

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ARMAZENAMENTO REFRIGERADO, ATMOSFERA  
CONTROLADA E DESVERDECIMENTO DE TANGERINAS**

**Leandra Oliveira Santos**

Engenheira Agrônoma

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Dezembro de 2011

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ARMAZENAMENTO REFRIGERADO, ATMOSFERA  
CONTROLADA E DESVERDECIMENTO DE TANGERINAS**

**Leandra Oliveira Santos**

**Orientador: Prof. Dr. José Fernando Durigan**

**Co-orientador: Dr. Eduardo Sanches Stuchi**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutora em Agronomia (Produção Vegetal).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL  
2011

Santos, Leandra Oliveira  
S237a Armazenamento refrigerado, atmosfera controlada e  
desverdecimento de tangerinas / Leandra Oliveira Santos. --  
Jaboticabal, 2011  
xi, 143 f. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade  
de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2011  
Orientador: José Fernando Durigan  
Banca examinadora: José Fernando Durigan, Ben-Hur Mattiuz,  
Juliana Sanchez, José Maria Monteiro Sigris, Rogério Lopes Vieites  
Bibliografia

1. Conservação pós-colheita. 2. fremont. 3. ponkan. 4. Satsuma  
okitsu. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e  
Veterinárias.

CDU 634.31:631.56

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –  
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**LEANDRA OLIVEIRA SANTOS** – filha de Rosalino Oliveira Santos e Hilda Pereira Santos, nasceu no dia 19 de janeiro de 1975, no município de Montes Claros, MG. Obteve o título de Engenheira Agrônoma em 2005, pela Universidade estadual de Montes Claros, MG. Em 2006, ingressou no Curso de Pós-Graduação, ao nível de Mestrado, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Paulista, campus de Jaboticabal, SP, obtendo o título de Mestre em 2008, com a dissertação intitulada: Conservação pós-colheita de mangas produzidas na região de Jaboticabal-SP. Em 2009, ingressou no Curso de doutorado da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Paulista, câmpus de Jaboticabal, SP, concentrando seus estudos na área de Pós-colheita de Frutas, onde desenvolveu estudos na área de Tecnologias Pós-colheita de frutas.

Aos meus pais, Rosalino e Hilda, pela  
educação e confiança, e os meus irmãos,  
Dean e Saul, e minhas irmãs, Raniely e  
Flávia pelo apoio e incentivo.

## **DEDICO**

Ao meu marido Ramilo, por ser meu porto seguro,  
meu companheiro, meu amigo, meu amor. E ao meu filho Pedro  
por me tornar uma pessoa melhor.

## **OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

A UNESP de Jaboticabal, pela oportunidade oferecida para a realização do Doutorado.

Ao meu Orientador e amigo Professor José Fernando Durigan pela amizade, orientação, cumplicidade e confiança e a sua família pela ajuda e amizade durante todo o tempo que estivemos em Jaboticabal.

Ao Professor em Ben Hur e a sua esposa Cláudia pela amizade, carinho e ajuda.

Aos amigos do Laboratório de Tecnologia de Produtos Agrícolas Cristiane, Ellen e Ronaldo, Juliana e Nice, Carol, Júlia, Maria Elisa, Poliana, Valquíria, Gustavo, Maria Fernanda, Ramon, Vanessa e Taíza pelo companheirismo e agradável convívio.

A Dirce Renata pela ajuda e apoio, principalmente em relação ao Pedro.

Ao CPNq e a FAPESP pela concessão da bolsa de estudos.

As Tias do CCI, Jôse, Ângela, Silvar, Letícia, Lúcia, Dani, Toninha, Marlene, Bel, Rosinda, Elaine e Márcia pelos momentos felizes que proporcionaram ao meu pequeno Pedro.

A família Morgado, o Jorge, a Cristina, a Cris e a Dona Maria por me acolher num momento tão importante. Deus abençoe vocês.

As meninas Cris, Ellen e Jú, vocês moram no meu coração.

A todos os funcionários do Departamento de Tecnologia que participaram de forma direta e indireta na concretização deste trabalho.

Obrigada!

## SUMÁRIO

	PÁGINA
RESUMO.....	viii
ABSTRACT .....	x
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1 Introdução .....	3
2.2 Variedades de tangerinas e suas qualidades.....	4
2.3. Desenvolvimento e fisiologia do amadurecimento .....	6
2.4 Refrigeração e atmosfera controlada .....	8
2.5 Desverdecimento .....	10
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	15
3.1 Parte I.....	16
3.2 Parte II.....	17
3.3 Parte III.....	18
3.4 Análises.....	18
3.4.1 Análises físicas.....	18
- Perda de massa.....	18
- Coloração e aparência.....	18
3.4.2 Análises químicas .....	19
- Preparo das amostras.....	19
- Sólidos solúveis (SS) .....	19
- Acidez titulável (AT) .....	19
- Relação SS/AT.....	20
- Ácido ascórbico.....	20
- Carboidrato solúvel .....	20
- Pectina total e solúvel .....	20
- Polifenóis extraíveis totais.....	20
- Atividade antioxidante .....	21
3.4.3 Atividade respiratória.....	22
3.5 Análise estatística .....	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4.1 Parte I - Armazenamento refrigerado .....	23
4.1.1 Tangerina 'Fremont'.....	23
4.1.2 Tangerina 'Satsuma Okitsu'.....	35
4.1.3 Tangerina 'Ponkan'.....	49
4.2 Parte II - Armazenamento sob atmosfera controlada .....	66

4.2.1 Tangerina 'Fremont'.....	66
4.2.2.Tangerina 'Satsuma Okitsu'.....	80
4.2.3 Tangerina 'Ponkan'.....	94
4.3 Parte III - Desverdecimento.....	109
4.3.1 Tangerina 'Satsuma Okitsu'.....	109
4.3.2 Tangerina 'Ponkan'.....	116
5 CONCLUSÕES .....	125
5.1 Parte I.....	125
5.2 Parte II.....	125
5.3 Parte III.....	125
6 REFERÊNCIAS.....	126
APÊNCIDE.....	140



## ARMAZENAMENTO REFRIGERADO, ATMOSFERA CONTROLADA E DESVERDECIMENTO DE TANGERINAS

**RESUMO** - Este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de conservação pós-colheita de tangerinas 'Fremont', 'Satsuma Okitsu' e 'Ponkan', utilizando-se diferentes temperaturas de armazenamento e atmosfera controlada. Avaliou-se também o desverdecimento de tangerinas 'Satsuma Okitsu' e 'Ponkan' com a utilização do ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico). Foram utilizados frutos recém colhidos em Bebedouro-SP e Monte Alto-SP, nas safras 2008/2009/2010. O trabalho foi dividido em três partes: na primeira avaliou-se o armazenamento a 3 °C e a 7 °C; na segunda, testou-se atmosferas controladas enriquecidas com CO<sub>2</sub> (5%) ou com baixas concentrações de O<sub>2</sub> (10%); e na terceira, avaliou-se o desverdecimento dos frutos tratados com ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico). Nos experimentos das partes I e II, as avaliações da aparência, perda de massa, taxa respiratória, coloração da casca, e teores de sólidos solúveis, acidez titulável, ácido ascórbico, carboidratos solúveis, pectina total e solúvel, polifenóis totais e atividade antioxidante total foram efetuadas a cada 7 dias de armazenamento e após 3 dias sob a condição de ambiente (22 °C). Na parte III as avaliações de perda de massa, coloração da casca, e teores de sólidos solúveis, acidez titulável e ácido ascórbico do suco foram realizadas a cada 3 dias. A vida útil pós-colheita das tangerinas 'Fremont', sob as condições refrigeradas (3 °C ou 7 °C) e sob atmosfera controlada contendo AR + 5% CO<sub>2</sub> e 10% O<sub>2</sub> + 5% CO<sub>2</sub> foi de 42 dias, limitada pela perda de frescor ou aparência. Nas tangerinas 'Satsuma Okitsu' a vida útil, limitada pela aparência, foi de 35 dias a 7 °C, que se reduziu para 28 dias, a 3 °C. Sob atmosfera controlada (5% CO<sub>2</sub> + 10% O<sub>2</sub>), apresentaram vida útil de 42 dias, a 7 °C. As tangerinas 'Ponkan', quando armazenadas a 3 °C apresentaram vida útil de 35 dias, e de 28 dias a 7 °C, também limitadas pela perda de frescor, mas sob atmosfera controlada (10% de O<sub>2</sub> + 5% de CO<sub>2</sub>), a vida útil das mesmas foi de 42 dias, a 3 °C. Nos experimentos em que se testou o desverdecimento das tangerinas 'Satsuma Okitsu' e

'Ponkan', o uso de ethephon a 250 - 500 mL L<sup>-1</sup> levou ao melhor desverdecimento e com vida útil, a 18 °C, de até 6 dias.

**Palavras-chave:** conservação pós-colheita, Fremont, Ponkan, Satsuma Okitsu

## REFRIGERATION STORAGE, CONTROLLED ATMOSPHERE AND DEGREENING MANDARIN

**ABSTRACT** - This work aimed to evaluate the potential post-harvest conservation of 'Fremont', 'Satsuma Okitsu' and 'Ponkan' mandarins, using different storage temperatures and controlled atmosphere. The degreening of 'Satsuma Okitsu' and 'Ponkan' mandarins were also evaluated with the use of ethephon (2-chloroetilfosfônico acid). Fruit was harvested in Bebedouro-SP and Monte Alto-SP, during 2008/2009/2010 seasons. The work was divided in three parts: storage at 3 °C and 7 °C, controlled atmosphere enriched with CO<sub>2</sub> (5%) or low concentrations of O<sub>2</sub> (10%), and as a third part, the degreening of the fruits using ethephon (2-chloroetilfosfônico acid). During the first and the second experiments the fruits were evaluated by appearance, fresh mass, respiratory rate, peel color, and soluble solids, titratable acidity, ascorbic acid, soluble carbohydrates, total and soluble pectin, and total polyphenols content and total antioxidant activity, every 7 days under refrigerated storage and after 3 days under environmental condition (22 °C). In the third part, were done the fresh mass, peel color, and soluble solids, titratable acidity and ascorbic acid content evaluations every 3 days. The shelf-life of 'Fremont' mandarin under refrigerated conditions (3 °C or 7 °C) and controlled atmosphere containing AR + 5% CO<sub>2</sub> and 10% O<sub>2</sub> + 5% CO<sub>2</sub> was 42 days, limited by the freshness or appearance loss. 'Satsuma Okitsu' mandarins the shelf-life, limited by appearance, was 35 days at 7 °C, which was reduced to 28 days at 3 °C. Under controlled atmosphere (5% CO<sub>2</sub> + 10% O<sub>2</sub>) the shelf-life achieved was 42 days, at 7 °C. The 'Ponkan' mandarins, when stored at 3 °C, the shelf life achieved was 35 days, and 28 days at 7 °C, also limited by freshness loss, but under controlled atmosphere (10% O<sub>2</sub> + 5% CO<sub>2</sub>), the shelf-life was 42 days, at 3 °C. In experiments that the degreening was tested, the 'Satsuma Okitsu' and 'Ponkan' mandarins, the use of ethephon at 250 to 500 mL L<sup>-1</sup> offered the best degreening with shelf-life, at 18 °C, up to 6 days.

**Keywords:** Fremont, Ponkan, postharvest conservation, Satsuma Okitsu

## 1 INTRODUÇÃO

Dentre as frutas de mesa, as tangerinas são preferidas pela população mundial. Atraem o consumidor pela coloração, sabor, valor nutritivo, qualidades refrescantes e ainda pela facilidade de serem descascadas.

Várias são as cultivares conhecidas como tangerinas. Sendo tangerinas ou mandarinas a 'Cravo', 'Ponkan', 'Dancy' e 'Satsuma'; Mexericas 'do Rio' e 'Montenegrina', e o híbrido tangor 'Murcott' obtido do cruzamento entre tangerina e laranja. Todas pertencem à família Rutaceae, e representam o segundo grupo de frutas cítricas em importância quanto a área plantada.

Devido à pequena variabilidade no grupo de tangerinas que são comercializadas, os produtores têm poucas alternativas no momento de escolher a variedade a ser cultivada, tornando sua cultura bastante vulnerável. Como decorrência, o mercado consumidor carece de maior oferta desse produto, durante todo o ano, o que torna necessário o cultivo de novas variedades comerciais, que produzam frutos com maturação precoce à meia-estação, como opção à tangerina 'Ponkan'.

A pós-colheita de frutas e hortaliças tem despertado grande interesse nos últimos anos, devido principalmente ao aumento na produção e na demanda, aos estímulos oferecidos às exportações e à necessidade de um abastecimento regular do mercado.

Isto torna a compreensão dos fatores biológicos envolvidos na conservação destas frutas, bem como a adaptação ou a criação de tecnologias para retardar a senescência e manter a qualidade destas frutas uma necessidade.

