

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**QUALIDADE DE CARAMBOLAS SUBMETIDAS A DIFERENTES  
TRATAMENTOS PÓS-COLHEITA**

**MILENA GALHARDO BORGUINI**

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da UNESP – Campus  
de Botucatu, para obtenção do título de  
Mestre em Agronomia (Horticultura).

BOTUCATU - SP  
Agosto – 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**QUALIDADE DE CARAMBOLAS SUBMETIDAS A DIFERENTES  
TRATAMENTOS PÓS-COLHEITA**

**MILENA GALHARDO BORGUINI**

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Regina Marta Evangelista

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da UNESP – Campus  
de Botucatu, para obtenção do título de  
Mestre em Agronomia (Horticultura).

BOTUCATU - SP  
Agosto– 2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO -  
SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA  
- LAGEADO - BOTUCATU (SP)

B734q Borguini, Milena Galhardo, 1979-  
Qualidade de carambolas submetidas a diferentes tratamentos pós-colheita /  
Milena Galhardo Borguini. - Botucatu : [s.n.], 2011  
xi, 58 f. : il. color., gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual  
Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu,  
2011

Orientador: Regina Marta Evangelista  
Inclui bibliografia

1. Ácido etilenodiaminotetraacético. 2. Carambola. 3. Cloreto de cálcio.  
4. Filmes plásticos. 5. Vitamina C. I. Evangelista, Regina Marta. II.  
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de  
Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU**

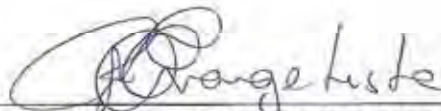
**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO: “QUALIDADE DE CARAMBOLAS SUBMETIDAS A DIFERENTES  
TRATAMENTOS PÓS-COLHEITA”**

**ALUNA: MILENA GALHARDO BORGUINI**

**ORIENTADORA: PROFª DRª REGINA MARTA EVANGELISTA**

Aprovado pela Comissão Examinadora



\_\_\_\_\_  
PROFª DRª RÉGINA MARTA EVANGELISTA



\_\_\_\_\_  
PROFª DRª GIUSEPPINA PACE PEREIRA LIMA



\_\_\_\_\_  
PROFª DRª LÚCIANA MANOEL DE OLIVEIRA

Data da Realização: 25 de agosto de 2011.

Aos meus queridos pais Carlos e Teresa  
e à minha querida irmã Renata,  
DEDICO

## AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da Vida;

Aos meus pais Carlos Borguini e Teresa Galhardo Borguini, a minha eterna gratidão, amo vocês.

À minha irmã Renata, pelo exemplo de profissional, pelo exemplo de ser humano, pelo apoio e amizade sincera em todas as horas.

À Faculdade de Ciências Agrônômicas Unesp Botucatu-SP.

Ao Departamento de Horticultura;

À profa. Dra. Regina Marta Evangelista, por todo apoio, ensinamento e amizade, ao longo desses anos;

À CAPES pelo apoio financeiro;

À empresa Val Frutas por me conceder os frutos de carambola para esse trabalho. Ao funcionário da Val Frutas Valdemir pela colaboração e atenção;

Aos funcionários do Departamento de Horticultura; especialmente à Márcia e Edson Alves Rosa (“Negão”) pela ajuda nas análises laboratoriais;

À Profa. Dra. Giuseppina Pace Pereira Lima, pela amizade e por me ceder o uso ao laboratório;

Às amigas Tatiana Maquini e Luciana Manoel, pelos ensinamentos, apoio, risadas e pela maravilhosa convivência no laboratório;

À minha amiga Ariane Salata, pela ajuda e paciência;

Às amigas Pricyla Sanches, Michelle de Santi, Emília Malagode, Priscila Suman, pela amizade e momentos de descontração;

À Vivian Ciccone e Samuel Ribeiro, pelo apoio e amizade;

À Taice pela amizade e companheirismo;

À todos amigos do Departamento de Horticultura;

À profissional Glória Guilera Catelan pelos bons tempos de convivência;

Às religiosas Irmã Nadir e Irmã das Dores, pelas orações e carinho;

À todos que ajudaram de alguma forma meus sinceros agradecimentos.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	IX
LISTA DE FIGURAS.....	XI
RESUMO.....	01
SUMMARY.....	02
1. INTRODUÇÃO.....	03
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	05
2.1 Armazenamento dos frutos.....	05
2.2 Características Qualitativas.....	07
2.3 Respiração.....	11
2.4 Cálcio.....	13
2.5 Ácido ascórbico (AA), escurecimento e compostos fenólicos.....	13
3. OBJETIVOS.....	16
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4.1 Condições gerais do experimento.....	17
4.1.1 Avaliação do efeito de diferentes tratamentos químicos em diferentes concentrações.....	18
4.1.2 Avaliação do efeito de dois tipos de embalagens associadas a diferentes tratamentos químicos.....	19
4.2 Características qualitativas analisadas.....	19
4.2.1 Coloração da casca.....	19
4.2.2 Firmeza.....	20
4.2.3 Perda de massa (PM) .....	20
4.2.4 pH.....	20
4.2.5 Acidez titulável (AT).....	20
4.2.6 Sólidos solúveis (SS).....	21
4.2.7 Açúcares redutores (AR).....	21
4.2.8 Teor de ácido ascórbico.....	21
4.2.9 Teor de Fenóis Totais.....	21
4.2.10 Respiração.....	22

4.3 Análise estatística .....	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5.1 Avaliação do efeito de diferentes tratamentos químicos em diferentes concentrações.....	23
5.1.1 Coloração da casca.....	24
5.1.2 Firmeza.....	25
5.1.3 Perda de massa (PM) .....	26
5.1.4 pH.....	27
5.1.5 Acidez titulável (AT).....	28
5.1.6 Sólidos solúveis (SS).....	30
5.1.7 Açúcares redutores (AR).....	31
5.1.8 Teor de ácido ascórbico.....	32
5.1.9 Teor de Fenóis Totais.....	33
5.1.10 Respiração.....	34
5.2 Avaliação do efeito de dois tipos de embalagens associadas a diferentes tratamentos químicos.....	36
5.2.1 Coloração da casca.....	36
5.2.2 Firmeza.....	38
5.2.3 Perda de massa (PM) .....	40
5.2.4 pH.....	41
5.2.5 Acidez titulável (AT).....	42
5.2.6 Sólidos solúveis (SS).....	43
5.2.7 Açúcares redutores (AR).....	44
5.2.8 Teor de ácido ascórbico.....	45
5.2.9 Teor de Fenóis Totais.....	46
5.2.10 Respiração.....	47
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
6.1 Avaliação do efeito de diferentes tratamentos químicos em diferentes concentrações.....	49
6.2 Avaliação do efeito de dois tipos de embalagens associadas a diferentes tratamentos químicos. ....	50

7. CONCLUSÕES.....	51
8. REFERÊNCIAS.....	52

## LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Valores médios de Chroma (C*) e Hue (°h) obtidos de carambolas ‘Nota 10’, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a $10 \pm 1$ °C e $90 \pm 2$ % UR, por 21 dias.....	24
Tabela 2. Valores médios de Firmeza (gf) obtidos de carambolas ‘Nota 10’, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a $10 \pm 1$ °C e $90 \pm 2$ % UR, por 21 dias.....	26
Tabela 3. Valores médios de pH obtidos de carambolas ‘Nota 10’, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a $10 \pm 1$ °C e $90 \pm 2$ % UR, por 21 dias.....	28
Tabela 4. Valores médios de Acidez Titulável (g de ácido oxálico $100 \text{ g}^{-1}$ de polpa) obtidos de carambolas ‘Nota 10’, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a $10 \pm 1$ °C e $90 \pm 2$ % UR, por 21 dias.....	29
Tabela 5. Valores médios de Sólidos Solúveis (°Brix) obtidos de carambolas ‘Nota 10’, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a $10 \pm 1$ °C e $90 \pm 2$ % UR, por 21 dias.....	31
Tabela 6. Valores médios de Açúcares redutores (%) obtidos de carambolas ‘Nota 10’, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a $10 \pm 1$ °C e $90 \pm 2$ % UR, por 21 dias.....	32
Tabela 7. Valores médios de Ácido Ascórbico (mg ácido ascórbico $100 \text{ g}^{-1}$ ) obtidos de carambolas ‘Nota 10’, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a $10 \pm 1$ °C e $90 \pm 2$ % UR, por 21 dias.....	33
Tabela 8. Valores médios de Fenóis totais (em mg de ácido gálico $\text{g}^{-1}$ ) obtidos de carambolas ‘Nota 10’, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a $10 \pm 1$ °C e $90 \pm 2$ % UR, por 21 dias.....	34
Tabela 9. Valores médios de Chroma (C*) e Hue (°h) obtidos de carambolas ‘Nota 10’, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a $10 \pm 1$ °C e $90 \pm 2$ % UR, por 21 dias.....	37

Tabela 10. Valores médios de Firmeza (gf) obtidos de carambolas ‘Nota 10’, submetidos a diferente tratamentos pós-colheita e armazenadas a $10 \pm 1$ °C e $90 \pm 2$ % UR, por 21 dias.....	39
Tabela 11. Valores médios de pH obtidos de carambolas ‘Nota 10’, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a $10 \pm 1$ °C e $90 \pm 2$ % UR, por 21 dias.....	41
Tabela 12. Valores médios de Acidez Titulável (g de ácido oxálico $100 \text{ g}^{-1}$ de polpa) obtidos de carambolas ‘Nota 10’, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a $10 \pm 1$ °C e $90 \pm 2$ % UR, por 21 dias.....	42
Tabela 13. Valores médios de Sólidos Solúveis (°Brix) obtidos de carambolas ‘Nota 10’, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a $10 \pm 1$ °C e $90 \pm 2$ % UR, por 21 dias.....	43
Tabela 14. Valores médios de Açúcares Redutores (%) de carambolas ‘Nota 10’, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a $10 \pm 1$ °C e $90 \pm 2$ % UR, por 21 dias.....	44
Tabela 15. Valores médios de Ácido Ascórbico (mg ácido ascórbico $100\text{g}^{-1}$ ) obtidos de carambolas ‘Nota 10’, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a $10 \pm 1$ °C e $90 \pm 2$ % UR, por 21 dias.....	45
Tabela 16. Valores médios de Fenóis Totais (mg de ácido gálico $\text{g}^{-1}$ ) obtidos de carambolas ‘Nota 10’, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a $10 \pm 1$ °C e $90 \pm 2$ % UR, por 21 dias.....	47

**LISTA DE FIGURAS**

	Páginas
Figura 1. Parte do diagrama de cromaticidade $a^*$ , $b^*$ .....	19
Figura 2. Porcentagem de perda de massa fresca (%) obtidas de carambolas ‘Nota 10’, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a $10 \pm 1$ °C e $90 \pm 2$ % UR, por 21 dias.....	27
Figura 3. Taxa respiratória ( $\text{mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ hora}^{-1}$ ) de carambolas Nota 10’, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a $10 \pm 1$ °C e $90 \pm 2$ % UR, por 21 dias.....	35
Figura 4. Porcentagem de perda de massa fresca (%) obtidas de carambolas ‘Nota 10’, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a $10 \pm 1$ °C e $90 \pm 2$ % UR, por 21 dias.....	40
Figura 5. Taxa respiratória ( $\text{mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ hora}^{-1}$ ) de carambolas Nota 10, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a $10 \pm 1$ °C e $90 \pm 2$ % UR, por 21 dias.....	48

## QUALIDADE DE CARAMBOLAS SUBMETIDAS A DIFERENTES TRATAMENTOS PÓS-COLHEITA.

**Autora:** Milena Galhardo Borguini

**Orientadora:** Regina Marta Evangelista

### RESUMO

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de diferentes tratamentos químicos e de embalagens na conservação pós-colheita de carambolas refrigeradas. Foram utilizados frutos inteiros que após os tratamentos foram acondicionados em bandejas de poliestireno expandido, armazenados à temperatura de  $10 \pm 1^\circ\text{C}$  e umidade relativa de  $90 \pm 2\%$  durante 21 dias. As análises foram realizadas com intervalo de 7 dias em relação aos seguintes parâmetros: cor, perda de massa fresca, firmeza, pH, acidez titulável, sólidos solúveis, açúcares redutores, teor de ácido ascórbico, fenóis e atividade respiratória. No primeiro experimento: Os frutos foram submetidos aos seguintes tratamentos: controle (T1), ácido ascórbico 1% (T2), ácido ascórbico 3% (T3), cloreto de cálcio a 1% (T4), cloreto de cálcio a 3% (T5), EDTA de cálcio a 1% (T6), EDTA de cálcio a 3% (T7). A partir dos resultados obtidos no primeiro experimento foi montado o segundo, associando a melhor concentração de cada tratamento com diferentes tipos de filmes plásticos. Os tratamentos foram: controle (sem filme, sem tratamento) (T1), policloreto de vinila (PVC) + ácido ascórbico a 3% (T2), PVC + cloreto de cálcio a 3% (T3), PVC + EDTA de cálcio a 3% (T4), polietileno de baixa densidade (PEBD) de  $0,6\ \mu$  + ácido ascórbico a 3% (T5), PEBD de  $0,6\ \mu$  + cloreto de cálcio a 3% (T6), PEBD de  $0,6\ \mu$  + EDTA de cálcio a 3% (T7). Os diferentes tratamentos químicos na concentração de 3% e o uso de embalagens de PVC (Policloreto de vinila) e PEBD (Polietileno de baixa densidade)  $0,6\ \mu$  propiciaram melhor conservação de frutos de carambola sem interferir nas características de qualidade.

Palavras-chaves: *Averrhoa carambola* L, ácido ascórbico, cloreto de cálcio, ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) de cálcio, filmes plásticos.

**CARAMBOLE QUALITY UNDER DIFFERENT TREATMENTS POSTHARVEST.** Botucatu, 2011, 69p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: MILENA GALHARDO BORGUINI

Adviser: REGINA MARTA EVANGELISTA

## **SUMMARY**

The aim of this study was to evaluate the effect of different chemical treatments and packaging on postharvest storage of refrigerated carambole. Whole fruits after the treatments were placed in polystyrene trays, stored at  $10 \pm 1$  ° C and relative humidity of  $90 \pm 2\%$  for 21 days. Analyses were performed with an interval of 7 days on the following parameters: color, weight loss, firmness, pH, titratable acidity, soluble solids, reducing sugars, ascorbic acid, phenols and respiratory activity. In the first experiment, fruits were submitted to the following treatments: control (T1), ascorbic acid 1% (T2), ascorbic acid 3% (T3), calcium chloride 1% (T4), calcium chloride 3% (T5), calcium EDTA 1% (T6), and calcium EDTA 3% (T7). From the results obtained in the first experiment was established the second, combining the best concentration of each treatment with different types of plastic films. The treatments were: control (no film, no treatment) (T1), polyvinyl chloride (PVC) + ascorbic acid 3% (T2), PVC + calcium chloride 3% (T3), PVC + calcium EDTA 3% (T4), 0.6  $\mu$  low density polyethylene (LDPE) +ascorbic acid 3% (T5), 0.6  $\mu$  LDPE + calcium chloride 3% (T6), and 0.6  $\mu$  LDPE + calcium EDTA 3% (T7). The different chemical treatments on the concentration of 3% and the use of PVC (polyvinyl chloride) and LDPE (Low density polyethylene) 0.6  $\mu$  packaging provided better preservation of carambole fruits without interfering in the quality characteristics.

Keywords: *Averrhoa carambola* L, ascorbic acid, calcium chloride, calcium ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA), plastic films.

