 0,23
 VII	12,11ab ± 0,83	57,93a ± 0,82
CV	5,36	26,8

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Estádios de Maturação: I = Totalmente verde; II = Transição da cor verde para início da pigmentação (Breacker); III = Início da pigmentação amarela; IV = Pigmentação verde predominante com traços amarelos; V = Pigmentação amarela predominante com traços verdes; VI = Amarelo predominante; VII = Amarelo com maturação avançada, início de senescência.

Os carotenoides são os pigmentos responsáveis pela maior parte das cores amarelo e laranja das frutas vermelhas e vegetais, devido à presença em sua molécula de um cromóforo constituído exclusivamente ou principalmente de uma cadeia de ligações duplas conjugadas, presentes em todos os tecidos fotossintéticos, bem como tecidos vegetais não fotossintéticos como componentes de cromoplastos (RODRIGUES-AMAYA; KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008). Siqueira et al. (2011) encontraram valores que variaram de 0,18 mg 100g⁻¹ de polpa para os estádios iniciais de maturação a 0,82 mg 100g⁻¹ de polpa para os estádios finais de maturação.

O máximo valor para o conteúdo de carotenoides na casca foi observado no estádio de maturação VII com um valor de 57,93 µg/100 g e o mínimo 41,04 µg/100 g para o estádio de maturação I, no qual, se percebe um acréscimo de cerca de 36% deste conteúdo com o amadurecimento do fruto. O aumento gradativo de carotenoides na casca nos estádios de maturação se dá, principalmente, devido à síntese deste enquanto ocorre a degradação da clorofila. Testes *in vitro* e *in vivo* sugerem que os carotenoides são excelentes antioxidantes, sequestrando e inativando os radicais livres. Os carotenoides reagem com os radicais livres notoriamente com os radicais peróxidos e com o oxigênio molecular, sendo à base de sua ação antioxidante. Carotenoides como o licopeno exercem funções antioxidantes em fases lipídicas, bloqueando os radicais livres que danificam as membranas lipoproteicas (SHAMI; MOREIRA, 2004).

Os compostos fenólicos, tanto totais como frações (flavonoides e antocianinas) foram extraídos em teores relevantes (Tabela 8). Para compostos fenólicos totais da polpa de goiaba, observou-se uma quantidade de 258,24 mg/100 g no estádio maturação II e 164,84 mg/100 g no estádio VII, o que representa um decréscimo de aproximadamente 50% de fenólicos totais com o avanço da maturação do fruto.

Não houve diferença significativa entre os estádios I, IV e V, porém diferiu dos estádios II e III, bem como do estádio VI e estádio VII. Em relação à quantidade encontrada na casca, observou-se diferença significativa apenas entre os estádios V e VII em relação aos demais estádios de maturação da goiaba. Foram encontrados valores máximos de 476,32 mg/100 g e mínimos de 410,57 mg/100 g de fenólicos totais para os estádios V e I, respectivamente. Destacam-se os estádios III (início da pigmentação amarela) a V (pigmentação amarela predominante com traços verdes) como sendo os que apresentaram ótimos teores, levando-se em consideração o consumo da fruta íntegra (polpa e casca).

Tabela 8 – Valores médios e desvios padrão para polifenóis extraíveis totais de goiabas ‘Paluma’ colhidas em sete estádios de maturação, Pombal – PB, 2012.

Estádio de Maturação	Polifenóis Extraíveis Totais (mg/100 g)	
	Polpa	Casca
 I	211,72b ± 4,34	410,57b ± 9,38
 II	258,24a ± 1,41	419,88b ± 2,24
 III	250,28a ± 3,04	430,47b ± 4,32
 IV	211,66b ± 5,64	427,36b ± 11,23
 V	205,69b ± 7,21	476,32a ± 17,48
 VI	182,28c ± 2,43	424,08b ± 10,45
 VII	164,84d ± 4,02	467,67a ± 11,53
CV	36,26	51,61

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Estádios de Maturação: I = Totalmente verde; II = Transição da cor verde para início da pigmentação (Breaker); III = Início da pigmentação amarela; IV = Pigmentação verde predominante com traços amarelos; V = Pigmentação amarela predominante com traços verdes; VI = Amarelo predominante; VII = Amarelo com maturação avançada, início de senescência.

Oliveira et al. (2011) estudaram compostos antioxidantes em goiaba, manga e mamão e destacaram a goiaba ‘Paluma’ como sendo a fruta que apresentou maior teor de fenólicos, sendo seu conteúdo 45% superior ao teor de fenólicos encontrado no mamão e 60% ao observado em manga, obtendo média de 159,8 mg/100 g de polpa para frutos ‘de vez’, valor semelhante ao descrito por Patthamakanokporn et al., (2008) que foi de 148 mg/100 g.

Em relação às antocianinas não houve diferença significativa entre os estádios I e II, porém o estágio I diferiu em relação aos demais estádios. O teor de antocianinas na polpa variou de 0,42 mg/100 g estágio I (totalmente verde) a 0,23 mg/100 g estágio III (início da pigmentação amarela). Essa variação nos teores pode ter sido ocasionada pela variação no ponto de maturação, no dia da colheita, que foi selecionado mediante coloração na casca (Tabela 9).

Siqueira et al. (2011) encontraram valores para antocianinas que variaram de 0,24 a 0,37 mg/100 g com a maturação. Os valores encontrados foram semelhantes às encontradas por Pereira (2009) e Kuskoski et al. (2006) para a goiaba ‘Paluma’, que foram de 0,34 e 0,27 mg/100 g, respectivamente.

Tabela 9 – Valores médios e desvios padrão de antocianinas e flavonoides em goiabas ‘Paluma’ colhidas em sete estádios de maturação, Pombal – PB, 2012.

Estádio de Maturação	Variáveis químicas			
	Antocianinas (mg/100 g)		Flavonoides (mg/100 g)	
	Polpa	Casca	Polpa	Casca
 I	0,42a ± 0,02	2,01a ± 0,09	2,39e ± 0,05	23,45a ± 0,34
 II	0,38ab ± 0,03	1,57b ± 0,02	2,12f ± 0,04	21,63b ± 0,30
 III	0,23d ± 0,01	1,31c ± 0,05	2,49e ± 0,06	20,09c ± 0,56
 IV	0,29cd ± 0,02	1,09d ± 0,03	3,08d ± 0,03	20,51c ± 0,03
 V	0,26cd ± 0,00	0,86e ± 0,08	3,68c ± 0,03	19,88c ± 0,39
 VI	0,32bc ± 0,02	0,52f ± 0,01	4,05b ± 0,07	17,29d ± 0,41
 VII	0,27cd ± 0,05	0,71e ± 0,05	4,34a ± 0,09	19,96c ± 0,06
CV	0,01	0,25	0,69	3,24

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Estádios de Maturação: I = Totalmente verde; II = Transição da cor verde para início da pigmentação (Breacker); III = Início da pigmentação amarela; IV = Pigmentação verde predominante com traços amarelos; V = Pigmentação amarela predominante com traços verdes; VI = Amarelo predominante; VII = Amarelo com maturação avançada, indício de senescência.

Observou-se diferença significativa para o conteúdo de antocianinas na casca praticamente em todos os estádios de maturação da goiaba, com exceção entre os estádios V e VII. Com valores médios que variaram de 2,01 mg/100 g (estádio I) a 0,52 mg/100 g na casca (estádio VI). Os estádios iniciais de maturação possuem um conteúdo 4 vezes maior deste pigmento.

Os flavonoides amarelos para polpa diferiram para alguns estádios de maturação com exceção entre os estádios I e III (Tabela 9). Os valores médios máximo e mínimo foram 4,33 mg/100 g (estádio VII) e 2,12 mg/100 g de polpa (estádio II), respectivamente, e consequentemente observou-se que, o teor de flavonoides amarelos dobrou no último estágio de maturação. Siqueira et al. (2011) encontraram valores que foram de 3,38 a 4,41 mg/100 g de polpa, valores estes inferiores aos encontrados por Pereira (2009) para a mesma cultivar, cujo conteúdo foi de 8,4 mg/100 g.

Os teores de flavonoides oscilaram, verificando que teores mais elevados foram encontrados na casca, com tendência a decréscimos com o avanço da maturação. Ocorre que o consumo da fruta, casca mais polpa, pode ser uma ótima fonte deste pigmento natural. Houve diferença significativa para os estádios I, II e VI, os estádios III, IV, V e VII não diferiram entre si. Com médias que variaram de 23,45 mg/100 g a 17,29 mg/100 g de casca nos estádios I e VI, respectivamente. Observou-se uma redução de mais de 36% no conteúdo de flavonoides amarelos com o amadurecimento dos frutos (Tabela 9).

De acordo com a Tabela 10, verificou-se uma oscilação entre os resultados para a capacidade antioxidante da polpa e da casca, detectando uma tendência a diminuir a capacidade antioxidante na polpa com o avanço da maturação. As médias variaram de 74,29 g.polpa.g.DPPH⁻¹ (estádio II) a 120,45 g polpa g DPPH⁻¹ (estádio VI), uma redução em aproximadamente 60%. Observou-se diferença significativa entre os estádios de maturação.

Em se tratando da atividade antioxidante da casca o comportamento foi inverso, com uma tendência a aumentar a capacidade antioxidante com o avanço da maturação do fruto. É possível observar que a capacidade antioxidante nos estádios finais supera em torno de dez vezes os estádios iniciais. Valores médios variaram de 241,41 g casca g DPPH⁻¹ (estádio I) a 24,96 g casca g DPPH⁻¹ (estádio V), desta forma o estádio V apresentou maior capacidade antioxidante entre os demais estádios, podendo dizer, portanto, que para reduzir 50% de radical DPPH livre no organismo, precisaria de 24 g casca g DPPH⁻¹, constatando que a goiaba trata-se de um alimento funcional que poderá ser usado na dieta diária.

Tabela 10 – Valores médios e desvios padrão da capacidade antioxidante pela atividade de retirada do radical dos extratos de goiabas ‘Paluma’ colhidas em sete estádios de maturação, Pombal – PB, 2012.

Estádio de Maturação	Variáveis químicas	
	Capacidade antioxidante (DPPH) - g.polpa/g.DPPH	
	Polpa	Casca
 I	109,02b ± 2,04	241,42a ± 6,44
 II	74,29c ± 3,45	126,82b ± 1,87
 III	82,75c ± 2,55	83,70c ± 1,92
 IV	106,57b ± 5,31	67,51c ± 6,90
 V	113,78ab ± 3,99	24,96d ± 8,33
 VI	120,45a ± 5,55	66,32c ± 10,23
 VII	106,75b ± 0,89	108,42b ± 12,95
CV	76,28	53,25

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Estádios de Maturação: I = Totalmente verde; II = Transição da cor verde para início da pigmentação (Breacker); III = Início da pigmentação amarela; IV = Pigmentação verde predominante com traços amarelos; V = Pigmentação amarela predominante com traços verdes; VI = Amarelo predominante; VII = Amarelo com maturação avançada, início de senescência.

Oliveira et al. (2011) citaram a goiaba ‘Paluma’ como a fruta que se destacou quando comparada ao mamão e a manga apresentando os maiores valores para atividade antioxidante (DPPH = 49,1%; DPPH = 23,5% e DPPH = 23,1%, respectivamente, de ARR que significa atividade de retirada de radical).

4 CONCLUSÕES

- O estágio IV (pigmentação verde predominante com traços amarelos) reúne as melhores características, físicas, físico-químicas e químicas para conservação pós-colheita, entretanto o estágio III (início da pigmentação amarela) seria o melhor para comercialização, principalmente visando mercados mais distantes;
- Goiabas ‘Paluma’ colhidas no estágio VI (amarelo predominante) atingiram menor teor de acidez titulável e maior de SS/AT, podendo considerar boa palatabilidade;
- Os frutos apresentam teores satisfatórios para ácido ascórbico, carotenoides e compostos fenólicos, constituindo fontes potenciais de compostos bioativos naturais para a dieta humana;
- Goiabas nos diferentes estádios apresentaram excelente capacidade antioxidante, sugerindo que a sua inclusão seja estimulada na dieta diária;
- A goiaba deve ser consumida na íntegra (polpa e casca), pois a casca apresenta excelentes conteúdos de ácido ascórbico, carotenoides, compostos fenólicos e capacidade antioxidante.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE-WARTHA, E. R. S. **Propriedades antioxidantes de clones do pendúnculo do caju (*Anacardium occidentale* L.):** efeito sobre a lipoperoxidação e enzimas participantes do sistema antioxidante de defesa do organismo animal. 2007. 111f. Tese (Doutorado em Ciências de Alimentos). São Paulo: Faculdade de Ciências Farmacêuticas – Universidade de São Paulo. 2007.
- ARNON, D. I. Cooper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**. Washington, v. 24, n. 1, p. 1-15, 1985.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18 ed, Gaithersburg, Maryland, 2005.
- 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, 2004.
- BENDICH, A.; LANGSETH, L. The health effects of vitamin C supplementation a review. **Journal American College Nutrition**, v.14, p.124-136, 1995.
- BORGES, A.L.; TRINDADE, A.V.; SOUZA, L.S.; SILVA, M.N.B. **Cultivo Orgânico de Fruteiras Tropicais:** Manejo do solo e da Cultura. Circular Técnica 64 – EMBRAPA. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. 2003. 12 p.
- CAVALINI, F.C. **Índices de maturação, ponto de colheita e padrão respiratório de goiabas ‘Kumagai’ e ‘Paluma’.** 2004. 68f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2004.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças:** fisiologia e manuseio. 2ed. Lavras: Ed. UFLA, 2005. 785p.
- CHOUDHRY, M.M.; COSTA, T.S.; ARAÚJO, J.L.P. **Goiaba:** Pós-colheita. In: Agronegócio da Goiaba. p. 9-15. EMBRAPA Informação Tecnológica. 45p. il.; (Frutas do Brasil, 19). 2001.
- CORRÊA, M.M.; KER, J.C.; MENDONÇA, E.S.; RUIZ, H.A.; BASTOS, R.S. Atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos da região das Várzeas de Sousa (PB). **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.27, p. 311-324, 2003.
- DHILLON, B. S.; SINGH, S. N.; KUNDAL, G. S.; MINHAS, P. P. S. Studies on the developmental physiology of guava fruit (*Psidium guajava* L.) II. Biochemical characters. **Punjab Horticultural Journal**, v. 27, p. 212-221, 1987.
- DÚSSAN-SARRIA, S. D. **Resfriamento rápido e armazenamento refrigerado do figo (*Ficus carica* L.) ‘roxo de valinhos’ e seus efeitos na qualidade da fruta.** 2003. 165f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Campinas/ UNICAMP, Campinas, 2003.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2006. 212p.

ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. Londrina, v.3, n.1, p.39-45, 1991.

FERNANDES, A. G.; **Alterações das características químicas e físico-químicas do suco de goiaba (*Psidium guajava* L.) durante o processamento**. 2007. 86f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Fortaleza, 2007.

FRANCIS, F.J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (Ed.), **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, 1982. p.181-207.

FREITAS, L. M. S.; ROCHA, M. S.; FREITAS, G. B.; BARROS, J. N. G.; RESENDE, L. A.; MENDES, B. O. T.; LIU, Y. M.; LIU, Y. M.; MATTOS, U. J. B.M.; BARRELLA, T. P. Produção de goiaba (*Psidium guajava*) cv. Paluma em função de diferentes adubações orgânicas. XX Congresso Brasileiro de Fruticultura/ 54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture. In: **Anais...** Vitória, 2008.

GONZAGA NETO, L.; PEDROSA, A. C.; BEZERRA, J. E. F.; DANTAS, A. P.; SILVA, H. M. Comportamento produtivo de goiabeiras no Vale do Rio Moxotó-Ibimirim – PE. III seleções para consumo ao natural do fruto, onze anos de produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 13, p.17-24, 1991.

HIGBY, W. K. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified Orange juice. **Journal of Food Science**, Chicago, v.27, p.42-49, 1962.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos**. 4ed. São Paulo: IAL, 2008, 1020p.

JACOMINO, A. P.; ARRUDA, M. C.; BRON, I. U.; KLUNGE, R. A. Biochemistries transformations in horticultural products after the crop. In: Koblitz MG. **Food Biochemistry: Theory and practical applications**. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro, p. 154-189, 2008.

KAUER, C.; KAPOOR, H. C Antioxidants in fruits and vegetables-the millennium's health. **International Journal of Foods Science and Technology**. v. 36, n.7, p. 703 – 725, 2001.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. Athens, Avi, 1997. 532p.

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

KUSKOSKI, M.; ASUERO, A.; TRONCOSO, A. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante em pulpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de alimentos**, v. 25, n.4, p. 726-732, 2006.

LARRAURI, J. A.; PUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Washington, v. 45, p. 1390-1397, 1997.

LIMA, E. D. P. A.; LIMA, C. A. A.; ALDRIGUE, M. L.; GONDIM, P. S. Caracterização física e química dos frutos da umbu-cajazeira (*Spondias* spp.) em cinco estádios de maturação, da polpa e néctar. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v.24, n.2, p.338-343, 2002.

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.

MARTELETO, L. O. **Estudo da produção e dos atributos físicos e químicos de dez variedades de goiaba (*Psidium guajava* L.) em Visconde do Rio Branco, Minas Gerais, visando o consumo ao natural e a industrialização**. 1908. 67f. (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1980.

MATTIUZ, B.; DURIGAN, J. F.; ROSS JÚNIOR, O. D.; Processamento mínimo em goiabas ‘Paluma’ e ‘Pedro Sato’. Avaliação química, Sensorial e Microbiológica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.23, n.3, p. 409-413, 2003.

MENSOR, L. L.; MENESES, F. S.; LEITÃO, G. G.; REIS, A. S.; DOS SANTOS, T. C.; COUBE, C. S.; LEITÃO, S. G. Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by use of DPPH free radical method. **Phytotherapy Research**, London, v. 15, p. 127 – 130, 2001.

MILLER, G.L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 31, p. 426-8, 1959. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/50327790/YEMN-WILLIS-1954-ANTRONA-THE-ESTIMATION-OF-CARBOHYDRATE-PLANT-EXTRACTS-BY-ANTHRONE>. Acesso em: 02 mai. 2012.

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

OLIVEIRA, D.S.; AQUINO, P.P.; RIBEIRO, S.M.R.; PROENÇA, R.P.C.; SANT’ANA, H.M.P. Vitamina C, carotenóides, fenólicos totais, e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum**. Maringá, v.33, n.1, p. 89-98, 2011.

PATTHAMAKANOKPORN, O.; PWRASTIEN, P.; NITITHAMYONG, A.; SIRICHAKWAL, P. P. Changes of antioxidant activity and total phenolic compounds during storage of selected fruits. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.21, n. 3, p. 241-248, 2008.

PEREIRA, T.; CARLOS, L. A.; OLIVEIRA, J. G.; MONTEIRO, A.R. Características físicas e químicas de goiabas cv Cortibel (*Psidium guajava*) estocadas sob refrigeração em filmes X-Tend. **Revista Alimentos e Nutrição**. Araraquara, v. 16, n. 1, p. 11-16, 2009.

- PINTO, W. S.; DANTAS, A. C. V. L.; FONSECA, A. A. O.; LEDO, C. A. S.; JESUS, S. C.; CALAFANGE, P. L. P.; ANDRADE, E. M. Caracterização física, físico-química e química de frutos de genótipos de cajazeiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.9, p. 1059-1066, 2003.
- RAMOS, D. P.; SILVA, A. C.; LEONE, S. F.; 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**, Viçosa, v. 57, n.5, p. 659-664, set.-out., 2010.
- RHODES, M. J. C. Biochemistry of maturation and ripening: the climateric and ripening of fruits. In: HULME, A. C. (ed). **Biochemistry of Fruits and their Products**. London Academic Press, 1980, p. 521-532.
- RIBEIRO, V. G.; ASSIS, J. S.; SILVA, F.F.; SIQUEIRA, P. P. X. Vilaronga CPP. Storage of guavas ‘Paluma’ under refrigeration and in room condition, with and without treatment with carnaubal wax. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, p. 203-206, 2005.
- ROCHA, M. S. **Compostos bioativos e atividade antioxidante (*in vitro*) de frutos do cerrado piauiense**. 2011. 93f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição). UFPI, Teresina, 2011.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes Brasileiras de Carotenoides; Tabelas Brasileira de Composição de Carotenoides**. Brasília. MMA/SBF, p. 24-26, 2008.
- ROMBALDI, C. V.; TIBOLA, C. S.; SAICOVSKI, C. B.; SILVA, J. A.; FACHINELLO, J. C.; ZAMBIAZI, R. C. Potencial de conservação e qualidade de frutas: Aspectos biotecnológicos de pré e pós-colheita. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 19,2006, Cabo Frio. **Palestras e resumos...** Cabo Frio – RJ: SBF/UENF/UFRuralRJ. 2006, p. 105 – 132.
- ROSS, J. A.; KASUME, C. M. KASUME, C. M.; Dietary Flavonoids: Bioavailability, Metabolic Effectes, and Safety. **Annual Review Nutrition**. v.22, p. 19-34, 2002.
- RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH**, Comunicado Técnico 127, 4p. 2007.
- SHAMI, N. J. I. E.; MOREIRA, E. A. M. Lycopene como agente antioxidante. **Revista de Nutrição**, v.27, p. 227-236, 2004.
- SIQUEIRA, A.M.A. **Resfriamento rápido por ar forçado de goiaba cv. ‘Paluma’**: Avaliação dos parâmetros físicos, físico-químicos, sensoriais e do processo. 2009. 121f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.
- SIQUEIRA, A. M. A.; COSTA, J. M. C.; AFONSO, M. R. A.; CLEMENTE, E. Pigments of guava paluma cultivar stored under environmental conditions. **African Journal of Food Science**, v. 5, n. 6, p. 320-323, 2011.

SOARES, F. D.; PEREIRA, T.; MARQUES, M. O. M.; MONTEIRO, A. R. Volatile and non-volatile chemical composition of the white guava fruit (*Psidium guajava*) at different stages of maturity. **Food chemistry**, v.100, p.15-21, 2007.

SOUZA, J.L.; RESENDE, P. **Manual de Horticultura Orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003.

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

CAPÍTULO II
QUALIDADE DE GOIABAS ‘PALUMA’ REVESTIDAS COM BIOFILME
COMESTÍVEL E POLIETILENO À VÁCUO, SOB DUAS TEMPERATURAS DE
ARMAZENAMENTO

**QUALIDADE DE GOIABAS ‘PALUMA’ REVESTIDAS COM BIOFILME
COMESTÍVEL E POLIETILENO À VÁCUO, SOB DUAS TEMPERATURAS DE
ARMAZENAMENTO**

RESUMO

Objetivou-se avaliar a qualidade de goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada (AM) com o uso de biofilme comestível à base de fécula de mandioca (0%, 2% e 4%) e filme de polietileno a vácuo, armazenadas sob duas temperaturas (10 °C e 24 °C a 70% UR), visando retardar o metabolismo destes frutos, para manutenção de sua qualidade. Foram utilizadas goiabas ‘Paluma’ provenientes do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFPB), Campus Sousa – PB, selecionadas mediante a cor da casca, colhidas quando apresentaram pigmentação verde predominante com traços amarelos (estádio de maturação IV). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, disposto em esquema fatorial 4 x 6 (para 24 °C) e 4 x 7 (para 10°C), as temperaturas foram avaliadas independentemente, sendo o primeiro fator correspondente aos tratamentos com AM e o segundo fator correspondente aos períodos de armazenamento. Foram realizadas avaliações de perda de massa fresca; sólidos solúveis; acidez titulável; relação SS/AT; pH; açúcares solúveis totais; açúcares redutores; ácido ascórbico; avaliações subjetivas de aparência e coloração. A partir das análises de variância preliminares, considerando os efeitos das interações, os resultados foram submetidos à análise de regressão polinomial. As atmosferas modificadas (polietileno a vácuo e biofilme de fécula de mandioca a 2%) associadas à refrigeração (10 °C) conservaram a qualidade e a integridade dos frutos, mantendo-os túrgidos, com aparência atrativa durante um período mais prolongado. A elevada perda de massa ocorrida em frutos mantidos à temperatura de 24 °C foi um fator limitante na manutenção da vida útil pós-colheita de goiabas nos tratamentos 1 (0% - controle), 3 (BFM a 2%) e 4 (BFM a 4%). A temperatura de 10 °C mostrou-se a mais eficiente para a conservação de goiabas, mantendo sua qualidade em condições aceitáveis durante 20, 16 e 12 dias pós-colheita para os tratamentos 2 (polietileno a vácuo), 3 (BFM a 2%) e 4 (BFM a 4%), respectivamente.