A conservação pós-colheita de frutas cítricas *in natura*, ainda tem como principal tecnologia o uso do frio, ou seja, reduzindo-se sua temperatura, seu metabolismo é reduzido e prolonga-se o tempo de vida útil dos vegetais. Deve-se ter que este processo de conservação é tanto mais eficiente quanto melhor a qualidade dos frutos na colheita, o que exige o estabelecimento do grau de maturação adequado para cada cultivar, assim como de sua resistência ao armazenamento refrigerado. No entanto, somente a baixa temperatura pode não ser suficiente para a preservação da qualidade

destas frutas. O uso da refrigeração, associado ao controle da atmosfera tem demonstrado grande potencial na conservação pós-colheita de frutos e hortaliças, e já é uma prática rotineira em cultivos com bom nível tecnológico.

Alguns citros podem atingir a maturação fisiológica antes da mudança na cor da casca, o que torna viável seu desverdecimento com a aplicação de etileno.

A procura de frutas cítricas com boas características para exportação *in natura* tem aumentado em decorrência da grande demanda por parte dos países importadores, o que torna a ampliação das exportações brasileiras dependente da melhoria na qualidade da suas frutas. Neste sentido, a adequação da qualidade das operações ligadas à pós-colheita é fundamental para tornar a fruta cítrica do Brasil mais competitiva no mercado externo (KLUGE, 2002).

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou avaliar o potencial de conservação pós-colheita de tangerinas 'Fremont', 'Satsuma Okitsu' e 'Ponkan', sob diferentes temperaturas de armazenamento (3 °C e 7 °C) e atmosferas controladas enriquecidas com CO<sub>2</sub> ou com baixos teores de O<sub>2</sub>. Avaliou-se também a possibilidade de desverdecimento de tangerinas 'Satsuma Okitsu' e 'Ponkan' com a utilização do ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico).

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Introdução

As tangerinas são o segundo grupo de importância econômica dentro da citricultura mundial, cujo maior destaque é as laranjas (REIS et al, 2000). Este segmento do agronegócio é um dos setores mais competitivos e com grande potencial de crescimento (NEVES e JANK, 2006), ocupando uma área de aproximadamente 812 mil hectares e produção anual de cerca de 20 milhões de toneladas de frutos (IEA, 2010).

O Brasil foi o terceiro maior produtor mundial de tangerinas em 2009, com 1,094 milhões de toneladas, e área colhida superior a 54 mil hectares. Seus maiores produtores são os estados de São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul, e Minas Gerais (FAO, 2011; IBGE, 2011). Em 2010, foram comercializadas 130 mil toneladas de tangerinas na Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo - CEAGESP, sendo que a tangerina 'Ponkan' participou com quase 50% deste montante, o tangor 'Murcott' com 32%, e as mexericas 'do Rio' e 'Montenegrina' com 15%. Outras tangerinas, como a 'Cravo' e os tangores 'Decopom' e 'Afourer' também foram comercializadas, porém em menor quantidade (CQH-CEAGESP, 2011).

As tangerinas e seus híbridos, que em muitas regiões também são chamadas de mandarinas, constituem um grupo bastante diversificado, e acredita-se que, assim como os demais citros, tenham surgido no nordeste da Índia ou no sudeste da China (SAUNT, 2000). Pertencem à família botânica das Rutáceas e ao gênero *Citrus*, que conta com mais de 900 espécies diferentes. Como as demais plantas cítricas deste gênero, existem muitas variedades e híbridos dentro do grupo (DONADIO et al., 1998).

As diversas espécies de citros têm a propriedade de se hibridizarem facilmente, não só entre si, mas também com outros gêneros próximos a elas, tais como os cruzamentos de tangerinas com laranjas obtendo-se os "tangores", ou com pomelos obtendo-se os "tangelos". Esta capacidade possibilita que a quantidade de híbridos conhecidos seja bastante grande (NUÑEZ, 2006).

Uma característica importante deste grupo é a grande faixa de adaptação climática, com plantas tolerantes a altas e baixas temperaturas ambiente. Outras características comuns das tangerinas são: o período de colheita relativamente curto; a grande susceptibilidade a danos durante a colheita, embalagem e transporte; e a facilidade em serem descascadas (SAUNT, 1992).

Os frutos das tangerineiras e seus híbridos são geralmente de tamanho médio, de forma oblata (achatada), base com pescoço pequeno ou sem pescoço, e ápice pouco deprimido. Sua casca é lisa, fina e firme, com cor laranja a avermelhada, e geralmente, fácil de remover. Estas frutas apresentam de 9 a 13 gomos, facilmente separáveis e com eixo médio aberto. A polpa é alaranjada, com alto teor de suco, às vezes aromática, com poucas sementes, mono ou poliembriônicas e com cotilédones verdes (HODGSON, 1967).

As tangerinas não se conservam bem nas plantas após completarem a maturação, o que implica em um curto período de colheita (30 a 60 dias), e variação nos preços entre a safra e a entre-safra, em que se tem a menor oferta. Além disso, o aumento significativo nas exportações de suco de laranja concentrado pelo Brasil, pouco ênfase tem sido dada à exploração dos mercados locais de frutas cítricas frescas (BOTEON & NEVES, 2005).

As tangerinas, além de serem destinadas, principalmente, ao mercado de frutas frescas, participam da produção de suco. Seus sucos têm sido misturados com o de laranja e de pomelo para melhorar a coloração e a doçura dos mesmos (AMARO & CASER, 2003, BOTEON & NEVES, 2005).

## **2.2 Variedades de tangerinas e suas qualidades**

Apesar de toda a diversidade, o cultivo de tangerinas vem, ao longo dos anos, baseando-se em um pequeno número de híbridos e variedades. Esta pequena variação entre os materiais cultivados comercialmente e à presença de sementes nos frutos, faz com que as pesquisas sejam direcionadas para disponibilizar outras variedades, mais bem aceitas no mercado internacional e com a disponibilidade aos consumidores, em épocas de falta no mercado brasileiro (SOUZA, 2009).



A necessidade de se buscar novas variedades está evidente no histórico da citricultura brasileira. A diversidade genética dos citros é grande, porém a base genética das espécies economicamente importantes é estreita, apesar do grande número de espécies sexualmente compatíveis (CAMERON & FROST, 1968). Os cruzamentos controlados entre suas espécies vêm sendo realizados desde o século XIX, obtendo-se vários híbridos com variabilidade genética adequada para diversas características de importância agrônômica (MOREIRA & PIO, 1991).

Esta procura constante tem levado à introdução de novas cultivares com características que atendam às expectativas do consumidor, incluindo manutenção da facilidade de descascamento, tamanho e coloração adequados, poucas sementes, sabor agradável e resistência a doenças (TING & ROUSEFF, 1986; COSTA, 1994; NÚÑEZ et al., 2008).

A pequena variabilidade existente no grupo das tangerinas comerciais torna esta cultura vulnerável, o que leva à necessidade da oferta de outros materiais que produzam frutos de maturação precoce à meia-estação, como opção à tangerina 'Ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco), que tem a maior área cultivada (PIO et al, 2006). Dentre as alternativas que vêm sendo propostas tem-se a tangerina 'Fremont' (*Citrus clementina* Hort. ex Tanaka x *Citrus reticulata* Blanco), que tem se mostrado bastante promissora devido sua excelente aceitação, além de produzir frutos com maturação tardia. A 'Satsuma Okitsu' (*Citrus unshiu* Marcovith) também apresenta boa aceitação e com produção fora da época de produção das variedades mais plantadas (CANTUARIAS-AVILÉS et al., 2010).

A tangerina 'Ponkan' é originária da Ásia e no Brasil se distinguiu por apresentar frutos com qualidade bastante aceita, o que a tornou bastante popular. Ela tem seu período de maturação fisiológica, para as condições edafoclimáticas do Estado São Paulo, de abril, nas regiões mais quentes, a até agosto, nas mais frias (HODGSON, 1967; PIO et al., 2001). São árvores de porte médio, com crescimento ereto, produtivas, mas com tendência à alternância de produção. Seus frutos são grandes (196,5 g), com casca solta e sabor bastante doce, o que os torna muito apreciados para consumo "in natura" (POMPEU JÚNIOR, 2001).

Os frutos das cultivares da tangerina 'Satsuma', provenientes do Japão, têm seus frutos semelhantes aos da 'Ponkan', com período de maturação iniciando em janeiro, e podendo suprir o mercado brasileiro em sua entressafra de tangerinas. A cultivar 'Satsuma Okitsu' é um clone precoce de 'Satsuma', com frutos grandes (220 g), que devem ser colhidos com a casca ainda verde e apresentam ausência de sementes (CANTUARIAS-AVILÉS et al., 2010).

Dentre as variedades que estão sendo estudadas pelo Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Citros "Sylvio Moreira" do Instituto Agronômico de Campinas, em diferentes condições edafoclimáticas de São Paulo, a tangerina 'Fremont' vem se mostrando bastante promissora, com qualidade de fruto (PIO et al., 2006).

A 'Fremont' é resultante do cruzamento entre as tangerinas 'Clementina' e 'Ponkan', cujos frutos apresentam características excelentes para consumo "in natura", cuja maturação tardia, que se inicia em julho, torna-a uma opção durante a entressafra da 'Ponkan'. Elas têm tamanho médio (125 g), possuem forma e textura de casca muito semelhantes às Clementinas e com coloração amarelo-avermelhada já no início do amadurecimento (SAUNT, 1990; NÚÑEZ et al., 2007). Esta cultivar, segundo REIS (2006), possui a característica de apresentar tolerância à mancha-marron de *Alternaria* (*Alternaria alternata*), doença que afeta a tangerina 'Ponkan' e o tangor 'Murcott'.

### **2.3 Desenvolvimento e fisiologia do amadurecimento**

Como todos os citros, as tangerinas se caracterizam por serem frutos não-climatéricos, cuja respiração declina lentamente nos últimos estádios do desenvolvimento. A evolução do etileno é bem lenta durante o amadurecimento, quando as modificações mais evidentes são as que se refletem no conteúdo de sólidos solúveis, na acidez titulável e na coloração da casca (MEDINA et al., 2005). Sua colheita é realizada em função da relação sólidos solúveis/acidez titulável, também chamado de índice de maturação ou "ratio", cuja relação adequada depende da cultivar, do destino da produção (indústria ou consumo "in natura"), da época do ano e da preferência dos consumidores. Uma relação entre 6,5 e 9,0 é considerada como a

mínima aceitável (AGUSTÍ, 2000). SALVADOR et al. (2002) indicam que o valor ideal para o índice de maturidade para laranjas é acima de 6 e para tangerinas acima de 7.

GUARDIOLLA (1999) relata que no decorrer da maturação, ocorrem variações simultâneas na concentração de açúcares e ácidos, fazendo com que o conteúdo de sólidos solúveis permaneça praticamente constante ou apresente apenas tendência gradual de aumento. Ainda segundo este mesmo autor, durante o desenvolvimento do fruto, os ácidos alcançam um conteúdo máximo, o qual permanece praticamente constante e com redução durante a maturação, que é devido à diluição ocasionada pelo crescimento do fruto, pois a redução no seu conteúdo total é pequena. O ácido predominante no suco é o cítrico, que representa 80 - 85% de sua acidez (MEDINA et al., 2005).

O processo fisiológico durante o amadurecimento interno dos frutos cítricos independe do processo de pigmentação da casca (AMAT, 1988). A mudança na coloração da casca é devida à degradação das clorofilas e à síntese dos carotenoides responsáveis pela coloração amarela ou laranja. É fortemente influenciada por fatores ambientais como temperatura, umidade, luminosidade, solo, porta-enxerto; e fatores endógenos como giberelinas, compostos nitrogenados e carboidratos. Nas regiões com clima tropical é comum se encontrar frutas com a casca verde, mas já adequadas para o consumo (REUTHER, 1977). Além disso, a transformação de cloroplastos em cromoplastos é reversível, pois frutos de algumas cultivares tardias, que se tornaram pigmentados no outono e inverno, podem retornar à cor verde com o aumento da temperatura na primavera (MEDINA et al., 2005).

A coloração externa tem sido considerada como um atributo de qualidade de grande importância e constitui um dos fatores determinantes à aquisição de frutos pelos consumidores (MAZZUZ, 1996). Assim, em citros, o consumidor normalmente associa a cor verde com frutas imaturas e a coloração laranja ou amarela com frutas mais maduras. Em laranjas e tangerinas, estas relações não ocorrem fisiologicamente, pois a cor da casca é pouco dependente da maturação interna (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

## 2.4 Refrigeração e atmosfera controlada

O grupo das tangerinas, em geral, apresenta um curto período de maturação e é muito suscetível às injúrias decorrentes do manuseio na colheita, pós-colheita e transporte (SAUNT, 2000).

O uso de tecnologias que podem prolongar o período de oferta desta fruta, como a refrigeração, a atmosfera modificada ou controlada e a aplicação de hormônios tem grande importância (FELÍCIO et al., 2006).

A refrigeração tem sido a técnica pós-colheita mais utilizada para a preservação de frutas frescas, pois ela reduz o metabolismo, diminui a perda de peso, retarda o desenvolvimento de podridões e atrasa a senescência. Entretanto, as frutas cítricas demonstram sensibilidade a baixas temperaturas, que se manifesta por meio da morte de células da casca ("pitting"), com a formação de manchas circulares e deprimidas com coloração marrom e de alterações no sabor (PORAT et al., 2004). A intensidade do dano varia com a temperatura de armazenamento e com o período de exposição (KLUGE et al., 2006). No entanto, temperaturas muito altas provocam maior atividade respiratória e, conseqüentemente, perda de firmeza e alta incidência de podridões (BRACKMANN et al., 2008).