## 1. INTRODUÇÃO

A carambola (*Averrhoa carambola* L.) pertence à família Oxalidaceae, é originária da Ásia tropical mais provavelmente da Índia e foi introduzida no Brasil por volta de 1817 no nordeste, espalhando-se a partir dessa região por todo litoral brasileiro (VENTUROSOSO et al., 2002). Atualmente está distribuída por todo mundo, podendo ser encontrada na Austrália, Filipinas e outras ilhas do Pacífico Sul, América Central e do Sul, Caribe, África, Israel e em áreas subtropicais dos Estados Unidos (LENNOX; RAGOONATH, 1990). Estima-se que, no Brasil, a área de cultivo de carambola seja de aproximadamente 300 ha, localizada predominantemente na região sudeste, no Estado de São Paulo (BASTOS, 2004).

A caramboleira, segundo Saúco (1994), é considerada de grande potencial mercadológico devido, dentre outros fatores, ao rápido desenvolvimento, alta produtividade, sabor e aparência peculiares.

Podem ocorrer duas ou mais safras de carambola por ano, mas no Brasil a maior produção dá-se nos meses de fevereiro e março. Embora o ponto ótimo de concentração de açúcar e sabor seja alcançado com pleno desenvolvimento da cor, os frutos são comercialmente colhidos quando estão mudando do verde para amarelo-esverdeado predominante (POMMER et al., 2006).

Os frutos da caramboleira apresentam vários problemas na pós-colheita, como a susceptibilidade a danos mecânicos (LENOX; RAGOONATH, 1990), ausência de ponto de colheita determinado (CAMPBELL; KOCH, 1989), amolecimento (CHIN et al., 1999), infestação por mosca das frutas (ALVES et al., 1999) e algumas doenças (SEPIAH et al., 2003). Desse modo, com o objetivo de estender a vida útil e manter as

características do produto são utilizados alguns princípios de conservação, como: baixa temperatura, embalagem, boas práticas de higiene e sanitização e tratamentos químicos (REIS et al., 2005).

Entre os tratamentos químicos mais utilizados estão à utilização de cálcio, ácido ascórbico e EDTA de cálcio. O cálcio desempenha papel importante na manutenção da qualidade de frutas e hortaliças. Além das desordens fisiológicas, o cálcio está associado à própria qualidade, com efeitos sobre a respiração e a textura, está relacionado a diversas doenças de natureza microbiana. Hanson et al., (1993) demonstraram que cerca de 60% do cálcio celular total encontrava-se localizado na parede celular (lamela média), onde exerce a função estabilizante, o que pode influir na textura, na firmeza e no amadurecimento dos frutos. O ácido ascórbico (vitamina C) é um dos principais antioxidantes usado em frutas e hortaliças para prevenir o escurecimento e outras reações oxidativas (CARVALHO; CHALFOUN, 1991). O ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) está entre os reagentes quelantes mais comumente utilizados na indústria de alimentos, ligando-se a íons metálicos, como o cobre, fundamental para a ativação da polifenoloxidase, retardando o efeito desta enzima (DZIEZAK, 1986).

Conforme vem aumentando a produção e comercialização de carambola nos últimos anos, e esta apresenta problemas na conservação pós-colheita faz se necessário mais pesquisas, no sentido de aumentar a vida útil destes frutos, com qualidade.

Assim sendo, este trabalho teve como objetivo verificar a influência das diferentes concentrações de ácido ascórbico, cloreto de cálcio e EDTA de cálcio associados ou não ao uso de embalagens na conservação e qualidade de carambola armazenada sob refrigeração.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Armazenamento dos frutos

O fruto da carambola atinge a maturidade fisiológica quando está ligado à árvore e após a colheita continua seu amadurecimento para se transformar em fruto comestível e, então, passa à fase de senescência (BALDINI et al., 1982). Estas fases são acompanhadas de muitas reações químicas, que culminam também em reações físicas, dentre as quais se destacam, para este fruto em particular, a excessiva perda de água e o ressecamento, ocasionados pela transpiração e armazenamento inadequado (CAMPBELL; KOCH, 1989). Trata-se também de um alimento muito perecível, pois possui cerca de 94% de umidade (BALBACH; BOARIM, 1992), o que o torna susceptível ao ataque microbiano.

Segundo O'Hare (1993) e Pommer et al., (2006) as estratégias para se aumentar a vida útil dos frutos de carambola devem focalizar os seguintes aspectos: a redução da desidratação por controle ambiental (temperatura, umidade e mudanças na atmosfera), como por filmes apropriados (polietileno e outros). Deve-se, também, evitar o escurecimento por meio físico (evitando choques severos, por exemplo) ou químico e proceder ao controle de organismos patogênicos e pragas quarentenárias.

A redução de temperatura é o método mais antigo utilizado para conservação de produtos de origem vegetal *in natura*. Porém, este apenas retarda reações químicas e enzimáticas ou previne, temporariamente, o desenvolvimento de patógenos e insetos após a colheita (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Segundo Yamashita et al. (2001), embalar frutos em filmes plásticos diminui as taxas de respiração, transpiração, crescimento microbiano e outras reações metabólicas que ocorrem no produto, através da criação de uma micro-atmosfera ótima. Os filmes plásticos de uso mais generalizado em pós-colheita são o cloreto de polivinil (PVC), polietileno de baixa densidade (PEBD) e polietileno de alta densidade (PEAD). Esses filmes apresentam diferentes graus de permeabilidade ao vapor de água e aos gases CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> e etileno.

O filme de PVC apresenta maior permeabilidade ao vapor de água, seguida do PEBD e PEAD (FINGER; VIEIRA, 1997). O filme plástico à base de cloreto de polivinila (PVC), devido à praticidade, custo relativamente baixo e alta eficiência, tem sido bastante utilizado, principalmente, quando associado ao armazenamento refrigerado para evitar perdas de frutas (SOUSA et al., 2002).

Kenney e Hull (1986) trabalharam com carambolas maduras das cultivares Fwang Tung e Arkin armazenadas a 4,4; 7,2; 10,0 e 21,0 °C com e sem embalagem em sacos de polietileno e verificaram que o armazenamento a 7,2 °C por 28 dias sem embalagem não influenciou a qualidade dos frutos, no entanto, o uso de embalagem combinada com armazenamento foi menos efetivo e resultou em altos níveis de apodrecimento. Ambas as cultivares apresentaram injúrias pelo frio quando armazenadas a 4,4 °C. A perda de qualidade também foi observada no armazenamento a 10 e 21 °C, onde a maior temperatura resultou em um rápido apodrecimento, após 14 dias e os frutos foram considerados impróprios para a comercialização.

Campbell et al. (1987), armazenaram carambolas das cultivares Arkin e Golden Star nas temperaturas de 5, 10, 15 e 20 °C e verificaram que as mantidas a 10 °C tinham melhor qualidade que as mantidas a 15 e 20 °C. Carambolas 'Arkin' armazenadas por 44 dias a 10 e 5 °C mostraram consideravelmente menos necrose, dessecação e mais firmes do que os frutos mantidos nas temperaturas mais altas. Os frutos de ambas as temperaturas estavam menos verdes do que quando colhidas, mas as deixadas a 5 °C tornaram-se menos amarelas que as armazenadas a 10 °C. Carambolas armazenadas em temperaturas abaixo de 10 °C apresentam sintomas de "chilling", mas os frutos deixados a 5 °C tinham melhor aparência, menor perda de peso, menor redução nos níveis de açúcares solúveis (glicose, frutose e sacarose) e ácidos orgânicos (oxálico e málico) do que os frutos armazenados nas temperaturas mais altas. Armazenamento a 5 °C seguido de 6 dias a 23 °C mostrou que os

frutos desenvolveram sintomas de “chilling” e perderam a capacidade de amadurecer normalmente, mesmo assim os resultados demonstraram que carambolas da Florida poderiam ser armazenadas mais efetivamente a 5 °C.

Miller e McDonald (1990) utilizaram a temperatura de  $4,4 \pm 0,5$  °C, para o armazenamento refrigerado de carambolas e conseguiram bons resultados quanto à qualidade dos frutos. Campbell et al. (1989) utilizaram as temperaturas de 5; 10 e 15 °C, e verificaram que as temperaturas de 10 e 15 °C proporcionaram curto período de armazenamento, enquanto a 5 °C foi a melhor para o armazenamento refrigerado, mas foram detectados danos pelo frio em alguns frutos.

## 2.2 Características Qualitativas

Os atributos de qualidade dos frutos dependem de suas características físicas, físico-químicas e químicas e são peculiares a cada espécie e cultivar (cv), ocorrendo também em função do clima, solo e tratos culturais. Dentro de cada cultivar (cv), os frutos modificam estas características durante o processo de amadurecimento (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A aparência é o fator de qualidade mais importante, que determina o valor de comercialização do produto. A coloração é o atributo de qualidade mais atrativo para o consumidor e varia intensamente com a espécie e mesmo entre cultivares (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Ding et al. (2007), trabalharam com carambolas cv. B10 e observaram diminuição nos valores de  $L^*$  e  $h^\circ$  e aumento de  $C^*$  do dia zero para 5º dia de armazenamento. Os valores de  $L^*$  variaram de 47,81 a 46,70; de  $C^*$  de 20,93 a 23,70 de  $h^\circ$  de 101,65 a 100,03. O aumento do valor de  $C^*$  e diminuição de  $h^\circ$  indicam que a casca de carambolas estavam menos verde e mais amarela.

Coelho et al. (2008), trabalhando com carambolas verdes e amarelas verificaram que o estágio verde apresentou a menor luminosidade ( $L^*$  39,19), o menor valor de verde ( $a^*$  -10,47) o menor valor de amarelo ( $b^*$  17,74) e  $h^\circ$  de 120,59. O estágio amarelo apresentou maior luminosidade ( $L^*$  44,23), presença de vermelho ( $a^*$  1,54) e o maior valor de amarelo ( $b^*$  25,54). As alterações na cor da casca da carambola durante o amadurecimento,

passando do verde ao amarelo, estão relacionadas à degradação da clorofila e à manifestação dos pigmentos carotenóides (TAYLOR, 1993).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), entre as características físicas, físico-químicas e químicas mais utilizadas na avaliação da qualidade, consideram-se como as mais comuns: firmeza, pH, acidez titulável, sólidos solúveis, açúcares, respiração, vitamina C, compostos voláteis, pigmentos e compostos fenólicos.

Textura ou amaciamento é um importante atributo físico associado com qualidade e vida útil de frutos. Amaciamento envolve mudanças estruturais e de composição nos vários carboidratos de parede em parte como resultado da ação de enzimas de parede celular. Muitas destas mudanças envolvem as pectinas. Durante o amadurecimento, as pectinas são despolimerizadas e seus níveis na parede celular diminuem. Ao lado das pectinas, hemiceluloses e celuloses também modificam significativamente sua estrutura durante amadurecimento (ALI et al., 2004).

A perda de firmeza durante amadurecimento de carambolas coincide com aumento da atividade de várias enzimas de parede celular, principalmente pectina esterase e  $\beta$ -galactosidade. A atividade da poligacturonase (PG) e da celulase aumenta somente na segunda fase de amadurecimento, sugerindo que as mesmas têm um papel importante no último estágio de amaciamento do fruto (CHIN et al., 1999).

Ali et al. (2004), trabalharam com carambola cv. B10 armazenadas a 10 °C e verificaram redução da perda de firmeza, baixa solubilização e despolimerização de poliuronídeos, retardo na atividade das enzimas pectinaesterase,  $\beta$ -galactosidade, PG e da celulase quando comparado com frutos mantidos à temperatura ambiente (28 °C). Os sintomas de “chilling”, caracterizado por escurecimento da casca, foram induzidos nesta temperatura de refrigeração. Os sintomas foram observados nos frutos armazenados por 10 e 20 dias a 5 e 10 °C, respectivamente. Estes pesquisadores também verificaram que o uso de atmosfera modificada utilizando filmes de polietileno de baixa densidade em carambolas cv. B10 a 10 °C reduziu a perda de firmeza, o desenvolvimento da cor, restringiu a perda de água, bem como, a incidência de “chilling”. O retardo do amaciamento do fruto sob atmosfera modificada e baixa temperatura, o qual tem alta correlação com o atraso da solubilização e despolimerização de poliuronídeos, pode ser atribuído a supressão da atividade das hidrolases de parede. A

diminuição da atividade enzimática sob atmosfera modificada parece também contribuir para a maior tolerância das carambolas a incidência de “chilling” (ALI et al., 2004).

O pH de carambola aumenta durante o processo de amadurecimento, e os frutos tornam-se menos ácidos. Este aumento no pH é devido ao processo metabólico do fruto resultando no decréscimo dos ácidos orgânicos. A diminuição dos ácidos orgânicos diminui os íons  $H^+$  livres e conseqüentemente aumentam o pH. O ácido orgânico predominante em carambolas é primeiramente o oxálico seguido do málico (DING et al., 2007).

Ding et al. (2007), avaliando carambolas cv. B10 em dois estádios de maturação, observaram valores de pH entre 4,23 para 4,34 e acidez de 0,68 a 0,70 % de ácido oxálico, para frutos mais verdes e maduros, respectivamente. Durante armazenamento o pH aumentou de 4,27 para 4,29 e acidez diminuiu de 0,83 para 0,58 % de ácido oxálico. O ácido oxálico é o maior ácido orgânico em carambolas e seus níveis são altos em cultivares ácidas de 0,5-1,0 g  $100g^{-1}$  quando comparada a cultivares doces com 0,07-0,17 g  $100g^{-1}$  (TAYLOR, 1993). Miller et al., (1991), trabalhando com carambolas ‘Arkin’ verdes e amarelas, verificaram pH entre 3,67 e 3,88 e acidez entre 0,19 e 0,17 % ácido oxálico, respectivamente.

Neves et al. (2004a) avaliaram o efeito das embalagens de polietileno de baixa densidade e diferentes espessuras (6, 10 e 15  $\mu m$ ) no prolongamento da vida útil pós-colheita de carambolas ‘Golden Star’ durante 45 dias mais 5 dias de simulação de comercialização. Os autores observaram aumento progressivo nos teores de sólidos solúveis de 6,5 °Brix para 8,8 °Brix durante o período de armazenamento. Porém, quando esta mesma cultivar foi tratada com diferentes concentrações de cloreto de cálcio ( $CaCl_2$ ), os autores não observaram influência desta solução nos teores de acidez titulável (AT) e sólidos solúveis (SS). Ao longo do período de armazenamento o teor de AT diminuiu gradativamente e o de SS aumentou. Os valores de SS variaram de 6,5 para 8,0 °Brix (NEVES et al., 2004b).

Teixeira et al. (2001) avaliaram as características físicas, físico-químicas e químicas de 6 cultivares de carambola. Quanto à textura, os frutos da cv. Fwang Tung mostraram-se mais firmes (63,70 N) e da ‘Arkin’ mais macios (48,61 N). Os resultados de coloração mostraram que os frutos das cultivares Fwang Tung e Golden Star tinham maior luminosidade (L) (52,36) e a cv. Nota 10, a menor (43,78). O ângulo hue foi maior para os frutos da ‘Fwang Tung’, seguidos pelos da Nota 10, ‘Golden Star’ e ‘Tean-ma’. Este ângulo

foi menor para a cv. Arkin (99,97), ou seja, estavam com cor mais amarela que os demais, cujos valores mostram que estes se apresentavam mais verdes, destacadamente os da 'Fwang Tung' (115,04). Os valores de AT variaram de 0,37 a 0,53 % para 'Tean-ma' e 'Fwang Tung', respectivamente. Não foi observada diferença significativa entre as cultivares para os valores de pH que variaram 3,35 a 3,60, enquanto que, os teores de SS variaram de 7,88 a 10,25 para 'Golden Star' e 'Arkin', respectivamente, com diferenças entre as cultivares. Os maiores (8,68 %) e menores (6,77 %) teores de açúcares totais foram observados em 'Arkin' e 'Golden Star', respectivamente. Os maiores teores de açúcares redutores foram observados na cv. Fwang Tung, enquanto que, os menores na 'Golden Star'. Quanto aos teores de ácido ascórbico, as cultivares Malásia e Arkin apresentaram os maiores valores, 26,28 e 23,99 mg de ácido ascórbico 100g<sup>-1</sup>, respectivamente, seguidos da 'Golden Star', 'Fwang Tung', 'Nota10' e 'Tean-ma', que mostraram os menores valores 12,54 mg de ácido ascórbico 100g<sup>-1</sup>.