Palavras-chave: Pós-colheita. Fécula de mandioca. Polietileno. Refrigeração.

QUALITY 'PALUMA' COATED WITH EDIBLE BIOFILM AND VACUUM POLYETHYLENE UNDER TWO TEMPERATURE STORAGE

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the quality of 'Paluma' guavas under modified atmosphere (MA) with the use of edible biofilm of manioc starch (0%, 2% and 4%) and polyethylene vacuum film, stored at two temperatures (10 °C, 24 °C and 70% UR), to slow the metabolism these fruits keeping their quality for Federal Institute of Education, Science and Tecnology (IFPB), Campus Sousa-PB, selected by the color of the peel, when showed green pigmentation predominant yellow traces. The experiment was carried out in complete randomized design established in a factorial 4 x 6 (to 24 °C) and 4 x 7 (to 10 °C), the temperatures were evaluated independently, where the first factor corresponds to MA and the second factor corresponds to stored period. Evaluated were accomplished of losses of fresh weigh; soluble solids, titratable acidity, SS/AT ratio; pH; total soluble sugars, reducing sugars, ascorbic acid, subjective evaluation of colour and appearance. From preliminary analysis of variance, considering the interactions effects, the results were submitted by analyzing polynomial regression. Modified atmospheres (vacuum polyethylene and manioc starch biofilm 2%) associated with refrigerated temperature (10 °C) preserved the quality and integrity of the fruits, keeping them turgid with attractive appearance for a extended period. The high level losses of mass occurred in fruits maintained at temperatures of 24 °C was a limiting factor in the guavas conservation after treatments 1 (0% - control), 3 (BFM 2%) and 4 (BFM to 4%). The temperature of 10 °C showed to be more efficient for the preservation of guavas, keeping their quality in an acceptable condition during 20, 16 and 12 days postharvest treatments 2 (vacuum polyethylene), 3 (BFM 2%) and (BFM 4%), respectively.

Keywords: Postharvest. Manioc starch. Polyethylene vacuum. Refrigeration.

1 INTRODUÇÃO

A goiaba (*Psidium guajava* L.) é um fruto muito perecível, com um curto período de conservação em temperatura ambiente, o que obriga a uma comercialização rápida para evitar perdas. Os principais aspectos de deterioração são o rápido amolecimento, a perda de coloração verde e do brilho e a incidência de podridões (JACOMINO et al., 2003). Os processos fisiológicos de deterioração dos frutos são acelerados e seus efeitos podem ser agravados pelas condições às quais são submetidos após a colheita. O uso de tecnologias de conservação pós-colheita é imprescindível para aumentar o período de comercialização (CERQUEIRA et al., 2011).

A atmosfera modificada vem sendo utilizada na preservação da qualidade de frutas e hortaliças, pois contribui para o decréscimo de perdas pós-colheita, por meio da redução da atividade metabólica e da perda de água, melhorando seu aspecto comercial, refletindo no aumento do período de comercialização (VILA, 2004). Este método modifica o ar circundante e interno da fruta, reduzindo os níveis de O₂ e aumento dos níveis de CO₂. Conseqüentemente, reduz o metabolismo vegetal, retardando a senescência (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os filmes plásticos, à base de polietileno ou policloreto de vinila (PVC), pela sua praticidade, custo relativamente baixo e eficiência, tem sido bastante utilizada como modificadores de atmosfera para prolongar a vida pós-colheita, uma vez que reduz a taxa respiratória, a produção de etileno e retardam o amolecimento (HOJO et al., 2007). Em goiabas têm sido utilizadas embalagens plásticas associadas a vácuo parcial, especialmente nos frutos destinados à exportação (JACOMINO et al., 2003). A embalagem de frutas e hortaliças em filmes plásticos constitui, depois da refrigeração, o melhor tratamento para armazenamento dos produtos vegetais, mantendo-os frescos e reduzindo a perda de massa (LOWNDS et al., 1994).

Os filmes comestíveis vêm sendo utilizados com a mesma finalidade dos demais modificadores de atmosfera. Nesta técnica utilizam-se como matéria-prima os derivados de amido, da celulose ou do colágeno. Podem ser usadas diretamente sobre os alimentos, que poderão ser consumidos ainda com a película. A fécula de mandioca vem sendo considerada a matéria-prima mais adequada na elaboração de biofilmes comestíveis, por formar películas resistentes e transparentes, eficientes barreiras à perda de água, proporcionando bom aspecto e brilho intenso, tornando frutos e hortaliças comercialmente atrativos (HOJO et al., 2007). A fécula de mandioca é largamente produzida no mercado nacional, sendo encontrada por um

preço acessível, apresentando-se como um produto comercial de baixo custo (FARIAS et al., 2011).

Um fator muito determinante na vida útil de vegetais é a temperatura, no qual, influencia diretamente as taxas das reações químicas e enzimáticas. A conservação de produtos vegetais por refrigeração baseia-se na inibição total ou parcial dos principais agentes responsáveis pelas alterações que ocorrem neste grupo de alimentos: o crescimento e atividade microbiana, as atividades metabólicas dos tecidos após a colheita, as enzimas e as reações químicas (SIQUEIRA, 2009).

O uso da refrigeração é uma técnica de armazenamento altamente eficiente para retardar o processo de amadurecimento e manter a qualidade pós-colheita dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). No entanto, temperaturas inadequadas, durante o armazenamento e comercialização, podem acelerar a perda da qualidade dos frutos (STEFFENS et al., 2008). A temperatura ideal para armazenamento de goiabas é aproximadamente 10 °C, abaixo desta temperatura os frutos não amadurecem satisfatoriamente, caracterizando dano pelo frio (BRON et al., 2005). É importante lembrar que, por mais que o armazenamento refrigerado de frutos diminua a respiração e o metabolismo, mantendo suas qualidades por um período mais prolongado, não ocorre o retardo de todas as reações do metabolismo (AWAD, 1993), sendo interessante a associação com outras técnicas de conservação, como por exemplo, atmosfera modificada.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade de goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada com o uso de biofilme comestível à base de fécula de mandioca e filme de polietileno a vácuo, armazenadas sob duas temperaturas (10 °C e 24 °C a 70% UR).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados lotes uniformes de goiabas ‘Paluma’ provenientes do Setor de Fruticultura do Campus do Instituto Federal de Ensino Tecnológico, localizado no Perímetro Irrigado de São Gonçalo, Sousa – PB, cujas coordenadas geográficas são 6°45’ S de latitude, 38°13’ W de longitude e altitude de 23,3 m. Segundo a classificação de Koppen, o clima é do tipo BSh, isto é, semiárido quente. A temperatura média anual é de 27,8 °C, com precipitação média anual de 894 mm, concentrada nos meses de janeiro a maio. Onde a área experimental apresenta relevo plano, cujo solo está classificado como Luvissole Crômico (EMBRAPA, 2006). As goiabeiras da cultivar ‘Paluma’ foram plantadas em 1997.

2.1 SELEÇÃO DO MATERIAL VEGETAL

Os frutos foram selecionados com base no Experimento I (Capítulo I – Qualidade, Compostos Bioativos e Capacidade Antioxidante da Goiaba ‘Paluma’ em Diferentes Estádios de Maturação), através de seleção visual mediante a cor da casca. Foram utilizados lotes de frutos uniformes, tamanhos médios, sem defeitos, colhidos quando apresentou pigmentação verde predominante com traços amarelos (estádio de maturação III) de acordo com a Tabela 1 (Capítulo I), estágio mais adequado para comercialização visando mercados distantes. Após a colheita, as mesmas foram acondicionadas em caixas plásticas e transportadas para o Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal da UFCG/CCTA/UATA, Pombal – PB, no qual, foram submetidos a seleção quanto ao tamanho, peso, estágio de maturação e aparência. Os frutos passaram por higienização, depois de lavados em água corrente, foram imersos por 15 minutos em uma solução de hipoclorito de sódio a 50 ppm de cloro ativo, em tanque de lavagem de inox, em seguida, enxaguados com água destilada e secos ao ar, posteriormente submetidas aos tratamentos com recobrimentos (Figura 1).



Figura 1 – Goiabas ‘Paluma’ colhidas no estágio de maturação III (Início de pigmentação amarela). Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal – CCTA/UFCG, Pombal - PB, 2012.

Na instalação do experimento foram dispostos dois frutos, compondo um peso total de aproximadamente 300 g, em bandejas de poliestireno com dimensões de 150 x 150 x 25 mm. Foram realizados 6 períodos de avaliação em intervalo de 2 dias, totalizando 10 dias, para a temperatura de 24 °C e 7 períodos de avaliação em intervalo de 4 dias, totalizando 24 dias, para a temperatura 10 °C, com três repetições por parcela. As bandejas para avaliação dos frutos foram dispostas aleatoriamente nos locais de armazenamento, de acordo com os tratamentos (Quadro 2). A aplicação do biofilme de fécula de mandioca (BFM) foi realizada em suspensão nas concentrações 0% (controle), 2% e 4%, também foram avaliados frutos com recobrimento utilizando filme de polietileno (de baixa densidade) a vácuo, para comparação com os comestíveis. Para a obtenção das concentrações propostas do biofilme, foram diluídos para cada 2 litros de água destilada as seguintes quantidades de fécula de mandioca: 2% - 40 g e 4% - 80 g (material seco), e a 0% foram mantidas sem recobrimento, constituindo o tratamento controle, sendo submetidas à imersão em água destilada por 1 minuto. As formulações de BFM foram preparadas por aquecimento com agitação das suspensões até aproximadamente 70 °C de modo a ocorrer a gomificação da fécula. Os frutos foram imersos em suspensões por 1 minuto e depois drenados, secados naturalmente em temperatura ambiente, de acordo com Cerqueira (2007). As condições de armazenamento utilizadas foram estantes em prateleiras, para a temperatura de 24 °C e a 70% de UR e

câmaras incubadoras BOD para a temperatura de 10 °C e a 70% de UR. As avaliações nas duas temperaturas foram realizadas a cada 4 dias para a temperatura de 10 °C (0, 4, 8, 12, 16, 20 e 24 dias pós-colheita) e a cada 2 dias para temperatura de 24 °C (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 dias pós-colheita). A caracterização inicial dos frutos foi realizada no dia seguinte, para ocorrer a intensificação dos tratamentos aplicados, indicando o ponto 0 (zero), na escala de avaliações.

Quadro 2 – Temperaturas, embalagens, períodos de avaliação e estádios de maturação avaliados, para goiaba ‘Paluma’, Pombal – PB, 2012.

TRATAMENTOS				
Temperaturas	Embalagens	Períodos**	Estádio	
24°C (70 ± 1% UR)	0%	0	III (Início da pigmentação amarela)	
	2%*			2
				4
	4%*			6
				8
	Polietileno a vácuo			10
10°C (70 ± 1% UR)	0%	0		
	2%*			4
				8
	4%*			12
			16	
	Polietileno a vácuo		20	
		24		

* Concentração da fécula de mandioca

** Período em dias a partir da colheita

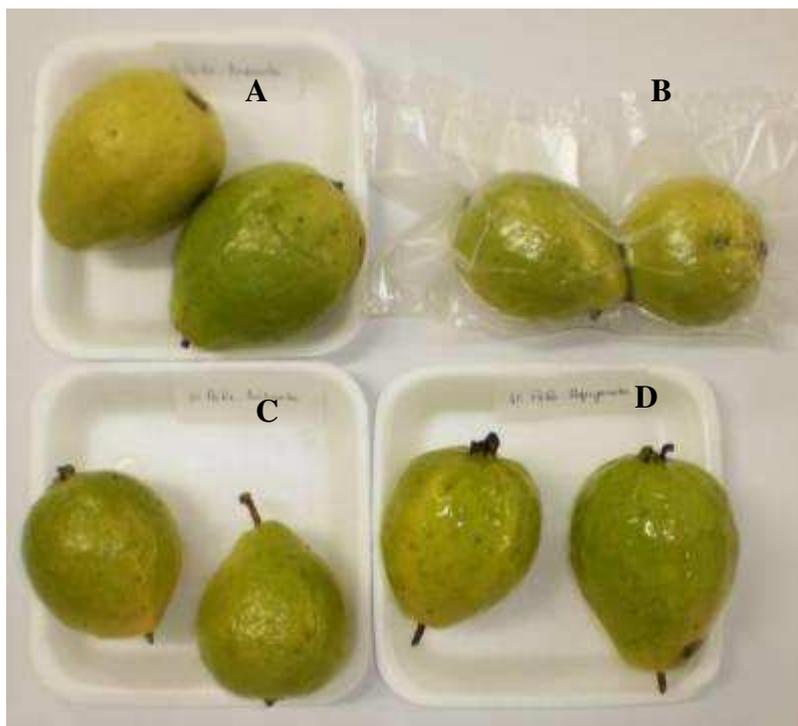


Figura 2 – Goiabas ‘Paluma’ tratadas com recobrimentos, no primeiro dia de armazenamento.
A – 0% (controle); B – Polietileno a Vácuo; C – Biofilme de Fécula de Mandioca a 2%; D – Biofilme de Fécula de Mandioca a 4%, Pombal – PB, 2012.

2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, disposto em esquema fatorial 4 x 6 para a temperatura de 24 °C e 4 x 7 para a temperatura de 10 °C, com 3 repetições de dois frutos/parcela, onde o primeiro fator corresponde aos tratamentos (tratamento 1 – 0%, Controle; tratamento 2 – polietileno a vácuo; tratamento 3 – 2% de biofilme de fécula de mandioca; tratamento 4 – 4% de biofilme de fécula de mandioca), o segundo fator corresponde aos períodos de armazenamento (0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias) e (0, 4, 8, 12, 16, 20 e 24 dias), para as temperaturas de 24 °C e 10 °C, respectivamente. As temperaturas foram avaliadas independentes dos tratamentos aplicados.

2.3 AVALIAÇÕES

- **Perda de massa fresca (%):** calculada tomando-se como referência o peso inicial dos frutos (de cada parcela) para cada período de análise, com resultado expresso em porcentagem;

- **Sólidos Solúveis – SS (%):** a polpa da goiaba foi filtrada em uma camada de algodão e o teor de sólidos solúveis determinado por leitura direta em refratômetro digital com compensação automática de temperatura;
- **Acidez Titulável – AT (% de ácido cítrico):** por titulometria com NaOH 0,1 M, segundo Instituto Adolfo Lutz - IAL (2008);
- **Relação SS/AT:** relação entre os valores de sólidos solúveis e acidez titulável;
- **Potencial Hidrogeniônico - pH:** determinado em pHmetro, com inserção direta do eletrodo na amostra (polpa) diluída em 50 mL, de acordo com IAL (2008);
- **Açúcares Solúveis Totais - AST (%):** determinados pelo método de antrona segundo metodologia descrita por Yemn e Willis (1954). O extrato foi obtido através da diluição de 0,5 g da polpa em 100 mL de água destilada. As amostras foram preparadas em banho de gelo, adicionando-se em um tubo 150 µL do extrato, 850 µL de água destilada e 2,0 mL da solução de antrona 0,2%, seguida de agitação e repouso em banho-maria a 100 °C por 3 minutos. A leitura das amostras foi realizada em espectrofotômetro a 620 nm, utilizando-se como referência a glicose para obtenção para curva padrão;
- **Açúcares Redutores – (g/100 g):** realizado pelo método do ácido 3,5 dinitrosalicílico (DNS), descrito por Miller (1959). O extrato foi preparado utilizando-se 1 g de polpa diluída em 50 mL de água destilada. Uma alíquota de 0,3 mL do extrato foi misturada a 1,2 mL de água e a 1,0 mL da solução de ácido dinitrosalicílico para obtenção das amostras, seguida de agitação e repouso em banho-maria a 100 °C por 5 minutos. A curva padrão foi preparada com glicose e as leituras das amostras foram feitas em espectrofotômetro a 540 nm;
- **Ácido Ascórbico (mg/100 g):** determinado, segundo AOAC (2005), através da titulação com 2,6 diclorofenolindofenol (DFI), até obtenção de coloração rósea claro permanente, utilizando-se 1 g da amostra diluída (polpa e casaca, separadamente) em 50 mL de ácido oxálico 0,5%;
- **Avaliação subjetiva de aparência:** determinado, segundo Santos (2006), através de escala de 1 a 9 (1-Inaceitável; 3-Ruim; 5-Regular; 7-Bom; 9-Excelente). As avaliações subjetivas foram realizadas em três repetições/tratamento por cinco provadores avaliadores não treinados para cada unidade experimental, determinando-se ao final o valor médio para cada repetição. Sendo considerado o escore 4, como sendo o limite de aceitação pelo consumidor.

1 = Perda completa da turgidez, do brilho e da cor, superfície murcha, desenvolvimento de fungos, exudação da polpa, imprestável para o consumo;

3 = Murchamento acentuado, superfície murcha em quase 50% da amostra, sem brilho aparente da casca e perda total do aroma, presenças de manchas;

5 = Pouco frescor, ligeira perda da turgidez, perda de brilho da casca, aparência ligeiramente atrativa, ausência de doenças, manchas ou danos e/ou podridão;

7 = Produto fresco, túrgido, superfície apresentando brilho pouco intenso, cor amarelo claro, ausência de manchas ou doenças e danos e/ou podridão;

9 = Produto fresco, túrgido, superfície lisa e brilhante, atrativo, isento de patógenos e danos e/ou podridão.

- **Avaliação subjetiva de coloração:** escala de 1 a 6 conforme escala de comercialização, onde: 1 - totalmente verde; 2 - verde claro; 3 - verde-amarelado; 4 - amarelo-esverdeado (Mate); 5 - predominância do amarelo; 6 - totalmente amarelo, com indícios de senescência. As avaliações subjetivas foram realizadas em três repetições/tratamento por cinco provadores não treinados para cada unidade experimental, determinando-se ao final o valor médio das notas atribuídas.

2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A partir dos resultados das análises de variância preliminares, considerando os efeitos das interações, o período foi desdobrado dentro de cada tratamento e os resultados submetidos à análise de regressão polinomial, de acordo com Gomes (1987). Quando não constatado o efeito significativo entre as interações dos fatores avaliados, foi realizado ligação de pontos com as médias dos tratamentos. Os modelos de regressão polinomiais foram selecionados com base na significância do teste F de cada modelo testado e, também, pelo coeficiente de determinação. O coeficiente de determinação mínimo para utilização das curvas foi de 0,60. Modelos de curvas até 3º grau e regressão foram usados quando necessário.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Perda de Massa Fresca – De acordo com a Figura 3A, verificou-se que houve um aumento crescente em função dos períodos de avaliação, para os tratamentos 1, 3 e 4 (0% - controle; biofilme de fécula de mandioca a 2% e 4%, respectivamente). Observando que, o tratamento 1 (0% - controle) apresentou maior perda de massa ao final do período de armazenamento, na ordem de 30,74%. Os tratamentos 1, 3 e 4 encontraram-se aos 5 dias de armazenamento, abaixo do limite de aceitação, detectando que os frutos sob polietileno a vácuo (tratamento 2) apresentaram menor perda de massa durante o período de avaliação à temperatura de 24 °C.

Para a Figura 3B, observou-se que os frutos submetidos aos tratamentos 1, 3 e 4 (0% - controle; BFM a 2% e 4%, respectivamente) apresentaram perdas crescentes linearmente, os tratamentos 1 e 4 apresentaram os maiores percentuais de perdas durante o período de avaliação. Verificando que os frutos dos tratamentos 1 (0% - controle) e tratamento 4 (BFM a 4%), encontravam-se abaixo do limite de aceitação aos 13 dias pós-colheita a 10 °C, enquanto que o tratamento 3 (BFM a 2%) aos 15 dias. E, por sua vez, o tratamento 2 (polietileno a vácuo) apresentou-se abaixo do limite de aceitação durante todo o período de armazenamento. Observou-se, também, que o tratamento 4 (BFM a 4%) aos 10 dias de armazenamento apresentava-se com murchamento bastante perceptível, com o aumento da temperatura há maior pressão de vapor de água nos espaços intercelulares, favorecendo a perda de água através da epiderme do fruto (WOODS, 1990).

A perda de massa fresca dos frutos é uma variável importante que está diretamente relacionada com a qualidade do fruto (AZZOLINI; JACOMINO; BRON, 2004). Segundo Ben-Yehoshua (1985), um dos principais problemas durante o armazenamento de frutas e hortaliças é a perda de massa fresca por causa do processo de transpiração. A perda de água leva ao amolecimento dos tecidos, tornando os frutos mais suscetíveis às deteriorações e as alterações na cor e sabor. Foi perceptível a influência positiva bastante significativa do revestimento dos frutos com polietileno a vácuo para ambas as temperaturas.

Recobrimentos de polissacarídeos e recobrimentos proteicos, devido à sua natureza hidrofílica, constituem barreiras pouco efetivas à troca de água (KESTER; FENNEMA, 1988). Portanto, era esperado que os recobrimentos tivessem pouca interferência nesta variável, destacando-se então o tratamento com polietileno à vácuo, provavelmente, devido à redução da taxa de transpiração nos frutos, promovendo uma importante barreira contra perda de água. O mesmo foi constatado por Cerqueira et al. (2011) em seus estudos sobre recobrimentos de goiabas com filmes proteicos e de quitosana, no qual, segundo os autores, a

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

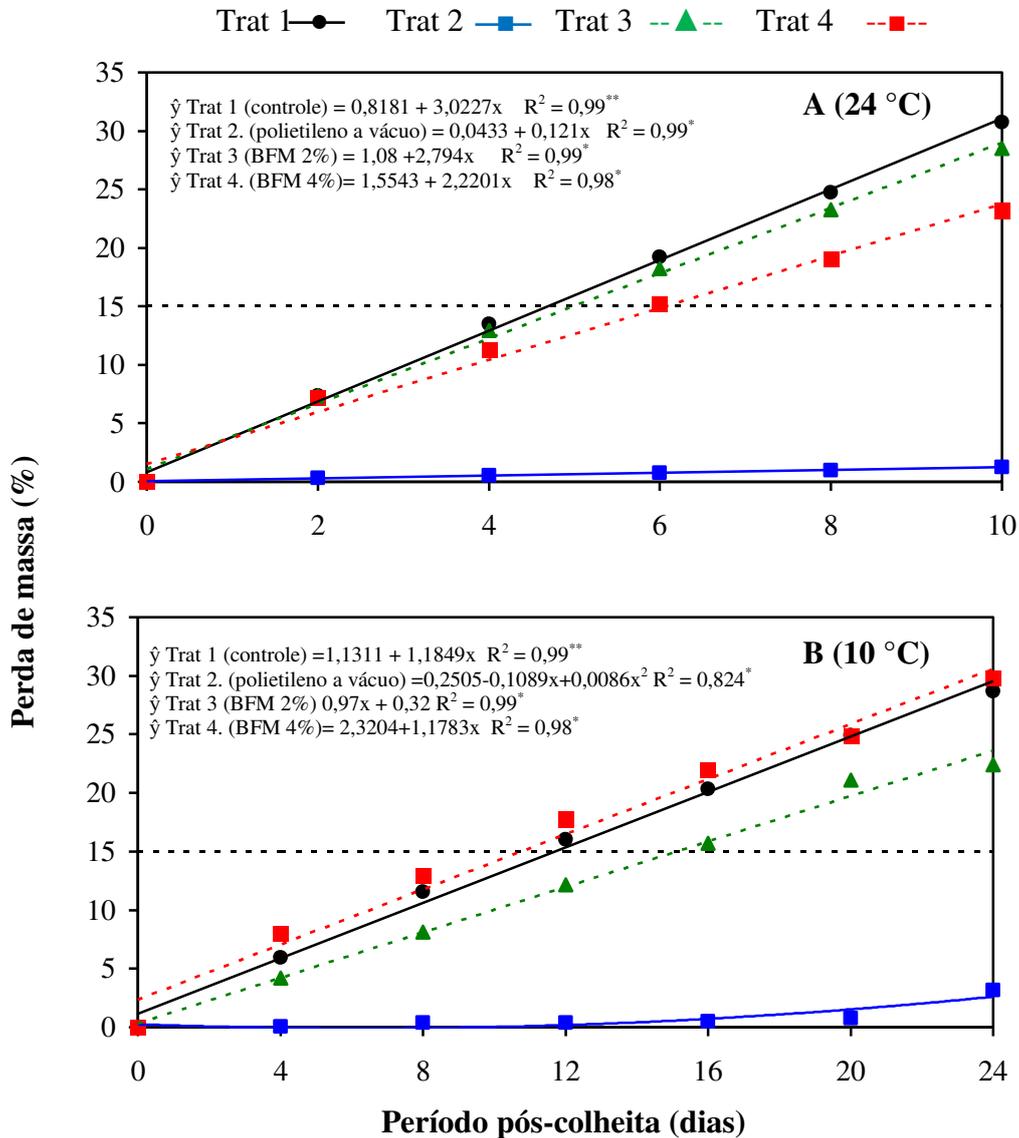


Figura 3 – Perda de Massa Fresca (%) de goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e armazenadas sob duas temperaturas (24 °C e 10 °C a 70% UR). Trat.1(0% - controle); Trat.2 (Polietileno a vácuo); Trat.3 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 2%); Trat.4 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 4%), Pombal – PB, 2012.