As injúrias pelo frio são as desordens fisiológicas mais comuns e preocupantes em produtos hortícolas armazenados. Elas ocorrem quando os produtos são expostos a temperaturas inferiores à temperatura mínima de segurança (TMS), mas acima do ponto de congelamento (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Em tangerinas, o período de conservação sob condições refrigeradas é variável para cada cultivar e depende da temperatura utilizada. HARDENBURG et al. (1986) e CANTWELL (2000) recomendam 4 a 7 °C e 90 a 95% de umidade relativa, por 2 a 4 semanas. GRIERSON & BEN-YEHOSHUA (1986) sugerem o armazenamento a 3,3 a 4,4 °C e 85 a 90% UR por 2 semanas, pois temperaturas inferiores podem acarretar manchas escuras na casca e perda do sabor. FELÍCIO et al. (2006) armazenaram frutos do tangor 'Murcott' a 1 °C e 4 °C por 8 semanas e observaram sintomas de danos por frio nos frutos armazenados a 1 °C a partir da sexta semana de armazenamento. KLUGE et al. (2006) também observaram danos pelo frio, aos 30 dias de

armazenamento, em lima ácida 'Tahiti' e aos 45 dias em frutos do tanger 'Murcott', armazenados a 1 °C. PORAT et al. (2004), ao armazenarem pomelo 'Star Ruby' a 2 °C em diferentes embalagens, indicaram que a modificação na atmosfera foi eficaz na redução do desenvolvimento de injúrias pelo frio.

O controle da umidade relativa (UR) do ar no interior das câmaras de armazenamento é um fator importante para a conservação das frutas durante o armazenamento refrigerado, pois há uma importante relação entre estes fatores, indicando que há necessidade de um controle integrado entre os mesmos (CHITARRA & CHITARRA, 2005). A manutenção da UR do ar na faixa ideal diminui a desidratação dos tecidos, afeta a interação patógeno-fruto e diminui os danos provocados pela baixa temperatura (BRACKMANN et al., 1999). Níveis de UR abaixo dos requeridos promovem a perda da aparência fresca dos frutos. Em geral, a perda de água é tanto maior quanto mais longo o período de conservação, mais elevada a temperatura e mais baixa a UR do ar (BRACKMANN et al., 2008).

BELLOTO (1989) cita que o período de armazenamento da tangerina 'Montenegrina' pode ser prolongado por até nove semanas em ambiente a 3 e 4 °C, com 85 a 90% de UR. BRACKMANN et al. (2008) também concluíram que esta tangerina pode ser armazenada por oito semanas a 3 °C e 90% de UR. A tangerina 'Satsuma' também pode ser armazenada por seis semanas a 2 °C e 93% de UR do ar (ARTÉS et al., 1995).

O uso de atmosfera controlada (AC) e de atmosfera modificada (AM) objetiva prolongar o tempo de conservação dos frutos, através do controle da concentração dos gases atmosféricos durante o armazenamento. A diferença entre estes dois métodos consiste apenas no grau de controle da concentração dos gases (BOTREL, 1994; CHITARRA & CHITARRA, 2005). De modo geral, tanto a redução no teor de O<sub>2</sub>, como o aumento no de CO<sub>2</sub>, na atmosfera ambiente (78,08% de N<sub>2</sub>; 20,95% de O<sub>2</sub> e 0,03% de CO<sub>2</sub>) reduz a taxa de respiração. Os limites de tolerância, tanto para o O<sub>2</sub> como para o CO<sub>2</sub>, são específicos para cada produto vegetal (KADER, 2002).

A extensão dos benefícios do armazenamento sob atmosfera modificada ou controlada depende do produto, cultivar, idade fisiológica e qualidade inicial, assim

como da temperatura e da duração da exposição a tais condições. Submeter os frutos de uma dada cultivar a níveis de O<sub>2</sub> abaixo ou de CO<sub>2</sub> acima de seus limites de tolerância, sob determinadas combinações de tempo e temperatura, pode resultar em estresse do tecido vegetal, que se manifesta através de vários sintomas. O amadurecimento irregular, o desencadeamento ou agravamento de distúrbios fisiológicos como escurecimento da casca e da polpa e o acúmulo de ácidos orgânicos, o desenvolvimento de odores desagradáveis e o aumento da sensibilidade ao ataque de doenças são típicos (KADER, 2002).

De acordo com BRACKMANN & CHITARRA (1998), para se obter o benefício da AC, o nível de O<sub>2</sub> deve ser reduzido a 1-3% e o nível de CO<sub>2</sub> aumentado a 3-15%, dependendo do produto. Não obstante, os citros são relativamente sensíveis às condições modificadas da atmosfera, e não devem ser armazenados sob ambientes atmosféricos com concentrações de O<sub>2</sub> menor que 5% ou concentrações de CO<sub>2</sub> maiores que 5 a 10% (DAVIS et al., 1973; KADER et al., 1989; KE & KADER, 1990). PORAT et al. (2004), ao armazenarem laranja 'Shamouti' e tangerina 'Minneola' sob condição refrigerada (6 °C) e atmosfera modificada, concluíram que as embalagens que mantiveram 2 a 3% de CO<sub>2</sub> e 17 a 18% de O<sub>2</sub> foram as mais eficazes em reduzir o desenvolvimento de desordens na casca. LUENGWILAI et al. (2007) armazenaram tangerinas 'Clementina' e tangor 'Murcott' sob condição refrigerada e associada à atmosfera controlada, verificaram que a 5 °C, quando associada com 3 kPa e 5 kPa de O<sub>2</sub>, prolongaram a vida de prateleira dos frutos por até 7 semanas.

## **2.5 Desverdecimento**

A técnica do desverdecimento é uma operação de pós-colheita na qual o etileno é utilizado para eliminar a cor verde de frutas cítricas produzidas em regiões tropicais, em que as temperaturas elevadas, principalmente as noturnas, limitam a produção de cor alaranjada nos frutos maduros. Os processos bioquímicos relacionados com o desverdecimento da casca dos frutos ocorrem de modo natural, mas é necessário que a temperatura noturna média do ar, no ambiente de cultivo, seja inferior a 12,5 °C - 13 °C (NOGUEIRA, 1979; GRIERSON et al., 1986).

Essa técnica permite que o produtor antecipe a colheita e comercialize frutos com coloração uniforme e mais valorizados pelos consumidores, pois o ponto de amadurecimento e portanto a qualidade do produto é associada à cor da casca (ORTOLANI et al., 1991; MOTA et al., 1997; WARDOWSKY et al., 2006; PORAT, 2008). Tal prática é amplamente empregada em países como Espanha, Estados Unidos, Israel e Japão, principalmente nas regiões em que ocorrem temperaturas elevadas na época de amadurecimento destes frutos (JIMENEZ-CUESTA et al., 1983; KADER & ARPAIA, 1992).

Em algumas regiões produtoras de citros do Brasil, as frutas alcançam plena maturidade fisiológica, enquanto a coloração da casca permanece, total, ou parcialmente verde. Isto ocorre devido à ausência das baixas temperaturas, que estão associadas ao processo de degradação da clorofila, e à síntese e/ou manifestação de pigmentos carotenóides. Como a cor da clorofila se sobrepõe à dos carotenoides é necessário que ocorra a degradação da clorofila para que eles possam expressar sua coloração (PANTASTICO, 1975).

Em citros, o desenvolvimento da cor típica nos frutos envolve o acúmulo de grandes quantidades de pigmentos carotenoides, concomitantemente com a degradação da clorofila (MASAYA et al., 2004). Ambos os processos metabólicos ocorrem nos plastídios do tecido do flavedo, ou seja, na parte externa e pigmentada da casca e são a manifestação visual da transformação fotossinteticamente ativa de cloroplastos em cromoplastos (THOMSON & WHATLEY, 1980). A perda da cor verde deve-se à decomposição estrutural desse pigmento, em decorrência da atuação de vários fatores isoladamente ou em conjunto. Dentre eles: pH, acúmulo de ácidos orgânicos e outros compostos nos vacúolos, além da ativação da enzima clorofilase e da presença de sistema oxidante (BLEINROTH et al., 1992). A coloração característica de laranjas e tangerinas se deve pelo acúmulo de carotenóides específicos, principalmente epóxi-carotenóides e hidroxí-carotenóides, durante o processo de amadurecimento. Eles podem estar presentes, tornando-se visíveis com a degradação da clorofila ou serem sintetizados juntamente com a degradação dela (JOMORI, 2011).

ABELES et al. (1992) afirmaram que o etileno aplicado em pós-colheita, pode ser utilizado no desverdecimento ou somente na quebra da clorofila persistente na casca desses frutos. Apesar de serem classificados como não-climatéricos, estes frutos respondem bem à aplicação de etileno exógeno, manifestando algumas alterações de ordem fisiológica e molecular similares às observadas durante o processo de amadurecimento natural (PORAT, 1999).

O efeito do etileno ocorre sobre a coloração do flavedo, que passa mais rapidamente de verde para amarelo ou laranja, como resposta à aplicação exógena deste regulador vegetal. Durante o processo de desverdecimento, o etileno promove a degradação da clorofila, com desaparecimento da cor verde, mediada pela atividade enzimática da clorofilase, e a indução da carotenogênese, o que promove o aparecimento da cor amarela ou laranja (PURVIS & BARMORE, 1981; RODRIGO & ZACARIAS, 2007; MATSUMOTO et al., 2009), assim como conduz à decomposição das giberelinas responsáveis pela manutenção da coloração verde da fruta (ABELES et al., 1992).

Entre os vários produtos usados como fonte de etileno, o ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico), cujo produto comercial é o Ethrel® contendo 240 g de ingrediente ativo por litro do produto, fabricado pela Bayer Crop Science, é um regulador de crescimento, pertencente ao grupo químico do ácido fosfônico. Por ser líquido, seu uso dispensa o emprego de câmaras herméticas, necessárias quando se usa o etileno gasoso. Ele se degrada abaixo da superfície da casca dos frutos, liberando etileno (CASTRO et al., 1991). Sua eficiência é dependente da espécie, variedade, região produtora, concentração de etileno, temperatura e tempo de exposição (JIMENEZ-CUESTA et al., 1983; KNEE et al., 1988; MAZZUZ, 1996).

JAHN (1973) observou que concentrações entre 500 e 1.000 mg L<sup>-1</sup> são mais eficientes para o desverdecimento do que concentrações entre 2.000 e 8.000 mg L<sup>-1</sup>. Este autor também verificou que com 8.000 mg L<sup>-1</sup> a síntese de carotenóides foi inibida. A síntese de carotenóides também ocorre quando os frutos são colocados a 30 °C após o tratamento com ethephon (STEWART & WHEATON, 1972).



OH et al. (1979), ao aplicarem ethephon a 500 e 1.000 mg L<sup>-1</sup> em tangerinas 'Satsuma', observaram mudanças na coloração da casca dos frutos a partir de cinco dias após os tratamentos, com desenvolvimento total da coloração alaranjada e a degradação completa da clorofila em oito dias, sem prejudicar a qualidade interna e a externa dos frutos, como o sabor e a textura.

Tangerinas 'Ponkan' fisiologicamente maduras, provenientes da Zona da Mata mineira, foram colhidas com a casca totalmente verde e tratadas com 0, 5, 50 e 100 µL L<sup>-1</sup> de etileno gasoso, durante 96 horas, a 15, 20 e 25 °C. Observou-se que a dose de 5 µL L<sup>-1</sup>, a 25 °C, propiciou os melhores resultados de desverdecimento enquanto as doses de 50 e 100 µL L<sup>-1</sup>, a 20 °C e 25 °C, causaram desordens fisiológicas como o aparecimento de manchas na casca (MARTINS, 2003). COSTA (2009) estudou o desverdecimento de tangerinas 'Ponkan' provenientes de duas regiões com climas distintos e concluiu que 96 horas de exposição ao etileno mostrou ser o tempo mais eficiente para o desverdecimento dos frutos e recomendou a utilização de 5 µL L<sup>-1</sup> de etileno gasoso.

Limões 'Siciliano' tratados com 0, 3, 6 e 12 µL L<sup>-1</sup> de etileno durante 2, 4 e 6 dias, a 20 °C, foram armazenados a 10 °C e 90% UR durante 35 dias e avaliados após 21, 28 e 35 dias. O desverdecimento das frutas ocorreu mais rapidamente à medida que a concentração de etileno e o tempo de armazenamento foram aumentados, com os frutos submetidos à dose de 12 µL L<sup>-1</sup>, por 6 dias, apresentando podridão após 35 dias de armazenamento refrigerado. A concentração de 6 µL L<sup>-1</sup>, aplicada por 4 dias, foi a que proporcionou a melhor qualidade visual aos frutos, sem a ocorrência de podridão (JACOMINO et al., 2003).