Frutos de carambola cv. Fwang Tung foram tratados por imersão em água, hipoclorito de sódio e água quente (49 e 52 °C) por 5 minutos e armazenados a 11,8 °C por 12 dias mais 3 dias a temperatura ambiente. Apesar do incremento que os tratamentos térmicos promoveram no metabolismo dos frutos, este não refletiu em mudanças dos teores de acidez titulável (AT) e açúcares. Durante o armazenamento não foram observadas variações nos teores de AT, SS, relação SS/AT, pH e ácido ascórbico dos frutos submetidos aos diferentes tratamentos. Os valores médios observados para estes parâmetros foram 0,21% de acidez, 9,31 °Brix para SS, 49,08 de SS/AT, 3,72 de pH e 13,34 mg 100g<sup>-1</sup> de ácido ascórbico. Os teores de açúcares totais e redutores não variaram ao longo do armazenamento, e não foram afetados pelos tratamentos, com valores médios de 5,44 % e 4,53 %, respectivamente (TEIXEIRA et al., 2007).

Campbell e Koch (1989), trabalhando com carambolas doces e ácidas, como a 'Arkin' e 'Golden Star' observaram valores em torno de 2,7 % e 2,2 % para açúcares redutores, respectivamente. Narain et al. (2001) avaliaram carambolas 'Golden Star' em três estádios de maturação verde, verde madura e madura. Os autores verificaram que os açúcares totais aumentaram de 2,91 % para 5,60 % e os açúcares redutores aumentaram de 2,80 % para 5,04 % para frutos verdes e maduros, respectivamente. Os teores de ácido ascórbico variaram de 25,2 a 23,4 mg 100g<sup>-1</sup> para frutos verdes e maduros, respectivamente, não diferindo estatisticamente entre si.

## 2.3 Respiração

Biale (1960) classificou os frutos de acordo com seu comportamento respiratório em climatéricos e não-climatéricos. Frutos climatéricos são aqueles que apresentam, em determinada etapa do seu ciclo vital, um aumento rápido e acentuado na atividade respiratória, com amadurecimento imediato. Podem amadurecer na planta ou fora dela se colhidos maduros, ou seja, fisiologicamente desenvolvidos. Já os não-climatéricos apresentam atividade respiratória relativamente baixa e constante, com ligeiro declínio após a colheita. Não são capazes de completar o processo de amadurecimento quando colhidos maduros, portanto, devem permanecer na planta-mãe até o final da maturação. Entretanto, muitos desses frutos apresentam um aumento na produção de etileno, com aumento na taxa respiratória em alguma fase do seu desenvolvimento na planta (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A carambola é relatada com sendo um fruto climatérico por Vines e Grierson (1966), do contrário, Oslund e Davenport (1981) mostraram que é não-climatérico. Estes resultados conflitantes podem ser devido ao método usado para estudar a atividade respiratória dos frutos durante amadurecimento (LAM; WAN, 1983). Esses mesmos autores, não observaram pico de CO<sub>2</sub> em carambolas armazenadas por 4 a 6 semanas quando os frutos passaram de verde para laranja. No final do armazenamento foi observado aumento de CO<sub>2</sub>, quando os frutos começavam a apresentar sintomas de apodrecimento. Os autores sugerem que este aumento pode ser devido ao aparecimento de microrganismos. Mitcham e McDonald (1991) avaliaram o comportamento respiratório de carambolas em 4 estádios de maturação, verde escuro, mais verde que amarelo, mais amarelo que verde e amarelo. Todos os frutos foram armazenados a 21 °C até ficarem com coloração laranja. Nos dois primeiros estádios a taxa de CO<sub>2</sub> foi de 30 mL kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>. A produção de CO<sub>2</sub> indicou um possível pré-climatérico no estádio mais amarelo que verde, com um pico no estádio mais maduro. Entretanto, não há evidencia de decréscimo após este pico. Os autores não chegaram a uma evidencia conclusiva sobre a natureza climatérica ou não-climatérica das carambolas.

Carambolas da cv. Yau ainda verdes foram armazenadas a 2, 10 e 20 °C por 30 dias (PÉREZ-TELLO et al., 2001). A produção de CO<sub>2</sub> dos frutos mantidos a 20 °C

aumentou até o 10º dia de armazenamento, atingindo um valor de  $30 \text{ mL kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ , após este período diminuiu gradualmente. A 2 e 10 °C a produção de  $\text{CO}_2$  permaneceu baixa, aumentando no 30º dia, com valor de  $34 \text{ mL kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ . O aumento da produção de  $\text{CO}_2$  após 30 dias de armazenamento poderia estar mais relacionada à senescência que ocorreu a 20 °C, ou ao desenvolvimento de “chilling” a 2 e 10 °C.

Carambolas cv. Fwang Tung foram tratadas por imersão em água, hipoclorito de sódio e água quente a 49 e 52 °C (TEIXEIRA et al., 2007). Verificaram que, no dia em que os frutos receberam os tratamentos, as taxas respiratórias foram significativamente maiores nos tratados termicamente, destacadamente a 52 °C, que apresentou a maior taxa respiratória ( $216,16 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ). Todavia, com o armazenamento refrigerado estas taxas diminuíram e se estabilizaram, sem diferenças entre os tratamentos até o 12º dia, quando os frutos foram transferidos para o ambiente. Sob condições ambiente as taxas respiratórias aumentaram, com valores médios de  $69,66 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$  e  $108,31 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$  nos dias 13 e 15, respectivamente. No 15º dia os frutos submetidos ao tratamento térmico a 49 °C apresentaram as maiores taxas respiratórias. Os frutos submetidos ao tratamento a 52 °C, após transferência para o ambiente, tiveram sintomas de escaldadura, que levou ao crescimento microbiano, sendo descartados. A carambola tem uma característica de fruta não-climatérica. O aumento do dióxido de carbono e etileno ocorre após o fruto ser considerado maduro, e isto tende a ser relacionado a microrganismos e a senescência (O’Hare, 1993).

## 2.4 Cálcio

O cálcio é considerado um dos elementos minerais mais importantes, sendo fator determinante da qualidade final dos frutos (LIV, 1998). A manutenção da concentração de cálcio nos frutos proporciona melhor preservação da firmeza de polpa e resistência, não somente a injúrias mecânicas, mas também a desordens e danos na pós-colheita (CONWAY et al., 1994). Um resultado da deficiência de cálcio no fruto é a desorganização celular, desintegração das paredes e membranas celulares, aumento da sensibilidade aos ataques fúngicos e maior incidência de diversos problemas fisiológicos na pós-colheita (POOVAIAH, 1986).

O cálcio tem recebido atenção, nos últimos anos, não somente em relação às desordens fisiológicas, mas também por causa de seu efeito desejável, particularmente em frutos, onde podem reduzir a taxa respiratória, retardar o amadurecimento, prolongar a vida pós-colheita, aumentar a firmeza e o teor de vitamina C, e reduzir as podridões durante o armazenamento (BANGERTH, 1979).

Neves et al. (2004b) verificaram o efeito das diferentes concentrações de cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) na qualidade pós-colheita de carambolas cv. Golden Star. Observou-se que os frutos imersos em  $\text{CaCl}_2$  a 2% apresentaram menor perda de massa fresca e maior firmeza de polpa. As carambolas deste tratamento também não apresentaram manchas e podridões e foram preferidas pelos julgadores. Os sólidos solúveis, a acidez titulável e a coloração não foram influenciadas pelas diferentes concentrações utilizadas. Verificou-se também que quanto maior a concentração da solução de  $\text{CaCl}_2$  aplicada, maior a concentração de cálcio na polpa.

De acordo com Kaneta et al. (2006) verificaram o efeito da aplicação de cálcio para estender a vida pós-colheita de carambolas. Os frutos foram tratados com EDTA de cálcio a 0, 250 e 500 ppm por 20 minutos e armazenados a 30 °C por 7 dias. Frutos tratados com EDTA-Ca a 250 ppm estavam aceitáveis para comercialização após os 7 dias. A firmeza e a concentração de ácido oxálico destes frutos era mais alta do que daqueles que sofreram outros tratamentos. Em todas as porções dos frutos a concentração de cálcio aumentou após tratamento.

## **2.5 Ácido ascórbico (AA), escurecimento e compostos fenólicos**

Os frutos são ricos em antioxidantes, os quais podem ser mais eficientes e menos custosos que os suplementos sintéticos para proteger o corpo contra danos oxidativos sob diferentes condições. Entre os antioxidantes dos frutos estão ácido ascórbico, tocoferóis, carotenóides e compostos fenólicos, que variam amplamente em seus conteúdos e perfis entre os diversos frutos (LEONG; SHUI, 2002).

O ácido ascórbico (AA) é o inibidor natural do escurecimento interno, devido a sua capacidade antioxidante, e seus níveis variam com a cultivar, peso do fruto, estágio de maturação e nutrição mineral (BLEINROTH, 1987).

Tanto no metabolismo de plantas quanto no de animais, as funções biológicas do ácido ascórbico estão centradas nas propriedades antioxidantes da molécula (DAVEY et al., 2000). Os compostos fenólicos são um dos maiores grupos de componentes dietéticos não-essenciais que estão associados à inibição da aterosclerose e do câncer. A bioatividade dos fenólicos pode ser atribuída à sua habilidade de quelar metais, inibir a peroxidação lipídica e sequestrar radicais livres (CHEUNG et al., 2003).

Visando impedir a ocorrência da coloração marrom, deve ser adicionado ao vegetal, em forma pura ou integrando sucos cítricos, o ácido ascórbico. Na presença desta vitamina, as quinonas voltam à sua forma antiga de compostos fenólicos, sendo o ácido ascórbico oxidado. Quando consumida toda vitamina C, o escurecimento poderá reaparecer, por efeito da presença de carbonilas existentes nas quinonas (EVANGELISTA, 2000).

O escurecimento é atribuído à ação da polifenoloxidase (PFO) nas substâncias fenólicas naturais dos frutos. O escurecimento é devido à destruição da compartimentação celular, o qual permite que as substâncias fenólicas se tornem acessíveis a PFO. Inibidores do escurecimento enzimático tais como ácido ascórbico, e seus isômeros, ácido eritróico, ácido cinâmico, cloreto de sódio, L-cisteína, etanol e sulfitos, são usados em alimentos processados (DING et al., 2007).

Carambolas 'B10' em dois estádios de maturação foram minimamente processadas e imersas em solução de AA a 0, 15 e 30 mg L<sup>-1</sup> por 2 minutos, embalados e armazenados a 7 °C por 5 dias. Não foram observadas diferenças significativas para o conteúdo de AA, nem entre as diferentes concentrações, nem entre estádios de maturação. Durante o período de armazenamento notou-se diminuição nos teores de AA. O decréscimo no conteúdo de AA foi de 9,41% no 3º dia e de 7,38% no 5º dia de armazenamento. Isto poderia ser devido à oxidação da vitamina C por enzimas, especialmente a ascorbato oxidase. A aplicação de AA não aumentou o conteúdo deste nos frutos. Os pesquisadores acreditam que isto se deva a baixa temperatura (10 °C) e o curto período (2 minutos) utilizado para a imersão, que pode não ter sido suficiente para que a vitamina C penetrasse nos frutos. Pouco é conhecido sobre o mecanismo de mobilidade da vitamina C nos tecidos dos frutos (DING et al., 2007). Foi observado escurecimento nas carambolas minimamente processadas e este foi maior com o avanço da maturação e durante o período de armazenamento, coincidindo com a

maior atividade da PFO. Notou-se também uma diminuição da atividade da PFO com valores de 609,59 a 531,99 U min<sup>-1</sup> mL<sup>-1</sup> para zero e 30 mg L<sup>-1</sup> de AA, respectivamente (DING et al., 2007).

Tem sido proposto que o pH dos tecidos e a concentração de vitamina C são importantes na suscetibilidade ao escurecimento. Weller et al., (1997), estudaram as mudanças nos teores de fenólicos totais, atividade da PFO e conteúdo de AA de carambolas 'Arkin' inteiras e minimamente processadas e armazenadas a 4,4 °C por 6 semanas. Os frutos cortados apresentaram maior atividade de PFO (0,086 nm min<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup>), maiores teores de fenólicos totais (35 mg 100g<sup>-1</sup>) e menor conteúdo de AA (18,5 mg 100g<sup>-1</sup>). Durante as 6 semanas de armazenamento notou-se aumento da atividade da PFO, diminuição do AA e aumento dos fenólicos totais até a 4<sup>a</sup> semana e diminuição na 6<sup>a</sup>. Os pedaços escureceram muito mais que os frutos inteiros quando expostos ao ar, devido principalmente ao aumento da atividade da PFO e baixos níveis de AA. A PFO tornou-se mais ativa, com a senescência dos tecidos e/ou condições de estresse durante o armazenamento. A suscetibilidade ao escurecimento pode estar relacionada à concentração de AA, atividade de PFO e conteúdo de fenólicos, no entanto, em alguns trabalhos são relatados baixa correlação entre tais variáveis e escurecimento. Estes mesmos pesquisadores estudaram o efeito do ácido cítrico e/ou AA na cor de carambolas minimamente processadas e armazenadas a 4,4 °C por 4 semanas e posteriormente expostos ao ar por 6 horas e verificaram que os pedaços tratados com 1,0 ou 2,5% de ácido cítrico mais 0,25% de AA antes da embalagem limitaram o escurecimento.

Matthews e Myers (1995) verificaram o efeito dos antioxidantes no escurecimento de carambolas cv. Arkin minimamente processadas. Os autores verificaram que o ácido cítrico juntamente com AA juntos foram mais efetivos na manutenção da cor do que quando usados isoladamente. O ácido eritróico e o EDTA de cálcio foram tão efetivos quanto o AA quando usados juntamente com o ácido cítrico. A coloração amarela da carambola em pedaços foi mantida após 6 horas de exposição ao ar, seguindo o armazenamento refrigerado por 8 semanas a 4,4 °C.

### **3. OBJETIVOS**

- Avaliar a melhor concentração dos diferentes tratamentos químicos na conservação pós-colheita de carambolas refrigeradas;
- Verificar a influência dos tratamentos químicos associados ao o uso de diferentes embalagens na qualidade pós-colheita de carambolas refrigeradas.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Condições gerais do experimento**

Os frutos da caramboleira, cultivar Nota 10, foram adquiridos na Propriedade Val Frutas, localizada na cidade de Vista Alegre do Alto (SP), latitude de 21°10'14" sul, longitude 48°37'45" oeste, com altitude de 619 metros, e posteriormente levadas para o laboratório do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, da Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP - Campus de Botucatu (SP), onde os experimentos foram conduzidos.

Frutos inteiros foram lavados com água corrente para remoção das sujidades e higienizados em imersão em solução de hipoclorito de sódio a 200 mg.L<sup>-1</sup> por 10 minutos e colocados para secar. Em seguida foram acondicionados em bandejas de poliestireno expandido, armazenados à temperatura de 10 ± 1°C e umidade relativa de 90 ± 2 % durante 21 dias. As análises foram realizadas com intervalo de 7 dias, iniciando no dia 0 até o dia 21, totalizando quatro avaliações. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 7 tratamentos e 4 repetições, sendo 2 frutos por repetição para cada dia de avaliação. Foram avaliadas as características qualitativas (Item 4.2). Os experimentos foram divididos em duas etapas:

**4.1.1 Avaliação do efeito de diferentes tratamentos químicos em diferentes concentrações.**

Os frutos foram imersos por 10 minutos em cada uma das soluções abaixo:

- T1. Controle (água)
- T2. Ácido ascórbico 1%;
- T3. Ácido ascórbico 3%;
- T4. Cloreto de cálcio 1%;
- T5. Cloreto de cálcio 3%;
- T6. EDTA de cálcio 1%;
- T7. EDTA de cálcio 3%;

Após a imersão os frutos foram secos ao ar e acondicionados em bandejas de poliestireno e armazenados em ambiente refrigerado até o fim do experimento.