Sólidos Solúveis (%) – O conteúdo de sólidos solúveis (SS) com o avanço do período de armazenamento, independentes dos tratamentos e para as duas temperaturas avaliadas, apresentaram comportamentos diferentes (Figuras 4A e 4B). Verificando-se que goiabas armazenadas a 24 °C e 70% UR apresentaram tendência a decréscimo no conteúdo de sólidos solúveis (Figura 4A), enquanto que goiabas sob refrigeração de 10 °C e 70% UR tenderam a elevar seu teor de SS em função do período de armazenamento (Figura 4B).

Verificou-se que frutos do tratamento 1 (0% - controle) refrigerado apresentaram maiores teores de SS aos 16 dias, com tendência a declínio ao final do período pós-colheita.

Os frutos armazenados a temperatura de 24 °C, a partir do 4º dia de armazenamento, provavelmente utilizavam as macromoléculas de carboidratos como substratos para a manutenção do metabolismo respiratório, o que justificaria essa tendência à redução no teor de sólidos solúveis. Enquanto que goiabas recobertas com biofilme de fécula de mandioca (2% e 4%) e armazenadas a 10 °C obtiveram maiores médias quando comparadas com goiabas recobertas com embalagem de polietileno a vácuo. Observando que o tratamento 3 (2% BFM) atingiu valores máximos aos 20 dias e os tratamentos 2 e 4 (polietileno a vácuo e BFM 4%) obtiveram conteúdo máximo aos 16 dias, com destaque para o tratamento 4 (Figura 4B).

Para os frutos submetidos a 10 °C verificou-se processos de amadurecimento e metabolização dos açúcares mais lentos, entretanto, pode-se observar que após o 8º dia de armazenamento, os teores de SS aumentaram, demonstrando que esta temperatura foi favorável a um período maior de conservação pós-colheita, mas permitindo o amadurecimento das goiabas. Assim, detectando para as duas temperaturas avaliadas que os frutos recobertos com polietileno a vácuo foram os que apresentaram o menor teor de SS ao final do armazenamento. Morgado et al. (2010) observaram que teores de sólidos solúveis em goiabas ‘Paluma’ no estágio ‘de vez’ armazenadas sob refrigeração 10 °C obtiveram aumento significativo para esta variável.

Sabe-se que o teor de SS fornece um indicativo da quantidade de açúcares solúveis presentes nos frutos, embora outras substâncias, em menores proporções também estejam dissolvidas. Durante a maturação o teor de SS tende a aumentar devido à biossíntese de açúcares solúveis ou a degradação de polissacarídeos, a exemplo do amido (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Cerqueira (2007) verificou que goiabas ‘Kumagai’ recobertas com fécula a 3% e armazenadas a 22 °C e 70% UR por 8 dias, interferiu no processo de amadurecimento destas, com média de 7,17% no teor de SS, provavelmente por ter causado restrições às trocas

gasosas. Para a mesma goiaba submetida às mesmas condições de armazenamento recobertas com fécula de mandioca a 2% obteve média de 9,47%, semelhante ao verificado neste trabalho que foi de 9,63%.

As goiabas armazenadas sem recobrimento (0% - controle), em ambas as temperaturas, foram as que apresentaram os maiores teores de açúcares. Provavelmente isso se deva à maior perda de massa fresca, aumentando, desta forma, a concentração de SS nos frutos avaliados, condizentes também com os trabalhos realizados por Jacomino et al. (2003) e Ribeiro et al. (2005).

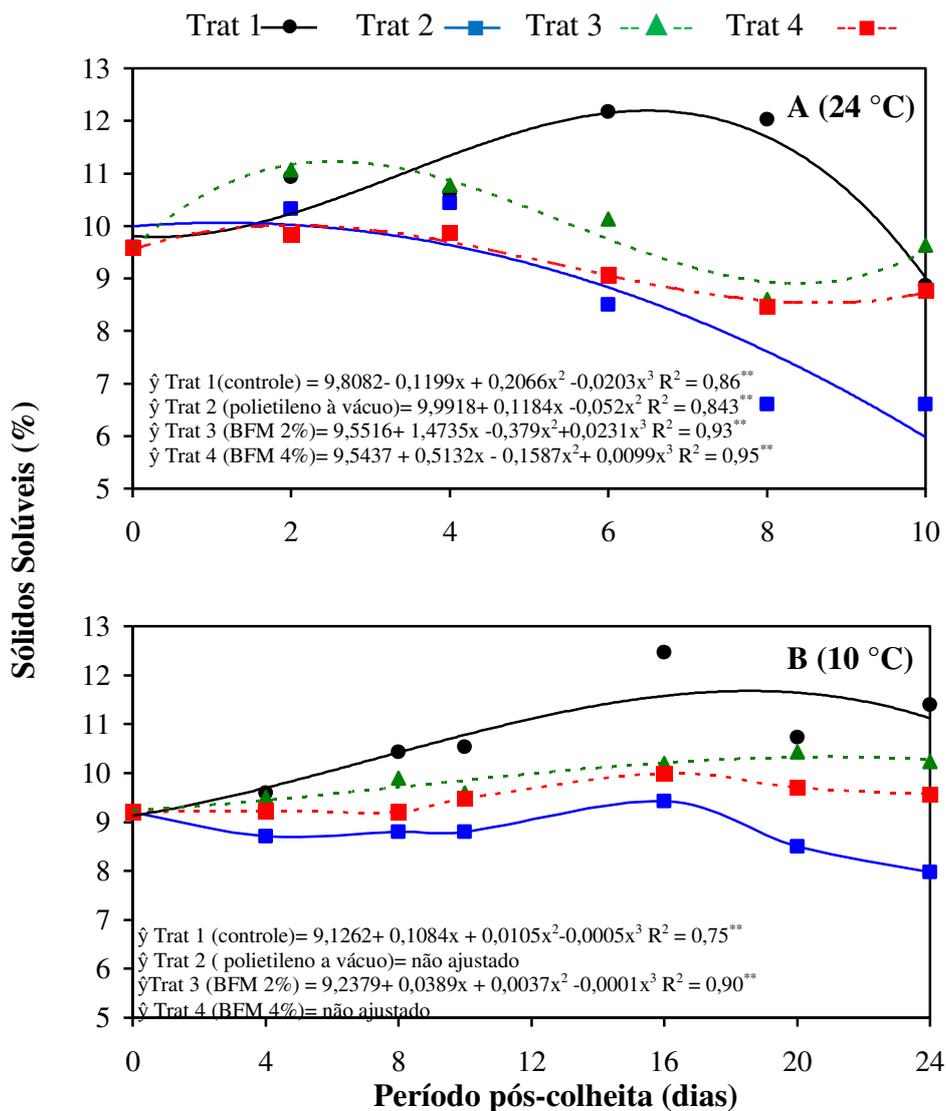


Figura 4 – Sólidos Solúveis (%) de goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e armazenadas sob duas temperaturas (24 °C e 10 °C a 70% UR). Trat.1 (0% - controle); Trat.2 (Polietileno a vácuo); Trat.3 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 2%); Trat.4 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 4%), Pombal – PB, 2012.

Acidez Titulável – AT (%) e pH – As análises de variância para acidez titulável apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,01$ ou $p \leq 0,05$) para interação entre as variáveis estudadas (atmosfera modificada x períodos pós-colheita), para a temperatura de 24 °C. Observou-se uma tendência a declínio no teor de acidez, com posterior aumento para a temperatura de 24°C (Figura 5A). Enquanto que para a temperatura de 10°C houve tendência a manter-se constante, com discreta elevação aos 20 dias pós-colheita (Figura 5B).

O tratamento 2 (polietileno a vácuo) obteve a menor média para acidez titulável, enquanto que o tratamento 1 (0% - controle) apresentou o maior teor.

Para a temperatura de 24 °C observou-se que, os tratamentos 1, 2 e 4 (0% - controle, polietileno a vácuo e BFM a 4%) apresentaram o maior declínio no conteúdo de acidez até o 4º dia, enquanto o tratamento 3 (BFM a 2%) apresentou declínio só aos 8 dias pós-colheita. De acordo com Morgado (2010), os frutos mantidos sob condições ambientes, os ‘de vez’, apresentaram pequeno aumento até o 4º dia, seguido de redução até o fim do período de armazenamento. Os frutos ‘de vez’, sob refrigeração ou não, apresentaram teores de acidez em torno de 0,80% de ácido cítrico, superior ao encontrado neste trabalho, cuja média foi 0,64% e ao observado por Ribeiro et al. (2005), cujo teor médio encontrado foi de 0,50% de ácido cítrico.

Para Chitarra e Chitarra (2005), na maioria dos frutos, observa-se um decréscimo no teor de ácidos orgânicos com o armazenamento dos frutos, em decorrência de seu uso como substrato no processo respiratório ou de sua conversão em açúcares. Provavelmente a partir do 4º dia de armazenamento, à temperatura ambiente, o processo respiratório fez uso dos carboidratos, como já previsto e discutido anteriormente em sólidos solúveis.

Para a acidez titulável não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$), entre os recobrimentos (Figura 5B). O mesmo foi observado por Cerqueira (2007), com médias de 0,62% para 2% e 3% (BFM), semelhante ao encontrado neste trabalho que foi de 0,65%. Mesmo assim, frutos mantidos sob atmosfera modificadas (tratamentos 2, 3 e 4) apresentaram menor AT, independente dos tratamentos e da temperatura de armazenamento. A AT de goiabas mantidas sob atmosfera modificada, em geral, tendeu a aumentar ao final do período de armazenamento, como consequência do avanço do período de armazenamento dos frutos. Os valores mais baixos da AT observados nos frutos mantidos sob atmosfera modificada, principalmente, no tratamento 2 (polietileno a vácuo) durante o armazenamento, podem ser explicados pela diminuição nos níveis de O₂ e respectivo aumento nos níveis de CO₂, provocados pela modificação da atmosfera, o que pode ser resultado da diminuição da taxa de atividades de enzimas relacionadas ao metabolismo respiratório (ZAGORY; KADER, 1988).

Com a evolução da concentração de CO₂ e redução de O₂ no armazenamento sob atmosfera modificada, os sistemas enzimáticos de degradação da glicose no processo respiratório podem ser afetados, provocando alterações no ciclo de Krebs. Dessa forma, devido à redução da respiração, pressupõe ter ocorrido uma redução da enzima succínico desidrogenase (SALUNKHE; DESAI, 1974), resultando na manutenção dos níveis de ácido cítrico como observado por Wallace (1966) em limões.

Observou-se que, os valores pH Figura 6A e 6B durante o período pós-colheita apresentaram diferenças entre os tratamentos, independente dos tratamentos avaliadas. Para os valores de pH as variações entre as temperaturas avaliadas foram reduzidas, atingindo significância estatística ($p \leq 0,05$) e ($p \leq 0,01$) para a interação tratamento x períodos de armazenamento, para 24 °C e 10 °C, respectivamente.

De acordo com o gráfico 6A, verificou-se que houve uma tendência a aumento do pH com o avanço do período pós-colheita, detectando-se um declínio aos 8 dias para os tratamentos 3 e 4 (BFM a 2% e 4%).

De acordo com Dússan-Sarria (2003) os valores de pH, de uma forma geral, tendem a aumentar com o amadurecimento da fruta e a decrescer ao final do período de armazenamento, sendo influenciado pelo decréscimo da acidez titulável. De acordo com Manica et al. (2001), os índices mais satisfatórios para pH devem estar entre 3,6 a 4,1. 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). Segundo Siqueira (2009), valores de pH variando de 3,72 a 4,22 são considerados altos, assim, quando o fruto for destinado ao processamento haverá a necessidade de adicionar ao produto ácidos orgânicos comestíveis, para se obter um produto final de melhor qualidade.

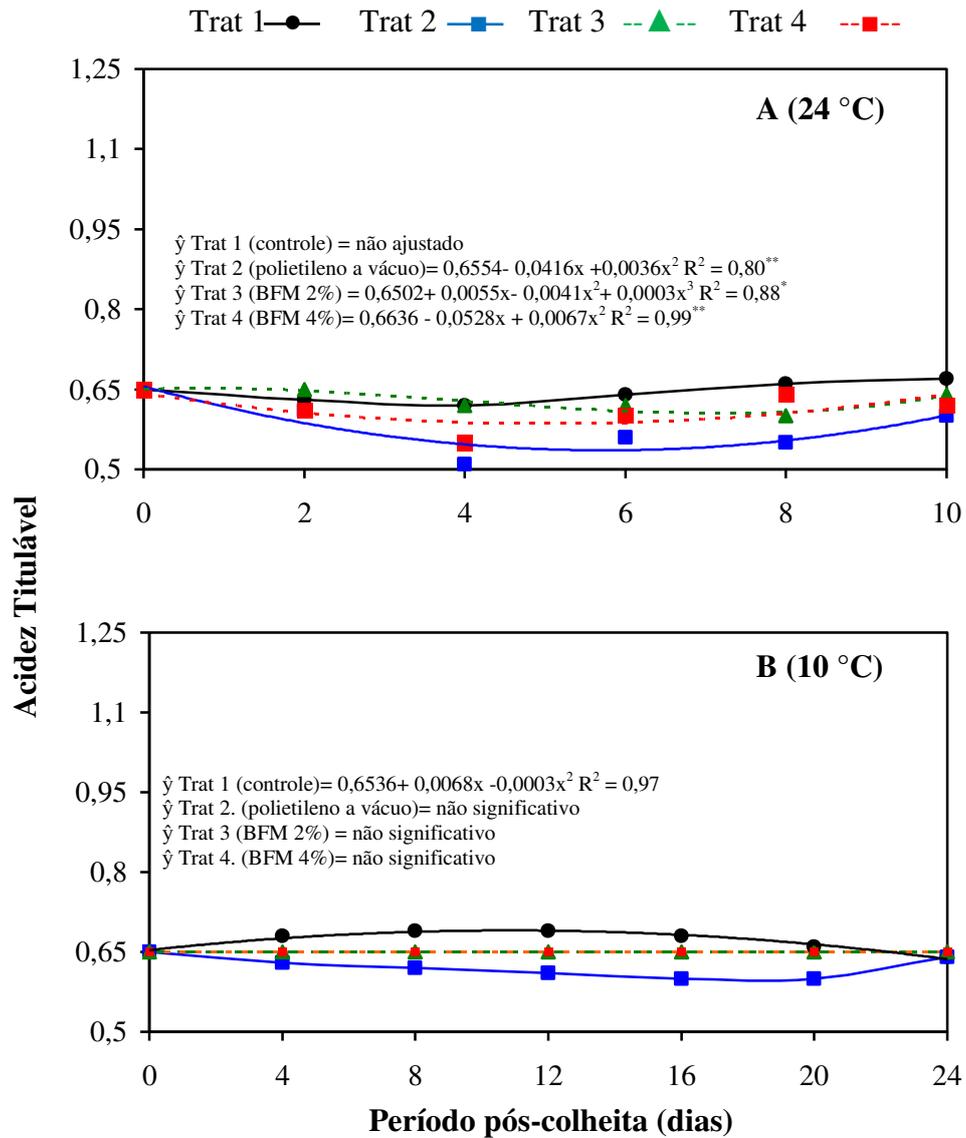


Figura 5 – Acidez Titulável (%) de goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e armazenadas sob duas temperaturas (24 °C e 10 °C a 70% UR). Trat.1 (0% - controle); Trat.2 (Polietileno a vácuo); Trat.3 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 2%); Trat.4 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 4%), Pombal – PB, 2012.

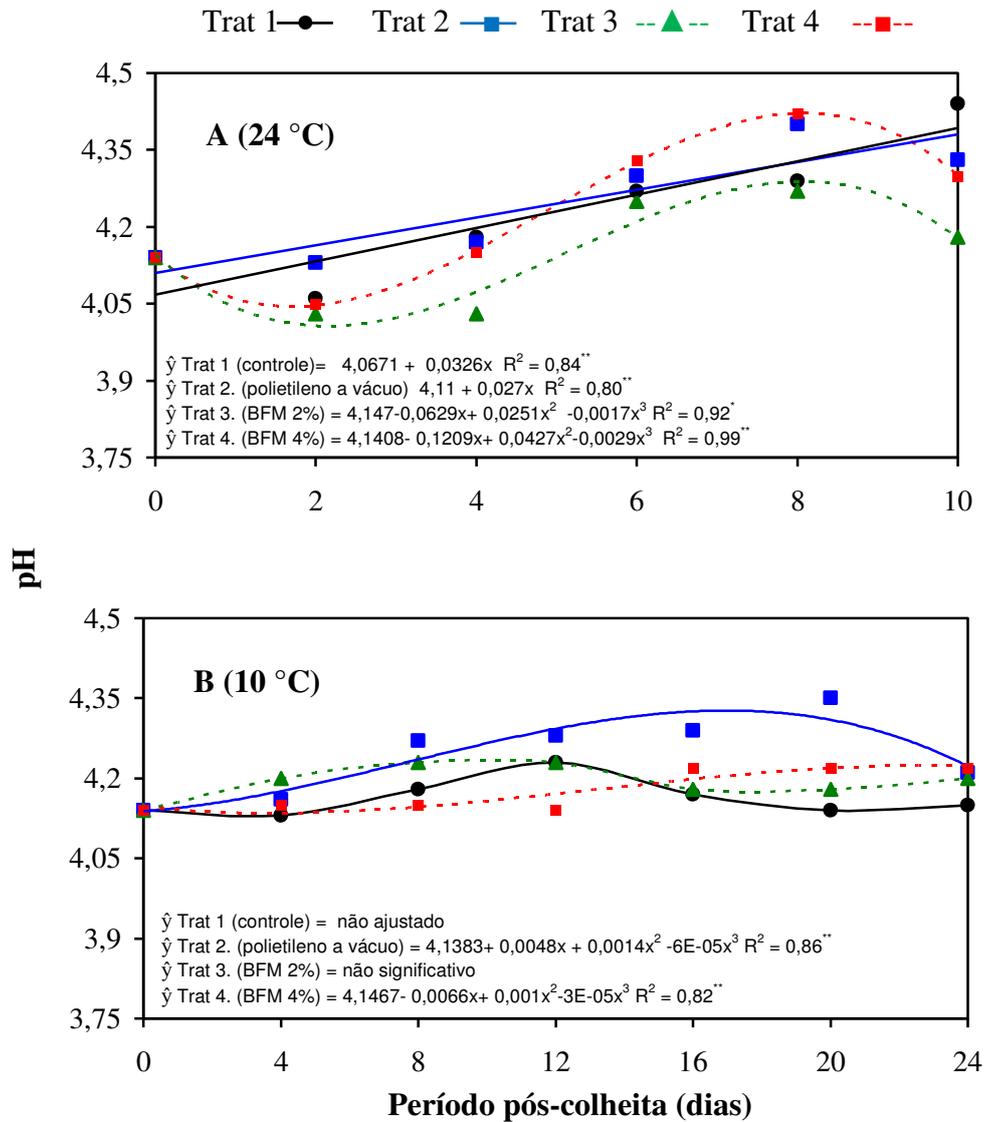


Figura 6 – pH de goiaba ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e armazenadas sob duas temperaturas (24 °C e 10 °C a 70% UR). Onde: Trat.1(0% - controle); Trat.2 (Polietileno a vácuo); Trat.3 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 2%); Trat.4 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 4%), Pombal – PB, 2012.

Relação SS/AT – A relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável dos frutos armazenados à temperatura de 24 °C tendeu a diminuir durante o período pós-colheita (Figura 7A), enquanto que, goiabas sob atmosfera modificada a 10 °C (Figura 7B) apresentaram até os 16 dias pós-colheita, valores de SS/AT constantes, encontrando-se, também, os maiores valores obtidos ao final do armazenamento, em decorrência dos menores de AT obtidos neste ponto.

A relação SS/AT é um índice de qualidade de goiaba, em conjunto com outros parâmetros, à medida que os frutos amadurecem os teores de açúcares tendem a aumentar e os de ácidos orgânicos diminuírem, assim, a relação aumenta com o amadurecimento (GONGATTI NETTO et al., 1996). O sabor do fruto reflete o balanço entre açúcares e ácidos, que isoladamente, podem representar um falso indicativo do sabor dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Para a temperatura de 24 °C apenas os frutos submetidos a recobrimento com biofilme de fécula de mandioca a 2% apontou uma variação mínima. Para os tratamentos com fécula de mandioca a 4% e polietileno a vácuo apresentaram valores razoáveis até o 6º dia. Em relação à temperatura de refrigeração (10 °C), todos os tratamentos tenderam a aumentar e apresentar resultados que indicam uma boa palatabilidade dos frutos tratados até o final do período de armazenamento exceto para o tratamento 4 (BFM a 4%) ao 16º dia.

Valores para a relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) para goiabas acima de 25 são indesejáveis, pois os frutos apresentam sabor estranho (CHITARRA; CHITARRA; CARVALHO, 1981). Segundo Reyes et al. (1976), a relação SS/AT para goiabas verdes é de 7,3, enquanto que as ‘de vez’ apresentam relações em torno de 7,8 e 16,5, respectivamente.

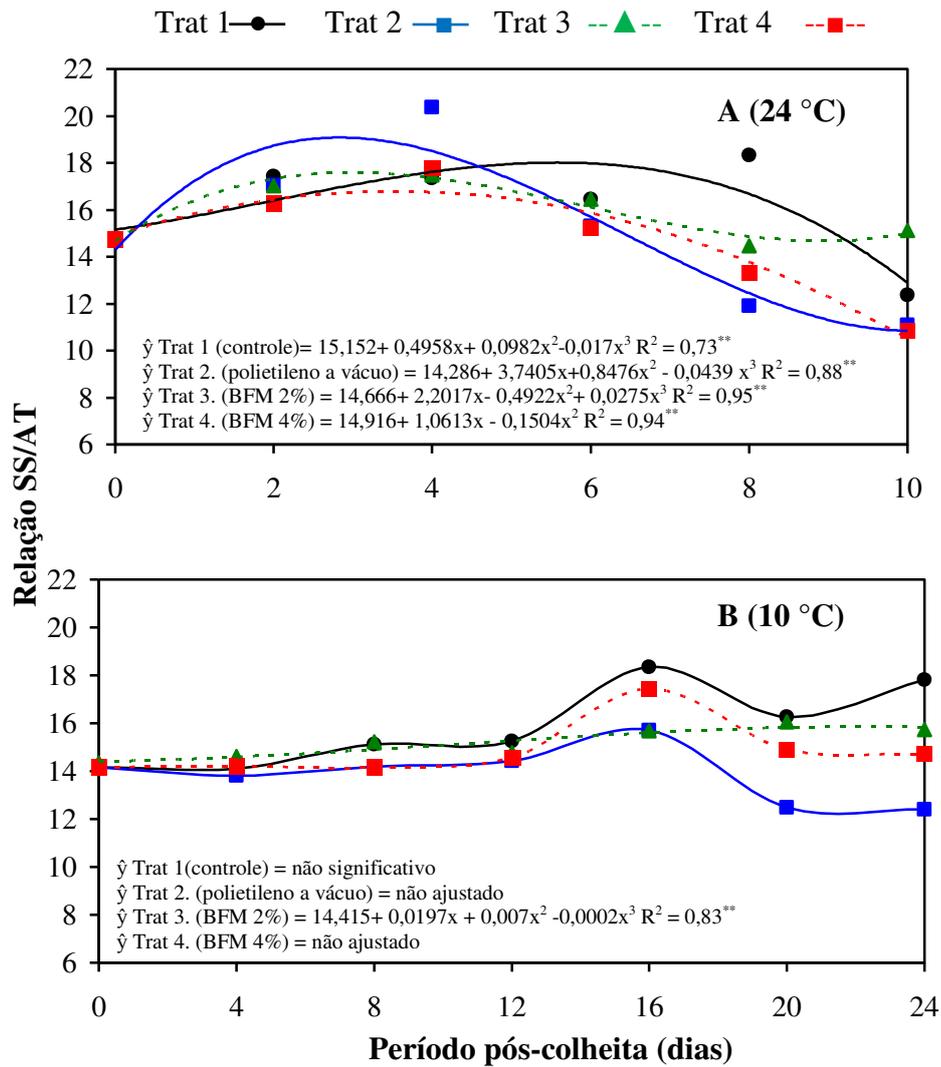


Figura 7 – Relação SS/AT de goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e armazenadas sob duas temperaturas (24°C e 10°C a 70% UR). Trat.1 (0% - controle); Trat.2 (Polietileno a vácuo); Trat.3 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 2%); Trat.4 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 4%) Pombal – PB, 2012.