A eficiência do desverdecimento depende da espécie, cultivar, estágio de desenvolvimento do fruto, concentração de etileno aplicada, temperatura e tempo de tratamento. Outro parâmetro que determina o sucesso da aquisição da coloração típica de cada espécie cítrica, durante o processo de desverdecimento, é a coloração da casca dos frutos na colheita. Na Espanha, JIMENEZ-CUESTA et al. (1981) estabeleceram o índice de cor dos citros (ICC) para cada cultivar. Esse índice é um método de avaliação para identificar numa escala que varia de -20 a +20 para a

coloração da casca dos frutos. O valor -20 representa a cor verde, +20 a cor vermelha e o valor zero representa a cor amarela. Valores mais negativos indicam que os frutos estão mais verdes, e mais positivos indicam que eles estão mais alaranjados. Segundo esses autores, frutos colhidos com ICC  $\leq$  -10 não alcançam a coloração de casca desejada para sua comercialização.

MAZZUZ (1996) esclareceu que o tempo de desverdecimento sofre influência do cultivar, e o mínimo necessário para o tratamento não deve ser inferior a 24 horas e o máximo não superior a 120 horas. Citou que a temperatura durante o tratamento deve estar entre 18 °C e 25 °C, o que favorece a degradação da clorofila e a síntese de carotenóides.

JOMORI (2011) avaliou o desverdecimento de tangor 'Murcott' e de laranja 'Valência' utilizando a aplicação de etileno na forma líquida e gasosa em diferentes concentrações e temperaturas e concluiu que a concentração de 250 mg L<sup>-1</sup> de ethephon foi suficiente para promover o desverdecimento destas variedades. Este autor também concluiu que a aplicação da mistura gasosa com etileno, Etil-5, é mais eficiente que a aplicação de ethephon para o desverdecimento das duas variedades avaliadas.

As condições de desverdecimento estudadas divergem bastante no que diz respeito à temperatura, às doses de etileno e aos tempos de exposição, além de variarem em função da situação geográfica, do tipo de fruta e da etapa de desenvolvimento de cor em que o fruto se encontra. Portanto, existe a necessidade de se pesquisar, para as nossas condições climáticas e variedades, os métodos mais apropriados para o desverdecimento das frutas cítricas em pós-colheita. Principalmente, a variedade 'Satsuma Okitsu', que segundo os produtores é rejeitada pelos consumidores por apresentar coloração verde, mesmo quando ainda não se tem nenhuma tangerina no mercado.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas tangerinas da cultivar Ponkan, adquiridas de pomar comercial no município de Monte Alto-SP, e das cultivares Satsuma Okitsu e Fremont adquiridas de pomar experimental na Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro, no município de Bebedouro-SP (Figura 1).

Tangerinas 'Ponkan'



Tangerinas 'Satsuma Okitsu'



Tangerinas 'Fremont'



Figura 1. Aparência visual de tangerinas 'Ponkan', 'Satsuma Okitsu' e 'Fremont' no momento da colheita.

Os frutos foram colhidos manualmente pela manhã, no estágio de maturação comercial, definido a partir do índice de maturação ( $SS/AT > 9,5$ ) apresentado pelos frutos amostrados, conforme padronização estabelecida para comercialização no mercado interno (BRASIL, 2000).

Após a colheita, em todos os experimentos, os frutos foram acondicionados em caixas plásticas, previamente forradas com plástico bolha e cuidadosamente transportados para o Laboratório de Tecnologia dos Produtos Agrícolas do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal-SP. Em seguida, foram selecionados quanto ao tamanho, cor e ausência de injúrias, descartando-se aqueles com defeitos, antes de serem tratados por imersão em Imazalil a  $50 \text{ mg L}^{-1}$ , por dois minutos, como forma de prevenção contra podridões, e deixados escorrer por 5 minutos (FELÍCIO et al., 2006).

Antes da aplicação dos tratamentos, quatro parcelas contendo dez frutos cada foram avaliadas, em triplicata, a fim de caracterizar os frutos no dia da colheita, em todos os tratamentos.

### **3.1 Parte I**

Na parte 1 avaliou-se o efeito da temperatura de armazenamento na qualidade de tangerinas 'Ponkan' (safra 2009), 'Satsuma Okitsu' (safra 2009) e 'Fremont' (safra 2008). Para isto, os frutos foram acondicionados em gôndolas e armazenados a  $3 \text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , em câmara fria, por até 49 dias.

Estes experimentos foram instalados obedecendo a um delineamento inteiramente casualizado, disposto em esquema fatorial  $2 \times 8$ , com 4 repetições de 10 frutos, onde o primeiro fator correspondeu à temperatura de armazenamento ( $3 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $85 \pm 5\%$  UR e  $7 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $95 \pm 2\%$  UR) e o segundo aos tempos de armazenamento (0 ou inicial, 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 49 dias). Após cada tempo de armazenamento, as frutas foram levadas à condição de ambiente ( $22 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $65 \pm 5\%$  UR) por 3 dias, para simular as condições de sua comercialização.

As análises foram realizadas a cada sete dias quanto a aparência, perda de massa, atividade respiratória, coloração, teores de acidez titulável (AT), sólidos solúveis

(SS), ácido ascórbico, e carboidratos solúveis no suco e determinação da relação SS/AT. Na polpa determinou-se os teores de pectina solúvel e total, polifenóis extraíveis totais e sua atividade antioxidante.

### 3.2 Parte II

Nos experimentos desta parte utilizou-se a melhor temperatura de armazenamento para cada cultivar, indicado pelos experimentos anteriores e avaliou-se o efeito do armazenamento refrigerado com diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> na conservação de tangerinas 'Fremont' (safra 2009), 'Satsuma Okitsu' (safra 2010) e 'Ponkan' (safra 2010), por até 42 dias.

Os frutos foram armazenados sob atmosfera controlada, em contentores plásticos herméticos de 20L (câmara de armazenamento), com fluxo contínuo de mistura gasosa de 100 mL min, contendo concentrações de oxigênio e gás carbônico. A composição da atmosfera foi controlada diariamente usando-se analisador de atmosferas (Dansensor Checkmate 9001, PBI Dansensor, Dinamarca).

Para se conseguir as atmosferas desejadas foram utilizados, como fonte de nitrogênio (N<sub>2</sub>) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), cilindros K 6,0 m<sup>3</sup> (White Martins Gases Ltda). Ar comprimido foi utilizado como fonte de oxigênio (O<sub>2</sub>) utilizando-se um compressor de ar odontológico (Shulz, modelo MS 3/30L, São Paulo, Brasil). O ar comprimido ou o O<sub>2</sub>, o CO<sub>2</sub> e o N, em linhas separadas, foram umidificados através da passagem por recipientes de plástico contendo água destilada.

Para estabelecer os fluxos desejados foram utilizados tubos capilares de vidro com diferentes diâmetros internos e comprimentos, cuja regulagem da vazão foi medida com o uso de bolômetros. Depois de estabelecidos os fluxos, os gases foram misturados em câmaras de acrílico (3,0 x 3,0 x 4,0 cm) antes de serem conduzidos às câmaras de armazenamento, que continham os frutos.

Estes experimentos também foram instalados obedecendo a um delineamento estatístico inteiramente casualizado, disposto em esquema fatorial 3 x 7, com 4 repetições de 10 frutos, onde o primeiro fator correspondeu às concentrações de O<sub>2</sub> e de CO<sub>2</sub>. Para a tangerina 'Fremont' utilizou-se ar atmosférico (AR= 21% O<sub>2</sub> e 0,03%

CO<sub>2</sub>); AR + 5% CO<sub>2</sub>; e 10% O<sub>2</sub> + 5% CO<sub>2</sub>. Para as cvs. Ponkan e Satsuma Okitsu testou-se AR; 15% O<sub>2</sub> + 5% CO<sub>2</sub>; e 10% O<sub>2</sub> + 5% CO<sub>2</sub>. O segundo fator correspondeu aos tempos de armazenamento (0 ou inicial, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias). Após cada tempo de armazenamento, as frutas foram levadas à condição de ambiente (22±2 °C, 65±5% UR) por 3 dias, para simular as condições de sua comercialização.

Durante o período de armazenamento sob atmosfera controlada, amostras foram analisadas a cada sete dias quanto à aparência, perda de massa, atividade respiratória, coloração, teores de acidez titulável, sólidos solúveis, ácido ascórbico, e de carboidratos solúveis no suco, assim como calculou-se a relação SS/AT. Na polpa destes frutos determinou-se os teores de pectina solúvel e total, e de polifenóis extraíveis totais e sua atividade antioxidante.

### 3.3 Parte III

As tangerinas 'Satsuma Okitsu' e 'Ponkan' apresentam, no ponto de colheita, o epicarpo ou flavedo com coloração C1 (BRASIL, 2000) ou verde. Este fato levou à realização de experimentos visando o desverdecimento destas frutas com a utilização do ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico), visando melhorar a aceitação das mesmas pelos consumidores. Estas frutas foram colhidas com pedúnculo, levadas imediatamente ao laboratório do Departamento de Tecnologia da UNESP/FCAV, selecionadas, tratadas por imersão em Imazalil a 50 mg L<sup>-1</sup>, por dois minutos. Após 24 horas, foram imersas por três minutos em diferentes concentrações de ethephon, produto comercial Ethrel 240<sup>®</sup> da Bayer. Em seguida, os frutos foram acondicionados em bandejas de poliestireno rígidas sem revestimento e armazenados em câmaras do tipo B.O.D., a 18±2 °C, 85±5% UR, por até 9 dias.

Estes experimentos foram instalados obedecendo a um delineamento inteiramente casualizado, disposto em esquema fatorial 4 x 4, com 4 repetições de 10 frutos, onde o primeiro fator correspondeu às concentrações de ethephon (Testemunha, 250 ppm da Bayer ( 1,04 mL L<sup>-1</sup>), 500 ppm (2,08 mL L<sup>-1</sup>) e 1000 ppm (4,17 mL L<sup>-1</sup>) de Ethrel 240<sup>®</sup> e o segundo aos tempos de armazenamento (0 ou inicial, 3, 6 e 9 dias).

As amostras foram analisadas a cada três dias quanto à perda de massa, coloração, teores de acidez titulável, sólidos solúveis e ácido ascórbico do suco, assim como se calculou a relação SS/AT do mesmo.

### **3.4 Análises**

#### **3.4.1 Análises físicas**

##### **- Perda de massa**

Calculada pela diferença entre a massa inicial dos frutos e a obtida em cada tempo da amostragem, expressa em porcentagem. Foi determinada com auxílio de balança semi-analítica Marte modelo AS2000, com capacidade para 1200 g e precisão de 0,1 g.

##### **- Coloração e aparência**

A coloração foi determinada utilizando-se um colorímetro MINOLTA CR 400, marca KONICA MINOLTA, que se expressa segundo o sistema proposto pela Commission Internationale de L'Eclairage (CIE) em  $L^*a^*b^*$  (*color space*). A coloração é relatada por três parâmetros: a luminosidade; o ângulo hue, que mostra a localização da cor em um diagrama; e a cromaticidade, que indica a intensidade da cor (MINOLTA CORP, 1994). Efetuaram-se duas leituras por fruto, na região equatorial.

A aparência das frutas também foi avaliada visualmente, usando-se uma escala de notas: 3=ótimo (brilho adequado e ausência de bolores); 2= bom (opacidade e ausência de bolores); 1= ruim (opaco e presença de bolores). A nota 2 foi considerada a aparência como o valor limite para a vida útil ou comercial dos frutos.

### **3.4.2 Análises químicas**

#### **- Preparo das amostras**

O suco foi extraído usando-se processador doméstico e imediatamente dividido em duas partes, uma parte foi utilizada para determinar os teores de sólidos solúveis, acidez titulável e ácido ascórbico, e a outra foi armazenada a -18 °C, para posterior realização da análise de carboidratos solúveis.

O mesocarpo ou polpa foi triturado e utilizado para as determinações de pectina total e solúvel, e de polifenóis extraíveis totais e da atividade antioxidante. Para estas análises os frutos de cada tratamento foram descascados, e a polpa foi imediatamente congelada em nitrogênio líquido e armazenada a -18 °C.

#### **- Sólidos solúveis (SS)**

O teor de sólidos solúveis do suco foi quantificado em refratômetro digital ATAGO PR-100, e os valores expressos em °Brix (AOAC, 1997, proc. 920.151).

#### **- Acidez titulável (AT)**

Foi determinada por titulação do suco diluído em água destilada, com solução padronizada de NaOH a 0,1M, tendo como indicador a fenolftaleína, pH 8,1 (AOAC, 1997, proc. 932-12) e os resultados expressos em g de ácido cítrico por 100 g de suco.

#### **- Relação SS/AT ou “Ratio”**

Obtida pelo quociente entre os teores de sólidos solúveis e de acidez titulável.

#### **- Ácido ascórbico**

O conteúdo de ácido ascórbico foi determinado por titulação de amostra do suco extraída com ácido oxálico a 0,5%, a 5 °C, usando-se 2,6 diclorofenolindofenol de sódio a 0,1% (RANGANA, 1977). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g de suco.



### **- Carboidrato solúvel**

O teor de carboidratos solúveis foi determinado em extrato obtido de acordo com o descrito por FALEIROS (1978) e determinado conforme o proposto por DUBOIS et al. (1956), com os resultados expressos em porcentagem de glicose.

### **- Pectina total e solúvel**

O conteúdo de pectina total e solúvel foi extraído segundo a técnica descrita por McCREADY & McCOMB (1952), e determinadas colorimetricamente segundo BITTER & MUIR (1962), com os resultados expressos em porcentagem de ácido galacturônico.