#### **4.1.2 Avaliação do efeito de dois tipos de embalagens associadas a diferentes tratamentos químicos.**

A partir dos resultados do experimento anterior foram selecionados os melhores tratamentos, em seguida estes foram submetidos aos seguintes tratamentos:

- T1. Controle (sem filme, sem tratamento);
- T2. Policloreto de vinila (PVC) + ácido ascórbico 3%;
- T3. Policloreto de vinila (PVC) + cloreto de cálcio 3%;
- T4. Policloreto de vinila (PVC) + EDTA de cálcio 3%;
- T5. Polietileno de baixa densidade (PEBD) de 0,6 $\mu$  + ácido ascórbico 3%;
- T6. Polietileno de baixa densidade (PEBD) de 0,6 $\mu$  + cloreto de cálcio 3%;
- T7. Polietileno de baixa densidade (PEBD) de 0,6 $\mu$  + EDTA de cálcio 3%.

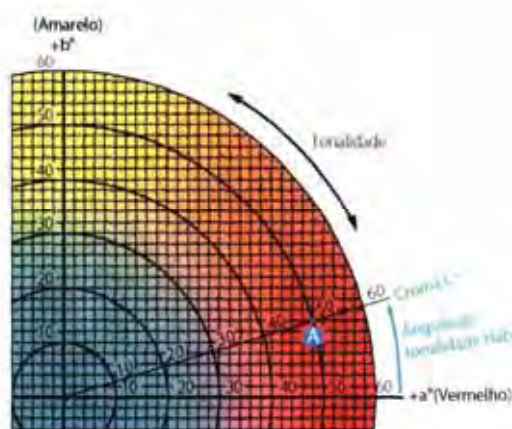
O PVC possui permeabilidade a gases de: 0,6 - 2,3 de O<sub>2</sub> e 4,3 - 8,1 de CO<sub>2</sub> e transmissão de vapor de água maior que 8, e o filme plástico de 0,6  $\mu$  é referente a Polietileno de baixa densidade (PEBD) com permeabilidade a gases de 3,9 – 13,0 de O<sub>2</sub> e 7,7 – 77,0 de CO<sub>2</sub> e transmissão de vapor de água entre 6-23,2.

#### **4.2 Características qualitativas analisadas**

### 4.2.1 Coloração da casca

Determinada com auxílio de colorímetro (Chroma Meter– 400/410). Na colorimetria de reflexão, o valor  $L^*$  (luminosidade, em um eixo de 0: preto a 100: branco) e  $a^*$  (cromaticidade) expressa o grau de variação entre o vermelho e o verde ( $a^*$  negativo: verde e  $a^*$  positivo: vermelho) e a coordenada  $b^*$ , o grau de variação entre azul e amarelo ( $b^*$  negativo: azul;  $b^*$  positivo: amarelo). Os valores de  $a^*$  e  $b^*$  foram utilizados para calcular o ângulo Hue ou matriz ( $h^\circ: \tan^{-1}(b/a)$ ). O  $h^\circ$  é um ângulo na cor com rotação de 360 °C, com 0°, 90°, 180° e 360° representando o hue vermelho, amarelo, verde e azul, respectivamente (DING *et al.* 2007). As leituras foram realizadas em lados opostos de um mesmo fruto.

O ângulo Hue é o valor em graus correspondente ao diagrama tridimensional de cores 0° (vermelho), 90° (amarelo), 180° (verde) e 270° (azul).  $C^*$  é representado pelo chroma que define a intensidade da cor. Os valores numéricos de  $a^*$  e  $b^*$  foram convertidos no ângulo Hue e no Chroma.



**Figura 1.** Parte do diagrama de cromaticidade  $a^*$ ,  $b^*$ .

### 4.2.2 Firmeza

A firmeza foi medida nos frutos inteiros, utilizando-se o texturomêtro Stevens LFRA Texture Analyser, com ponta de prova A 9/1000. A velocidade de penetração foi de 2,0 mm seg<sup>-1</sup> e uma profundidade de 5mm. Os resultados foram expressos em grama-força.

#### 4.2.3 Perda de massa (PM)

Para análise de perda de massa foi utilizada uma balança Owlabor carga máxima de 2000g.

A porcentagem de perda de massa foi calculada a partir da equação:

$$PM (\%) = \frac{P_i - P_j}{P_i} \times 100$$

Onde:

PM = perda de massa (%);

P<sub>i</sub> = peso inicial do fruto (g);

P<sub>j</sub> = peso do fruto no período subsequente a P<sub>i</sub> (g);

#### 4.2.4 pH

Foi determinado por potenciometria utilizando-se o potenciômetro ANALYSER – modelo pH 300, conforme técnica descrita por Pregnoatto e Pregnoatto (1985).

#### 4.2.5 Acidez titulável (AT)

Determinada de acordo com metodologia recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2005) utilizando-se 5 gramas de polpa homogeneizada e diluída em 95 mL de água destilada, seguida de titulação com solução padronizada de NaOH a 0,1N, tendo como indicador o ponto de viragem da fenolftaleína. Os resultados foram expressos em g de ácido oxálico por 100 g<sup>-1</sup> da amostra.

#### **4.2.6 Sólidos solúveis (SS)**

Foram determinados conforme recomendação feita pela AOAC (2005). Os resultados foram expressos em °Brix.

#### **4.2.7 Açúcares redutores (AR)**

Para a determinação dos teores de açúcares, a metodologia utilizada foi a descrita por Somogy, adaptada por Nelson (1944). O aparelho utilizado foi o espectrofotômetro Micronal B382, sendo a leitura realizada a 535 nm. Os resultados foram expressos em porcentagem.

#### **4.2.8 Teor de ácido ascórbico**

As amostras para a determinação do teor de ácido ascórbico foram obtidas pela adição de 30ml de ácido oxálico a 30g de polpa, sendo estas congeladas em seguida. O conteúdo de ácido ascórbico foi determinado a partir de 10g da polpa, por titulação em ácido oxálico a 0,5% com DFI – 2,6 Diclorofenolindofenol a 0,01N, com resultados expressos mg ácido ascórbico 100 g<sup>-1</sup>(MNISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA, 2006).

#### **4.2.9 Teor de Fenóis Totais**

A análise foi realizada de acordo com o método espectrofotométrico com o uso do reativo de Folin-Ciocalteau (HORWITZ, 1995). Amostras do material seco e moído foram pesadas e colocadas em tubos de centrífuga, contendo acetona 50%. Em seguida foram levados para banho ultrassônico por 20 minutos e posteriormente centrifugados durante 10 minutos e o sobrenadante foi recolhido. O precipitado foi re-extraído e os sobrenadantes combinados. Alíquotas de 0,1 mL do sobrenadante foram transferidas para tubos de ensaio, juntamente com 0,5 mL do reagente Folin-Ciocalteau e 2,5 mL de solução saturada de

Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Após 2 horas de reação (completa precipitação do carbonato) a leitura de absorvância foi realizada a 725 nm e os resultados foram comparados à curva padrão de ácido gálico e expressos em mg de ácido gálico g<sup>-1</sup>.

#### 4.2.10 Respiração

A determinação da taxa respiratória foi feita em respirômetro, pela medida de CO<sub>2</sub> liberado, de acordo com metodologia de Bleinroth et al., (1976).

A taxa respiratória foi calculada pela seguinte fórmula:

$$T_{CO_2} = \frac{2.2 \times (B-A) \times V_1}{P \times T \times V_2} \quad \text{onde:}$$

T<sub>CO<sub>2</sub></sub>: taxa respiratória em mL de CO<sub>2</sub> Kg de fruta<sup>-1</sup> hora<sup>-1</sup>;

B: volume gasto em mL de HCl 1N padronizado para a titulação de hidróxido de potássio 0,1N- padrão antes da absorção de CO<sub>2</sub>;

A: volume gasto de HCl padronizado para a titulação de hidróxido de potássio após a absorção de CO<sub>2</sub> da respiração;

V<sub>1</sub>: volume de hidróxido de potássio usado na absorção de CO<sub>2</sub> (mL);

P: massa dos frutos (Kg);

T: tempo das reações metabólicas (hora);

V<sub>2</sub>: volume de hidróxido de potássio utilizado na titulação (mL);

2.2: devido ao equivalente de CO<sub>2</sub> (44/2), multiplicado pela concentração do ácido clorídrico a 0,1N.

#### 4.3 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de acordo com as recomendações de Gomes (1987).

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Avaliação do efeito de diferentes tratamentos químicos em diferentes concentrações.**

#### **5.1.1 Coloração da casca**

Para a carambola o Chroma (C\*) define a intensidade de cor, quanto maior valor, mais intenso é a cor amarela. Não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 1). Porém ao longo do tempo de armazenamento, houve diferença nos tratamentos com ácido ascórbico a 1% e 3 %, e frutos controle, onde se observou um aumento no valor do Chroma durante o período de armazenamento. O maior valor do Chroma foi observado nos frutos controle no 21º dia de armazenamento, apresentando a maior intensidade de cor.

O ângulo Hue é indicativo de tonalidade. O tratamento com EDTA de cálcio a 3 %, diferiu significativamente dos outros tratamentos no 7º dia de armazenamento e também em relação ao tempo de armazenamento (Tabela 1).

Houve uma diminuição dos valores em todos os tratamentos ao decorrer do tempo, e isso ocorre à medida que se prolonga o armazenamento, e ocorre o desenvolvimento da cor amarela do fruto.

Tabela 1. Valores médios de Chroma (C\*) e Hue (°h) obtidos de carambolas Nota 10, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a  $10 \pm 1$  °C e  $90 \pm 2$  % UR, por 21 dias.

Tratamentos		Tempo de armazenamento (dias)			
		0	7	14	21
Chroma (C*)	Controle	27,75 aB	30,75 aAB	30,50 aAB	32,24 aA
	Ácido ascórbico 1%	27,50 aB	31,50 aAB	32,06 aA	31,25 aAB
	Ácido ascórbico 3%	27,00 aB	31,37 aA	31,25 aA	30,50 aAB
	Cloreto de cálcio 1%	29,38 aA	30,80 aA	31,57 aA	27,94 aA
	Cloreto de cálcio 3%	31,75 aA	31,75 aA	31,50 aA	29,25 aA
	EDTA de cálcio 1%	28,50 aA	32,50 aA	31,50 aA	31,50 aA
	EDTA de cálcio 3%	27,25 aA	30,25 aA	31,40 aA	27,75 aA
CV(%)		7,54			
Tratamentos		Tempo de armazenamento (dias)			
		0	7	14	21
Hue (°h)	Controle	102,90 aA	104,60 aA	101,69 aA	97,97 aA
	Ácido ascórbico 1%	105,75 aA	103,62 aA	102,12 aA	100,23 aA
	Ácido ascórbico 3%	103,46 aA	105,79 aA	101,94 aA	98,33 aA
	Cloreto de cálcio 1%	100,50 aA	102,34 aA	99,90 aA	96,41 aA
	Cloreto de cálcio 3%	100,50 aA	102,13 aA	98,23 aA	99,25 aA
	EDTA de cálcio 1%	102,00 aA	103,88 aA	103,06 aA	100,96 aA
	EDTA de cálcio 3%	100,91 aA	80,32 bB	99,13 aA	97,64 aA
CV(%)		8,87			

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna (Tratamentos) e maiúscula na linha (Tempo de armazenamento) não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com Seymour et al. (1993) as alterações na cor da casca da - +carambola durante o amadurecimento, passando do verde ao amarelo, estão relacionadas, à degradação da clorofila e manifestação dos pigmentos de carotenóides.

Observou-se um aumento nos valores de  $C^*$  e diminuição de  $h^{\circ}$  nas carambolas armazenadas a  $10 \pm 1$  °C e  $90 \pm 2$  % UR, por 21 dias. Ding et al. (2007) trabalharam com carambolas cv. B10 e também observaram diminuição no valor de  $h^{\circ}$  e aumento de  $C^*$  do dia zero para 5º dia de armazenamento. Os valores de  $C^*$  variaram de 20,93 a 23,70 de  $h^{\circ}$  de 101,65 a 100,03. Os valores de  $C^*$  e  $h^{\circ}$  observados por estes pesquisadores foram inferiores aos obtidos neste trabalho. O aumento do valor de  $C^*$  e diminuição de  $h^{\circ}$  indicaram que a casca das carambolas estava menos verde e mais amarelada.

### 5.1.2 Firmeza

Não houve diferença significativa entre os tratamentos no dia 0, porém nos dias 7,14 e 21, pode-se observar diferença entre os tratamentos (Tabela 2). No decorrer do período de armazenamento houve diferença significativa em todos os tratamentos com exceção das carambolas submetidas ao ácido ascórbico 1%.

Durante o tempo de armazenamento notou-se uma diminuição de firmeza, independente do tratamento realizado. Segundo Chin et al. (1999) isso ocorre devido ao aumento da atividade de várias enzimas de parede celular, principalmente pectina esterase e  $\beta$ -galactosidade. A atividade da poligacturonase (PG) e da celulase aumenta somente na segunda fase de amadurecimento, sugerindo que as mesmas têm um papel importante no último estágio de amaciamento do fruto.

Tabela 2. Valores médios de Firmeza (gf) obtidos de carambolas Nota 10, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a  $10 \pm 1$  °C e  $90 \pm 2$  % UR, por 21 dias.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)			
	0	7	14	21
Controle	168,00 aAB	192,50 bA	172,50 aAB	129,00 abB
Ácido ascórbico 1%	191,50 aA	181,75 bA	168,75 aA	158,25 aA
Ácido ascórbico 3%	174,50 aA	197,50 bA	161,25 abAB	113,25 abB
Cloreto de cálcio 1%	199,75 aB	264,50 aA	122,25 abC	135,75 abC
Cloreto de cálcio 3%	179,00 aA	211,50 abA	109,00 bB	113,25 abB
EDTA de cálcio 1%	191,25 aA	187,75 bA	145,75 abAB	114,00 abB
EDTA de cálcio 3%	186,00 aAB	193,75 bA	141,00 abBC	101,25 bC
CV(%)	15,85			

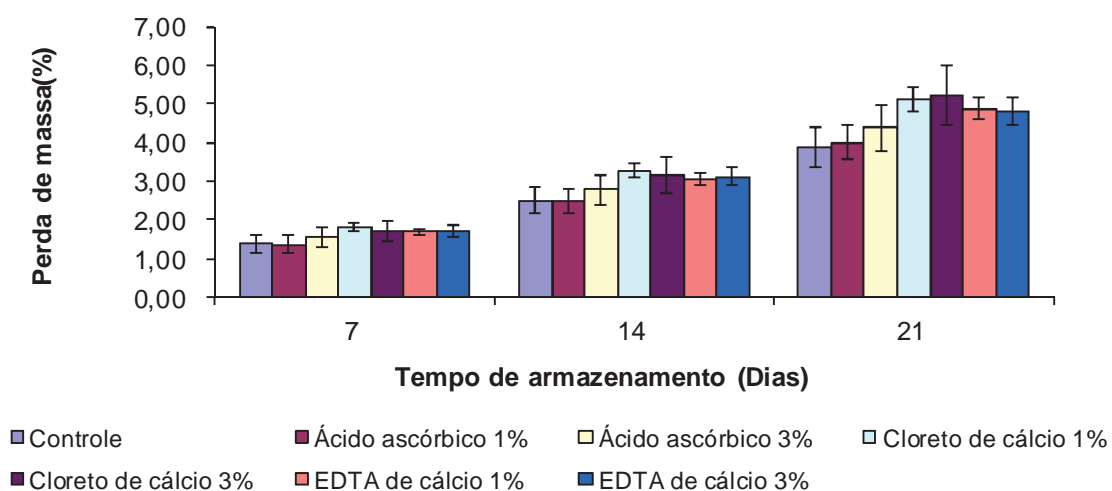
Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna (Tratamentos) e maiúscula na linha (Tempo de armazenamento) não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade

### 5.1.3 Perda de Massa

Houve um aumento na perda de massa fresca em todos os frutos dos diferentes tratamentos realizados. Os frutos tratados com cloreto de cálcio a 1 e 3 % apresentaram as maiores porcentagens de perda de massa no final do armazenamento com valores em torno de 5 % (Figura 1). A perda de massa fresca variou de  $\pm 1\%$  até  $\pm 5\%$  do início ao final do armazenamento. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), perdas de umidade entre 5 e 10 % são suficientes para reduzir a qualidade da maioria das frutas e hortaliças. A alta umidade relativa utilizada neste experimento ( $90 \pm 2$  %) ajudou a manter a qualidade dos frutos de carambola que apresentaram baixa perda de massa na maioria dos tratamentos realizados, como também nos frutos controle.