Ácido Ascórbico da casca e da polpa – As interações tratamento x período de armazenamento foi significativo ($p \leq 0,01$) para as duas temperaturas avaliadas. O teor de ácido ascórbico do fruto depende de muitos fatores incluindo a cultivar, estágio de maturação, tratos culturais, período do ano e a acidez do fruto. A duração e condições de armazenamento pós-colheita influenciam o teor de ácido ascórbico mesmo antes do processamento (SGARBIERI, 1966).

Para o conteúdo de ácido ascórbico da casca na temperatura de 24 °C, observou-se que o tratamento 3 (2% BFM) apresentou aumento até o 6º dia de armazenamento com conteúdo de 62,80 mg 100 g⁻¹. Enquanto que, para os demais tratamentos (4% BFM e Polietileno a vácuo), verificou-se um decréscimo do conteúdo de ácido ascórbico com o armazenamento de 41% e 46%, respectivamente (Figura 8A).

O aumento inicial pode estar relacionado à maior síntese de intermediários metabólicos, que são percussores deste composto e que posterior redução se dá à oxidação dos ácidos orgânicos durante o amadurecimento (AZZOLINI; JACOMINO; BRON, 2004).

A associação dos recobrimentos em goiabas ‘Paluma’ com a refrigeração 10 °C contribui de forma significativa para o incremento e conservação deste até o final do período de armazenamento, destacando-se o tratamento 2 (polietileno a vácuo) e o tratamento 3 (BFM a 2%) com as maiores médias 68,87 mg/100 g e 66,97 mg/100 g aos 16º e 20º dia pós-colheitas, respectivamente.

O tipo de experimento pós-colheita aplicado no fruto influencia nos teores de vitamina C, pois esta vitamina é hidrossolúvel, apresenta pouca estabilidade e está sujeita à degradação pelo oxigênio, luz, pH, açúcares e aminoácidos livres (SIQUEIRA, 2009).

De acordo com os resultados obtidos, verificou-se pouca variação no conteúdo de ácido ascórbico da polpa entre os tratamentos avaliados (Figuras 9 A e B), entretanto frutos dos tratamentos 2, 3 e 4 na temperatura 10 °C apresentaram tendência a declínio no conteúdo de ácido ascórbico a partir dos 16 dias pós-colheita.

O tratamento 4 (4% biofilme de fécula de mandioca) proporcionou menos incremento e conservação do conteúdo de ácido ascórbico da polpa, em ambas temperaturas, porém o tratamento 3 (BFM a 2%) destacou-se com o que obteve a melhor manutenção do teor de vitamina C, principalmente a temperatura de 10 °C, com valor máximo de 33,32 mg/100 g ao 12º dia e 29,47 mg/100 g ao 24º dia o maior teor, quando comparado com os demais tratamentos. O tratamento 2 (polietileno a vácuo) proporcionou a manutenção deste conteúdo para 24 °C até o final do armazenamento e para 10 °C apenas até o 12º dia, seguido de decréscimo no teor deste.

Vila et al. (2007) estudaram biofilme de fécula de mandioca na manutenção da qualidade pós-colheita de goiabas ‘ Pedro Sato’ armazenadas a 9 °C e constataram redução no teor de vitamina C, com o decorrer do armazenamento, em todos os tratamentos. Sendo que, os tratamentos (3% e 4%) proporcionaram menor evolução do conteúdo de vitamina C, podendo indicar maior eficiência do biofilme em minimizar a sua perda. Assim, proporcionando manutenção de 80% e 82%, respectivamente. Enquanto que 0% e 2% proporcionaram manutenção de 66% e 70%, respectivamente, do teor original desta vitamina, no final do período de armazenamento.

Oliveira et al. (2011) avaliaram o conteúdo e a atividade antioxidante em frutas tropicais brasileiras, destacando a goiaba como fonte de vitamina C, no qual, no estágio de maturação ‘de vez’ encontraram 85,9 mg/100 g de matéria fresca.

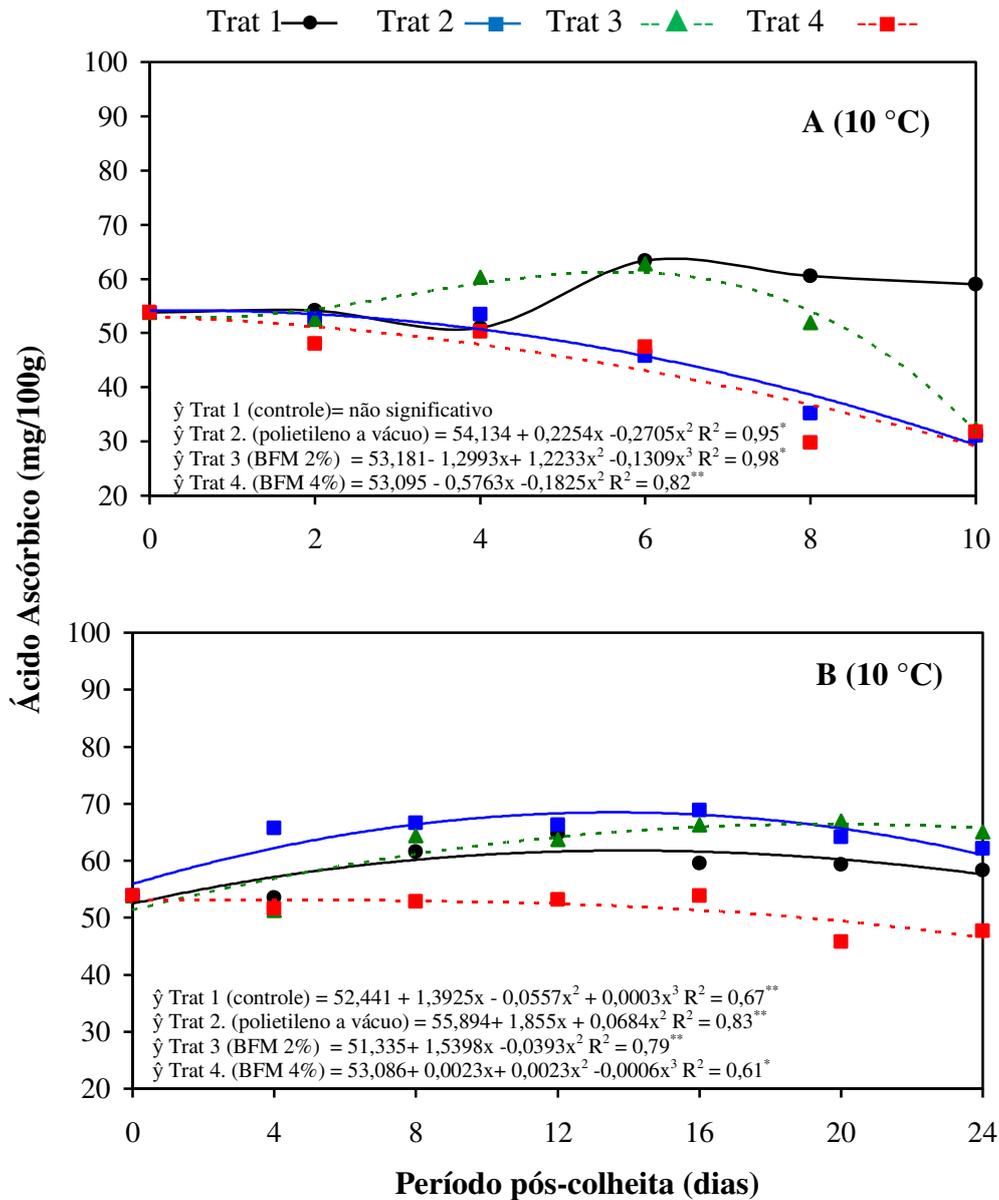


Figura 8 – Ácido Ascórbico ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) da casca de goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e armazenadas sob duas temperaturas (24°C e 10°C a 70% UR). Trat.1 (0% - controle); Trat.2 (Polietileno a vácuo); Trat.3 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 2%); Trat.4 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 4%), Pombal – PB, 2012.

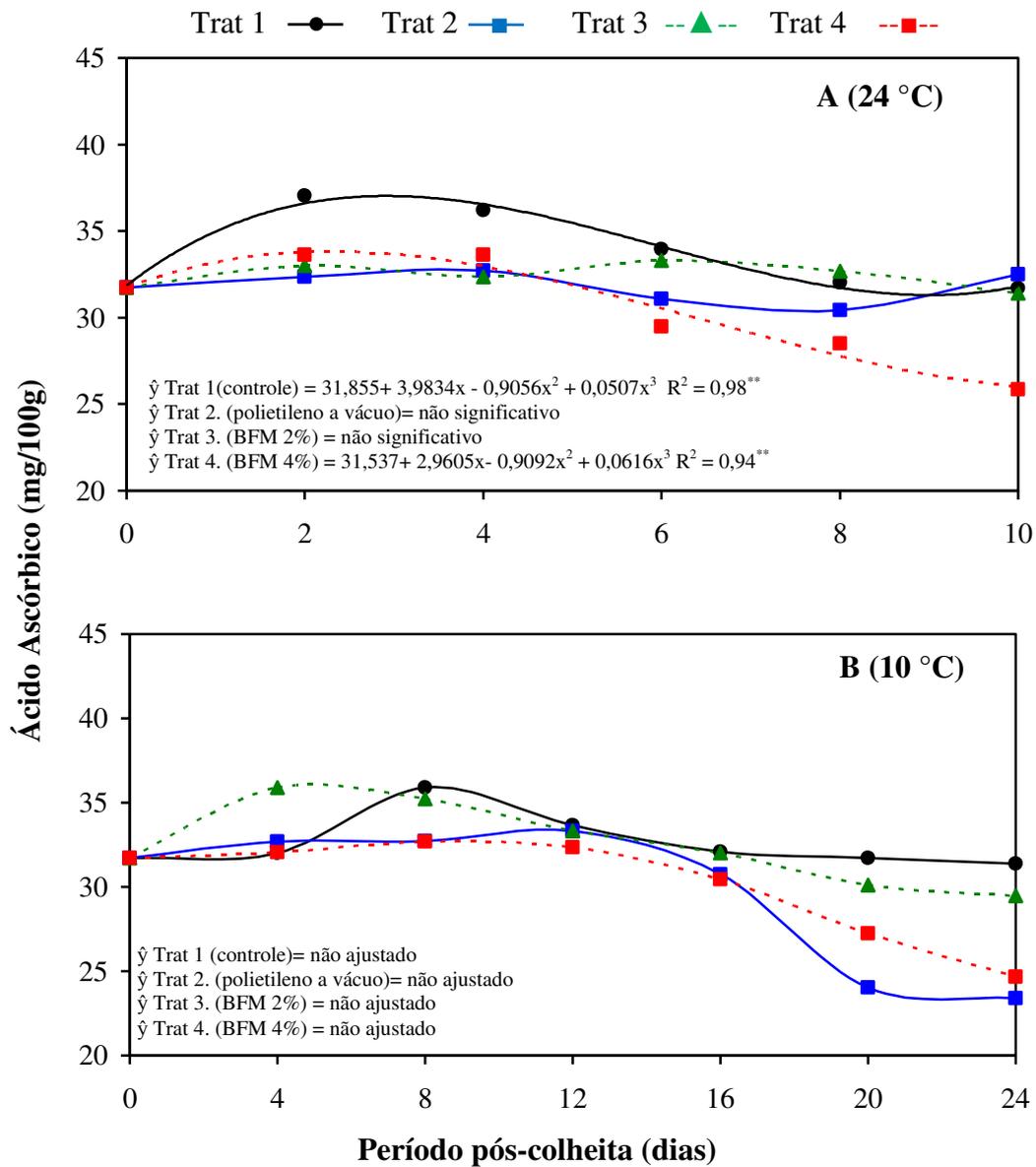


Figura 9 – Ácido Ascórbico da polpa de goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e armazenadas sob duas temperaturas (24°C e 10°C a 70% UR). Trat.1 (0% - controle); Trat.2 (Polietileno a vácuo); Trat.3 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 2%); Trat.4 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 4%), Pombal – PB, 2012.

Açúcares Redutores e Açúcares Solúveis Totais – Observou-se efeito significativo para os açúcares redutores da interação dos tratamentos x períodos pós-colheita ($p \leq 0,01$), para as duas temperaturas avaliadas.

Foi possível verificar um incremento no teor de açúcar redutor até o 6º dia, para temperatura de 24 °C em todos os tratamentos, seguindo com uma redução (Figura 10A). Entretanto a associação da atmosfera modificada com refrigeração promoveu menor evolução desse processo, apontando melhor conservação dos frutos envolvidos em biofilmes com 2% e 4% de fécula de mandioca, observando-se as menores médias de açúcar redutor até o 12º dia para o tratamento 4 (BFM a 4%) e 16º dia para o tratamento 3 (BFM a 2%).

Os frutos do tratamento 1 (0% - controle) e tratamento 2 (polietileno a vácuo) obtiveram maior porcentagem desses açúcares até o 16º dia e 8º dia, respectivamente. Provavelmente, por haver maior conversão dos carboidratos complexos a monossacarídeos, sem, contudo haver um consumo acentuado de glucose na cadeia respiratória, neste caso por efeito da refrigeração.

Vila et al. (2007), em seu estudo de Biofilme de Fécula de Mandioca para goiabas ‘Pedro Sato’ em diversas concentrações e armazenadas a 9 °C, destacaram o aumento no teor de açúcar redutor, em todos os tratamentos, com o armazenamento. Entretanto, a associação da atmosfera modificada com refrigeração promoveu menor evolução desse processo, mostrando melhor conservação de goiabas envolvidas em biofilmes de fécula de mandioca a 3% e 4%, observando-se as menores médias de açúcares redutores, notadamente a partir do 10º dia de armazenamento (Figura 10B). As variações do teor de açúcares numa mesma espécie são decorrentes de fatores diversos, tais como cultivares, tipo de solo, condições climáticas e práticas culturais. A diminuição da temperatura reduz as taxas dos processos fisiológicas pós-colheita (KAY, 1997), no entanto, essa redução deve ser suficiente para manter as células vivas, preservando sua qualidade durante o período de armazenamento.

O teor de açúcares nos frutos, normalmente, constitui 65% a 85% do teor de sólidos solúveis (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Entre as reações químicas que ocorrem durante a maturação, uma das mais proeminentes é a modificação dos carboidratos. Estes abrangem um dos maiores grupos de compostos orgânicos que desempenham características na estrutura, sabor e valor nutricional dos frutos (CHEFTEL; CHEFTEL, 1992).

O teor de açúcares totais para a temperatura de 24 °C diminuiu com o armazenamento. Os tratamentos com biofilme de fécula a 2% e a 4%, obtiveram valores superiores ao tratamento com polietileno a vácuo. Para a temperatura de 10 °C o tratamento 2 (polietileno a

vácuo) apresentou tendência a decréscimos a partir do 16º dia, enquanto que o tratamento 2 (BFM a 2%) não foi significativo, e a 4% apresentou incremento menos acentuado.

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 (Figuras 11A e B).

Chitarra e Chitarra (1990) relataram que, aumento nos teores de açúcares solúveis totais, pode ocorrer por causa da hidrólise de amido, desidratação dos frutos e degradação de polissacarídeos da parede celular. Vila et al. (2007) declaram que goiabas 'Pedro Sato' recobertas com biofilme de fécula de mandioca 3% e 4%, armazenadas a 9 °C, obtiveram médias satisfatórias sugerindo que tais tratamentos foram efetivos para a manutenção do conteúdo de açúcares totais.

O uso de atmosfera modificada sob refrigeração (Figura 13B) tendeu a manter os teores de AST durante aproximadamente os 18 dias pós-colheita, o efeito positivo da AM e na temperatura avaliada se devem, provavelmente, ao aumento da concentração de CO₂ no interior da embalagem como um fator que possivelmente altera o fluxo de carbono na glicólise (KADER, 1986), reduzindo e modificando o metabolismo dos açúcares (HANSEN e WEICHMAN, 1987) durante o armazenamento de goiabas refrigeradas.

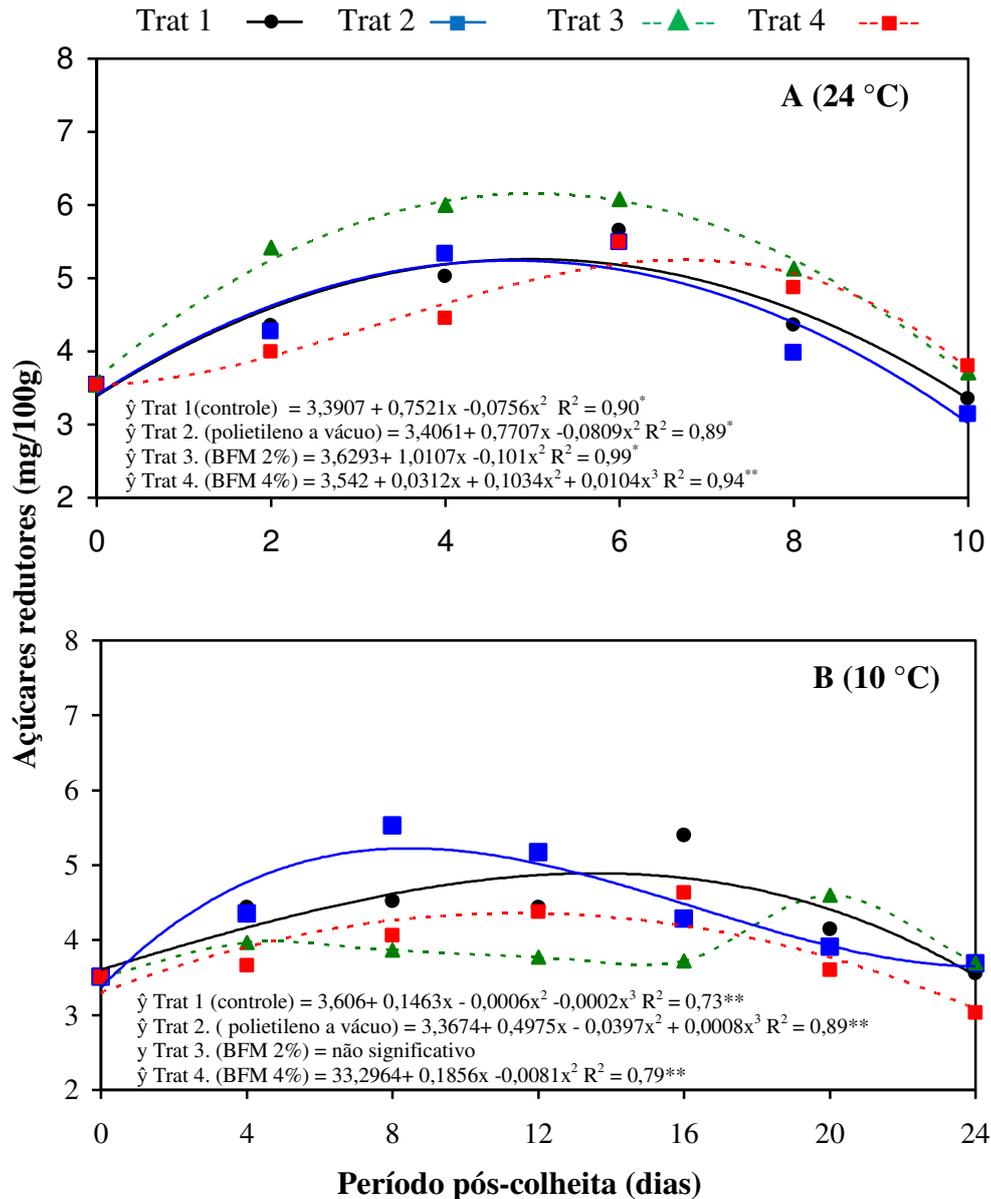


Figura 10 – Açúcares Redutores de goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e armazenadas sob duas temperaturas (24°C e 10°C a 70% UR). Trat.1 (0% - controle); Trat.2 (Polietileno a vácuo); Trat.3 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 2%); Trat.4 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 4%) Pombal – PB, 2012.

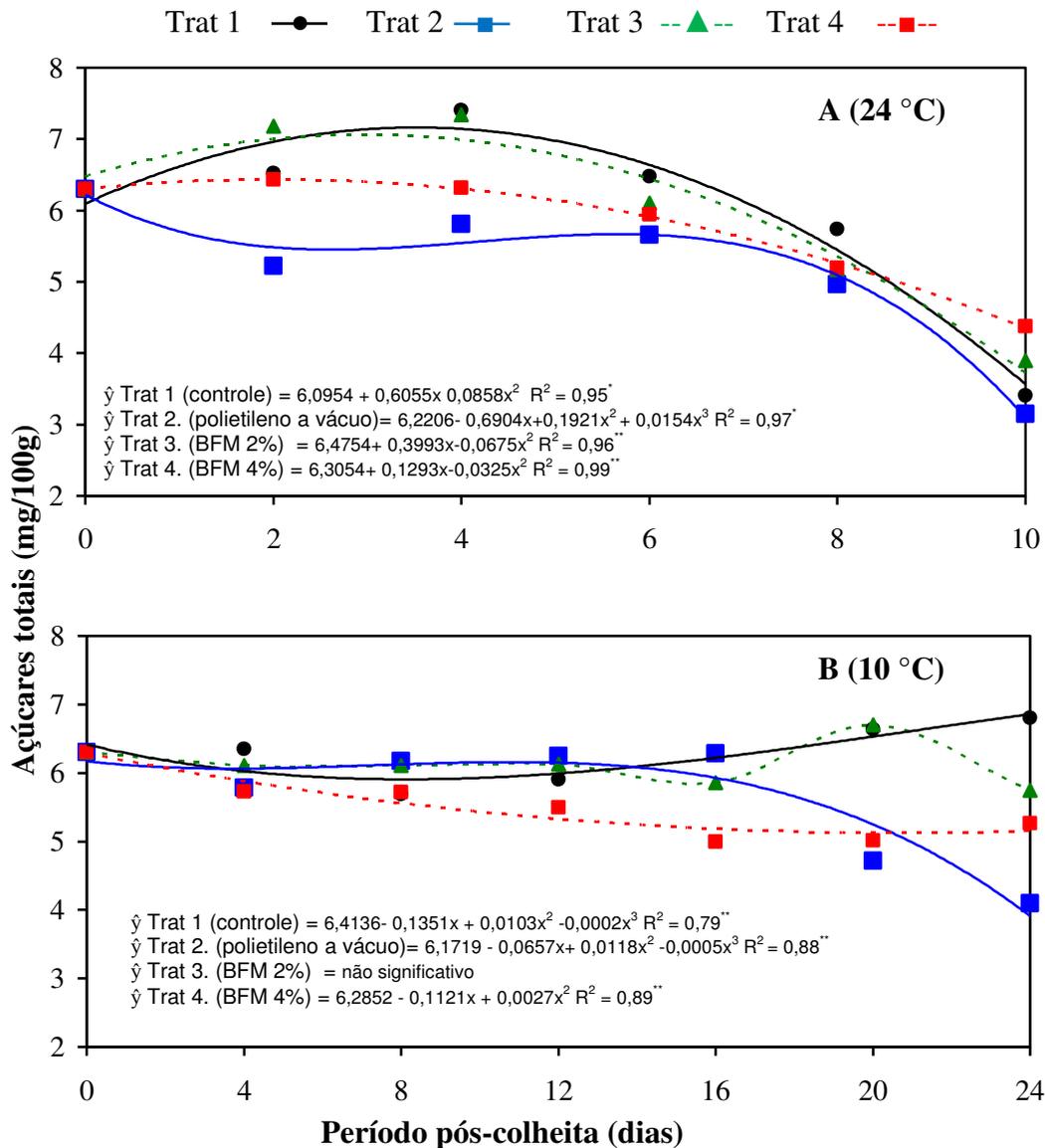


Figura 11 – Açúcares Totais de goiaba ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e armazenadas sob duas temperaturas (24°C e 10°C a 70% UR). Trat.1(0% - controle); Trat.2 (Polietileno a vácuo); Trat.3 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 2%); Trat.4 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 4%), Pombal – PB, 2012.