### **- Polifenóis extraíveis totais**

Os polifenóis extraíveis totais foram determinados em extrato, usando-se o reagente de Folin Ciocalteu, e tendo-se uma curva padrão de ácido gálico como referência, conforme a metodologia descrita por LARRAURI et al. (1997), com pequenas modificações.

A extração foi realizada usando-se 10 g da polpa de tangerina adicionada de 40 mL de etanol a 50% (primeira solução extratora), homogeneizado e deixado em repouso por 1 hora, protegido da luz. Em seguida, esta mistura foi centrifugada a 3.000 rpm por 15 minutos. Após a centrifugação, o sobrenadante foi filtrado para balão de 100 mL, ao abrigo de luz. O precipitado foi dissolvido em 40 mL de acetona a 70% (segunda solução extratora), com repouso por mais 1 hora e protegido da luz. Essa mistura também foi centrifugada a 3.000 rpm por 15 minutos. Este segundo sobrenadante foi filtrado para o balão de 100 mL com o primeiro sobrenadante, cujo volume foi completado com água destilada. Após reação com o reagente de Folin Ciocalteu, foi realizada leitura da absorbância a 700nm. Os resultados foram expressos em mg ácido gálico equivalente (AGE) /100g.

### **- Atividade antioxidante**

A atividade antioxidante foi determinada espectrofotometricamente, usando-se extração com metanol a 50% e determinação segundo o método FRAP (Ferric

Reducing Antioxidant Power) ou do Poder Antioxidante da Redução do Ferro (RUFINO et al., 2006). Os resultados foram expressos em  $\mu\text{M}$  sulfato ferroso por 100 g de fruta.

### 3.4.3 Atividade respiratória

Nos experimentos da Parte I, a atividade respiratória foi determinada mantendo-se cinco frutos em frasco hermético (2000 mL) por 8 horas e quantificando-se o  $\text{CO}_2$  produzido. Nos experimentos da Parte II, a atividade respiratória foi determinada diretamente nas embalagens contentoras dos frutos, com interrupção do fluxo por 1 hora e determinação da quantidade de  $\text{CO}_2$  produzido. Os resultados foram expressos em  $\text{mL de CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ .

O conteúdo de  $\text{CO}_2$  nas amostras analisadas nos experimentos da Parte I foi determinado utilizando-se analisador de gases da marca PBI-DANSENSOR, modelo Check Mate, o qual utiliza cerca de 2 mL de gás por amostragem. As amostras analisadas nos experimentos da Parte II, com 0,3 mL e tomadas no início e após o tempo de contenção estabelecido em ambiente hermético foram analisadas em cromatógrafo a gás (Finningan, modelo 9001, Finningan Corporation, San Jose, EUA) equipado com coluna de aço inox preenchida com Porapak-N e peneira molecular (5A), detectores de condutividade térmica ( $150\text{ }^\circ\text{C}$ ) e de ionização de chama ( $150\text{ }^\circ\text{C}$ ), e que usa nitrogênio como gás de arraste ( $30 \text{ mL min}^{-1}$ ). Os teores de  $\text{CO}_2$  foram determinados usando-se o “software” Borwin (Borwin version 1.20, JMBS Developpements, Le Fontanil, França).

### 3.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e à comparação de medias utilizando-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. A descrição das variáveis, em função dos períodos de armazenamento, foi feita utilizando-se análise de regressão e os modelos foram selecionados observando a significância do teste F para cada modelo e seus respectivos coeficientes de determinação.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Parte I - Armazenamento Refrigerado

#### 4.1.1 Tangerina 'Fremont'

Visando a caracterização inicial dos frutos foi realizada a análise de uma amostra no dia da colheita, cujos resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização de tangerinas 'Fremont' recém-colhidas, em 29 de julho de 2008.

Variáveis	Média	DP*
Aparência	Nota (3)	-
Sólidos solúveis (°Brix)	12,40	0,60
Acidez titulável (g ác. cítrico 100g <sup>-1</sup> )	1,04	0,33
"Ratio"	11,92	0,46
Ácido ascórbico (mg 100 mL <sup>-1</sup> )	50,16	5,21
FRAP <sup>1</sup> (µM sulfato ferroso g <sup>-1</sup> )	9,99	0,10
PEXT <sup>2</sup> (mg ácido gálico 100g <sup>-1</sup> )	22,89	0,29
Coloração da casca	C5 amarelo-avermelhada <sup>3</sup>	-
Luminosidade	70,1	2,23
Cromaticidade	63,3	3,31
Ângulo hue	53,3	2,02

\*DP= desvio-padrão; <sup>1</sup>Atividade antioxidante; <sup>2</sup>Polifenóis extraíveis totais; <sup>3</sup>BRASIL (2000).

Os frutos de todos os tratamentos apresentaram aparência comercial, nota 2, até o 42º dia de armazenamento e após o 49º todos os frutos apresentavam-se sem frescor e com comprometimento da aparência externa (nota 1) (Figuras 2).

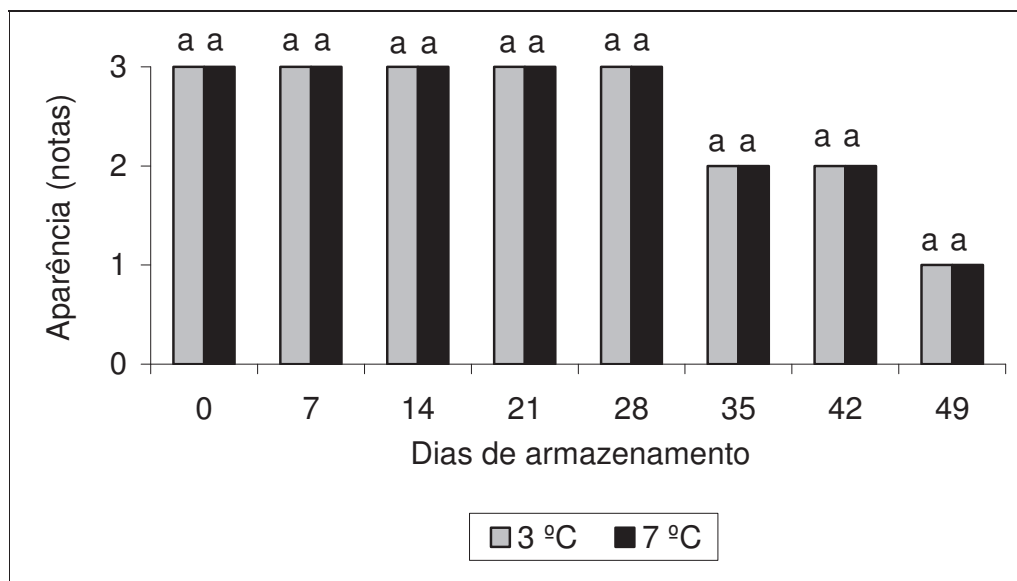


Figura 2. Aparência de tangerinas 'Fremont' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR). Notas: 3=ótimo (brilho adequado e ausência de bolores); 2= bom (opacidade e ausência de bolores); 1= ruim (opaco e presença de bolores). A nota 2 foi considerada aparência como o valor limite para a vida útil ou comercial dos frutos (Jaboticabal, 2008).

A perda de massa fresca das tangerinas 'Fremont' aumentou de maneira constante em todos os tratamentos, devido, principalmente, à desidratação (Figura 3). Os frutos armazenados a 3 °C apresentaram maior intensidade de perda de massa fresca durante o período de armazenamento devido, provavelmente, à maior diferença na pressão de vapor (Figura 3).

Após 49 dias de armazenamento, as tangerinas apresentavam 4,86% de perda de massa fresca nos armazenados a 3 °C e de 5,07% nos armazenados 7 °C (Figura 3), com comprometimento da aparência, que os tornavam inadequados para a comercialização. Esta perda de massa é função da respiração e da transpiração e no caso dos citros esta perda se restringe principalmente à epiderme, com manutenção do rendimento de suco durante o armazenamento (FELÍCIO et al., 2006).

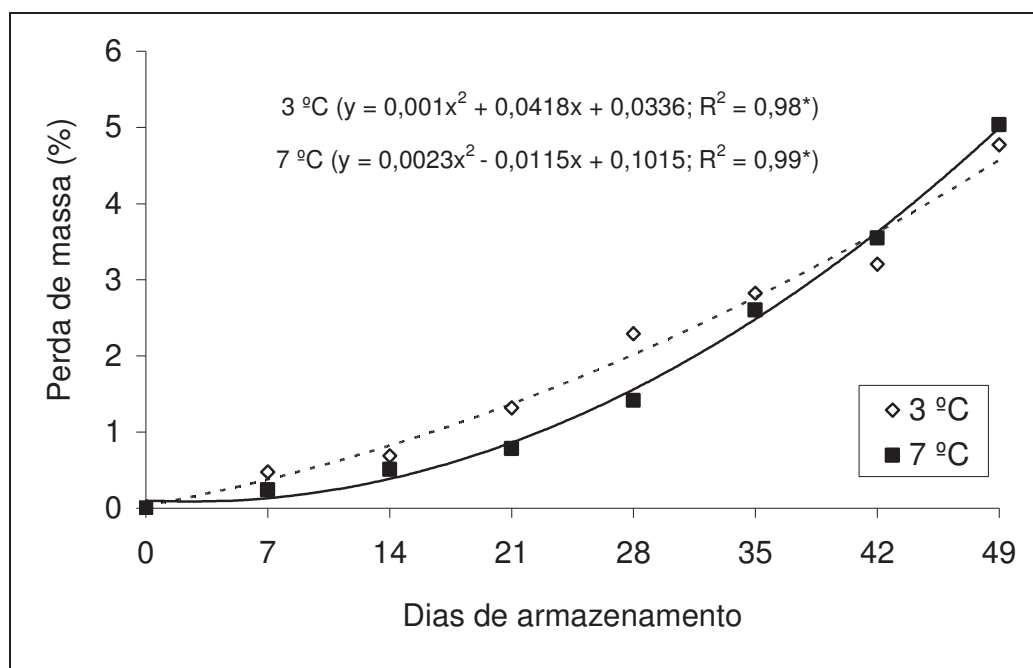


Figura 3. Perda de massa pelas tangerinas 'Fremont' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR) (Jaboticabal, 2008).

Alguma perda de água pode ser tolerada, mas não pode ser tão alta que promova murchamento da casca. Segundo CHITARRA & CHITARRA (2005), perdas da ordem de 3% a 6% são suficientes para reduzir a qualidade da maioria das frutas e hortaliças, ocasionando murchamento e perda de consistência, diminuindo assim, o valor de comercialização do produto.

Os frutos submetidos às duas temperaturas, durante o período de armazenamento, aumentaram a taxa respiratória de 2,53 mL CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> para 4,44 mL CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> e de 4,40 mL CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> para 9,63 mL CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, para os tratamentos a 3 °C e 7 °C, respectivamente (Figura 4). Pode-se observar que a taxa respiratória dos frutos armazenados a 3 °C, permaneceu estável durante os 21 dias iniciais, o que não aconteceu nos armazenados a 7 °C, evidenciando que a menor temperatura foi melhor para a conservação do produto, reafirmando o indicado por CHITARRA (1998) e FONSECA et al. (2002). BRACKMANN et al. (2008) também observaram que para tangerinas 'Montenegrina' a melhor temperatura de armazenamento é de 3 °C.

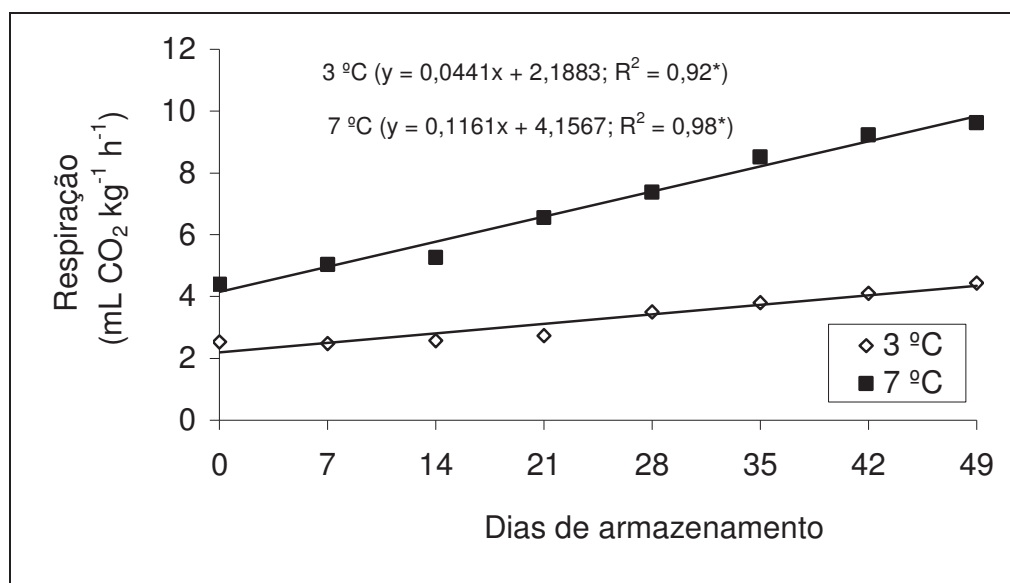


Figura 4. Taxa respiratória de tangerinas 'Fremont' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR) (Jaboticabal, 2008).