A água é o maior componente das frutas e hortaliças, perfazendo um total de 80 a 95 % de sua composição. O conteúdo de água é responsável pela turgidez dos tecidos, conferindo-lhes uma boa aparência (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A perda de massa fresca dos produtos é uma variável importante que esta diretamente relacionada com a

qualidade das frutas e hortaliças. Segundo Ben-Yehoshura (1985), um dos principais problemas durante o armazenamento de frutas e hortaliças é a perda de massa por causa do processo de transpiração. A perda de água leva ao amolecimento dos tecidos, tornando as frutas e hortaliças mais suscetíveis às deteriorações e às alterações na cor e sabor.



**Figura 2.** Porcentagem de perda de massa fresca (%) obtidas de carambolas Nota 10, submetidas a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a  $10 \pm 1$  °C e  $90 \pm 2$  % UR, por 21 dias.

#### 5.1.4 pH

Entre os tratamentos não houve diferença significativa, e também não houve diferença entre os dias analisados, na maioria dos tratamentos com exceção dos tratamentos com ácido ascórbico 1% e 3%, onde nota-se um aumento nos valores de pH do início ao final do armazenamento (Tabela 3).

Durante o amadurecimento de carambola o pH aumentou, este fato só ocorreu em frutos tratados com AA a 1% e 3%. Este aumento é devido ao processo metabólico do fruto, resultando no decréscimo dos ácidos orgânicos (DING et al., 2007).

Os valores para pH diferiram dos observados por Ding et al. (2007) em carambolas ‘B10’, com valores variando de 4,23 a 4,34. No entanto, foi semelhante aos valores observados por Miller et al. (1991) em carambolas ‘Arkin’ verdes e amarelas que verificaram pH variando de 3,67 a 3,88.

Tabela 3. Valores médios de pH obtidos de carambolas Nota 10, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a  $10 \pm 1$  °C e  $90 \pm 2$  % UR, por 21 dias.

Tratamentos	Tempo de armazenamento(dias)			
	0	7	14	21
Controle	3,86 aA	3,84 aA	3,85 aA	3,90 aA
Ácido ascórbico 1%	3,81 aB	3,91 aAB	3,95 aAB	3,99 aA
Ácido ascórbico 3%	3,85 aB	3,84 aB	3,95 aAB	4,04 aA
Cloreto de cálcio 1%	3,84 aA	3,89 aA	3,96 aA	3,85 aA
Cloreto de cálcio 3%	3,83 aA	3,90 aA	4,00 aA	3,97 aA
EDTA de cálcio 1%	3,83 aA	3,96 aA	3,93 aA	3,97 aA
EDTA de cálcio 3%	3,78 aA	3,93 aA	3,95 aA	3,87 aA
CV(%)	2,41			

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna (Tratamentos) e maiúscula na linha (Tempo de armazenamento) não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade

### 5.1.5 Acidez Titulável

De acordo com a tabela 4, observou-se que houve diferença significativa para o tratamento controle, tanto entre os tratamentos, quanto no período de armazenamento. No tempo zero observou-se um menor teor de acidez (0,16 g de ácido oxálico  $100 \text{ g}^{-1}$  de polpa).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005) 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.

Foi observado que houve um aumento nos valores de pH nos frutos de carambola, mas este comportamento não influenciou os teores de acidez, que não apresentaram variações durante o período de armazenamento.

Ding et al. (2007) avaliaram carambolas cv.B10 e obtiveram acidez de 0,68 a 0,70 % de ácido oxálico para frutos verdes e maduros, respectivamente. Quando os frutos foram armazenados estes pesquisadores observaram uma diminuição da acidez de 0,83 para 0,58 % de ácido oxálico, valores superiores aos encontrados neste trabalho.

Tabela 4. Valores médios de Acidez Titulável (g de ácido oxálico 100 g<sup>-1</sup> de polpa) obtidos de carambolas Nota 10, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a 10 ± 1 °C e 90 ± 2 % UR, por 21 dias.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)			
	0	7	14	21
Controle	0,16 bB	0,24 aA	0,29 aA	0,25 aA
Ácido ascórbico 1%	0,25 aA	0,24 aA	0,26 aA	0,27 aA
Ácido ascórbico 3%	0,27 aA	0,26 aA	0,27 aA	0,26 aA
Cloreto de cálcio 1%	0,24 aA	0,25 aA	0,26 aA	0,25 aA
Cloreto de cálcio 3%	0,27 aA	0,26 aA	0,26 aA	0,27 aA
EDTA de cálcio 1%	0,27 aA	0,25 aA	0,29 aA	0,28 aA
EDTA de cálcio 3%	0,26 aA	0,26 aA	0,26 aA	0,27 aA
CV(%)	11,72			

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna (Tratamentos) e maiúscula na linha (Tempo de armazenamento) não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 5.1.6 Sólidos Solúveis

Para os sólidos solúveis houve diferença significativa entre os tratamentos apenas no dia 0, onde o tratamento com ácido ascórbico 3 % apresentou o maior teor e ácido ascórbico a 1 % o menor (Tabela 5).

Os sólidos solúveis designados como °Brix tem tendência a aumento com o avanço do amadurecimento do fruto (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Segundo a tabela 6, o único tratamento em que houve tendência no aumento foi o ácido ascórbico 1 %.

Os valores variaram entre 7,82 a 9,27 °Brix, corroborando com Teixeira et al. (2001) e Teixeira et al. (2007) que encontraram valores semelhantes (9,0 ° Brix).

Tabela 5. Valores médios de Sólidos Solúveis (°Brix) obtidos de carambolas Nota 10, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a  $10 \pm 1$  °C e  $90 \pm 2$  % UR, por 21 dias.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)			
	0	7	14	21
Controle	8,40 abA	8,10 aA	8,52 aA	8,20 aA
Ácido ascórbico 1%	7,82 bA	7,67 aA	8,22 aA	8,45 aA
Ácido ascórbico 3%	9,27 aA	8,07 aB	8,72 aAB	8,62 aAB
Cloreto de cálcio 1%	8,70 abA	7,92 aA	8,00 aA	8,10 aA
Cloreto de cálcio 3%	8,77 abA	8,22 aA	8,12 aA	8,30 aA
EDTA de cálcio 1%	8,20 abA	7,97 aA	8,52 aA	8,55 aA
EDTA de cálcio 3%	8,85 abA	8,30 aA	8,52 aA	8,55 aA
CV(%)	6,87			

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna (Tratamentos) e maiúscula na linha (Tempo de armazenamento) não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 5.1.7 Açúcares Redutores

Devido ao processo respiratório, no qual os carboidratos são oxidados para a produção de energia, a concentração desses compostos muda progressivamente nas células vegetais e representa um parâmetro que pode ser utilizado para o acompanhamento das condições pós-colheita dos produtos hortícolas, em conjunto com outras avaliações (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

De acordo com a tabela 6, houve diferença significativa entre os tratamentos, apenas no dia 0, sendo observado o maior e menor teor de açúcares redutores no tratamento controle e ácido ascórbico a 1 %, respectivamente.

Durante o período de armazenamento, observou-se um aumento significativo nos teores de açúcares redutores em todos os frutos independentemente do tratamento realizado. Este comportamento concorda do observado por Teixeira et al. (2007) em carambolas cv. Twang Tung, onde os teores de açúcares redutores não variaram ao longo do período de armazenamento, com teor médio de 4,53 %, valor este superior aos obtidos neste trabalho.

Valores de açúcares redutores inferiores aos obtidos neste trabalho foram observados por Campbell e Koch (1989) quando trabalharam com carambolas doces e ácidas, como a cv. Arkin e Golden Star, com teores entre 2,7 e 2,2 %.

Tabela 6. Valores médios de Açúcares redutores (%) obtidos de carambolas Nota 10, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a  $10 \pm 1$  °C e  $90 \pm 2$  % UR, por 21 dias.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)			
	0	7	14	21
Controle	3,28 aB	3,62 aAB	3,89 aAB	4,00 aA
Ácido ascórbico 1%	1,78 bB	3,43 aA	3,56 aA	3,87 aA
Ácido ascórbico 3%	2,04 bB	3,78 aA	4,27 aA	3,89 aA
Cloreto de cálcio 1%	2,05 bB	3,91 aA	3,54 aA	3,62 aA
Cloreto de cálcio 3%	1,89 bB	4,15 aA	3,83 aA	3,56 aA
EDTA de cálcio 1%	1,77 bB	3,56 aA	3,74 aA	3,52 aA
EDTA de cálcio 3%	1,74 bB	3,81 aA	3,94 aA	3,97 aA
CV(%)	11,38			

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna (Tratamentos) e maiúscula na linha (Tempo de armazenamento) não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade

### 5.1.8 Teor de Ácido Ascórbico

Não houve diferença significativa entre os tratamentos no tempo 0, no entanto, nos demais dias (7, 14 e 21) houve diferença entre os tratamentos (Tabela 7). No 7º dia de armazenamento os maiores teores de ácido ascórbico foram observados nos tratamentos com EDTA de cálcio, com o prolongamento do armazenamento este comportamento inverteu-se, onde no 21º dia apresentaram os menores valores de ácido ascórbico. Esperava-se que, os tratamentos com ácido ascórbico proporcionassem um incremento destes teores nos frutos, mas isto não ocorreu, no 14 e 21º dia de armazenamento os teores obtidos não diferiram dos tratamentos controle e cloreto de cálcio nas duas concentrações utilizadas.

Foram observados aumentos nos teores de ácido ascórbico, nos tratamentos utilizados, exceto para o tratamento com EDTA de cálcio a 1% e 3% no decorrer do tempo de armazenamento (dias).

Valores de 30,33 a 46,49 mg de ácido ascórbico constatados nesse experimento, diferiram dos encontrados por Teixeira et al. (2001) cujo valor foi de 12,54 mg

ácido ascórbico  $100\text{g}^{-1}$  e também discordam de Campbell e Koch (1989) que encontraram valores de 25,2 a 23,4 mg ácido ascórbico  $100\text{g}^{-1}$ , valores inferiores aos obtidos neste trabalho.

Como o teor de ácido ascórbico pode ser utilizado como índice de qualidade dos alimentos, observa-se que a cultivar do presente trabalho Nota 10 apresenta teores de ácido ascórbico elevados.

Tabela 7. Valores médios de Ácido Ascórbico (mg ácido ascórbico  $100\text{g}^{-1}$ ) obtidos de carambolas Nota 10, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a  $10 \pm 1$  °C e  $90 \pm 2$  % UR, por 21 dias.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)			
	0	7	14	21
Controle	33,60 aB	38,70 bAB	45,83 aA	45,66 aA
Ácido ascórbico 1%	34,00 aB	37,55 bAB	44,99 aA	47,49 aA
Ácido ascórbico 3%	41,20 aA	38,70 bA	46,49 aA	42,83 aA
Cloreto de cálcio 1%	41,20 aA	42,20 abA	40,50 aA	44,50 aA
Cloreto de cálcio 3%	35,70 aA	41,50 abA	43,66 aA	45,33 aA
EDTA de cálcio 1%	38,20 aBC	51,56 aA	42,33 aAB	30,33 bC
EDTA de cálcio 3%	39,70 aA	42,83 abA	25,33 bB	26,66 bB
CV(%)	14,21			

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna (Tratamentos) e maiúscula na linha (Tempo de armazenamento) não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade

### 5.1.9 Teor de Fenóis Totais

Com relação ao teor de fenóis totais, pode-se observar na Tabela 8 que não houve diferença significativa entre os tratamentos e também não houve diferença em relação ao tempo de armazenamento.

Observou-se que houve tendência a diminuição do teor de fenóis ao longo do tempo de armazenamento, e isso segundo Robards et al. (1999) pode ser atribuído a uma série de alterações químicas e enzimáticas de determinados fenóis durante o processo de

amadurecimento. Estas incluem hidrólises de glicosídeos por glicosidases, oxidação de fenóis por fenoxidases e polimerização de fenóis livres.

Tabela 8. Valores médios de Fenóis totais (em mg de ácido gálico g<sup>-1</sup>) obtidos de carambolas Nota 10, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a 10 ± 1 °C e 90 ± 2 % UR, por 21 dias.

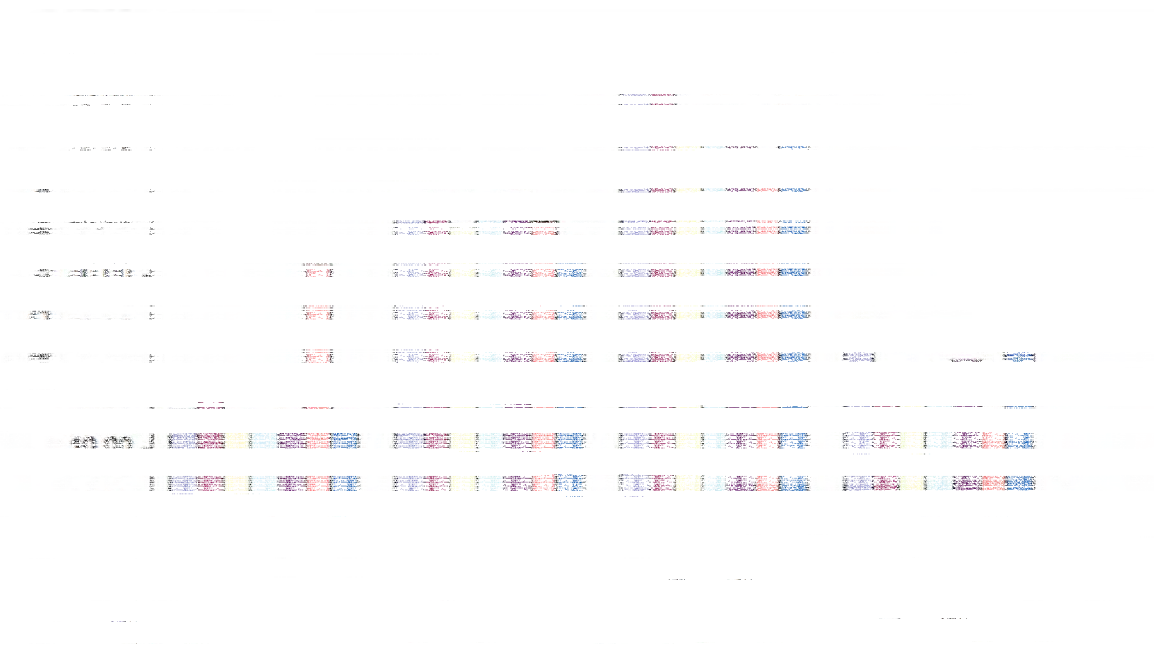
Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)			
	0	7	14	21
Controle	19,80 aA	16,69 aA	14,68 aA	10,06 aA
Ácido ascórbico 1%	17,04 aA	9,67 aA	14,89 aA	11,06 aA
Ácido ascórbico 3%	17,52 aA	12,60 aA	14,29 aA	10,10 aA
Cloreto de cálcio 1%	18,81 aA	15,45 aA	13,58 aA	10,51 aA
Cloreto de cálcio 3%	9,32 aA	15,22 aA	14,58 aA	11,30 aA
EDTA de cálcio 1%	22,95 aA	13,82 aA	12,71 aA	15,83 aA
EDTA de cálcio 3%	23,78 aA	23,96 aA	17,38 aA	14,96 aA
CV(%)	51,49			

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna (Tratamentos) e maiúscula na linha (Tempo de armazenamento) não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade

### 5.1.10 Respiração

No tempo zero, o tratamento com EDTA de cálcio a 1% foi o que apresentou a maior taxa respiratória que foi de 40 mL CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> hora<sup>-1</sup>. Com 7 dias de armazenamento, notou-se um aumento na taxa respiratória dos frutos independente do tipo de tratamento realizado (Figura 2).