Cor – A cor foi avaliada através de escala de 6 pontos (1- totalmente verde; 2 – verde claro; 3 – verde-amarelo; 4 – amarelo esverdeado – Mate; 5- predominância do amarelo e 6 – totalmente amarelo, porém firme). Sendo que as goiabas armazenadas a temperatura de 24 °C receberam notas dentro do limite para comercialização até o 6º dia para tratamento 3 (BFM a 2%) e para os demais tratamentos 4% de fécula de mandioca e polietileno a vácuo a variável cor esteve dentro dos padrões até o fim do armazenamento que foi de 10 dias. Com relação a este atributo, foi observado diferença significativa entre os tratamentos com fécula de mandioca, no entanto, para os tratamentos 1 e 2 não foram possíveis à avaliação da regressão devido a impossibilidade de ajuste de dados as linhas de tendência, sendo os mesmos avaliados graficamente apenas comparando as médias utilizando os dados experimentais (Figura 12 A).

Os resultados foram avaliados utilizando como referência os limites de coloração, que são adotados para a comercialização dos frutos no mercado. Sob 24 °C e 10 °C, a tendência entre os tratamentos foi um aumento de escore em função do período de armazenamento, verificando essa tendência a aumento da coloração da casca da goiaba para amarelo com maior destaque o tratamento 1 (0% - controle) (Figura 12A).

Observa-se, que, a refrigeração proporciona maior período de comercialização, recebendo notas favoráveis até pelo menos ao 20º dia de armazenamentos. Para o tratamento com biofilme de fécula de mandioca 2% ao 24º dia de armazenamento, já se encontravam fora dos padrões para comercialização.

As modificações na coloração das frutas com o amadurecimento são ocasionadas devidas aos processos degradativos como, por exemplo, a degradação da clorofila ou de síntese como carotenoides, sendo um dos principais critérios de julgamento do seu estado de maturação e também do amadurecimento de hortícolas (CERQUEIRA et al., 2011). É provável que a modificação da atmosfera promovida pelos recobrimentos tenha influenciado na degradação da clorofila, mantendo essas frutas verdes por mais tempo.

Constatando que, a atmosfera modificada associada a temperatura de 10 °C foi eficiente em reter o amadurecimento dos frutos nos tratamentos estudados, de acordo com Yang e Hoffman (1984), destacam-se, que, o tempo de armazenamento e a própria transpiração podem resultar em efeitos marcantes sobre a fisiologia dos tecidos vegetais e em alguns casos, antecipar o amadurecimento e senescência dos frutos tropicais (Figura 12B).

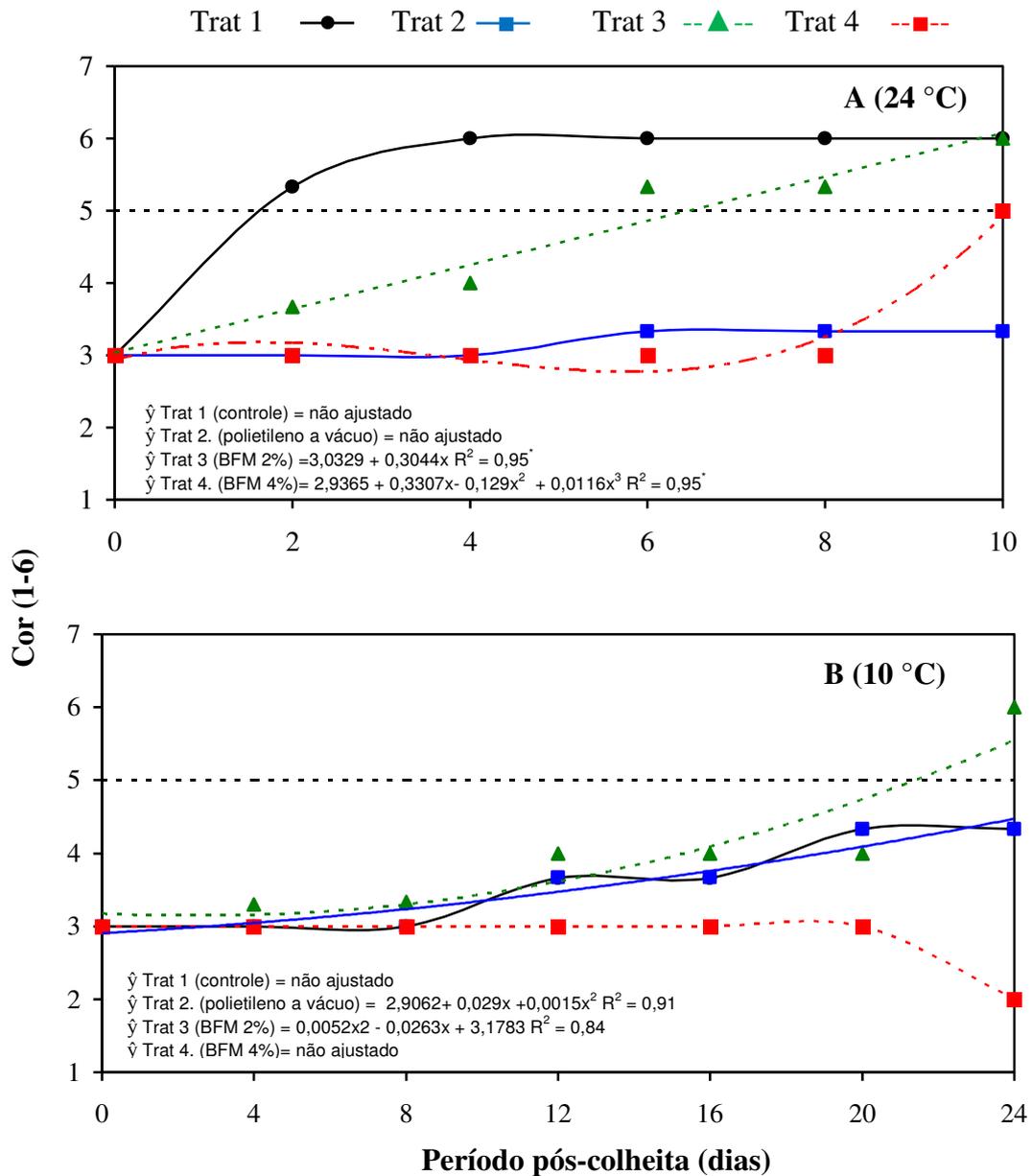


Figura 12 – Cor (1-6) de goiaba ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e armazenadas sob duas temperaturas (24°C e 10°C a 70% UR). Trat.1 (0% - controle); Trat.2 (Polietileno a vácuo); Trat.3 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 2%); Trat.4 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 4%), Pombal – PB, 2012.

Aparência – De modo geral, o uso de AM foi eficaz para conservar a aparência e consequentemente a vida útil dos frutos nas temperaturas avaliadas, principalmente sob refrigeração (Figuras 13 A e B). A aparência foi quem determinou a vida útil pós-colheita das goiabas, no qual foi utilizada escala hedônica de 9 pontos (1- Inaceitável; 3 – Ruim; 5 – Regular; 7 – Bom e 9 – Excelente) considerando escore 4 referente a rejeição comercial do produto.

Constatou-se diferença significativa entre os tratamentos, entretanto, para o tratamento 4 (BFM a 4%) nas duas temperaturas avaliadas não houve ajuste dos dados a linha de tendência, bem como para o tratamento 1 (0% - controle) a 24 °C, sendo os mesmos avaliados apenas comparando médias dos dados experimentais.

Os frutos submetidos aos tratamentos associados à refrigeração apresentaram o maior período de comercialização, recebendo notas superior a 4 a partir do 16º dia de armazenamento para o tratamento 4 (BFM a 4%), 20 e 24 dias para os tratamentos 3 e 2 (BFM a 2% e polietileno a vácuo), respectivamente.

Pode-se destacar que, a conservação sob refrigeração 10 °C é um fator importante para a manutenção da qualidade dos frutos, demonstrando que o armazenamento nas condições ideais para a goiaba favorece as características observadas pelos consumidores no momento da compra, permitindo que os frutos tenham um período de comercialização superior ao de frutas armazenadas à temperatura ambiente.

No armazenamento sob refrigeração não foram observadas incidência de fungos e grau de maturação tão elevado quanto no experimento a 24 °C. Os frutos apresentaram incidência de fungos, murchamento e cor da casca totalmente amarela, nos tratamentos 1 e 3 (controle e BFM a 2%, respectivamente) ao 10º dia de armazenamento, murchamento aparente para o tratamento 4 (4% BFM) ao 8º dia, apenas a temperatura ambiente a 24°C em relação a todos os casos.

Goiabas são frutos que possuem atividade metabólica elevada e, consequentemente, vida pós-colheita curta. O uso da refrigeração para o armazenamento foi um fator determinante para o prolongamento da vida útil de goiabas. Quando a refrigeração foi associada à atmosfera modificada foi obtida redução da perda de massa, da incidência de podridão, bem como o ataque de patógenos, mantendo-se a turgidez dos frutos por mais tempo.

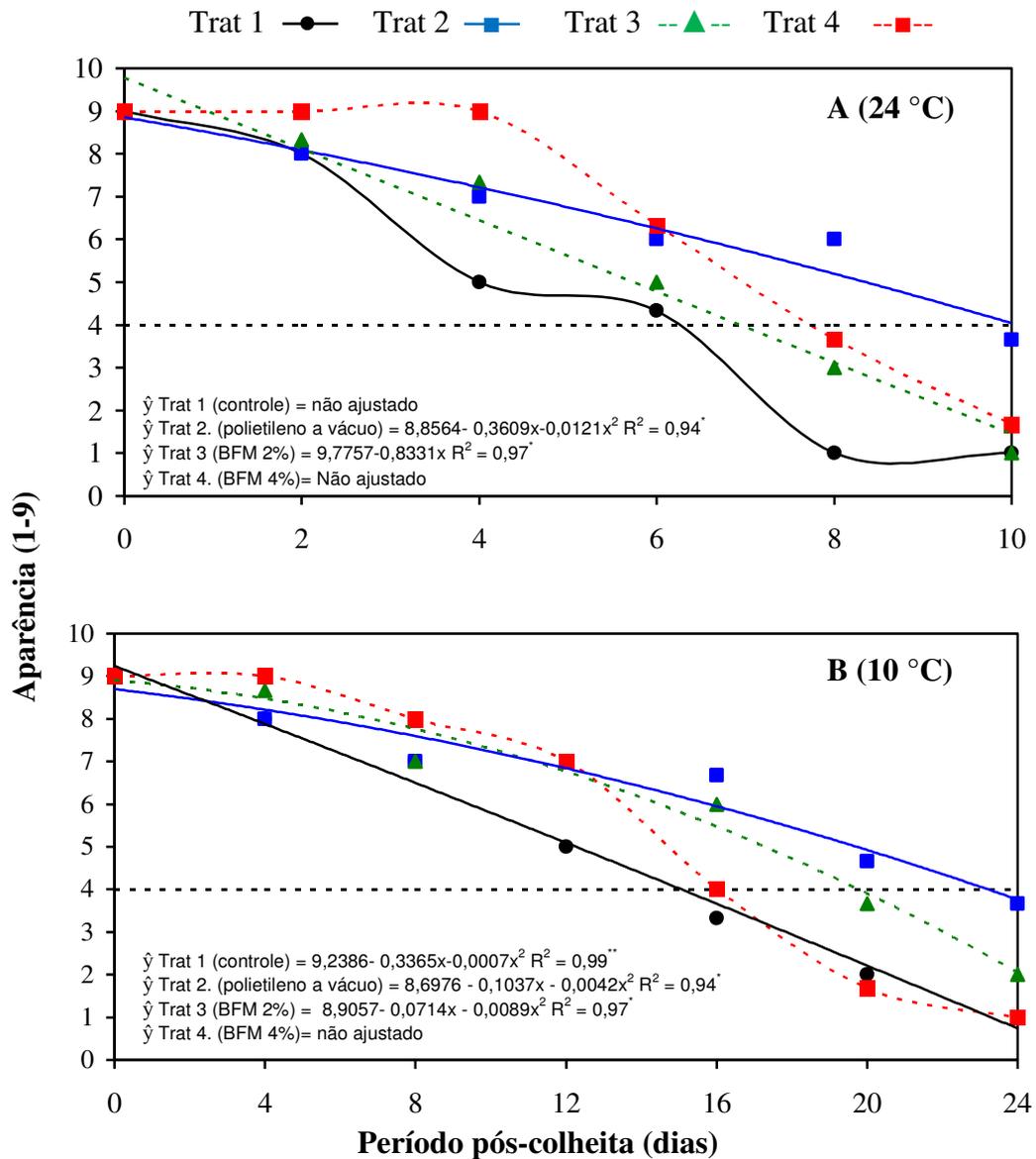


Figura 13 – Aparência (1-9) de goiaba ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e armazenadas sob duas temperaturas (24°C e 10°C a 70% UR). Trat.1(0% - controle); Trat.2 (Polietileno a vácuo); Trat.3 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 2%); Trat.4 (Biofilme de Fécula de Mandioca a 4%), Pombal – PB, 2012.

4 CONCLUSÕES

- As atmosferas modificadas Polietileno a vácuo e Biofilme de Fécula de Mandioca a 2% associadas à refrigeração conservaram a qualidade e a integridade dos frutos, mantendo-os túrgidos, aparência atrativa durante um período mais prolongado;
- A elevada perda de massa ocorrida em frutos mantidos à temperatura ambiente foi um fator limitante na manutenção da vida útil pós-colheita de goiabas nos tratamentos 0% - controle, BFM a 2 e 4%;
- A temperatura de 10 °C mostrou-se a mais eficiente para a conservação de goiabas, mantendo sua qualidade em condições aceitáveis durante 20, 16 e 12 dias pós-colheita para os tratamentos polietileno a vácuo, BFM a 2 e 4%.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18 ed, Gaithersburg, Maryland, 2005.
- AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114p.
- AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; BRON, I. U. **Índices para avaliar qualidade pós-colheita de goiabas em diferentes estádios de maturação**. EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Brasília, v. 39, n. 2, p. 139-145, 2004.
- BEM-YEHOSHUA, S. Individual Seal-packaging of fruit and vegetables in plastic film: a new post harvest technique. **Horticultural Science**, v.20, p. 32-37, 1985.
- BORGES, A. L.; TRINDADE, A. V.; SOUZA, L. S.; SILVA, M. N. B. **Cultivo Orgânico de Fruteiras Tropicais: Manejo do Solo e da Cultura**. Circular Técnica 64 – EMBRAPA. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. 2003. 12p.
- BRON, I.U.; RIBEIRO, R.V.; CAVALINI, F.C.; JACOMINO, A.P.; TREVISAN, M.J. Temperature-related changes in respirations and Q10 coefficient of guava. **Scientia Agricola**. Piracicaba, v. 62, n. 5, p. 258-463, 2005.
- CERQUEIRA, T.S. **Recobrimentos comestíveis em goiabas cv. ‘Kumagai’**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 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.
- CHEFTEL, J. C.; CHEFTEL, H. **Introducion a la Bioquimica y Tecnologia de los Alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1992. v. 1, 172p.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B.; CARVALHO, V.D. Algumas características dos frutos de duas cultivares de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em fase de maturação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6., 1981, Recife. **Anais**. Recife: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1981. v.2, p.771-780.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras : ESAL; FAEPE, 1990. 320p.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2ed. Lavras: Ed. UFLA, 2005. 785p.
- DÚSSAN-SARRIA, S. D. **Resfriamento rápido e armazenamento refrigerado do figo (*Ficus carica* L.) “roxo de Valinhos” e seus efeitos na qualidade da fruta**. 2003. 165f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP, Campinas, SP, 2003.

- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2006. 212p.
- 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, n. 00, p.1-7, 2011.
- GOMES, F. P. E. **Curso de Estatística Experimental**. São Paulo, Nobel, p. 96-125, 1987.
- GONGATTI NETTO, A. **Goiaba para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Brasília, 1996.
- HANSEN, H.; WEICHMAN, J. Carbohydrates. In: WEICHMANN, J. **Postharvest physiology of vegetables**. New York: Marcel Dekker, p.113-70, 1987.
- HOJO, E. T. D.; CARDOSO, A. D.; HOJO, R. H.; BOAS, E. V. B V.; ALVARENGA, M. A. R. Use cassava starch films and PVC on post harvest conservation of Bell pepper. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 31, n. 1, p. 184 – 190, jan./ fev, 2007.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos**. 4ed. São Paulo: IAL, 2008, 1020p.
- JACOMINO, A. P.; OJEDA, R. M.; KLUGE, R. A.; SCAPARE FILHO, J. A. Conservação de goiabas tratadas com emulsões de cera de carnaúba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 401-405, 2003.
- KADER, A. A. Biochemical and physiological basis for effectes of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. **Food Tecnology**, v. 40, n. 5, p. 99-104, 1986.
- KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. Athens, Avi, 1997. 532p.
- KESTER, J. J.; FENNEMA, O. R. Edible films and coatings: a review. **Food Technology**, Chicago, v. 42, p. 47-59, 1988.
- MORGADO, C.M.A. **Qualidade e conservação pós-colheita de cultivares de goiaba: inteiras e minimamente processadas**. 2010. 84f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária. Jaboticabal, 2010.
- MILLER, G.L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 31, p. 426-8, 1959. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/50327790/YEMN-WILLIS-1954-ANTRONA-THE-ESTIMATION-OF-CARBOHYDRATE-PLANT-EXTRACTS-BY-ANTHRONE>>. Acesso em: 02 mai. 2012.
- OLIVEIRA, D.S.; AQUINO, P.P.; RIBEIRO, S.M.R.; PROENÇA, R.P.C.; SANT'ANA, H.M.P. Vitamina C, carotenóides, fenólicos totais, e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum**. Maringá, v.33, n.1, p. 89-98, 2011.

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.

REYES REYES, F.G.; MARIN, M.S.; BOLANÕS, M.A de. Determinação de pectina na goiaba (*Psidium guajava*). **Revista Brasileira de Tecnologia**, Brasília, v.7, n.3, p.313-315, 1976.

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

SALUNKHE, D. K.; DESAI, D. D. **Postharvest biotechnology of fruits**. Boca Raton: CRC PRESS, 1984, v. 2, 194p.

SANTOS, A. F. **Desenvolvimento e Maturação de Abacaxi e Processamento Mínimo de Infrutescências Colhidas sob Boas Práticas Agrícolas e Tratadas com 1-MCP**. 2006. 253f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.

SGARBIERI, V. C. Estudo da composição química do abacaxi. **Boletim do Centro tropical de Pesquisa e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.7, p. 37-50, 1966.

SIQUEIRA, A.M.A. **Resfriamento rápido por ar forçado de goiaba cv. ‘Paluma’**: Avaliação dos parâmetros físicos, físico-químicos, sensoriais e do processo. 2009. 121f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

SOUZA, J.L.; RESENDE, P. **Manual de Horticultura Orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003.

STEFFENS, C.A.; AMARANTE, C.V.T. do; SILVEIRA, J.P.G. da; CHECHI, R.; ESPINDOLA, B.P. Tolerância ao dano pelo frio e qualidade pós-colheita em goiabas ‘Pedro Sato’ submetidas ao condicionamento térmico. **Revista Biotemas**, v. 21, n.3, 2008.

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

VILA, M.T.R.; LIMA, L.C.O.; BOAS, E.V.B.V.; HOJO, E.T.D.; RODRIGUES, L.J.; PAULA, N.R.F. Chemical and biochemical characterization of guavas stored under refrigeration and modified atmosphere. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 31, n.5, p. 1435-1442, 2007.

WALLACE, A. Organic acid synthesis and accumulation in sweet and sour lemon fruit. **Proceedings of American Society of Horticultural Science**, Beltsville, v.89, p.182-194, 1966.

WOODS, J. L. Moisture loss from fruits and vegetables. **Postharvest News and Information**, v. 1, n. 3, p195-199, 1990.

YANG, S. F.; HOFFMAN, N. E. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 35, p. 155-189, 1984.

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

ZAGORY, D.; KADER, A. A. **Unpublished data**. University of California, Davis, 1988.

CAPÍTULO III
COMPOSTOS BIOATIVOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE GOIABAS
‘PALUMA’ EM ATMOSFERA MODIFICADA SOB REFRIGERAÇÃO

COMPOSTOS BIOATIVOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE GOIABAS 'PALUMA' EM ATMOFERA MODIFICADA SOB REFRIGERAÇÃO

RESUMO

Objetivou-se avaliar os teores de compostos bioativos e capacidade antioxidante durante o período de armazenamento de goiabas 'Paluma' sob atmosfera modificada com o uso de polietileno a vácuo e biofilme de fécula de mandioca sob refrigeração (10 °C). A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal do CCTA/UFCG, Pombal - PB entre o período de março a abril de 2012. O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, disposto em esquema fatorial 2 x 7 (tratamentos com revestimentos x períodos de armazenamento). Foram realizadas avaliações de compostos bioativos (clorofila totais, carotenoides, antocianinas, flavonoides, ácido ascórbico, polifenóis extraíveis totais) e capacidade antioxidante. A partir das análises de variância preliminares, considerando os efeitos das interações, os resultados foram submetidos à análise de regressão polinomial. Os teores de clorofila diminuíram durante o período de armazenamento, sendo mais acentuado para os frutos tratados com BFM a 2%. Observou-se uma redução no conteúdo de polifenóis extraíveis para os dois tratamentos avaliados até o fim do período de armazenamento, sendo que os frutos revestidos com polietileno a vácuo apresentou a menor redução com aproximadamente 10% e os revestimentos com BFM a 2% maior redução, aproximadamente 19%. Os valores de carotenoides aumentaram durante a conservação para ambos os tratamentos, com destaque para o tratamento BFM a 2% com os maiores teores tanto para polpa como para casca. O conteúdo de ácido ascórbico tendeu a aumentar entre os tratamentos (com destaque para BFM a 2%) durante a conservação, principalmente na casca. Goiabas 'Paluma' apresentaram teores elevados de compostos bioativos representando um potente antioxidante natural. A polpa de goiabas 'Paluma' revestidas com biofilme de fécula de mandioca a 2% apresentou maior ação antioxidante.

Palavras-chave: Goiaba 'Paluma'. Compostos bioativos. Capacidade antioxidante. Biofilme.

BIOACTIVE COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT CAPACITY 'PALUMA' GUAVA ON ATMOSPHERE MODIFIED UNDER REFRIGERATION

ABSTRACT

This study aimed was to evaluate levels of bioactive compounds and antioxidant capacity during storage period of 'Paluma' guavas under modified atmosphere with the use of polyethylene vacuum and manioc starch biofilm under refrigeration (10 °C). The research was developed at Laboratory of Technology of Plant Products of CCTA/UFCG, Pombal – PB, period between March-April 2012. The experiment carried out in completely randomized design in a factorial 2 x 7 (treatments with coatings x storage period). The evaluation were accomplished of bioactive compounds (total chlorophyll, carotenoids, anthocyanins, flavonóides, ascorbic acid, total extractable polyphenols) and antioxidant capacity. From the analyses of preliminary variance, considering the interaction effects, the results were submitted by analyzing polynomial regression. The level of chlorophyll decreased for storage period, occurring the level more accentuated for fruits treats with BFM at 2%. Also, verified a decrease in the content of extractable polyphenols to two evaluated treatments until the and storage period, and that the stored fruits with vacuum polyethylene showed the least reducing with approximately 19%. Carotenoids values increased during conservation for both the treatments, with emphasis on the treatment BFM 2% the highest values for both pulp as for peel. The acid ascorbic content tended to increase between treatments (especially BFM 2%) during preservation, mainly, on the peel. The pulps guava 'Paluma' coated with manioc starch biofilm at 2% showed higher antioxidant activity.