A luminosidade e a cromaticidade da casca das tangerinas não foram afetadas pelos tratamentos (Tabela 2), porém o ângulo hue foi significativamente maior nos frutos armazenados a 3 °C, caracterizando-os, como de coloração menos avermelhada.

Tabela 2. Luminosidade, cromaticidade e ângulo hue da casca de tangerinas 'Fremont' armazenadas por 49 dias sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR) (Jaboticabal, 2008).

Tratamentos	Coloração da casca		
	Luminosidade	Cromaticidade	Ângulo hue
3 °C	69,97 a	63,32 a	55,98 a
7 °C	69,64 a	63,87 a	54,28 b
CV(%)	2,12	2,38	4,04

Nas colunas, médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A luminosidade, o ângulo hue e a cromaticidade foram afetados pelo tempo de armazenamento refrigerado (Figuras 5, 6 e 7), havendo para a cromaticidade interação entre as temperaturas e o tempo de armazenamento (Figura 6). As oscilações verificadas nos valores objetivos de coloração das tangerinas 'Fremont' durante o

período de armazenamento deve estar associado à desuniformidade entre os lotes analisados, mas indicando menor luminosidade, cromaticidade e ângulo hue até o 21º dia, seguido de aumento.

Observou-se nas Figuras 5 e 6 que a luminosidade e a cromaticidade da casca das tangerinas 'Fremont' apresentaram comportamento semelhante nas duas temperaturas de armazenamento testadas com os frutos a 3 °C indicando cor com menor intensidade ou croma.

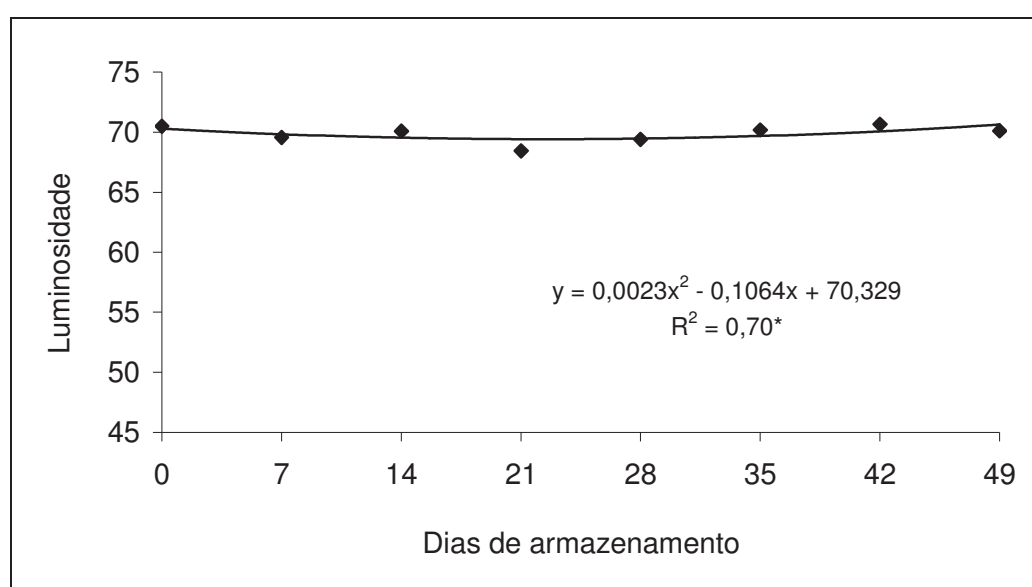


Figura 5. Luminosidade da casca de tangerinas 'Fremont' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR) (Jaboticabal, 2008).

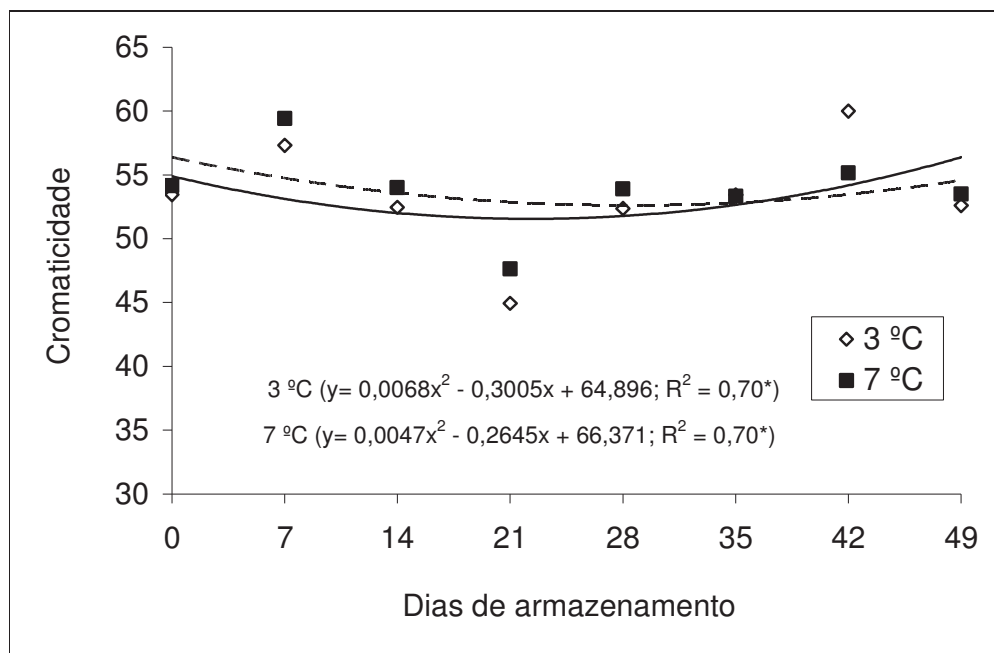


Figura 6. Cromaticidade da casca de tangerinas 'Fremont' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR) (Jaboticabal, 2008).

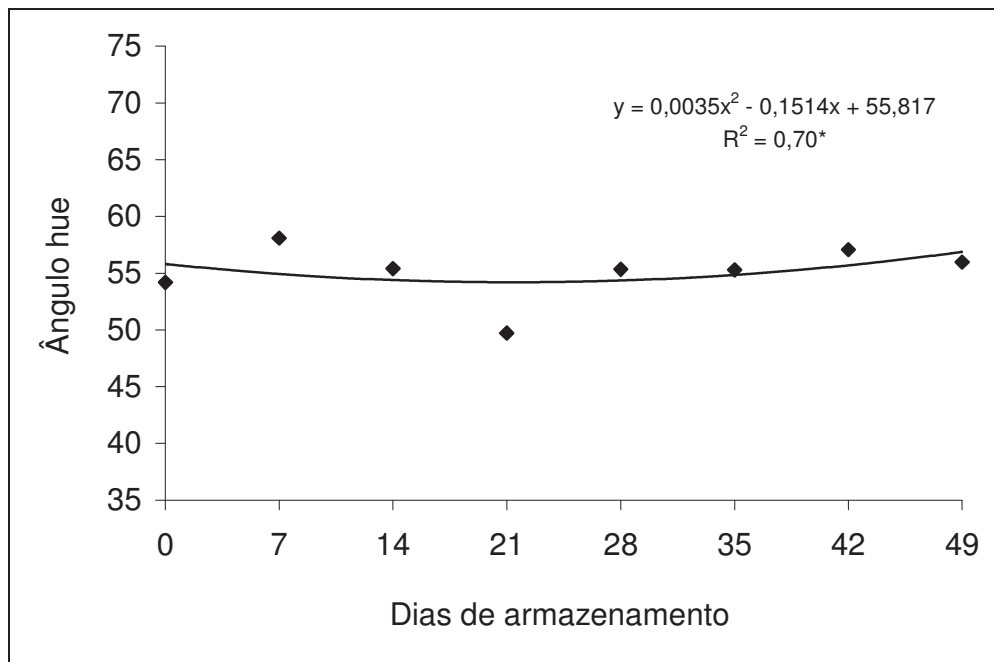


Figura 7. Ângulo hue da casca de tangerinas 'Fremont' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR) (Jaboticabal, 2008).



As variáveis analisadas não foram influenciadas pelas temperaturas de armazenamento (Tabela 3). Os teores de acidez titulável e de polifenóis extraíveis totais e a relação SS/AT apresentaram diferença significativa, depois que os frutos foram levados à condição de ambiente, por três dias. Verificou-se que o armazenamento a 3 °C foi mais eficiente em conter a oxidação dos polifenóis, possivelmente pela redução do metabolismo do produto. OBENLAND et al. (2011) estudaram a influência de diferentes temperaturas, 0 °C, 4 °C e 8 °C, na qualidade de tangerinas ‘Satsuma Owari’ e também observaram que não houve influência sobre os parâmetros sensoriais medidos.

Tabela 3. Valores médios de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), e ácido ascórbico (AA), relação SS/AT, atividade antioxidante (FRAP) e polifenóis extraíveis totais (PExT) de tangerinas ‘Fremont’ armazenadas a 3 °C (85% UR) e 7 °C (95% UR), durante 49 dias e depois de levadas à condição de ambiente (22 °C, 65% UR) por três dias, em cada período de armazenamento (Jaboticabal, 2008).

Tratamentos	SS (°Brix)	AT (g ác. cítrico 100g <sup>-1</sup> )	Relação SS/AT	AA (mg 100g <sup>-1</sup> )	FRAP (µM sulfato ferroso g <sup>-1</sup> )	PExT (mg ácido gálico100g <sup>-1</sup> )
3 °C	13,68 a	1,08 a	12,63 a	44,70 a	9,87 a	24,66 a
7 °C	13,76 a	1,09 a	12,69 a	44,14 a	10,13 a	23,53 a
CV (%)	3,20	4,52	5,63	7,94	8,16	5,77
3 °C + 3 dias	13,89 a	1,12 b	12,44 a	46,87 a	10,33 a	24,34 a
7 °C + 3 dias	13,77 a	1,50 a	11,93 b	46,05 a	10,31 a	21,45 b
CV (%)	3,38	4,81	5,54	6,46	2,58	3,31

Nas colunas, médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).

Segundo VILAS BOAS et al. (2004), o teor de sólidos solúveis é usado como indicador de maturidade e para determinar a qualidade da fruta, pois exerce importante função no sabor. Este teor no suco das tangerinas ‘Fremont’ apresentou pequeno aumento (Figuras 8A e 8B), sem ser afetado pelos tratamentos.

Ao longo do armazenamento, os teores de sólidos solúveis aumentaram de 12,37 °Brix para 14,43 °Brix (Figura 9A), não foram afetados pela manutenção dos frutos sob condição de ambiente (22 °C, 65% UR), por três dias, após cada período de armazenamento a 14,01 °Brix (Figura 9B). Os requisitos mínimos de qualidade da

tangerina estabelecidos pelo Centro de Qualidade em Horticultura da CEAGESP (BRASIL, 2000) estabelecem um limite mínimo para o teor de sólidos solúveis de 9,0 °Brix a 10,5 °Brix, de acordo com a variedade de tangerina. Portanto a cultivar analisada encontra-se dentro desses padrões.