O pico respiratório foi observado no 14º dia de armazenamento para todos os frutos dos diferentes tratamentos realizados. Os tratamentos, controle e ácido ascórbico 1%, apresentaram a maior taxa respiratória com valores próximos de 70 mL CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> hora<sup>-1</sup>, já o tratamento EDTA de cálcio a 1 % a menor. Já aos 21 dias de armazenamento, houve um decréscimo na taxa respiratória, independentemente do tratamento realizado.



**Figura 3.** Taxa respiratória ( $\text{mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ hora}^{-1}$ ) de carambolas Nota 10', submetidas a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a  $10 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $90 \pm 2 \text{ \% UR}$ , por 21 dias.

As carambolas utilizadas neste experimento apresentaram comportamento de frutos climatéricos, semelhante ao encontrado por Vines e Grierson (1966), mas diferiu de Oslund e Davenport (1981) que disseram ser não-climatéricos. Lam e Wan (1983) também não observaram pico de  $\text{CO}_2$  em carambolas armazenadas por de 4 a 6 semanas quando os frutos passaram de verde para laranja. No final do armazenamento foi observado aumento de  $\text{CO}_2$ , quando os frutos começavam a apresentar sintomas de apodrecimento. Os autores sugeriram que este aumento pode ser devido ao aparecimento de microrganismos. Já Mitcham e McDonald (1991) avaliaram o comportamento respiratório de carambolas em 4 estádios de maturação, verde escuro, mais verde que amarelo, mais amarelo que verde e amarelo, todos os frutos foram armazenados a  $21 \text{ }^\circ\text{C}$  até ficarem com coloração laranja e nos dois primeiros estádios a taxa de  $\text{CO}_2$  foi de  $30 \text{ mL kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ . A produção de  $\text{CO}_2$  indicou um possível pré-climatérico no estágio mais amarelo que verde, com um pico no estágio mais maduro. Entretanto, não há evidencia de decréscimo após este pico. Os autores não chegaram a uma evidencia conclusiva sobre a natureza climatérica ou não-climatérica das carambolas.

Carambolas da cv. Yau ainda verdes foram armazenadas a 2, 10 e 20 °C por 30 dias (PÉREZ-TELLO *et al.*, 2001). A produção de CO<sub>2</sub> dos frutos mantidos a 20 °C aumentou até o 10º dia de armazenamento, atingindo um valor de 30 mL kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, após este período diminuiu gradualmente. O valor da taxa respiratória observada por estes pesquisadores é inferior à obtida neste trabalho, porém eles trabalharam com frutos verdes, e aqui utilizou-se frutos mais maduros. A 2 e 10 °C a produção de CO<sub>2</sub> permaneceu baixa, aumentando no 30º dia, com valor de 34 mL kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>. O aumento da produção de CO<sub>2</sub> após 30 dias de armazenamento poderia estar mais relacionada à senescência que ocorreu a 20 °C, ou ao desenvolvimento de ‘chilling’ a 2 e 10 °C.

Carambolas cv. Fwang Tung armazenadas em condições ambiente, as taxas respiratórias aumentaram, com valores médios de 69,66 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> e 108,31 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> nos dias 13 e 15, respectivamente (TEIXEIRA *et al.*, 2007), valores estes superiores aos obtidos neste trabalho, mas onde foi utilizado refrigeração, que tem por finalidade reduzir a taxa respiratória.

O aumento do dióxido de carbono e etileno ocorre após o fruto ser considerado maduro, e isto tende a ser relacionado a microrganismos e a senescência (O’HARE, 1993).

## **5.2 Avaliação do efeito de dois tipos de embalagens associadas a diferentes tratamentos químicos**

### **5.2.1 Coloração da Casca**

Em relação à cor, avaliada pelo Chroma observou-se na tabela 9, que houve diferença significativa entre os tratamentos no início e no final do armazenamento. No dia zero, o tratamento PVC + ácido ascórbico a 3 % apresentou o maior valor de Chroma (C\*), porém não diferindo de outros tratamentos, enquanto que, os tratamentos onde utilizou PVC mais EDTA de cálcio e PEBD mais EDTA de cálcio os menores. No 21º dia o tratamento PVC + ácido ascórbico a 3 %, também apresentou o maior valor de C\*, diferindo apenas do tratamento PEBD de 0,6µ mais AA a 3 %.

Tabela 9. Valores médios de Chroma (C\*) e Hue (°h) obtidos de carambolas Nota 10, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a  $10 \pm 1$  °C e  $90 \pm 2$  % UR, por 21 dias.

	Tratamentos	Tempo de armazenamento (Dias)			
		0	7	14	21
Chroma (C*)	Controle	27,75 abA	24,80 aA	27,50 aA	26,00 abA
	PVC + AA a 3%	29,00 aA	26,37 aA	26,50 aA	26,75 aA
	PVC + CaCl <sub>2</sub> a 3%	27,16 abA	28,00 aA	24,66 aA	25,21 abA
	PVC + EDTA de Ca a 3%	23,73 bA	24,91 aA	25,69 aA	26,28 abA
	PEBD-0,6μ + AA a 3%	25,50 abAB	26,25 aA	24,65 aAB	22,09 bB
	PEBD-0,6μ + CaCl <sub>2</sub> a 3%	25,00 abA	25,00 aA	23,50 aA	22,55 abA
	PEBD-0,6μ + EDTA de Ca a 3%	24,25 bA	24,75 aA	23,50 aA	24,45 abA
	CV(%)	8,19			
	Tratamentos	Tempo de armazenamento (Dias)			
		0	7	14	21
Hue (°h)	Controle	110,75 abA	107,42 aA	105,57 aA	109,17 aA
	PVC + AA a 3%	110,25 abA	113,09 aA	108,89 aA	109,45 aA
	PVC + CaCl <sub>2</sub> a 3%	104,50 bA	108,75 aA	109,16 aA	107,11 aA
	PVC + EDTA de Ca a 3%	110,80 abA	111,00 aA	109,08 aA	108,70 aA
	PEBD-0,6μ + AA a 3%	112,09 aA	107,48 aA	107,36 aA	106,77 aA
	PEBD-0,6μ + CaCl <sub>2</sub> a 3%	105,30 abA	107,97 aA	109,30 aA	107,08 aA
	PEBD-0,6μ + EDTA de Ca a 3%	110,83 abA	110,88 aA	106,62 aA	109,88 aA
	CV(%)	3,18			

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna (Tratamentos) e maiúscula na linha (Tempo de armazenamento) não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

PVC policloreto de vinila; AA: ácido ascórbico; CaCl<sub>2</sub>: cloreto de cálcio; PEBD: polietileno de baixa densidade de 0,6μ; EDTA: etilenodiaminotetracético.

Ao longo do período de armazenamento foi observada diferença significativa apenas no tratamento PEBD de 0,6μ mais AA a 3 %, com aumento nos valores no 7º dia e diminuição no restante do período.

Os valores obtidos são superiores aos encontrados por Ding et al. (2007) quando trabalharam com carambolas cv. B10, mas inferiores aos observados no primeiro experimento com carambolas desta mesma cultivar, porém sem utilização de filme plástico. O uso do filme retardou o desenvolvimento da cor ficando mais verde.

Avaliando a cor pelo ângulo Hue não houve diferença significativa ao longo do período de armazenamento e entre os tratamentos nos diferentes períodos somente foi observada diferença no tempo 0, onde os tratamentos PEBD de 0,6 $\mu$  + AA a 3% e PVC + cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>) a 3% diferiram entre si (Tabela 9).

Os valores obtidos para ângulo Hue, são superiores aos obtidos por Ding et al., (2007) quando trabalharam com carambolas cv. B10 (h° de 101,65 a 100,03), mas inferiores aos obtidos por Coelho et al. (2008) trabalhando com carambolas mais verdes (h° de 120,59).

Quando ocorre aumento do valor de C\* e diminuição de h° em carambolas é porque as cascas das mesmas estavam menos verdes e mais amareladas, mas o uso de filmes associado aos demais tratamentos não permitiu esta modificação nas frutas da cultivar utilizada neste experimento.

### **5.2.2 Firmeza**

Não foi observada diferença significativa entre os tratamentos para a variável firmeza (Tabela 10). Ao longo do período de armazenamento notou-se uma diminuição significativa nos valores de firmeza em todos os tratamentos realizados de 243,50 a 119,25.

Tabela 10. Valores médios de Firmeza (gf) obtidos de carambolas Nota 10, submetidos a diferente tratamentos pós-colheita e armazenadas a  $10 \pm 1$  °C e  $90 \pm 2$  % UR, por 21 dias.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (Dias)			
	0	7	14	21
Controle	239,25 aA	127,75 aB	132,75 aB	144,50 aB
PVC + AA a 3%	202,75 aA	149,50 aAB	145,50 aB	152,75 aAB
PVC + CaCl <sub>2</sub> a 3%	204,75 aA	165,50 aAB	144,00 aB	119,50 aB
PVC + EDTA de Ca a 3%	233,75 aA	181,25 aAB	144,00 aB	131,50 aB
PEBD-0,6μ + AA a 3%	243,50 aA	158,00 aB	144,75 aB	122,25 aB
PEBD-0,6μ + CaCl <sub>2</sub> a 3%	226,00 aA	150,00 aB	161,50 aB	119,25 aB
PEBD-0,6μ + EDTA de Ca a 3%	237,25 aA	142,00 aB	145,25 aB	136,50 aB
CV(%)	18,17			

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna (Tratamentos) e maiúscula na linha (Tempo de armazenamento) não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

PVC policloreto de vinila; AA: ácido ascórbico; CaCl<sub>2</sub>: cloreto de cálcio; PEBD: polietileno de baixa densidade de 0,6μ; EDTA: etilendiaminotetracético.

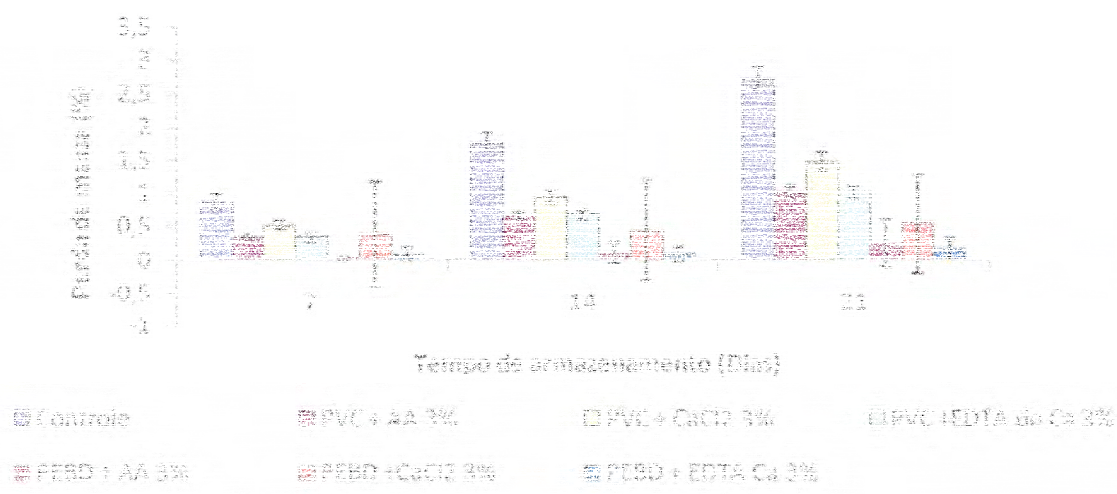
A utilização de cálcio nos frutos proporciona melhor preservação da firmeza da polpa e resistência. Nas carambolas Nota 10 utilizadas neste experimento aplicou-se produtos que continham cálcio associado a filmes plásticos e mesmo assim notou-se uma diminuição significativa da firmeza em todos os tratamentos ao longo do período de armazenamento, mas que foram maiores que os observados no experimento anterior (item 5.1).

A perda de textura ou amaciamento é um importante atributo físico associado com qualidade e vida útil de frutos. Amaciamento envolve mudanças estruturais e de composição nos vários carboidratos de parede em parte como resultado da ação de enzimas de parede celular. Muitas destas mudanças envolvem as pectinas. Durante o amadurecimento, as pectinas são despolimerizadas e seus níveis na parede celular diminuem. Ao lado das pectinas, hemiceluloses e celuloses também modificam significativamente sua estrutura durante amadurecimento (ALI et al., 2004).

Esses mesmos autores, trabalharam com carambola cv. B10 armazenadas a 10 °C e também verificaram redução de firmeza destes frutos.

### 5.2.3 Perda de Massa

O tratamento 1 (controle) foi o que apresentou maior porcentagem de perda de massa em todo o tempo de armazenamento. Os tratamentos (PEBD + ácido ascórbico 3% e PEBD + EDTA de cálcio 3%) foram os que apresentaram as menores perdas em todo o tempo armazenado (Figura 3).



**Figura 4.** Porcentagem de perda de massa fresca (%) obtidas de carambolas Nota 10, submetidas a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a  $10 \pm 1$  °C e  $90 \pm 2$  % UR, por 21 dias.

A perda de massa fresca do primeiro experimento variou de  $\pm 1\%$  até  $\pm 5\%$  do início ao final do armazenamento, quando utilizou-se filmes plásticos associados a outros tratamentos a perda máxima de massa fresca foi menor que 3%, indicando a eficiência no uso de embalagens. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), perdas de umidade entre 5 e 10 % são suficientes para reduzir a qualidade da maioria das frutas e hortaliças. A alta umidade relativa utilizada neste experimento ( $90 \pm 2$  %) mais os filmes ajudaram manter a qualidade dos frutos de carambola que apresentaram baixa perda de massa na maioria dos tratamentos realizados.

### 5.2.4 pH

Não houve diferença nos valores de pH entre os diferentes tratamentos. No entanto, com relação ao tempo de armazenamento, somente os tratamentos PEBD-0,6 $\mu$  + AA a 3% e PEBD-0,6 $\mu$  + EDTA de Ca a 3% apresentaram diferença significativa, notando-se pequena elevação no pH (Tabela 11).

Neste segundo experimento observou-se que os valores para pH são menores dos que os obtidos no primeiro experimento para todos os tratamentos.

Tabela 11. Valores médios de pH obtidos de carambolas Nota 10, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a  $10 \pm 1$  °C e  $90 \pm 2$  % UR, por 21 dias.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (Dias)			
	0	7	14	21
Controle	3,57 aA	3,76 aA	3,63 aA	3,55 aA
PVC + AA a 3%	3,54 aA	3,55 aA	3,68 aA	3,53 aA
PVC + CaCl <sub>2</sub> a 3%	3,61 aA	3,65 aA	3,55 aA	3,55 aA
PVC + EDTA de Ca a 3%	3,53 aA	3,59 aA	3,68 aA	3,56 aA
PEBD-0,6 $\mu$ + AA a 3%	3,42 aB	3,71 aA	3,64 aA	3,61 aAB
PEBD-0,6 $\mu$ + CaCl <sub>2</sub> a 3%	3,46 aA	3,66 aA	3,53 aA	3,58 aA
PEBD-0,6 $\mu$ + EDTA de Ca a 3%	3,44 aB	3,57 aAB	3,66 aA	3,51 aAB
CV(%)	3,17			

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna (Tratamentos) e maiúscula na linha (Tempo de armazenamento) não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

PVC policloreto de vinila; AA: ácido ascórbico; CaCl<sub>2</sub>: cloreto de cálcio; PEBD: polietileno de baixa densidade de 0,6 $\mu$ ; EDTA: etilenodiaminotetracético.