Keywords: Guava 'Paluma'. Bioactive compounds. Antioxidant capacity. Biofilm.

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento da composição dos alimentos em compostos antioxidantes é essencial devido ao efeito protetor exercido por estes compostos ao organismo, além do que, torna-se indispensável também por haver variações nos teores destes, não só entre as espécies de frutas, mas também pode haver variabilidade significativa intraespécie nos teores de carotenoides, compostos fenólicos e ácido ascórbico, dependendo da variedade, das condições de manejo, das regiões de cultivo, do estágio de maturação dos frutos e dos tratamentos de conservação pós-colheita aos quais são submetidos (OLIVEIRA et al., 2011).

A produção contínua de radicais livres durante os processos metabólicos leva ao desenvolvimento de muitos mecanismos de defesa antioxidante para limitar os níveis intracelulares e impedir a indução de danos. Muitos alimentos fazem parte desses mecanismos de defesa (VEDANA et al., 2008).

O efeito protetor exercido por estes alimentos tem sido atribuído à presença de compostos antioxidantes, dentre os quais se destacam os compostos fenólicos, produtos secundários do metabolismo vegetal. Estes compostos integram um amplo e complexo grupo de fitoquímicos, que em virtude de sua natureza química, atuam como agentes redutores, interrompendo a cadeia da reação de oxidação através da doação de elétrons ou de hidrogênio aos radicais livres, convertendo-os em produtos termodinamicamente estáveis, ou complexando com metais, componentes iniciadores da oxidação lipídica (MELO et al., 2008).

As frutas contêm várias substâncias com potencial para fornecer proteção antioxidante ao organismo humano, entre os principais, além dos compostos fenólicos, destacam-se os carotenoides e vitamina C. Vários testes *in vitro* e *in vivo* sugerem que os carotenoides são excelentes antioxidantes, sequestrando e inativando os radicais livres. Estes reagem com os radicais livres, notadamente com os radicais peróxidos e com o oxigênio molecular, sendo à base de sua ação antioxidante (ROCHA, 2011). E a vitamina C é considerada o antioxidante hidrossolúvel mais importante no organismo, apresentando capacidade de eliminar diferentes espécies de radicais livres, tais como os radicais superóxido e hidroxil, além de reduzir radicais tocoferóis de volta para sua forma ativa nas membranas celulares, mantendo a sua integridade em células dos organismos aeróbios (KAUER; KAPOOR, 2001; NAIDU, 2003).

A goiaba é uma excelente fruta para o consumo humano, dado seu alto conteúdo de vitamina C, carotenoides, compostos fenólicos e minerais, além de possuir baixo conteúdo calórico e ótimo potencial antioxidante. Sua qualidade nutricional faz com que a goiaba tenha

merecido atenção especial, tanto para o consumo *in natura* como para o desenvolvimento de novos produtos (DURIGAN et al., 2009).

Diante desse contexto, o objetivo deste experimento foi avaliar o efeito nos teores de compostos bioativos e a capacidade antioxidante durante o período de armazenamento de goiabas 'Paluma' sob atmosfera modificada com o uso de polietileno a vácuo e biofilme de fécula de mandioca, sob refrigeração de 10 °C.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DOS EXPERIMENTOS

A partir dos resultados do experimento II (Capítulo II - Qualidade de Goiabas ‘Paluma’ Revestidas com Biofilme Comestível e Polietileno à Vácuo, sob Duas Temperaturas de Armazenamento) foram selecionados os dois melhores tratamentos para goiabas ‘Paluma’: Biofilme de Fécula de Mandioca (BFM) a 2% e Polietileno (de baixa densidade) a vácuo, armazenadas sob refrigeração (10 °C). Estes foram escolhidos por apresentarem melhor potencial de conservação para comercialização (principalmente quanto ao aspecto aparência), além de melhores características físico-químicas. Durante o experimento II, a cada período de avaliação, foram acondicionadas as amostras (polpa e casca) em recipientes plásticos escuros em freezer a -18 °C para proceder às avaliações conduzidas neste experimento (experimento III).

Para a instalação do experimento foram utilizados frutos uniformes, tamanhos médios, sem defeitos, colhidos quando apresentou pigmentação verde predominante com traços amarelos (estádio de maturação III) de acordo com a Quadro 1 (Capítulo I). As goiabas foram colhidas em março de 2012, manualmente, entre 7:00 e 9:00 horas da manhã. Após a colheita, as mesmas foram acondicionadas em caixas plásticas e transportados para o Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal da UFCG/CCTA/UATA, Pombal – PB, onde foram submetidos à seleção quanto ao tamanho, peso, estágio de maturação e aparência. Os frutos foram lavados em água corrente, foram imersos por 15 minutos em uma solução de hipoclorito de sódio a 50 ppm de cloro ativo, em tanque de inox para lavagem de frutos, em seguida, enxaguados com água destilada e secos ao ar. Em seguida submetidas aos tratamentos com os recobrimentos.

Na instalação do experimento foram dispostos dois frutos, compondo um peso total de aproximadamente 300 g, em bandejas de poliestireno expandido com dimensões de 150 x 150 x 25 mm. Foram realizados 7 períodos de avaliação em intervalo de 4 dias e 4 períodos de avaliação em intervalo de 8 dias, totalizando 24 dias com três repetições/parcela. As bandejas para avaliação dos frutos foram dispostas aleatoriamente nos locais de armazenamento, de acordo com os tratamentos. A aplicação do Biofilme de Fécula de Mandioca (BFM) foi realizada em suspensão nas concentração 2% e também foram avaliados frutos com recobrimento utilizando filme de polietileno de baixa densidade a vácuo. Para a obtenção da concentração proposta do biofilme, foi diluído para cada 2 litros de água destilada as

seguintes quantidades de fécula de mandioca: 2% - 40 g (material seco). A formulação de BFM foi preparada por aquecimento com agitação das suspensões até aproximadamente 70 °C de modo a ocorrer a gomificação da fécula. Os frutos foram imersos em suspensões por 1 minuto e depois drenados, secados naturalmente em temperatura ambiente, de acordo com Cerqueira (2007).

As condições de armazenamento utilizadas foram câmaras incubadoras BOD sob temperatura de 10 °C a 70% de UR. As avaliações foram realizadas a cada 4 dias: 0, 4, 8, 12, 16, 20 e 24 dias pós-colheita, com exceção dos polifenóis extraíveis totais (PET) e da determinação da capacidade antioxidante sequestrante do radical livre DPPH, que foram avaliadas a cada 8 dias: 0, 8, 16 e 24 dias pós-colheita. A caracterização inicial dos frutos foi realizada no dia seguinte, para ocorrer a intensificação dos tratamentos aplicados, indicando o ponto 0 (zero), na escala de avaliações (Figura 16). Os mesmos foram submetidos às avaliações dos compostos bioativos e determinação da capacidade antioxidante da polpa e da casca, realizadas no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal – UFCG/CCTA/UATA, Pombal – PB.

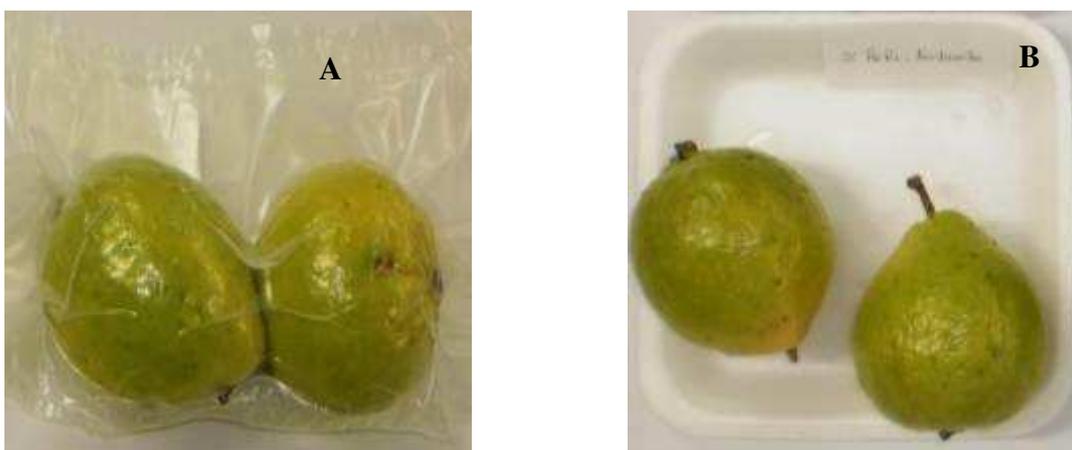


Figura 14 – Goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada, onde: A – polietileno a vácuo; B – BFM a 2%, armazenadas a 10°C e 70% UR por um período de 24 dias, Pombal - PB, 2012.

2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, disposto em esquema fatorial 2 x 7, o primeiro fator corresponde aos tratamentos (Tratamento 1 – polietileno a vácuo e Tratamento 2 – biofilme de fécula de mandioca a 2%) e o segundo fator corresponde aos períodos de armazenamento (0, 4, 8, 12, 16, 20 e 24 dias), com 3 repetições de dois frutos/parcela. Para as avaliações de polifenóis extraíveis totais e para a determinação da capacidade antioxidante sequestrante do radical livre DPPH os tratamentos foram avaliados em esquema fatorial 2 x 4, o primeiro fator corresponde aos tratamentos (Tratamento 1 – polietileno a vácuo e Tratamento 2 – biofilme de fécula de mandioca a 2%) e o segundo fator corresponde aos períodos de armazenamento (0, 8, 16 e 24 dias), com 3 repetições de dois frutos/parcela.

2.3 AVALIAÇÕES

As avaliações de compostos bioativos e capacidade antioxidante dos frutos foram realizadas separadamente para casca e polpa.

- **Ácido Ascórbico (mg/100 g):** determinado, segundo AOAC (2005), através da titulação com 2,6 diclorofenolindofenol (DFI), até obtenção de coloração rósea claro permanente, utilizando-se 1 g da amostra diluída (polpa e casaca, separadamente) em 50 mL de ácido oxálico 0,5%;
- **Clorofila Total (mg/100 g):** foram utilizados 1 g de matéria fresca triturada em almofariz na presença de 10 mL de acetona 80% e de carbonato de cálcio, deixando extrair por 24 h no escuro a 4 °C, de acordo com modificações do método de Arnon (1985) leitura em espectro a 652 nm e calculado de acordo com fórmula descrita por Silva (ENGEL; POGGIANI, 1991);
- **Carotenoides Totais (µg/100 g):** determinados pelo método de Higby (1962). Foram utilizados 5 g de polpa, 15 mL de álcool isopropílico e 5,0 mL de hexano, seguido de agitação por 1 min. O conteúdo foi transferido para funil de separação de 125 mL de cor âmbar, onde se completou o volume com água. Deixou-se em repouso por 30 minutos, seguindo-se a lavagem do material, repetiu-se esta operação por mais duas vezes. Filtrou-se o conteúdo com algodão pulverizado com sulfato de sódio anidro para um balão volumétrico de 25 mL envolto com alumínio, no qual, foi adicionado

2,5 mL de acetona e completado o volume com hexano. As leituras foram feitas em espectrofotômetro a 450 nm e os resultados expressos em mg/100 g;

- **Flavonoides e Antocianinas (mg/100 g):** as determinações seguiram a metodologia de Francis (1982). Tomou-se 1 g da amostra, adicionando-se aproximadamente 30 mL de solução extratora de etanol 95% mais HCl 1,5 N na proporção de 85:15 (v/v) respectivamente. A amostra foi macerar por dois minutos e transferida para o balão volumétrico (cor âmbar) de 50 mL, sendo o volume completado com solução extratora. Deixou-se em repouso por uma noite na geladeira sob ausência de luz. Em seguida, filtrou-se para um becker, envolto em alumínio. Imediatamente, procedeu-se a leitura no espectrofotômetro. Para a determinação de antocianinas, a leitura foi realizada em comprimento de onda a 535 nm, calculados através da fórmula: fator de diluição x absorbância/98,2. Já para os flavonoides amarelos, realizou-se leitura a 374 nm, calculado através da fórmula: fator de diluição x absorbância/76,6;
- **Polifenóis Extraíveis Totais – PET (mg/100 g de ácido gálico):** a determinação foi feita conforme descrito pelo método de Larrauri, Pupérez e Saura-Calixto (1997). Tomou-se em um Becker 1,0 g da amostra, adicionando 40 mL de metanol 50 % e deixou-se extraído por 1h. Em seguida, foram centrifugados a 15.000 rpm durante 15 minutos. O sobrenadante foi filtrado e transferido para um balão volumétrico de 100 mL, o resíduo foi transferido para um becker adicionando 40 mL de acetona 70%, deixando-se extrair por 1 h. Em seguida, foi repetida a centrifugação e o sobrenadante foi filtrado e adicionado, juntamente, ao balão volumétrico que já continha o sobrenadante da primeira extração, completando o volume com água destilada. Em tubos de ensaio, colocou-se uma alíquota do extrato de 0,1 mL, acrescida de 0,9 mL de água destilada, mais 1,0 mL de Folin Ciocalteau, 2,0 mL de carbonato de sódio 20% e 2,0 mL de água destilada. Agitou-se e depois de 30 minutos realizou-se a leitura em espectrofotômetro com comprimento de onda a 700 nm e o resultado foi expresso em mg/100 g de ácido gálico;
- **Determinação da capacidade antioxidante sequestrante do radical livre DPPH (1,1- difenil-2-picrilidrazil):** Tomou-se em um Becker 1,0 g da amostra, adicionando 40 mL de metanol 50 % e deixou-se extraído por 1h. Em seguida, foram centrifugados a 15.000 rpm durante 15 minutos. O sobrenadante foi filtrado e transferido para um balão volumétrico de 100 mL, o resíduo foi transferido para um becker adicionando 40 mL de acetona 70%, deixando-se extrair por 1 h. Posteriormente, foi repetida a centrifugação e o sobrenadante foi filtrado e

adicionado, juntamente, ao balão volumétrico que já continha o sobrenadante da primeira extração, completando o volume com água destilada. Em tubos de ensaio foi preparado em três concentrações diferentes e em triplicata, entre 10.000 e 250.000 mg/L, a partir do extrato obtido. Foi utilizado 0,1 mL de cada concentração da amostra com 3,9 mL da solução de DPPH. As leituras foram realizadas em comprimento de onda a 515 nm, no qual, foi observada a redução da absorbância até sua estabilização. O resultado é expresso na forma de EC₅₀, que corresponde à concentração da amostra necessária para reduzir em 50% a concentração inicial do radical DPPH (RUFINO et al., 2007).

2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A partir dos resultados das análises de variância preliminares (clorofila, carotenoides, flavanoides, antocianinas e ácido ascórbico), considerando os efeitos das interações, o período foi desdobrado dentro de cada tratamento e os resultados submetidos à análise de regressão polinomial, de acordo com Gomes (1987). Quando não constatado o efeito significativo entre as interações dos fatores avaliados, foi realizado ligação de pontos com as médias dos tratamentos. Os modelos de regressão polinomiais foram selecionados com base na significância do teste F de cada modelo testado e, também, pelo coeficiente de determinação. O coeficiente de determinação mínimo para utilização das curvas foi de 0,60. Modelos de curvas até 3º grau e regressão foram usados quando necessário. Para as avaliações de polifenóis extraíveis totais e para a determinação da capacidade antioxidante sequestrante do radical livre DPPH o efeito dos tratamentos foi avaliado através da análise de variância, detectando significância do teste F, as médias das variáveis avaliadas foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de clorofila observados na polpa dos frutos (Figura 15A) para os tratamentos com biofilme de fécula de mandioca a 2% (BFM a 2%) e polietileno a vácuo apresentaram diferença significativa, sendo que o tratamento com BFM a 2% obteve valores superiores (1,28 mg 100⁻¹g ao 24° dia), quando comparados aos encontrados para o tratamento com polietileno a vácuo (0,98 mg 100⁻¹g ao 16° dia).

Para o teor de clorofila da casca, observou-se na figura 15 B um declínio no conteúdo deste, durante o período de armazenamento (24 dias) sendo mais acentuado para os frutos tratados com BFM a 2%, isso significa que os frutos recobertos com polietileno a vácuo apresentaram os maiores teores até o fim do armazenamento, porém pôde-se observar que sem restringir o amadurecimento desses frutos, apontando este revestimento como sendo eficiente na manutenção das características dos frutos, por um período prolongado, sem comprometer o seu amadurecimento verificando que, ao fim do período de conservação, a polpa se apresentava com pigmentação vermelha.

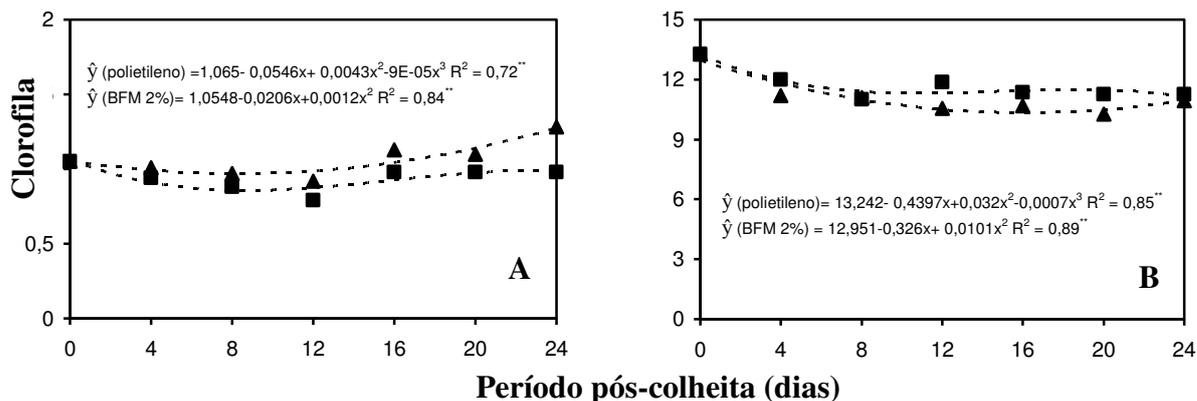


Figura 15 – Clorofila da polpa (A – Polietileno a vácuo --■-- e BFM 2% --▲--) e da casca (B - Polietileno a vácuo --■-- e BFM 2% --▲--) de goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e armazenadas a 10 °C, Pombal – PB, 2012.

As clorofilas são pigmentos verdes, comuns em todas as células fotossintéticas. Por sua estrutura química ser instável, são facilmente degradadas, resultando em produtos de decomposição que modificam a percepção e qualidade dos alimentos. As diferenças aparentes na cor do fruto são devidas à presença e distribuição variável de outros pigmentos associados, como os carotenoides, os quais sempre acompanham as clorofilas (STREIT et al. 2005). A via de degradação da clorofila normalmente aceita inclui a perda do grupo fitol pela enzima

clorofilase, sendo removida parte da cadeia anexa à molécula tetrapirrólica e ocorrendo a liberação de Mg^{2+} do centro do núcleo forbina (WANG et al., 2005).

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 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 $5,33\mu g 100g^{-1}$. Confirmando que a embalagem de polietileno a vácuo permite o amadurecimento satisfatório do fruto no decorrer do armazenamento (Figura 16A).

Quanto aos teores de carotenoides observados para a casca de goiabas ‘Paluma’ tratadas, não houve diferença significativa em relação ao tratamento BFM a 2% (Figura 16B). No entanto, o tratamento com revestimento de polietileno a vácuo se destacou, atingindo valores máximos entre o 8º e 12º dias com média de $47,17\mu g 100g^{-1}$.

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 por 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).

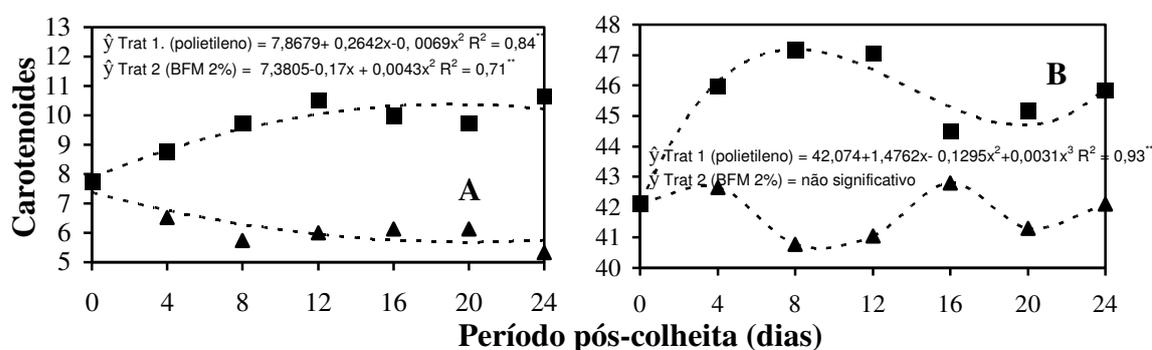


Figura 16 – Carotenóides da polpa (A – Polietileno a vácuo --■-- e BFM 2% --▲--) e da casca (B - Polietileno a vácuo --■-- e BFM 2% --▲--) de goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e armazenadas a 10°C, Pombal – PB, 2012.

Os valores de antocianinas totais para polpa de goiabas recobertas com BFM a 2% não diferiram estatisticamente entre si (Figura 17A). O maior conteúdo deste composto foi observado ao 8º dia de armazenamento refrigerado para frutos recobertos com polietileno a vácuo (0,38 mg 100g⁻¹).

Siqueira et al. (2011), encontraram em seu estudo valores que variaram de 0,24 a 0,37mg 100g⁻¹ durante 9 dias de armazenamento em temperatura ambiente. Valores semelhantes também foram encontrados por Pereira (2009) e Kurkoski et al. (2006) para a mesma cultivar de goiaba, 0,34 e 2,7mg 100g⁻¹, respectivamente.

Em relação ao teor de antocianinas encontrado na casca dos frutos com polietileno, observou-se que os resultados não diferiram significativamente, entretanto os valores médios mais elevados foi observado para o tratamento com polietileno a vácuo (1,32mg 100g⁻¹ ao 16º dia) (Figura 17B).

O menor teor de antocianinas evidencia sua oxidação em função do amadurecimento do fruto e conseqüentemente, queda na concentração dessa substância. Isso pode ocorrer, visto que as antocianinas são pigmentos solúveis em água, as quais conferem as várias mudanças de cores encontradas em muitos frutos (FRANCIS, 1989), mas não são majoritariamente as responsáveis por conferir coloração em frutos tropicais (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008).

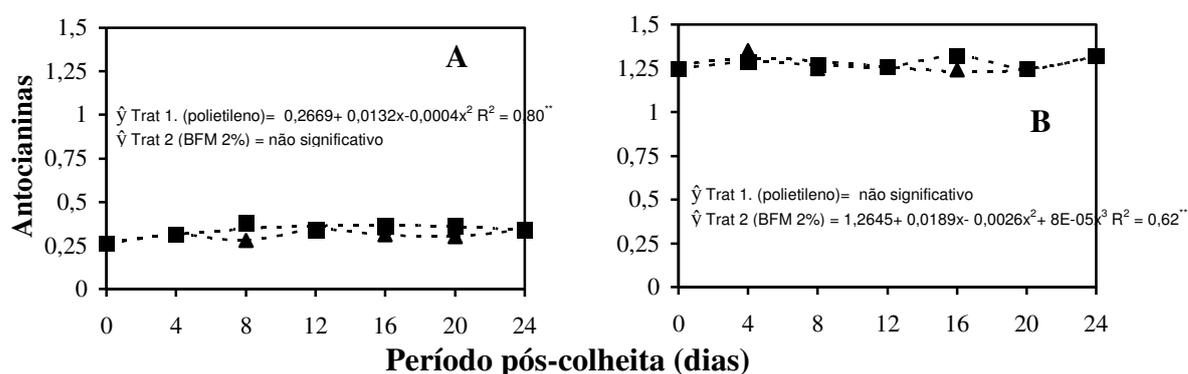


Figura 17 – Antocianinas da polpa (A - Polietileno a vácuo --■-- e BFM 2% --▲--) e da casca (B - Polietileno a vácuo --■-- e BFM 2% --▲--) de goiaba ‘Paluma’ atmosfera modificada e armazenadas a 10 °C, Pombal – PB, 2012.