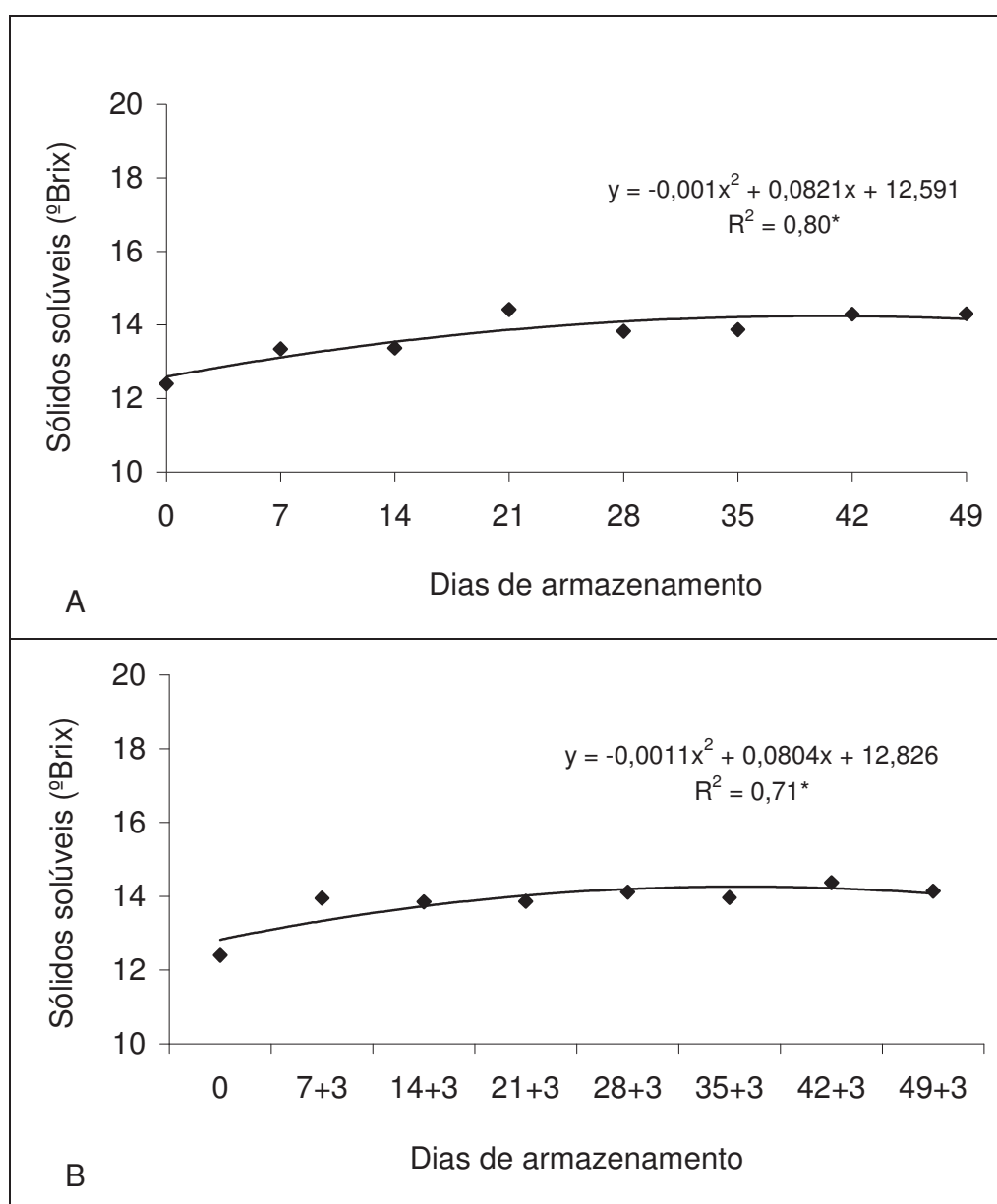


Figura 8. Teores de sólidos solúveis no suco de tangerinas 'Fremont' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR), por até 49 dias (A) e depois mantidas sob condição de ambiente (22 °C, 65% UR), por três dias, em cada período de armazenamento (B) (Jaboticabal, 2008).

Os frutos armazenados a 3 °C e 7 °C, aumentaram seus teores de acidez durante o período de armazenamento, de 1,04 g ác. cítrico 100g<sup>-1</sup> para 1,16 g ác. cítrico 100g<sup>-1</sup> (Figura 9A). Foi verificado aumento também quando os frutos foram levados a condição ambiente (22 °C), por três dias (Figura 9B), principalmente nos armazenados a 7 °C, o que pode ser atribuído à transformação dos açúcares em ácidos (WILLS et al., 1998). Estes valores são semelhantes aos observados por NÚÑES (2006) que trabalhou com oito cultivares de tangerinas e relatou acidez titulável entre 0,7% e 1,8%. Superior ao teor de 0,80% encontrado por COUTO & CANNIATTI-BRAZACA (2010), em tangerina 'Ponkan' e tangor 'Murcott'.

A relação sólidos solúveis/acidez titulável não apresentou variação significativa durante o período de armazenamento, com os valores oscilando de 11,95 para 14,43 (Figura 10), indicando que estes frutos tinham qualidade adequada para serem consumidos *in natura*, pois apresentavam esta relação acima de 7 (SALVADOR et al., 2002). BARBASSO et al. (2005) relataram que há aumento dos valores de SS/AT à medida que os frutos amadurecem, devido à redução da acidez, o que não aconteceu neste experimento. Isto indica que as tangerinas 'Fremont' não amadureceram durante o armazenamento a 3 °C e a 7 °C, mas incrementaram o metabolismo quando levados à condição de ambiente, indicado pela redução na relação SS/AT.

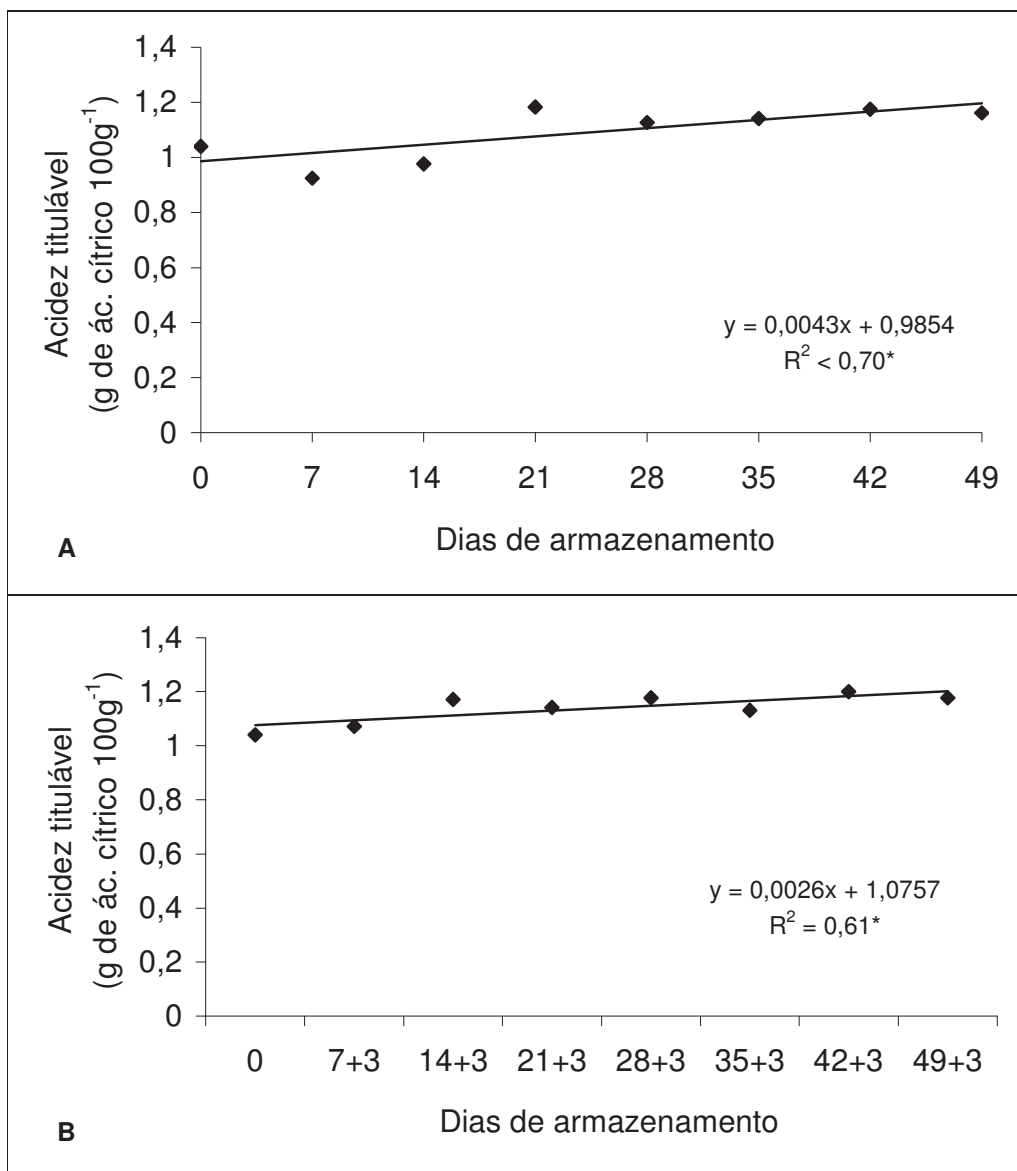


Figura 9. Acidez titulável do suco de tangerinas 'Fremont' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR), por até 49 dias (A) e depois mantidas sob condição de ambiente (22 °C, 65% UR), por três dias, em cada período de armazenamento (B) (Jaboticabal, 2008).

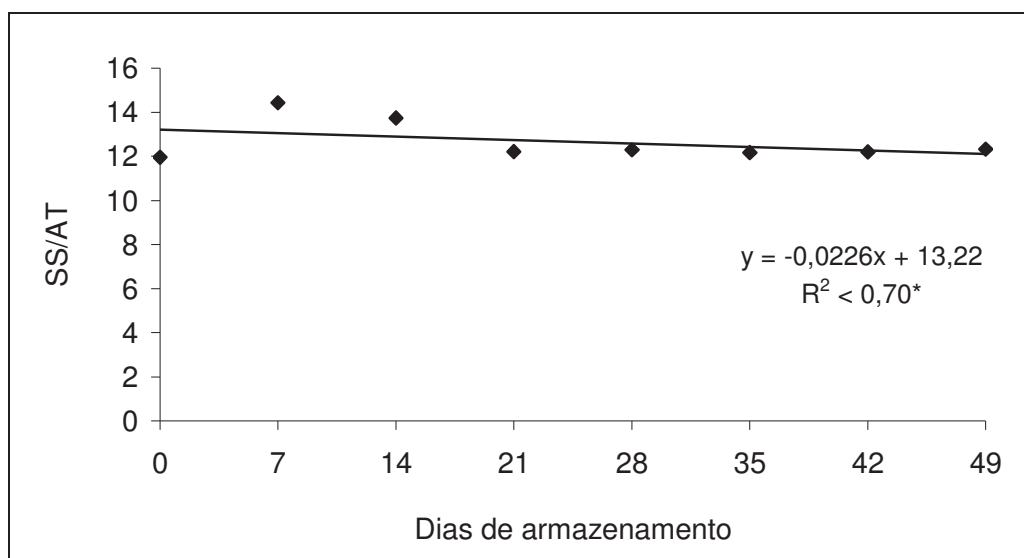


Figura 10. Relação sólidos solúveis/ácidez titulável do suco de tangerinas 'Fremont' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR), por até 49 dias e depois mantidas sob condição de ambiente (22 °C, 65% UR), por três dias, em cada período de armazenamento (Jaboticabal, 2008).

Os teores de polifenóis extraíveis totais das tangerinas 'Fremont' foram significativamente afetados pela interação entre os tratamentos e o tempo de armazenamento, após a transferência dos mesmos para a condição de ambiente (Figura 11). Os frutos mantidos a 3 °C apresentaram maiores valores de polifenóis totais que os armazenados a 7 °C, o que também foi observado por MORGADO et al. (2010) em goiabas 'Kumagai', armazenadas sob refrigeração. PEREIRA (2009) determinou o índice de polifenóis totais em tangerinas 'de Russas' sem semente e observou teores com média próxima de 30,0 mg 100g<sup>-1</sup>, teor superior aos encontrados neste trabalho.

Segundo MELO et al. (2008), as discrepâncias dos resultados podem ser decorrentes das características ambientais do cultivo, variedade e maturidade dos frutos, além da peculiaridade metodológica relacionada ao solvente extrator e ao polifenol usado como padrão para a quantificação dos compostos fenólicos.

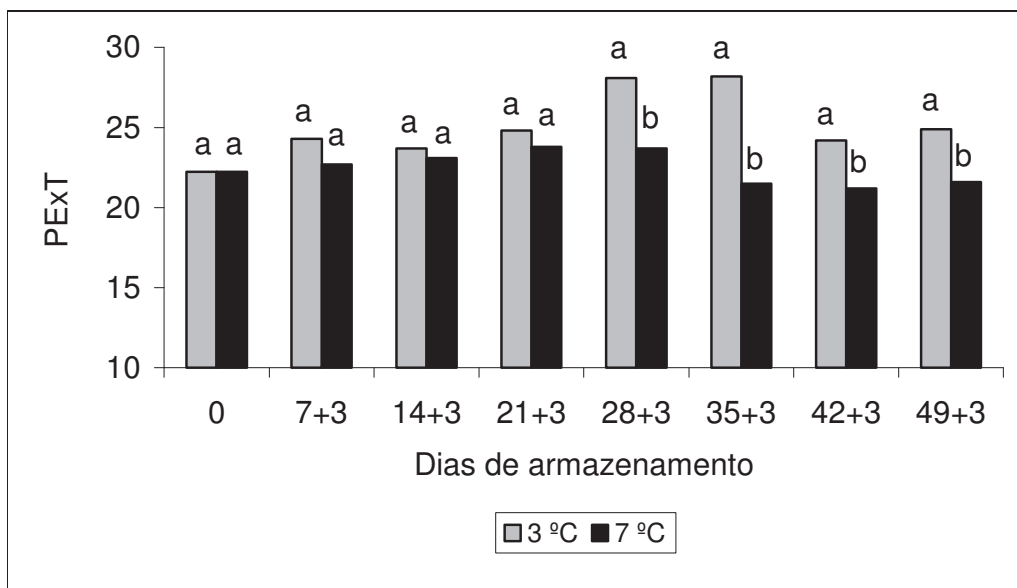


Figura 11. Teores de polifenóis extraíveis totais (PEXT mg ácido gálico.100g<sup>-1</sup> de polpa) da polpa de tangerinas 'Fremont' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR), por até 49 dias e depois mantidas sob condição de ambiente (22 °C, 65% UR), por três dias, em cada período de armazenamento (Jaboticabal, 2008).