Os valores obtidos para pH diferiram dos observados por Ding et al (2007) em carambolas ‘B10’, com valores variando de 4,23 a 4,34, como também dos valores observados por Miller et al. (1991) em carambolas ‘Arkin’ verdes e amarelas que verificaram pH variando de 3,67 a 3,88.

### 5.2.5 Acidez Titulável

Houve diferença significativa entre os tratamentos apenas no 7º dia de armazenamento, onde os tratamentos PVC + AA a 3% e PEBD-0,6 $\mu$  + AA a 3% apresentaram a maior e menor acidez, respectivamente (Tabela 12).

Ao longo do período de armazenamento apenas no tratamento PEBD de 0,6 $\mu$  mais AA a 3%, observou-se diferença significativa, com elevação da acidez no final dos 21 dias.

Um decréscimo da acidez pode significar que os ácidos orgânicos foram utilizados na respiração dos frutos, e neste experimento notou-se uma manutenção destes teores ou mesmo pequena elevação, indicando baixa atividade respiratória.

Tabela 12. Valores médios de Acidez Titulável (g de ácido oxálico 100 g<sup>-1</sup> de polpa) obtidos de carambolas Nota 10, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a 10  $\pm$ 1 °C e 90  $\pm$  2 % UR, por 21 dias.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (Dias)			
	0	7	14	21
Controle	0,28 aA	0,26 abA	0,28 aA	0,30 aA
PVC + AA a 3%	0,28 aA	0,31 aA	0,27 aA	0,29 aA
PVC + CaCl <sub>2</sub> a 3%	0,26 aA	0,25 abA	0,28 aA	0,27 aA
PVC + EDTA de Ca a 3%	0,28 aA	0,29 abA	0,31 aA	0,29 aA
PEBD-0,6 $\mu$ + AA a 3%	0,25 aAB	0,24 bB	0,25 aAB	0,30 aA
PEBD-0,6 $\mu$ + CaCl <sub>2</sub> a 3%	0,24 aA	0,29 abA	0,29 aA	0,27 aA
PEBD-0,6 $\mu$ + EDTA de Ca a 3%	0,29 aA	0,27 abA	0,27 aA	0,28 aA
CV(%)	10,42			

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna (Tratamentos) e maiúscula na linha (Tempo de armazenamento) não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

PVC policloreto de vinila; AA: ácido ascórbico; CaCl<sub>2</sub>: cloreto de cálcio; PEBD: polietileno de baixa densidade de 0,6 $\mu$ ; EDTA: etilenodiaminotetracético.

### 5.2.6 Sólidos Solúveis

Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos no 7, 14 e 21º dia de armazenamento. De maneira geral o tratamento com PEBD de 0,6µ associado ao cloreto de cálcio 3% apresentou os menores teores de SS. Não houve diferença significativa durante o período de armazenamento (Tabela 13).

Tabela 13. Valores médios de Sólidos Solúveis (°Brix) obtidos de carambolas Nota 10, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a  $10 \pm 1$  °C e  $90 \pm 2$  % UR, por 21 dias.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (Dias)			
	0	7	14	21
Controle	7,67 aA	7,30 abA	8,20 aA	8,02 aA
PVC + AA a 3%	7,50 aA	7,85 aA	7,92 abA	7,12 abA
PVC + CaCl <sub>2</sub> a 3%	7,30 aA	6,82 abA	6,77 bA	6,20 bA
PVC + EDTA de Ca a 3%	7,57 aA	7,62 abA	7,57 abA	7,15 abA
PEBD-0,6µ + AA a 3%	7,00 aA	7,07 abA	6,85 aA	7,35 abA
PEBD-0,6µ + CaCl <sub>2</sub> a 3%	6,95 aA	6,45 bA	6,50 bA	6,45 bA
PEBD-0,6µ + EDTA de Ca a 3%	7,20 aA	7,32 abA	7,45 abA	6,90 abA
CV(%)	7,61			

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna (Tratamentos) e maiúscula na linha (Tempo de armazenamento) não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

PVC policloreto de vinila; AA: ácido ascórbico; CaCl<sub>2</sub>: cloreto de cálcio; PEBD: polietileno de baixa densidade de 0,6µ; EDTA: etilendiaminotetracético.

Os valores observados foram inferiores aos encontrados por Teixeira et al. (2007) em carambolas cv. Fwang Tung armazenados a 11,8 °C por 12 dias com valor de 9,1 °Brix.

Os teores de SS observados no segundo experimento foram inferiores aos observados no primeiro (Tabela 5), indicando atraso no amadurecimento, pois com o avanço há uma tendência de elevação nestes teores.

### 5.2.7 Açúcares Redutores

Observando-se a tabela 14, verificou-se que houve variação significativa nos teores de açúcares redutores entre os tratamentos nos dias zero, 7 e 21º dia de armazenamento. No tempo zero o controle (sem filme e sem tratamento) apresentou os maiores teores diferindo dos demais tratamentos. No 7º dia o maior e menor teor foi observado no tratamento PVC mais AA a 3% e PEBD-0,6µ + EDTA de Ca a 3%, respectivamente. No final do armazenamento (21º) os tratamentos PEBD-0,6µ + cloreto de Ca a 3% e PVC + CaCl<sub>2</sub> a 3%, apresentaram os menores teores diferindo do controle. Estes tratamentos retardaram o amadurecimento, pois apresentaram menores teores de SS e açúcares redutores.

Tabela 14. Valores médios de Açúcares Redutores (%) de carambolas Nota 10, submetidos diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a 10 ± 1 °C e 90 ± 2 % UR, por 21 dias.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (Dias)			
	0	7	14	21
Controle	4,43 aB	5,83 abA	6,30 aA	6,58 aA
PVC + AA a 3%	2,60 bB	6,57 aA	6,27 aA	5,75 abA
PVC + CaCl <sub>2</sub> a 3%	2,55 bC	6,03 abA	5,67 aAB	4,92 bB
PVC + EDTA de Ca a 3 %	2,60 bB	6,54 aA	5,95 aA	5,55 abA
PEBD-0,6µ + AA a 3%	2,49 bB	5,89 abA	5,70 aA	5,82 abA
PEBD-0,6µ + CaCl <sub>2</sub> a 3%	2,61 bB	5,56 abA	5,52 aA	5,03 bA
PEBD-0,6µ + EDTA de Ca a 3%	2,40 bB	5,25 bA	5,91 aA	5,18 bA
CV (%)	11,27			

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna (Tratamentos) e maiúscula na linha (Tempo de armazenamento) não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

PVC policloreto de vinila; AA: ácido ascórbico; CaCl<sub>2</sub>: cloreto de cálcio; PEBD: polietileno de baixa densidade de 0,6µ; EDTA: etilenodiaminotetracético.

Esses valores foram semelhantes aos observados por Narain et al. (2001) que verificaram aumento dos valores de açúcares redutores de 2,80 para 5,04%.

Nesse segundo experimento houve aumento nos valores de açúcares com utilização de embalagem, em comparação ao primeiro experimento. A glicose é utilizada na respiração e a sua conservação indica menor atividade respiratória.

### 5.2.8 Teor de Ácido Ascórbico

Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos em todos os dias de avaliação (zero, 7, 14 e 21<sup>o</sup>) (Tabela 15). No 21<sup>o</sup> dia obteve-se 51,00 mg ácido ascórbico 100g<sup>-1</sup>, no tratamento T7 (PEBD-0,6μ + EDTA de Ca a 3%) diferindo dos demais tratamentos.

Tabela 15. Valores médios de Ácido Ascórbico (mg ácido ascórbico 100g<sup>-1</sup>) obtidos de carambolas Nota 10, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a 10 ± 1 °C e 90 ± 2 % UR, por 21 dias.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (Dias)			
	0	7	14	21
Controle	26,80 abcAB	21,20 abB	31,70 aA	34,20 bcdA
PVC + AA a 3%	36,30 aA	29,00 aA	28,20 abA	35,50 bcA
PVC + CaCl <sub>2</sub> a 3%	27,20 abcB	15,00 aA	18,50 aA	27,50 bcB
PVC + EDTA de Ca a 3%	26,50 bcA	22,70 abA	24,50 abA	26,50 dcA
PEBD-0,6μ + AA a 3%	32,70 abA	21,50 abB	22,50 abB	36,50 bA
PEBD-0,6μ + CaCl <sub>2</sub> a 3%	24,40 bcA	17,00 bA	24,50 abA	25,30 dA
PEBD-0,6μ + EDTA de Ca a 3%	22,00 cBC	14,20 bC	24,00 abB	51,00 aA
CV(%)	16,91			

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna (Tratamentos) e maiúscula na linha (Tempo de armazenamento) não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

PVC policloreto de vinila; AA: ácido ascórbico; CaCl<sub>2</sub>: cloreto de cálcio; PEBD: polietileno de baixa densidade de 0,6μ; EDTA: etilenodiaminotetracético.

Ao longo do período de armazenamento houve uma variação nos teores de ácido ascórbico. Nos tratamentos PVC + AA a 3%, PVC + EDTA de Ca a 3% e PEBD-0,6μ + CaCl<sub>2</sub> a 3% não foi observada diferença significativa, nos outros houve uma diminuição significativa nos teores no 7<sup>o</sup> dia e elevação no final do experimento, os valores foram maiores em comparação ao primeiro experimento.

Teixeira et al. (2001) avaliaram as características físicas, físico-químicas e químicas de 6 cultivares de carambola. Quanto aos teores de ácido ascórbico, as

cultivares Malásia e Arkin apresentaram os maiores valores, 26,28 e 23,99 mg de ácido ascórbico  $100\text{g}^{-1}$ , respectivamente, seguidos da 'Golden Star', 'Fwang Tung', 'Nota10' e 'Tean-ma', que mostraram os menores valores 12,54 mg de ácido ascórbico  $100\text{g}^{-1}$ . Já Teixeira et al. (2007) trabalhando com carambola cv. Fwang Tung observaram teores 13,34 mg  $100\text{g}^{-1}$  de ácido ascórbico. Os teores observados por estes pesquisadores são inferiores aos encontrados neste experimento.

### 5.2.9 Teor de Fenóis totais

Houve diferença significativa entre os tratamentos PEBD de  $0,6\mu$  + 3% EDTA de cálcio e PVC + 3% ácido ascórbico no dia 0. Também houve diferença entre os tratamentos PVC + EDTA de cálcio a 3% e PEBD de  $0,6\mu$  + 3% cloreto de cálcio, aos 14 dias. E aos 21 dias de armazenamento houve diferença significativa entre o tratamento com PVC + ácido ascórbico a 3% em relação aos tratamentos com PVC + cloreto de cálcio a 3% e PEBD de  $0,6\mu$  + cloreto de cálcio a 3% (Tabela 16).

Com relação ao tempo de armazenamento foi observada diferença significativa nos tratamentos com PVC + AA a 3% e PEBD de  $0,6\mu$  + cloreto de cálcio a 3%. Houve uma variação nos teores de fenóis totais, onde em alguns tratamentos notou-se um pequeno aumento, enquanto que em outros uma diminuição.

Os teores obtidos foram inferiores aos encontrados por Weller et al. (1997) em carambolas 'Arkin' armazenadas a  $4,4\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 6 semanas com valores em torno de  $35\text{ mg }100\text{g}^{-1}$ . Estes pesquisadores observaram aumento dos fenólicos totais até a 4ª semana e diminuição na 6ª semana.

Tabela 16. Valores médios de Fenóis Totais (mg de ácido gálico g<sup>-1</sup>) obtidos de carambolas Nota 10, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a 10 ±1 °C e 90 ± 2 % UR, por 21 dias.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)			
	0	7	14	21
Sem filme; sem tratamento	15,41 abA	11,50 aA	15,00 abA	18,37 abA
PVC + AA a 3%	8,95 bB	14,50 aAB	20,04 abA	22,50 aA
PVC + CaCl <sub>2</sub> a 3%	16,73 abA	11,25 aA	11,75 abA	8,75 bA
PVC + EDTA de Ca a 3%	16,16 abA	17,25 aA	9,25 bA	12,75 abA
PEBD-0,6μ + AA a 3%	11,79 abA	13,00 aA	16,00 abA	11,75 abA
PEBD-0,6μ + CaCl <sub>2</sub> a 3%	13,95 abAB	14,75 aAB	22,05 aA	7,50 bB
PEBD-0,6μ + EDTA de Ca a 3%	20,56 aA	16,67 aA	18,50 abA	18,25 abA
CV(%)	36,54			

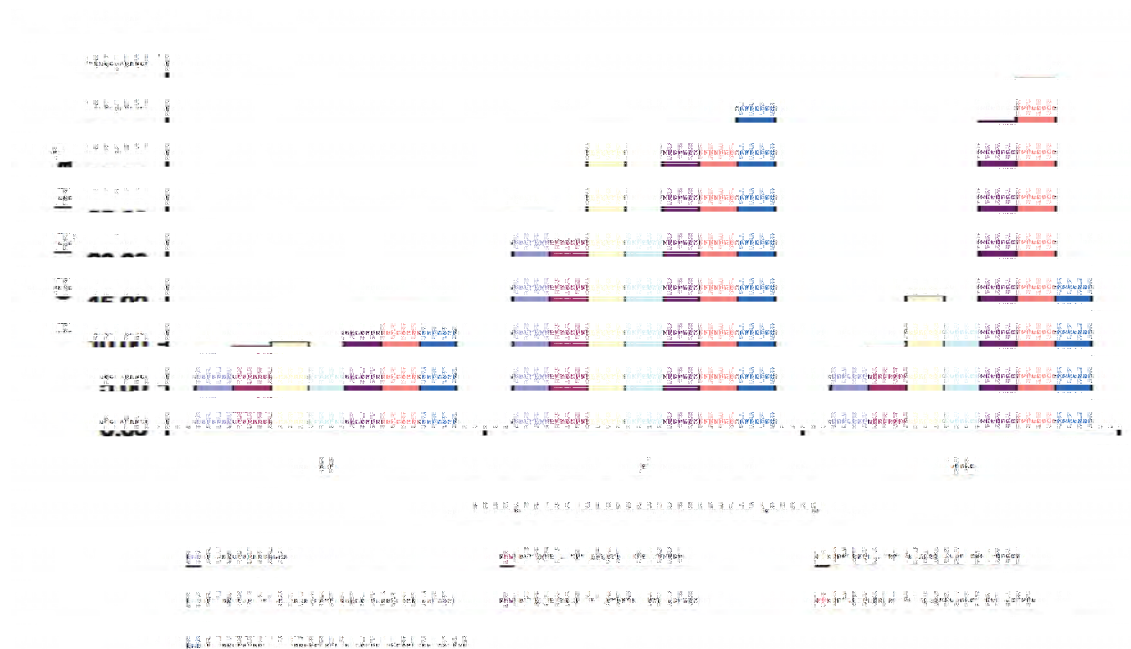
Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna (Tratamentos) e maiúscula na linha (Tempo de armazenamento) não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade

PVC policloreto de vinila; AA: ácido ascórbico; CaCl<sub>2</sub>: cloreto de cálcio; PEBD: polietileno de baixa densidade de 0,6μ; EDTA: etilenodiaminotetracético

### 5.2.10 Respiração

No dia 7º dia de armazenamento houve um aumento na taxa respiratória de todos os tratamentos e diminuição no 14º, com exceção dos tratamentos PEBD-0,6μ + AA a 3% e que permaneceram elevados (Figura 4).