Os teores de flavanoides da polpa diferiram significativamente conforme observa-se na Figura 18A, para o tratamento com BFM a 2% verificou-se uma tendência a aumentar o conteúdo deste composto durante o armazenamento (com valor máximo de 3,31mg 100g⁻¹ ao 24º dia), enquanto foi observado o inverso para o tratamento com polietileno a vácuo onde a tendência foi reduzir ao longo do período de conservação (com valor mínimo de 1,72 mg 100g⁻¹ ao 24º dia).

Para a casca, o tratamento com polietileno a vácuo não houve diferença significativa, verificou-se que o comportamento foi o oposto do observado na polpa, onde o tratamento com polietileno a vácuo teve tendência a aumentar seu conteúdo de flavanoides durante o armazenamento (valor máximo de 19,56 mg 100g⁻¹ ao 16º dia), entretanto o tratamento com BFM a 2% tendeu a diminuir no mesmo período (valor mínimo de 15,75 mg 100g⁻¹ ao 24º dia). Siqueira et al. (2011) encontraram valores que variaram de 3,38 a 4,1 mg 100g⁻¹, durante os 9 dias armazenamento, enquanto Pereira (2009) cita o valor de 8,4 mg 100g⁻¹ para a mesma cultivar.

Quimicamente, os flavonoides são doadores de elétrons. Eles representam estruturas químicas conjugadas em anel, ricas em grupos hidroxilas, que têm potenciais ações antioxidantes por reagirem e inativarem ânions superóxido, oxigênio singlete, radicais peróxidos de lipídios e/ou estabilizando radicais livres envolvidos no processo oxidativo através da hidrogenação ou complexação com espécies oxidantes (JIMÉNEZ, et al., 2009), sendo por tanto, compostos desejáveis nos frutos.

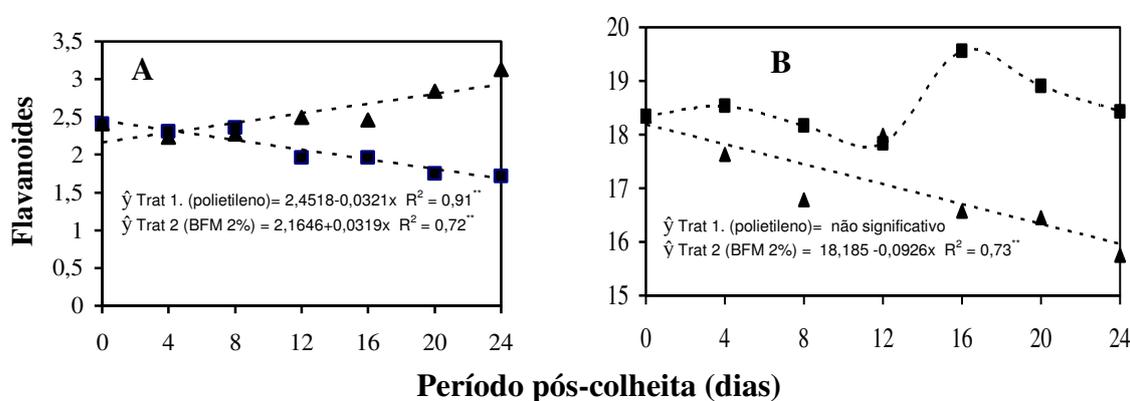


Figura 18 – Flavanoides da polpa (A - Polietileno --■-- e 2% de fécula --▲--) e da casca (B - Polietileno --■-- e 2% de fécula --▲--) de goiaba ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e armazenadas a 10 °C, Pombal – PB, 2012.

Entre o conteúdo de ácido ascórbico avaliado na polpa de goiabas ‘Paluma’ tratadas, destacam-se os frutos recobertos com BFM a 2% com um acréscimo aproximado de 16,14% deste conteúdo durante o armazenamento (24 dias) apresentando valores máximos ao 12º dia de 33,32 mg 100g⁻¹, enquanto que as goiabas recobertas com polietileno à vácuo perderam na ordem de 26% do teor deste composto durante o período de conservação, apresentando valores máximos ao 4º dia de 30,74 mg 100g⁻¹. (Figura 19A)

Observou-se diferença significativa, entre os teores de ácido ascórbico da casca dos frutos tratados, sendo que para ambos os casos, verificou-se incremento nos conteúdos destes, como observado na Figura 19B, em que os frutos tratados com BFM a 2% destacaram-se quando comparados aos tratados com polietileno a vácuo, com acréscimo de 21% e 15%, respectivamente. Para o tratamento de polietileno a vácuo destaca-se valores máximos de 68,87 mg 100g⁻¹ ao 16º dia, enquanto que para o tratamento de BFM a 2% os valores máximos obtidos foram 66,97 mg 100g⁻¹ ao 20º dia de armazenamento.

A vitamina C desempenha várias funções biológicas relacionadas ao sistema imune, formação de colágeno, absorção de ferro, inibição da formação de nitrosaminas e atividade antioxidante, além de facilitar o uso de cálcio na construção dos ossos e vasos sanguíneos (SILVA, 2010).

Essa vitamina atua como um excelente antioxidante sobre os radicais livres na fase aquosa, embora não seja capaz de agir nos compartimentos lipofílicos para inibir a peroxidação lipídica. Por outro lado, estudos *in vitro* mostraram que essa vitamina, na presença de metais de transição, tais como o ferro, pode atuar como molécula pró-oxidante e gerar os radicais livres H₂O₂ e OH⁻; porém estes metais estão presentes em quantidades muito limitadas (ODIN, 1997).

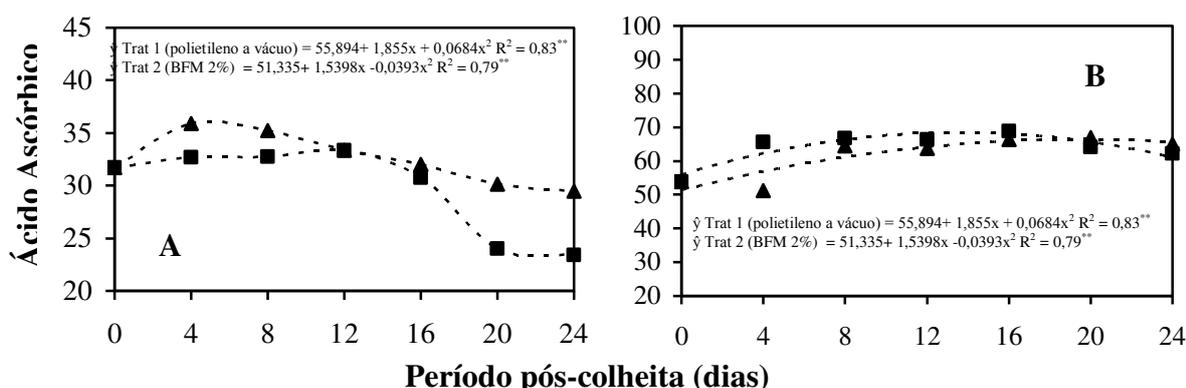


Figura 19 – Ácido Ascórbico da polpa (A – Polietileno a vácuo --■-- e BFM 2% --▲--) e da casca (B - Polietileno a vácuo --■-- e BFM 2% --▲--) de goiaba ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e armazenadas a 10 °C, Pombal – PB, 2012.

Observou-se que para polifenóis extraíveis (Tabela 11), diferiu significativamente entre os períodos para cada tratamento avaliado, bem como entre os tratamentos durante o armazenamento, com exceção do período zero. O revestimento com BFM a 2% apresentou menor perda no teor de polifenóis extraíveis da polpa (aproximadamente 5%) durante o período de conservação quando comparados com o tratamento com polietileno a vácuo que apresentou uma redução de aproximadamente 22% para o mesmo período. Melo et al. (2008), encontraram para fenólicos totais de goiaba o valor de 140,98mg em equivalente catequina 100g⁻¹, em extrato metanólico obtido a partir de polpas congeladas, valor inferior aos verificados neste estudo.

Verificou-se diferença significativa entre os períodos para cada tratamento na avaliação de polifenóis extraíveis para a casca de goiabas ‘Paluma’, porém entre os tratamentos durante a conservação não diferiram entre si com exceção do último dia de armazenamento. Observou-se uma redução destes ao fim do armazenamento para ambos tratamentos, sendo que os frutos revestidos com polietileno a vácuo apresentou a menor redução com aproximadamente 10% e os revestidos com BFM a 2% maior redução, aproximadamente 19% (Tabela 12).

Tabela 11 – Polifenóis extraíveis da polpa de goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada com o uso de polietileno a vácuo e biofilme de fécula de mandioca a 2%, armazenadas a 10°C, Pombal – PB, 2013.

TRATAMENTOS	Polifenóis Extraíveis da Polpa (mg.100g ⁻¹)			
	Período de conservação (dias)			
	0	8	16	24
Polietileno a vácuo	252,37aA ± 0,48	187,15cB ± 3,11	154,99dB ± 5,84	197,54bB ± 1,38
BFM 2%	252,37aA ± 0,48	208,67cA ± 1,27	238,52bA ± 5,70	240,26bA ± 2,86

Períodos seguidos por letras minúsculas distintas na mesma linha e tratamentos seguidos por letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 12 – Polifenóis Extraíveis Totais da casca de goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada, com o uso de polietileno a vácuo e biofilme de fécula de mandioca a 2%, armazenadas a 10°C, Pombal – PB, 2013.

TRATAMENTOS	Polifenóis Extraíveis da Casca (mg.100g ⁻¹)			
	Período de conservação (dias)			
	0	8	16	24
Polietileno a vácuo	466,19bA ± 1,57	405,31dA ± 7,93	481,36aA ± 6,56	420,95cA ± 5,97
BFM 2%	466,19bA ± 1,57	408,12cA ± 2,06	488,00aA ± 1,44	378,74dB ± 3,39

Períodos seguidos por letras minúsculas distintas na mesma linha e tratamentos seguidos por letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os compostos fenólicos foram extraídos em teores relevantes, ressaltando que estes compostos agregam valor ao fruto por possuírem alegações de apresentarem atividade antioxidante, ajudando o nosso organismo a se proteger contra as espécies reativas de oxigênio que provocam danos nas células.

De acordo com a capacidade antioxidante (Tabela 13), observou-se diferença significativa entre os períodos avaliados para cada tratamento, já entre os tratamentos foram observados diferença significativa somente ao 8° e 16° dia com relação à capacidade antioxidante da polpa dos frutos, apresentando maior redução desta capacidade para o tratamento utilizando polietileno a vácuo (aproximadamente 30%) quando comparado com o BFM a 2% (aproximadamente 18%).

Em relação à capacidade antioxidante avaliada para casca dos frutos observada na Tabela 14, verificou-se comportamento similar ao observado para polpa. A capacidade antioxidante para os frutos revestidos com polietileno a vácuo aproximadamente reduziu a metade ao fim do armazenamento (157,52g de polpa.g DPPH⁻¹) e a terça parte para os revestidos com BFM a 2% (222,97 de polpa.g DPPH⁻¹), para o mesmo período.

Tabela 13 – Capacidade antioxidante da polpa de goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada com o uso de polietileno a vácuo e biofilme de fécula de mandioca a 2%, armazenadas a 10 °C, Pombal – PB, 2013.

TRATAMENTOS	Capacidade antioxidante da Polpa (g polpa.g DPPH ⁻¹)			
	Período de conservação (dias)			
	0	8	16	24
Polietileno a vácuo	255,70cB ± 12,75	397,15aA ± 7,87	360,68bA ± 22,17	333,58bA ± 10,8
BFM 2%	255,70dA ± 12,75	293,90bcB ± 4,44	282,32cdB ± 8,64	320,56abA ± 3,78

Períodos seguidos por letras minúsculas distintas na mesma linha e tratamentos seguidos por letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 14 – Capacidade antioxidante da casca de goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada com o uso de polietileno a vácuo e biofilme de fécula de mandioca a 2%, armazenadas a 10°C, Pombal – PB, 2013.

TRATAMENTOS	Capacidade antioxidante da Casca (g casca.g DPPH ⁻¹)			
	Período de conservação (dias)			
	0	8	16	24
Polietileno a vácuo	69,65dA ± 4,98	211,27aA ± 4,8	170,44bA ± 1,77	157,52cB ± 2,62
BFM 2%	69,65dA ± 4,98	196,47bB ± 3,12	115,42cB ± 2,77	222,97aA ± 3,17

Períodos seguidos por letras minúsculas distintas na mesma linha e tratamentos seguidos por letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4 CONCLUSÕES

- Os teores de clorofila e polifenóis extraíveis diminuíram durante o período de armazenamento, para os dois tratamentos avaliados (Poliétileno a vácuo e BFM a 2%);
- Os valores de carotenoides aumentaram durante a conservação para os frutos revestidos com polietileno a vácuo e BFM a 2%, com destaque para os revestidos com o biofilme a base de fécula com os maiores teores tanto para polpa como para casca;
- O conteúdo de ácido ascórbico, com exceção da polpa com revestimento de polietileno a vácuo, tendeu a aumentar entre os tratamentos (com destaque para BFM a 2%) durante a conservação, principalmente na casca;
- Goiabas ‘Paluma’ revestidas com polietileno e biofilme de fécula de mandioca a 2% apresentaram teores elevados de compostos bioativos;
- Goiabas ‘Paluma’ podem ser classificadas frutos com elevado poder antioxidante, principalmente na casca, devendo ser estimulado o consumo desta fruta na íntegra;
- A polpa de goiabas ‘Paluma’ revestidas com biofilme de fécula de mandioca a 2% apresentou maior ação antioxidante.

REFERÊNCIAS

- ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplast polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, Washington, v.24, n.1, p.1-15, 1985.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18 ed, Gaithersburg, Maryland, 2005.
- CERQUEIRA, T.S. **Recobrimentos comestíveis em goiabas cv. ‘Kumagai’**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2007.
- CERQUEIRA, F. M.; MEDEIROS, M. H. G.; AUGUSTO, O. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. **Química Nova**. v. 30, n.2, São Paulo, 2007.
- DURIGAN, J.F.; MATTIUZ, B.H.; MORGADO, C.M.A. Pós-colheita e processamento mínimo de goiabas. In: NATALE, W.; ROZANE, D.E.; SOUZA, H.A. de; AMORIM, A.A. (Org.). **Cultura da goiaba: do plantio à comercialização**. Jaboticabal: FUNEP, 2009. v.2, p.429-470.
- ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. Londrina, v.3, n.1, p.39-45, 1991.
- FRANCIS, F.J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (Ed.), **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, 1982. p.181-207.
- FRANCIS, F.J., Food Colorants: anthocyanins, Critical Reviews. **Food Science Nutrition**, v.28, n.4, p.273-314, 1989.
- GOMES, F. P. E. **Curso de Estatística Experimental**. São Paulo, Nobel, p. 96-125, 1987.
- HIGBY, W. K. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified Orange juice. **Journal of Food Science**, Chicago, v.27, p.42-49, 1962.
- JACOMINO, A. P.; OJEDA, R. M.; KLUGE, R. A.; SCAPARE FILHO, J. A. Conservação de goiabas tratadas com emulsões de cera de carnaúba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 401-405, 2003.
- JIMÉNEZ, C. I. E.; MARTIZÉZ, E. Y. C.; FONSECA, J. G. Flavonoides y sus acciones antioxidantes. *Revista de Faculdade de Medicina – UNAM*. v. 52 n. 2, p. 73-75, 2009
- KUSKOSKI, M.; ASUERO, A.; TRONCOSO, A. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante em pulpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de alimentos**, v. 25, n.4, p. 726-732, 2005.
- KAUER, C.; KAPOOR, H. C Antioxidants in fruits and vegetables-the millennium’s health. **International Journal of Foods Science and Technology**. v. 36, n.7, p. 703 – 725, 2001.

LARRAURI, J. A.; PUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Washington, v. 45, p. 1390-1397, 1997.

MELO, E.A.; MACIEL, M.I.S.; LIMA, V.L.A.G.; NASCIMENTO, R.J. Capacidade antioxidante de frutas. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**. v. 44, n.2, p.193-201, 2008.

MENSOR, L. L.; MENESES, F. S.; LEITÃO, G. G.; REIS, A. S.; DOS SANTOS, T. C.; COUBE, C. S.; LEITÃO, S. G. Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by use of DPPH free radical method. **Phytotherapy Research**, London, v. 15, p. 127 – 130, 2001.

NAIDU, K. A. Vitamin C in human health and disease is still a mystery. Review. **Journal of Nutrition**, v. 2, n. 7, p. 7–16, 2003.

ODIN, A.P. Vitamins as antimutagens: advantages and some possible mechanisms of antimutagenic action. **Mutation Research**, Amsterdam, v.386, n.1, p.39-67,1997.

OLIVEIRA, D.S.; AQUINO, P.P.; RIBEIRO, S.M.R.; PROENÇA, R.P.C.; SANT'ANA, H.M.P. Vitamina C, carotenóides, fenólicos totais, e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum**. Maringá, v.33, n.1, p. 89-98, 2011.

PEREIRA, T.; CARLOS, L. A.; OLIVEIRA, J. G.; MONTEIRO, A.R. Características físicas e químicas de goiabas cv Cortibel (*Psidium guajava*) estocadas sob refrigeração em filmes X-Tend. **Revista Alimentos e Nutrição**. Araraquara, v. 16, n. 1, p. 11-16, 2009.

ROCHA, M. S. **Compostos bioativos e atividade antioxidante (*in vitro*) de frutos do cerrado piauiense**. 2011. 93f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição). UFPI, Teresina, 2011.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes Brasileiras de Carotenoides; Tabelas Brasileira de Composição de Carotenoides**. Brasília. MMA/SBF, p. 24-26, 2008.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH**, Comunicado Técnico 127, 4p. 2007.

SILVA, D. S.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; FIGUEIREDO, R. W.; COSTA, J. M. C.; FONSECA, A. V. V. Estabilidade de componentes bioativos do suco tropical de goiaba não adoçado obtido pelos processos de enchimento a quente e asséptico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, n.1, p.237-243, 2010.

SIQUEIRA, A. M. A.; COSTA, J. M. C.; AFONSO, M. R. A.; CLEMENTE, E. Pigments of guava paluma cultivar stored under environmental conditions. **African Journal of Food Science**, v. 5, n. 6, p. 320-323, 2011.

STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO, M. W.; HECKTHEUER, L. H. H. The Chlorophylls, **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p.748-755, 2005.

VEDANA, M. I. S.; ZIEMER, C.; MIGUEL, O. G.; PORTELLA, A. C.; CANDIDO, L. M B. Efeito do Processamento na atividade antioxidante de uva. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 19, n. 2, p. 159-165, 2008.

WANG, H.C.; HUANG, X.M.; HU, G.B.; YANG, Z.Y.; HUANG, H.B. A comparative study of chlorophyll loss and its related mechanism during fruit maturation in the pericarp of fast- and slow-degreening litchi pericarp. **Scientia Horticulturae**, v.1, n.6, p.247-257, 2005.

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).

CONCLUSÕES GERAIS

- Goiabas nos diferentes estádios apresentaram excelente capacidade antioxidante, sugerindo que a sua inclusão seja estimulada na dieta diária;
- As goiabas ‘Paluma’ apresentaram teores satisfatórios para ácido ascórbico, carotenoides e compostos fenólicos, constituindo fontes potenciais de compostos bioativos naturais para a dieta humana;
- O estádio IV (pigmentação verde predominante com traços amarelos) reúne as melhores características, físicas, físico-químicas e químicas para conservação pós-colheita, entretanto o estádio III (início da pigmentação amarela) seria o melhor para comercialização, principalmente visando mercados mais distantes;
- As atmosferas modificadas (polietileno a vácuo e biofilme de fécula de mandioca a 2%) associadas à refrigeração conservaram a qualidade e a integridade dos frutos, mantendo-os túrgidos, aparência atrativa durante um período mais prolongado;
- A elevada perda de massa ocorrida em frutos mantidos à temperatura ambiente foi um fator limitante na manutenção da vida útil pós-colheita de goiabas;
- A temperatura de 10 °C mostrou-se a mais eficiente para a conservação de goiabas, mantendo sua qualidade em condições aceitáveis pós-colheita;
- Goiabas ‘Paluma’ revestidas com polietileno a vácuo e biofilme de fécula de mandioca a 2% apresentaram teores elevados de compostos bioativos tais como, carotenoides, polifenóis extraíveis e ácido ascórbico;
- Goiabas ‘Paluma’ podem ser classificadas frutos com elevado poder antioxidante, principalmente na casca, portanto deve-se estimular o consumo desta fruta na íntegra;
- A polpa de goiabas ‘Paluma’ revestidas com biofilme de fécula de mandioca a 2% apresentou maior ação antioxidante.

ANEXOS

ANEXO 1A. Valores médios de temperaturas mínimas e máximas (°C) e umidade relativa do ar (%) durante a condução do experimento, Pombal-PB, 2012.

Data	Armazenamento a 24°C			Armazenamento a 10°C		
	Temp. Máx.	Temp. Mín.	UR	Temp. Máx.	Temp. Mín.	UR
28/03	24,7 °C	23,5 °C	69%	10,3 °C	9,7 °C	72%
30/03	24,1 °C	23,2 °C	65%	10,1 °C	9,9 °C	63%
01/04	24,2 °C	23,2 °C	68%	10,2 °C	9,8 °C	67%
03/04	24,1 °C	23,7 °C	52%	10,1 °C	9,9 °C	59%
07/04	24,7 °C	23,8 °C	75%	10,3 °C	9,6 °C	71%
09/04	25,1 °C	23,1 °C	69%	10,1 °C	9,8 °C	63%
11/04	24,1 °C	23,2 °C	63%	10,1 °C	9,6 °C	63%
13/04	24,1 °C	23,5 °C	76%	10,6 °C	9,9 °C	72%
15/04	24,3 °C	23,1 °C	71%	10,2 °C	9,8 °C	70%
17/04	24,2 °C	23,9 °C	70%	10,3 °C	9,7 °C	68%
19/04	24,3 °C	23,8 °C	71%	10,1 °C	9,7 °C	70%
21/04	24,1 °C	23,8 °C	68%	10,1 °C	9,7 °C	67%

ANEXO 2A. Análises de variâncias para os parâmetros físicos, físico-químicos e químicos da goiaba ‘Paluma’ em sete estádios de maturação. **CAPÍTULO II.**

	G.L.	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	Sig.
Comprimento	6	301,368	50,228	1,106	0,407
Largura	6	347,140	57,857	7,310	0,001
Massa	6	6247,619	1041,270	2,457	0,078
pH	6	0,083	0,014	16,882	0,000
SS	6	4,250	0,708	15,,024	0,000
AT	6	0,091	0,002	9,945	0,000
SS/AT	6	112,066	18,678	11,588	0,000
AA-Polpa	6	287,310	47,885	21,385	0,000
AA-Casca	6	1666,282	277,714	36,333	0,000
ATotal	6	3,592	0,599	26,127	0,000
ARedutor	6	2,187	0,364	59,107	0,000
Clo-Polpa	6	2,229	0,372	37,621	0,000
Clo-Casca	6	75,093	12,516	28,125	0,000
Car-Polpa	6	92,231	15,372	14,372	0,000
Car-Casca	6	517,965	86,327	66,905	0,000
Ant-Polpa	6	0,083	0,014	21,395	0,000
Ant-Casca	6	4,,862	0,810	251,718	0,000
Fla-Polpa	6	13,688	2,281	682,456	0,000
Fla-Casca	6	63,141	10,524	86,913	0,000
Antiox-Polpa	6	5131,015	855,169	60,927	0,000
Antiox-Casca	6	86468,611	14411,435	230,392	0,000
Fen-Polpa	6	26065,018	3723,574	337,088	0,000
Fen-Casca	6	35156,498	5022,357	244,574	0,000

ANEXO 3A. Análise de variância da regressão dos dados de **pH** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 24°C. (0% - CONTROLE)

pH			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,004	0,225 ^{**}
Regressão Grau 2	3	0,003	0,084 ^{**}
Regressão Grau 3	2	0,003	0,124 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 4A. Análise de variância da regressão dos dados de **Acidez Titulável** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 24°C. (0% - CONTROLE)

AT			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,002	0,014 [*]
Regressão Grau 2	2	0,003	0,007 ^{ns}
Regressão Grau 3	3	0,003	0,005 ^{ns}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 5A. Análise de variância da regressão dos dados de **SS** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 24°C. (0% - CONTROLE)

Sólidos Solúveis			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	1,696	0,058 ^{ns}
Regressão Grau 2	3	0,357	7,396 ^{**}
Regressão Grau 3	2	0,674	8,542 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 6A. Análise de variância da regressão dos dados de **SS/AT** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 24°C. (0% - CONTROLE)

SS/AT			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	5,026	4,438 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	2,398	24,441 [*]
Regressão Grau 3	3	2,310	17,502 [*]

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 7A. Análise de variância da regressão dos dados de **Açúcares Solúveis Totais** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 24°C. (0% - CONTROLE)

AST			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,950	13,477*
Regressão Grau 2	2	0,133	13,342**
Regressão Grau 3	3	0,109	9,052**

^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 8A. Análise de variância da regressão dos dados de **Açúcares Redutores** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 24°C. (0% - CONTROLE)

AR			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,736	0,004 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	0,100	5,135**
Regressão Grau 3	3	0,093	3,490**

^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 9A. Análise de variância da regressão dos dados de **Ac. Ascórbico da polpa** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 24°C. (0% - CONTROLE)

AA - Polpa			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	8,635	12,758 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	6,690	25,283*
Regressão Grau 3	3	4,888	27,495**

^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 10A. Análise de variância da regressão dos dados de **Ac. Ascórbico da casca** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 24°C. (0% - CONTROLE)

AA - Casca			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	18,869	44,999 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	19,205	29,409 ^{ns}
Regressão Grau 3	3	16,211	39,983 ^{ns}

^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 11A. Análise de variância da regressão dos dados de **pH** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 24°C. (BIOFILME DE FÉCULA DE MANDIOCA A 2% (BFM 2%))

pH			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,008	0,057*
Regressão Grau 2	2	0,009	0,029 ^{ns}
Regressão Grau 3	3	0,002	0,051**

^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 12A. Análise de variância da regressão dos dados de **AT** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 24°C. (BFM 2%).