Do mesmo modo do primeiro experimento as carambolas apresentaram comportamento de frutos climatéricos. Com utilização de filmes plásticos a taxa respiratória foi menor, porém o pico ocorreu no 7º dia na maioria dos tratamentos realizados. No primeiro experimento o pico respiratório foi observado no 14º dia de armazenamento para todos os frutos dos diferentes tratamentos realizados, onde os tratamentos controle e ácido ascórbico 1%, apresentaram a maior taxa respiratória com valores próximos de 70 mL CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> hora<sup>-1</sup> e neste experimento a maior foi 40 mL CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> hora<sup>-1</sup> no tratamento PEBD-0,6μ + CaCl<sub>2</sub> a 3%.



**Figura 5.** Taxa respiratória ( $\text{mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ hora}^{-1}$ ) de carambolas Nota 10, submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a  $10 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $90 \pm 2 \text{ \% UR}$ , por 21 dias.

Resultados semelhantes aos deste trabalho foram observados por Pérez-Tello et al. (2001) em carambolas da cv. Yau armazenadas a 2, 10 e 20  $^\circ\text{C}$  por 30 dias. A produção de  $\text{CO}_2$  dos frutos mantidos a 20  $^\circ\text{C}$  aumentou até o 10º dia de armazenamento, atingindo um valor de  $30 \text{ mL kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ , após este período diminuiu gradualmente. A 2 e 10  $^\circ\text{C}$  a produção de  $\text{CO}_2$  permaneceu baixa, aumentando no 30º dia, com valor de  $34 \text{ mL kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ . O aumento da produção de  $\text{CO}_2$  após 30 dias de armazenamento poderia estar mais relacionada à senescência que ocorreu a 20  $^\circ\text{C}$ , ou ao desenvolvimento de “chilling” a 2 e 10  $^\circ\text{C}$ .

Já Teixeira et al. (2007) trabalhando com carambolas cv. Fwang Tung armazenadas em condições ambiente observaram taxas respiratórias superiores as deste trabalho com valores médios de  $69,66 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$  e  $108,31 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ . Neste trabalho utilizou-se refrigeração e embalagens, que tem por finalidade reduzir a taxa respiratória.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

### **6.1 Avaliação do efeito de diferentes tratamentos químicos em diferentes concentrações.**

- O tratamento com EDTA de cálcio 3% foi o mais eficiente quanto à redução da perda de massa;
- Para sólidos solúveis, o tratamento com ácido ascórbico foi o que apresentou maiores valores;
- Quanto ao teor de açúcares redutores, o controle (sem tratamento) foi o que apresentou maiores teores;
- Quanto à firmeza, os tratamentos utilizando cloreto de cálcio foram os que mantiveram a textura do fruto;
- Quanto à respiração, todos os tratamentos tiveram aumento na taxa respiratória e pico aos 14º dia.

## **6.2 Avaliação do efeito de dois tipos de embalagens associadas a diferentes tratamentos químicos.**

- Houve diminuição na firmeza para todos os tratamentos, mesmo os que possuíam cálcio;
- Para perda de massa, os tratamentos: PEBD + AA 3% e PEBD + EDTA de cálcio 3% apresentaram menor valor;
- Os teores de sólidos solúveis foram menores em relação ao 1º experimento;
- Houve aumento nos teores de açúcares com uso de embalagens;
- Os teores de ácido ascórbico foram maiores, e como AA é um indicativo de qualidade, significa que o uso de embalagem manteve a qualidade do fruto;
- Os frutos tiveram menores taxas respiratórias, quando comparados ao 1º Experimento e com pico ao 7º dia.

## **7. CONCLUSÕES**

Os diferentes tratamentos químicos na concentração de 3% e o uso de embalagens de PVC (Policloreto de vinila) e PEBD (Polietileno de baixa densidade) 0,6 $\mu$  propiciaram melhor conservação de frutos de carambola sem interferir nas características de qualidade.

## 8 REFERÊNCIAS

ALI, Z. M. et al. Low temperature and modified atmosphere packing of carambola fruit and their effects on ripening relative texture changes, wall modification and chilling injury symptoms. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 33, n. 2, p. 181-192, 2004.

ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; PIMENTEL, C. R. M. Comercialização e qualidade de frutas tropicais brasileiras (influência de exigências quarentenárias) In: ALVES, R. E.; VELOZ, C. S. (Eds.). **Exigências quarentenárias para a exportação de frutas tropicais e subtropicais**. Fortaleza: Embrapa CNPAT; CYTED; CONACYT, 1999. p. 1-21.

ARAÚJO, P. S. R.; MINAMI, K. Seleção de caramboleiras pelas características biométricas e físico-químicas dos frutos. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 1-17, 2001.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry international**. 18th ed. Gaithersburg: AOAC, 2005. 1015 p.

BALDACH, A.; BOARIM, D. S. F. **As frutas da medicina natural**. 2. ed. Itaquaquecetuba: Vida Plena, 1992. 316 p.

BALDINI, V. L. S.; DRAETA, I. S.; NOMURA, E. H. Avaliação bioquímica de carambola (*Averrhoa carambola* L.). **Coletânea do ITAL**, Campinas, v. 12, p. 283-291, 1982.

BANGERTH, F. Calcium-related physiological disorders of plants. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 17, p. 97-122, 1979.

BASTOS, B. C. A cultura da carambola. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 284-286, 2004.

BEN-YEHOSHUA, S. Individual seal-packing of fruit and vegetables in plastic film: a new postharvest technique. **HortScience**, Alexandria, v. 20, n. 1, p. 32-37, 1985.

BIALE, J. B. Respiration of fruits. **Encyclopedia of Plant Physiology**, Berlin, v. 12, n. 2, p. 536-592, 1960.

BLEINROTH, E. W. **Abacaxi**: cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos. 2. ed. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1987. p. 133-164. (Série frutas tropicais).

BLEINROTH, E. W.; ZUCHINI, A. G.; POMPEO, R. M. Determinação das características e mecânicas de variedades de abacate e sua conservação pelo frio. **Coletânea ITAL**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 29-81, 1976.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2005. 1018 p.

CAMPBELL, C. A.; KOCH, K. E. Sugar/acid composition and development of sweet and tart carambola fruit. **Journal of the American Society Horticultural Science**, Alexandria, v. 114, n. 3, p. 455-427, 1989.

CAMPBELL, C. A.; HUBER, D. J.; KOCH, K. E. Postharvest response of carambolas to storage at low temperatures. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Florida, v. 100, p. 272-275, 1987.

CAMPBELL, C. A.; HUBER, D. J.; KOCH, K. E. Postharvest changes in sugars, acids and color of carambola fruit at various temperatures. **HortScience**, Alexandria, v. 24, n. 3, p. 472-475, 1989.

CANO, M. P. et al. Differences among Spanish and Latin American banana cultivars: morphological, chemical and sensory characteristics. **Food Chemistry**, Hong Kong, v. 59, n. 3, p. 411-419, 1997.

CARVALHO, V. D.; CHALFOUN, S. M. A importância do cálcio na agricultura. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 15, n. 170, p. 17-28, 1991.

CHEUNG, L. M.; CHEUNG, P. C. K.; OOI, V. E. C. Antioxidant activity and total phenolics of edible mushroom extracts. **Food Chemistry**, Hong Kong, v. 80, n. 2, p. 249-255, 2003.

CHIN, L. H.; ALI, Z. M.; LAZAN, H. Cell wall modifications, degrading enzymes and softening of carambola fruit during ripening. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v. 50, n. 335, p. 767-775, 1999.

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

COELHO, M. T. et al. **Fases de coloração da casca e conteúdo de fenóis totais em carambola**. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 17.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFPEL, 10., 2008, Capão do Leão. **Anais...** Pelotas: UFPEL, 2008. Não paginado.

CONWAY, W. S.; SANS, C. E.; HICKEY, K. D. Commercial potential for increasing apple tissue calcium sufficiently to maintain fruit quality in storage. In: INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON POSTHARVEST PHYSIOLOGY, PATOLOGY AND TECHNOLOGIES FOR HORTICULTURAL COMMODITIES, 1., 1994, Agadir. **Proceedings...** Agadir: Institut Agronomique et Veterinaire Hassan, 1994. p. 70-74.

DAVEY, M. W. et al. Plant L-ascorbic acid: chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Barking, v. 80, p. 825-860, 2000.

DING, P.; AHMAD, S. H.; GHAZALI, H. M. Changes in select quality characteristics of minimally processe carambola (*Averrhoa carambola* L.) when treated with ascorbic acid. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Barking, v. 87, p. 702-709, 2007.

DZIEZAK, J. D. Antioxidants. **Food Techonology**, Chicago, v. 40, n. 9, p. 94-102, 1986.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2000. 652 p.

FINGER, F. L.; VIEIRA, G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 29 p.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 12. ed. Piracicaba: Nobel, 1987. 467 p.

HANSON, E. J.; BEGGS, J. L.; BEAUDRY, R. M. Applying calcium chloride postharvest to improve highbush blueberry firmness. **HortScience**, Alexandria, v. 28, n. 10, p. 1033-1034, 1993.

HORWITZ, H. **Official methods of analysis of the association of official agricultural chemists**. 8th ed. Washington, DC: Agricultural Chemistry Association, 1995. 144 p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físicos e químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília, DF: ANVISA, 2005. p. 672-673.

KANETA, T. et al. Calcium application extends postharvest life of carambola (*Averrhoa carambola* L.) fruit. **Horticultural Research**, Edinburgh, v. 5, p. 179-183, 2006.

KENNEY, P.; HULL, L. Effects of storage condition on carambola quality. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Lake Alfred, v. 99, p. 222-224, 1986.

LAM, P. F.; WAN, C. K. Climacteric nature of the carambola (*Averrhoa carambola* L.) fruit. **Pertanika**, Selangor, v. 6, n. 3, p. 44-47, 1983.

LEME, J. J.; MALAVOLTA, E. Determinação fotométrica do ácido ascórbico. **Anais da Esalq**, Piracicaba, v. 17, p. 11-129, 1950.

LENOX, A.; RAGOONATH, J. Carambola and bilimbi. **Fruits**, Pelotas, v. 45, n. 5, p. 497-501, 1990.

LEONG, L. P.; SHUI, G. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. **Food Chemistry**, Hong Kong, v. 76, p. 69-75, 2002.

LIMA, Z. B. et al. Frutos comestíveis do Brasil. **Revista da Faculdade de Farmácia e Bioquímica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 79-88, 1965.

LIV, S. A. Effects of calcium in ripening climacteric fruits. **Fruits Technology**, New York, v. 25, n. 3, p. 1104-1109, 1998.

MATTHEWES, R. F.; MYERS, P. O. Effect of antioxidants on browning of refrigerated carambola slices. **Proceedings of Florida State Horticultural Science**, Winter Haven, v. 108, p. 316-320, 1995.

MILLER, W. R.; McDONALD, R. E. Condition of Florida carambolas after hot-air treatment and storage. **Proceedings of Florida State Horticultural Science**, Winter Haven, v. 103, p. 238-241, 1990.

MILLER, W. R.; McDONALD, R. E.; NISPEROS-CARRIEDO, M. Quality of 'Arkin' carambolas with or without conditioning followed by low-temperature quarantine treatment. **Proceedings of Florida State Horticultural Science**, Winter Haven, v. 104, p. 118-122, 1991.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Método de Tillmans modificado**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 26 out. 2010.

MITCHAM, E. J.; McDONALD, R. E. Characterization of the ripening of carambola (*Averrhoa carambola* L.) fruit. **Proceedings of Florida State Horticultural Science**, Winter Haven, v. 104, p. 104-108, 1991.

NARAIAN, N.; HOLSCHUH, P. S.; VASCONCELOS, M. A. S. Physical and chemical composition of carambola fruit (*Averrhoa carambola* L.) at three stages of maturity. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 3, n. 3, p. 145-148, 2001.

NELSON, N. A. A Photometric adaptation of Somogy method for determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, Rockville, v. 135, n. 1, p. 136-175, 1944.

NEVES, L. C. et al. Armazenamento em atmosfera modificada passiva de carambola azeda (*Averrhoa carambola* L.) cv. Golden Star. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 13-16, 2004a.

NEVES, L. C. et al. Qualidade de carambolas azedas cv. Golden Star tratadas com CaCl<sub>2</sub> por imersão e armazenadas sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 32-35, 2004b.

O'HARE, T. J. Postharvest physiology and storage of carambola (starfruit): a review. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 2, n. 4, p. 257-267, 1993.

OSLUND, C. R.; DAVENPORT, T. L. No climacteric in the star fruit (*Averrhoa carambola*). **Horticultural Science**, Alexandria, v. 16, n. 3, p. 424, 1981.

PÉREZ-TELLO, G. et al. Effect of temperature on enzymatic and physiological factors related to chilling injury in carambola fruit (*Averrhoa carambola* L.). **Biochemical and Biophysical Research Communication**, New York, v. 287, n. 4, p. 846-851, 2001.

POMMER, C. V.; SOBIERAJSKI, G. R.; YAMANISHI, O. K. Carambola. **O Agrônomo**, Campinas, v. 58, n. 1/2, p. 11-14, 2006.

POOVAIAH, B. H. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, n. 40, v. 1, p. 86-89, 1986.

PREGNOLATTO, W.; PREGNOLATTO, N. P. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. 262 p.

REIS, K. C. et al. Aplicação de lactato de cálcio e ácido ascórbico na conservação de mini milho minimamente processado. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 2 p. 338-345, 2005.

ROBARDS, K. et al. Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. **Food Chemistry**, Hong Kong, v. 66, p. 401-436, 1999.

SAÚCO, V. G. Possibilities of no-citrus tropical fruits in the Mediterranean. **Acta Horticulturae**, Hague, n. 365, p. 25-41, 1994.

SEPIAH-PLOETZ, R. C.; COOKE, A. W. Disease of carambola. In: PLOETZ, R. C. **Disease of tropical fruit crops**. Washington, DC: CAB International, 2003. p. 145-155.

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

SOUSA, J. P. et al. Influência do armazenamento refrigerado em associação com atmosfera modificada por filmes plásticos na qualidade de mangas 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, p. 665-668, 2002.

TAYLOR, J. E. Exotics: carambola. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G.A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Champman and Hall, 1993. p. 169-171.

TEIXEIRA, G. H. A.; DURIGAN, J. F.; ALVES, R. E. Qualidade de frutos de carambola após tratamento térmico. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 10, n. 1, p. 43-50, 2007.

TEIXEIRA, G. H. A. et al. Caracterização pós-colheita de seis cultivares de carambola (*Averrhoa carambola* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal v. 23, n. 3, p. 546-550, 2001.

TORRES, L. B. V.; FIGUEIREDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Caracterização química de carambolas produzidas em região semi-árida do Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, n. 1, p. 43-54, 2003.

VENTUROSOS JUNIOR, A. et al. Estudo da secagem de carambola (*Averrhoa carambola* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIAS DE ALIMENTOS, 18., 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBCTA, 2002. 1 CD-ROM.

VINES, H. M.; GRIERSON, W. Handling and physiological studies with the carambola. **Proceedings of Florida State Horticultural Science**, Florida, v. 79, p. 350-355, 1966.

WAN, C. K.; LAM, P. F. Biochemical changes, use of polyeththlene bags, and chilling injury of carambolas (*Averrhoa carambola* L.) stored at various temperatures. **Pertanika**, Selangor, v. 7, n. 3, p. 39-46, 1984.

WELLER, A. et al. Browning susceptibility and changes in composition during storage of carambola slices. **Journal of Food Science**, Malden, v. 62, n. 2, p. 256-260, 1997.

YAMASHITA, F. et al. Embalagem individual de mangas cv. Tommy Atkins em filme plástico: efeito sobre a vida de prateleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, p. 288-292, 2001.