AT			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,001	0,002 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	0,001	0,002 ^{ns}
Regressão Grau 3	3	0,000	0,002*

^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 13A. Análise de variância da regressão dos dados de **SS** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 24°C. (BFM 2%).

SS			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,858	2,652 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	0,795	2,226 ^{ns}
Regressão Grau 3	3	0,377	3,699**

^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 14A. Análise de variância da regressão dos dados de **SS/AT** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 24°C. (BFM 2%).

SS/AT			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	1,975	2,112 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	1,353	6,701*
Regressão Grau 3	3	0,777	7,609**

^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 15A. Análise de variância da regressão dos dados de **Açúcares Solúveis Totais** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 24°C. (BFM 2%).

AST			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,612	15,865 ^{**}
Regressão Grau 2	2	0,109	12,009 ^{**}
Regressão Grau 3	3	0,058	8,279 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 16A. Análise de variância da regressão dos dados de **Açúcares Redutores** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 24°C. (BFM 2%).

AR			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	1,174	0,000 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	0,036	9,126 ^{**}
Regressão Grau 3	3	0,030	6,122 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 17A. Análise de variância da regressão dos dados de **Ac. Ascórbico da polpa** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 24°C. (BFM 2%).

AA - Polpa			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	8,981	0,107 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	9,198	2,921 ^{ns}
Regressão Grau 3	3	9,842	2,005 ^{ns}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 18A. Análise de variância da regressão dos dados de **Ac. Ascórbico da casca** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 24°C. (BFM 2%).

AA - Casca			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	74,473	458,092 [*]
Regressão Grau 2	2	24,179	643,483 ^{**}
Regressão Grau 3	3	6,865	517,848 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 19A. Análise de variância da regressão dos dados de **pH** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. **CAPÍTULO III – TEMPERATURA 24°C. (BIOFILME DE FÉCULA DE MANDIOCA A 4% - BFM 4%).**

pH			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,009	0,180 ^{**}
Regressão Grau 2	2	0,009	0,091 ^{**}
Regressão Grau 3	3	0,002	0,096 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 20A. Análise de variância da regressão dos dados de **AT** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. **CAPÍTULO III – TEMPERATURA 24°C. (BFM 4%).**

AT			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,006	0,042 [*]
Regressão Grau 2	2	0,001	0,061 ^{**}
Regressão Grau 3	3	0,001	0,042 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 21A. Análise de variância da regressão dos dados de **SS** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. **CAPÍTULO III – TEMPERATURA 24°C. (BFM 4%).**

SS			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,227	3,523 ^{**}
Regressão Grau 2	2	0,231	1,848 ^{**}
Regressão Grau 3	3	0,159	1,643 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 22A. Análise de variância da regressão dos dados de **SS/AT** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. **CAPÍTULO III – TEMPERATURA 24°C. (BFM 4%).**

SS/AT			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	3,721	41,239 ^{**}
Regressão Grau 2	2	1,267	40,884 ^{**}
Regressão Grau 3	3	1,209	27,946 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 22A. Análise de variância da regressão dos dados de **Açúcares Solúveis Totais** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 24°C. (BFM 4%).

AST			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,157	7,993 ^{**}
Regressão Grau 2	2	0,041	4,941 ^{**}
Regressão Grau 3	3	0,044	3,296 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 23A. Análise de variância da regressão dos dados de **Açúcares Redutores** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 24°C. (BFM 4%).

AR			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,446	1,121 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	0,131	3,146 ^{**}
Regressão Grau 3	3	0,048	2,530 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 24A. Análise de variância da regressão dos dados de **Ac. Ascórbico da polpa** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 24°C. (BFM 4%).

AA - Polpa			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	5,036	102,536 ^{**}
Regressão Grau 2	2	3,662	64,087 ^{**}
Regressão Grau 3	3	3,284	45,712 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 25A. Análise de variância da regressão dos dados de **Ac. Ascórbico da casca** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 24°C. (BFM 4%).

AA - Casca			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	24,635	1211,569 ^{**}
Regressão Grau 2	2	22,299	635,617 ^{**}
Regressão Grau 3	3	22,911	428,325 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 25A. Análise de variância da regressão dos dados de **pH** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. **CAPÍTULO III – TEMPERATURA 24°C. (POLIETILENO A VÁCUO).**

pH			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,005	0,151 ^{**}
Regressão Grau 2	2	0,005	0,076 ^{**}
Regressão Grau 3	3	0,003	0,062 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 27A. Análise de variância da regressão dos dados de **AT** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. **CAPÍTULO III – TEMPERATURA 24°C. (POLIETILENO A VÁCUO).**

Acidez Titulável			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,002	0,007 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	0,001	0,015 ^{**}
Regressão Grau 3	3	0,001	0,010 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 28A. Análise de variância da regressão dos dados de **SS** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. **CAPÍTULO III – TEMPERATURA 24°C. (POLIETILENO A VÁCUO).**

Sólidos Solúveis			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,858	33,921 ^{**}
Regressão Grau 2	2	0,591	19,391 ^{**}
Regressão Grau 3	3	0,210	14,905 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 29A. Análise de variância da regressão dos dados de **SS/AT** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. **CAPÍTULO III – TEMPERATURA 24°C. (POLIETILENO A VÁCUO).**

SS/AT			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	7,491	64,752 ^{**}
Regressão Grau 2	2	3,721	64,403 ^{**}
Regressão Grau 3	3	2,271	50,942 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 31A. Análise de variância da regressão dos dados de **Açúcares Solúveis Totais** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 24°C. (POLIETILENO A VÁCUO).

AST			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,403	11,910 ^{**}
Regressão Grau 2	2	0,245	7,340 ^{**}
Regressão Grau 3	3	0,050	5,884 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 32A. Análise de variância da regressão dos dados de **Açúcares Redutores** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 24°C. (POLIETILENO A VÁCUO).

AA - Casca			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,838	0,312 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	0,110	6,028 ^{**}
Regressão Grau 3	3	0,118	4,021 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 33A. Análise de variância da regressão dos dados de **Ac. Ascórbico da polpa** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 24°C. (POLIETILENO A VÁCUO).

AA - Polpa			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	25,975	1336,458 ^{**}
Regressão Grau 2	2	15,172	762,238 ^{**}
Regressão Grau 3	3	13,214	522,351 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 34A. Análise de variância da regressão dos dados de **Ac. Ascórbico da casca** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 24°C. (POLIETILENO A VÁCUO).

AA - Casca			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	14,866	3,911 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	15,802	2,372 ^{ns}
Regressão Grau 3	3	10,764	30,358 ^{ns}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 35A. Análise de variância da regressão dos dados de **pH** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 10°C. (0% - CONTROLE).

pH			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,010	0,002 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	0,009	0,019 ^{ns}
Regressão Grau 3	3	0,007	0,027 [*]

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 36A. Análise de variância da regressão dos dados de **AT** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 10°C. (0% - CONTROLE).

Acidez titulável			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,021	0,193 ^{**}
Regressão Grau 2	2	0,021	0,102 [*]
Regressão Grau 3	3	0,022	0,069 ^{ns}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 37A. Análise de variância da regressão dos dados de **SS** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 10°C. (0% - CONTROLE).

Sólido sólidos			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	12,730	0,478 ^{**}
Regressão Grau 2	2	7,461	0,383 ^{**}
Regressão Grau 3	3	5,129	0,378 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 38A. Análise de variância da regressão dos dados de **SS/AT** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 10°C. (0% - CONTROLE).

SS/AT			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	4,042	6,670 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	4,261	3,382 ^{ns}
Regressão Grau 3	3	4,418	2,787 ^{ns}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 39A. Análise de variância da regressão dos dados de **Açúcares Solúveis Totais** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 10°C. (0% - CONTROLE).

AST			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,130	0,754*
Regressão Grau 2	2	0,066	1,023**
Regressão Grau 3	3	0,066	0,705**

^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 40A. Análise de variância da regressão dos dados de **Açúcares Redutores** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 10°C. (0% - CONTROLE).

AR			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,421	0,020 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	0,151	2,648**
Regressão Grau 3	3	0,152	1,813**

^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 41A. Análise de variância da regressão dos dados de **Ac. Ascórbico da polpa** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 10°C. (0% - CONTROLE).

AA - Polpa			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	16,944	103,164*
Regressão Grau 2	2	15,457	73,436*
Regressão Grau 3	3	16,120	50,353 ^{ns}

^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 42A. Análise de variância da regressão dos dados de **Ac. Ascórbico da casca** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 10°C. (0% - CONTROLE).

AA - Casca			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	17,654	57,090 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	11,144	95,961**
Regressão Grau 3	3	11,787	64,044**

^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 43A. Análise de variância da regressão dos dados de **pH** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 10°C. (BFM 2%)

pH			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,013	0,000 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	0,013	0,002 ^{ns}
Regressão Grau 3	3	0,014	0,006 ^{ns}

^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 44A. Análise de variância da regressão dos dados de **AT** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 10°C. (BFM 2%)

Acidez titulável			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	-	0,014	0,006 ^{ns}
Regressão Grau 2	-	0,014	0,006 ^{ns}
Regressão Grau 3	-	0,014	0,006 ^{ns}

^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 45A. Análise de variância da regressão dos dados de **SS** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 10°C. (BFM 2%)

Sólidos solúveis			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,086	2,538 ^{**}
Regressão Grau 2	2	0,089	1,282 ^{**}
Regressão Grau 3	3	0,091	0,873 ^{**}

^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 46A. Análise de variância da regressão dos dados de **SS/AT** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 10°C. (BFM 2%)

SS/AT			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,203	5,984 ^{**}
Regressão Grau 2	2	0,210	3,024 ^{**}
Regressão Grau 3	3	0,215	2,059 ^{**}

^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 47A. Análise de variância da regressão dos dados de **Açúcares Solúveis Totais** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 10°C. (BFM 2%)

AST			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,097	0,055 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	0,102	0,028 ^{ns}
Regressão Grau 3	3	0,085	0,149 ^{ns}

^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 48A. Análise de variância da regressão dos dados de **Açúcares Redutores** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 10°C. (BFM 2%)

AR			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,114	0,301 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	0,144	0,208 ^{ns}
Regressão Grau 3	3	0,119	0,152 ^{ns}

^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 49A. Análise de variância da regressão dos dados de **Ac. ascórbico da polpa** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 10°C. (BFM 2%)

AA - Casca			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	20,255	10,558 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	15,839	55,150 ^{ns}
Regressão Grau 3	3	16,096	40,591 ^{ns}

^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 50A. Análise de variância da regressão dos dados de **Ac. ascórbico da casca** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 10°C. (BFM 2%)

AA - Casca			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	18,475	479,721 ^{**}
Regressão Grau 2	2	13,979	289,568 ^{**}
Regressão Grau 3	3	13,584	199,943 ^{**}

^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 51A. Análise de variância da regressão dos dados de **pH** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 10°C. (BIOFILME DE FÉCULA DE MANDIOCA A 4% (BFM 4%))

pH			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,005	0,106 ^{**}
Regressão Grau 2	2	0,004	0,057 ^{**}
Regressão Grau 3	3	0,004	0,44 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 52A. Análise de variância da regressão dos dados de **AT** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 10°C. (BFM 4%)

Acidez titulável			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	-	0,004	0,044 ^{ns}
Regressão Grau 2	-	0,004	0,044 ^{ns}
Regressão Grau 3	-	0,004	0,044 ^{ns}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 53A. Análise de variância da regressão dos dados de **SS** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 10°C. (BFM 4%)

Sólidos solúveis			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,522	1,860 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	0,488	1,497 ^{ns}
Regressão Grau 3	3	0,370	1,829 [*]

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 54A. Análise de variância da regressão dos dados de **SS/AT** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 10°C. (BFM 4%)

SS/AT			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	1,236	4,398 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	1,156	3,542 ^{ns}
Regressão Grau 3	3	0,876	4,330 [*]

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 55A. Análise de variância da regressão dos dados de **Açúcares Solúveis Totais** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 10°C. (BFM 4%)

AST			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,057	2,998 ^{**}
Regressão Grau 2	2	0,035	1,734 ^{**}
Regressão Grau 3	3	0,032	1,182 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 56A. Análise de variância da regressão dos dados de **Açúcares Redutores** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 10°C. (BFM 4%)

AR			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,287	0,107 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	0,069	2,154 ^{**}
Regressão Grau 3	3	0,045	1,597 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 57A. Análise de variância da regressão dos dados de **Ac. Ascórbico da polpa** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 10°C. (BFM 4%)

AA - Polpa			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	24,119	116,820 [*]
Regressão Grau 2	2	14,245	159,339 ^{**}
Regressão Grau 3	3	15,083	106,226 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 58A. Análise de variância da regressão dos dados de **Ac. Ascórbico da casca** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 10°C. (BFM 4%)

AA - Casca			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	10,717	89,487 ^{**}
Regressão Grau 2	2	10,073	55,898 [*]
Regressão Grau 3	3	10,612	37,568 [*]

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 59A. Análise de variância da regressão dos dados de **pH** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 10°C. (POLIETILENO A VÁCUO)

pH			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,006	0,067 ^{**}
Regressão Grau 2	2	0,005	0,042 ^{**}
Regressão Grau 3	3	0,004	0,037 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 60A. Análise de variância da regressão dos dados de **AT** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 10°C. (POLIETILENO A VÁCUO)

Acidez titulável			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,008	0,010 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	0,008	0,007 ^{ns}
Regressão Grau 3	3	0,006	0,020 ^{ns}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 61A. Análise de variância da regressão dos dados de **SS** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 10°C. (POLIETILENO A VÁCUO)

Sólidos solúveis			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,333	3,202 ^{**}
Regressão Grau 2	2	0,350	1,614 [*]
Regressão Grau 3	3	0,357	1,150 [*]

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 62A. Análise de variância da regressão dos dados de **SS/AT** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 10°C. (POLIETILENO A VÁCUO)

SS/AT			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	2,841	24,896 ^{**}
Regressão Grau 2	2	2,994	12,491 ^{**}
Regressão Grau 3	3	2,173	13,979 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 63A. Análise de variância da regressão dos dados de **Açúcares Solúveis Totais** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 10°C. (POLIETILENO A VÁCUO)

AST			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,350	7,967 ^{**}
Regressão Grau 2	2	0,157	5,902 ^{**}
Regressão Grau 3	3	0,120	4,195 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 64A. Análise de variância da regressão dos dados de **Açúcares Redutores** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 10°C. (POLIETILENO A VÁCUO)

AR			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,541	0,278 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	0,174	3,704 ^{**}
Regressão Grau 3	3	0,083	3,048 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 65A. Análise de variância da regressão dos dados de **Ac. Ascórbico da polpa** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 10°C. (POLIETILENO A VÁCUO)

AA - Polpa			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	34,432	121,368 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	18,655	219,894 ^{**}
Regressão Grau 3	3	17,719	158,115 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 66A. Análise de variância da regressão dos dados de **Ac. Ascórbico da casca** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO III – TEMPERATURA 10°C. (POLIETILENO A VÁCUO)

AA - Casca			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	22,632	61,663 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	7,148	181,504 ^{**}
Regressão Grau 3	3	5,844	130,773 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 67A. Análise de variância da regressão dos dados de **Clorofila da Polpa** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO IV – TEMPERATURA 10°C. (POLIETILENO A VÁCUO)

Clorofila - Polpa			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,010	0,000 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	0,006	0,037 [*]
Regressão Grau 3	3	0,006	0,032 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 68A. Análise de variância da regressão dos dados de **Clorofila da casca** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO IV – TEMPERATURA 10°C. (POLIETILENO A VÁCUO)

Clorofila - Casca			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,490	5,508 ^{**}
Regressão Grau 2	2	0,385	3,948 ^{**}
Regressão Grau 3	3	0,326	3,095 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 69A. Análise de variância da regressão dos dados de **Carotenoides da Polpa** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO IV – TEMPERATURA 10°C. (POLIETILENO A VÁCUO)

Carotenoides - Polpa			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,523	12,800 ^{**}
Regressão Grau 2	2	0,379	7,954 ^{**}
Regressão Grau 3	3	0,314	5,800 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 70A. Análise de variância da regressão dos dados de **Carotenoides da casca** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO IV – TEMPERATURA 10°C. (POLIETILENO A VÁCUO)

Carotenoides - Casca			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	4,149	5,091 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	3,289	12,357 [*]
Regressão Grau 3	3	1,975	16,782 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 71A. Análise de variância da regressão dos dados de **Antocianinas da Polpa** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO IV – TEMPERATURA 10°C. (POLIETILENO A VÁCUO)

Antocianinas - Polpa			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,001	0,011 [*]
Regressão Grau 2	2	0,001	0,012 ^{**}
Regressão Grau 3	3	0,001	0,009 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 72A. Análise de variância da regressão dos dados de **Antocianinas da casca** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO IV – TEMPERATURA 10°C. (POLIETILENO A VÁCUO)

Antocianinas - Casca			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,002	0,003 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	0,002	0,002 ^{ns}
Regressão Grau 3	3	0,002	0,002 ^{ns}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 73A. Análise de variância da regressão dos dados de **Flavonoides da Polpa** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO IV – TEMPERATURA 10°C. (POLIETILENO A VÁCUO)

Flavonoides - Polpa			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,009	1,373 ^{**}
Regressão Grau 2	2	0,009	0,687 ^{**}
Regressão Grau 3	3	0,007	0,470 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 74A. Análise de variância da regressão dos dados de **Flavonoides da casca** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO IV – TEMPERATURA 10°C. (POLIETILENO A VÁCUO)

Flavonoides - Casca			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,300	0,600 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	0,315	0,307 ^{ns}
Regressão Grau 3	3	0,251	0,675 ^{ns}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 75A. Análise de variância da regressão dos dados de **Ac. Ascórbico da Polpa** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO IV – TEMPERATURA 10°C. (**POLIETILENO A VÁCUO**)

AA - Polpa			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	34,432	121,368 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	18,655	219,894 ^{**}
Regressão Grau 3	3	17,719	158,115 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 76A. Análise de variância da regressão dos dados de **Ac. Ascórbico da casca** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO IV – TEMPERATURA 10°C. (**POLIETILENO A VÁCUO**)

AA - Casca			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	22,632	61,663 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	7,148	181,504 ^{**}
Regressão Grau 3	3	5,844	130,773 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 77A. Análise de variância da regressão dos dados de **Clorofila da Polpa** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO IV – TEMPERATURA 10°C. (**BIOFILME DE FÉCULA DE MANDIOCA A 2% (BFM 2%)**)

Clorofila - Polpa			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,009	0,113 ^{**}
Regressão Grau 2	2	0,004	0,107 ^{**}
Regressão Grau 3	3	0,004	0,071 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 78A. Análise de variância da regressão dos dados de **Clorofila da casca** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO IV – TEMPERATURA 10°C. (**BFM 2%**)

AA - Casca			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,537	9,273 ^{**}
Regressão Grau 2	2	0,198	7,957 ^{**}
Regressão Grau 3	3	0,182	5,463 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 79A. Análise de variância da regressão dos dados de **Carotenoides da polpa** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO IV – TEMPERATURA 10°C. (BFM 2%)

Carotenoides - Polpa			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,256	6,161 ^{**}
Regressão Grau 2	2	0,256	3,664 ^{**}
Regressão Grau 3	3	0,048	3,403 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 80A. Análise de variância da regressão dos dados de **Carotenoides da casca** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO IV – TEMPERATURA 10°C. (BFM 2%)

Carotenoides - Casca			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	1,435	0,056 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	1,436	0,735 ^{ns}
Regressão Grau 3	3	1,507	0,569 ^{ns}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 81A. Análise de variância da regressão dos dados de **Antocianinas da Polpa** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO IV – TEMPERATURA 10°C. (BFM 2%)

Antocianinas - Polpa			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,001	0,007 [*]
Regressão Grau 2	2	0,002	0,004 ^{ns}
Regressão Grau 3	3	0,001	0,003 ^{ns}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 82A. Análise de variância da regressão dos dados de **Antocianinas da casca** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO IV – TEMPERATURA 10°C. (BFM 2%)

Antocianinas - Casca			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,003	0,000 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	0,002	0,003 ^{ns}
Regressão Grau 3	3	0,001	0,008 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 83A. Análise de variância da regressão dos dados de **Flavonoides da Polpa** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO IV – TEMPERATURA 10°C. (BFM 2%)

Flavonoides - Polpa			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,034	1,383 ^{**}
Regressão Grau 2	2	0,011	0,913 ^{**}
Regressão Grau 3	3	0,011	0,610 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 84A. Análise de variância da regressão dos dados de **Flavonoides da casca** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO IV – TEMPERATURA 10°C. (BFM 2%)

Flavonoides - Casca			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	0,291	11,463 ^{**}
Regressão Grau 2	2	0,303	5,772 ^{**}
Regressão Grau 3	3	0,278	4,089 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 85A. Análise de variância da regressão dos dados de **ac. Ascórbico da polpa** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO IV – TEMPERATURA 10°C. (BFM 2%)

AA - Casca			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	20,255	10,558 ^{ns}
Regressão Grau 2	2	15,839	55,150 ^{ns}
Regressão Grau 3	3	16,096	40,591 ^{ns}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

ANEXO 86A. Análise de variância da regressão dos dados de **ac. Ascórbico da casca** para goiabas ‘Paluma’ sob atmosfera modificada e duas temperaturas. CAPÍTULO IV – TEMPERATURA 10°C. (BFM 2%)

AA - Casca			
Causas da variação	GL	Resíduo	Quadrado médio
Regressão Grau 1	1	18,475	479,721 ^{**}
Regressão Grau 2	2	13,979	289,568 ^{**}
Regressão Grau 3	3	13,584	199,943 ^{**}

^{ns} – não significativo; ^{**} e ^{*} significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.