Os frutos da tangerina 'Fremont' armazenadas a 3 °C se tornaram menos avermelhados com maior intensidade de perda de massa fresca durante o armazenamento. Os teores de sólidos solúveis, acidez titulável, e de ácido ascórbico, assim como a relação SS/AT no suco, e de polifenóis extraíveis totais, bem como a atividade antioxidante na polpa não foram afetados pelas temperaturas testadas. As tangerinas 'Fremont' conservaram-se em ótima condição por 28 dias a 3 °C e a 7 °C, e adequada para comercialização por até 42 dias nestas temperaturas, limitada pela perda de frescor na aparência.

#### 4.1.2. Tangerina ‘Satsuma Okitsu’

A caracterização inicial ou no dia da colheita dos frutos utilizados neste experimento é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4. Caracterização de tangerinas ‘Satsuma Okitsu’ recém-colhidas, em 19 de fevereiro de 2009.

Variáveis	Média	DP*
Aparência	Nota (3)	-
Sólidos solúveis (°Brix)	7,75	0,49
Acidez titulável (g ác. cítrico 100g <sup>-1</sup> )	0,74	0,23
“Ratio”	10,47	0,25
Ácido ascórbico (mg 100 mL <sup>-1</sup> )	59,85	4,75
FRAP <sup>1</sup> (µM sulfato ferroso g <sup>-1</sup> )	16,39	0,41
PEXT <sup>2</sup> (mg ácido gálico 100g <sup>-1</sup> )	32,70	0,25
Carboidratos solúveis (% de glicose)	3,36	0,24
Pectina total (% ác. galacturônico)	0,69	0,06
Pectina solúvel (% ác. galacturônico)	0,07	0,01
Coloração da casca	C1 verde <sup>3</sup>	-
Luminosidade	61,8	3,12
Cromaticidade	33,4	3,69
Ângulo hue	115,3	3,24

\*DP= desvio-padrão; <sup>1</sup>Atividade antioxidante; <sup>2</sup>Polifenóis extraíveis totais; <sup>3</sup>BRASIL (2000).

As tangerinas ‘Satsuma Okitsu’, armazenadas a 7 °C, mantiveram a aparência comercial até o 35º dia (nota 2), enquanto as armazenadas a 3 °C mantiveram a boa aparência só até o 28º dia (Figuras 12), apesar da menor perda de massa (Figura 13). A menor vida útil a 3 °C pode ser atribuída ao efeito do armazenamento sob temperatura abaixo da temperatura mínima de segurança (PORAT et al., 2004), que para tangerinas está entre 4 °C e 7 °C (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Para ARTES et al. (1995) a tangerina ‘Satsuma’ pode ser armazenada por seis semanas a 2 °C e

93% UR. O armazenamento desta fruta sob temperaturas consideradas adequadas, pode não ser eficaz para longos períodos, situação em que os sintomas de injúrias pelo frio também podem se manifestar (KLUGE et al., 2001).

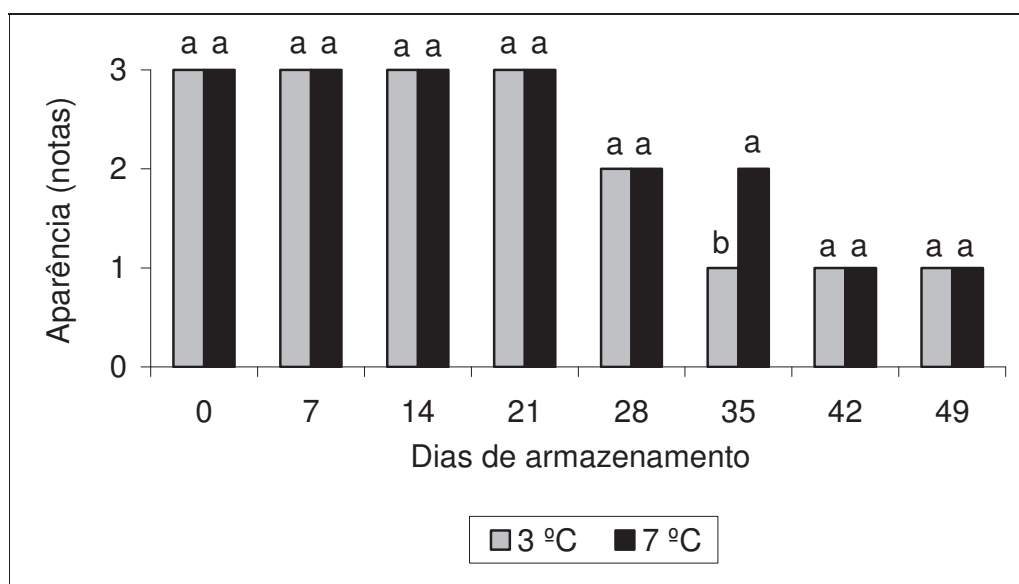


Figura 12. Aparência de tangerinas 'Satsuma Okitsu' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR). Notas: 3=ótimo (brilho adequado e ausência de bolores); 2= bom (opacidade e ausência de bolores); 1= ruim (opaco e presença de bolores). A nota 2 foi considerada aparência como o valor limite para a vida útil ou comercial dos frutos (Jaboticabal, 2009).

A perda de massa fresca evidencia que o armazenamento a 3 °C mostrou-se eficiente na manutenção do peso das tangerinas ao longo do período de armazenamento, diferindo significativamente do armazenamento a 7 °C, após o 21º dia (Figura 13).



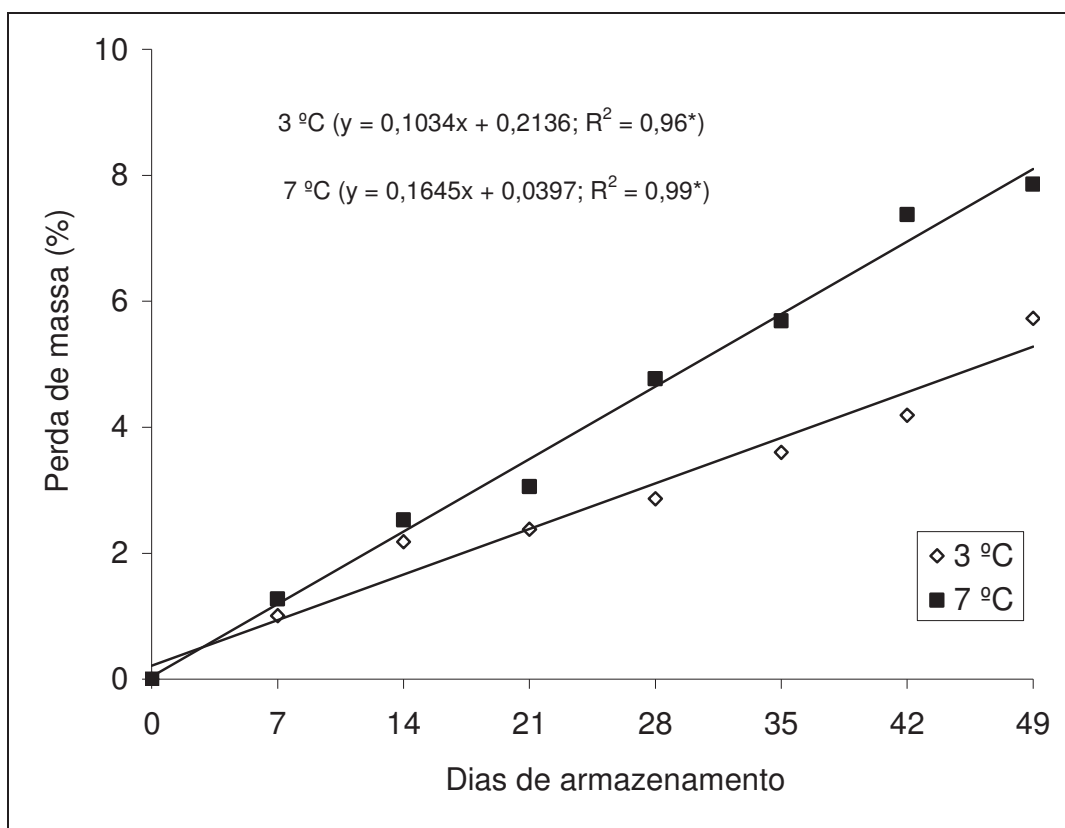


Figura 13. Perda de massa por tangerinas 'Satsuma Okitsu' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR) (Jaboticabal, 2009).

Após 21 dias de armazenamento, as tangerinas armazenadas a 3 °C e 7 °C, apresentavam 2,38% e 3,06% de perda de massa, respectivamente, mas ainda apresentavam frescor adequado. No 35º dia os frutos mantidos a 3 °C apresentavam 3,6% de perda de massa fresca e comprometimento da aparência, enquanto os armazenados a 7 °C ainda se apresentavam com boa aparência (nota 2), apesar de 5,69% de perda de massa. Durante o período de armazenamento, os frutos de todos os tratamentos apresentaram aumento na taxa respiratória de 1,60 mL CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> para 2,32 mL CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, a 3 °C, e de 3,33 mL CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> para 3,64 mL CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, a 7 °C (Figura 14).

Verificou-se aumento na taxa respiratória dos frutos armazenados a 3 °C, no último dia de armazenamento, que deve ser devido ao processo de senescência.

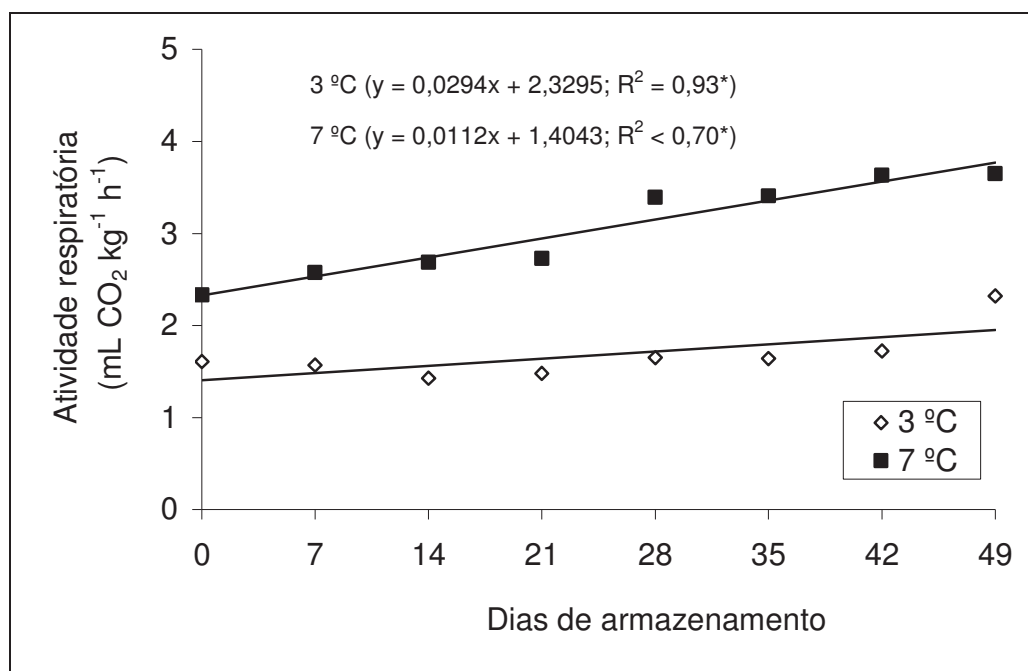


Figura 14. Taxa respiratória de tangerinas 'Satsuma Okitsu' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR) (Jaboticabal, 2009).

A coloração das tangerinas 'Satsuma Okitsu', indicada objetivamente pela luminosidade, cromaticidade e ângulo hue da casca foram influenciados pelas temperaturas de armazenamento (Tabela 5). O armazenamento a 3 °C levou a uma menor variação na coloração, ou seja, os frutos permaneceram com coloração mais verde, enquanto, os armazenados a 7 °C apresentaram-se mais amarelados.

Pode-se verificar que houve aumento na luminosidade durante o período de armazenamento (Figura 15), tornando a coloração das frutas mais clara. Este comportamento difere do observado por VALE et al. (2006), em tangerinas 'Ponkan' armazenadas sob refrigeração. Para a variável cromaticidade (Figura 16) verificou-se aumento em seus valores, principalmente nas frutas armazenadas a 7 °C, caracterizando a coloração mais intensa das mesmas, o que também foi relatado por FELÍCIO et al. (2006), ao trabalharem com frutos do tanger 'Murcott'.

A mudança na coloração das tangerinas 'Satsuma Okitsu' ocorreu ao longo do período de armazenamento sob as duas temperaturas testadas (Figura 17), com redução nos valores de ângulo hue durante o período estudado, mas indicando que as

frutas armazenadas a 7 °C se apresentavam mais amareladas que as armazenadas a 3 °C. Resultados semelhantes também foram observados por FELÍCIO et al. (2006), em tangor 'Murcott'.

Tabela 5. Luminosidade, cromaticidade e ângulo hue da casca de tangerinas 'Satsuma Okitsu' armazenadas por 49 dias sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR) (Jaboticabal, 2009).

Tratamentos	Coloração da casca		
	Luminosidade	Cromaticidade	Ângulo hue
3 °C	62,12 b	43,69 b	111,34 a
7 °C	65,92 a	49,38 a	107,25 b
CV (%)	1,78	3,36	1,06

Nas colunas, médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,005$ ).

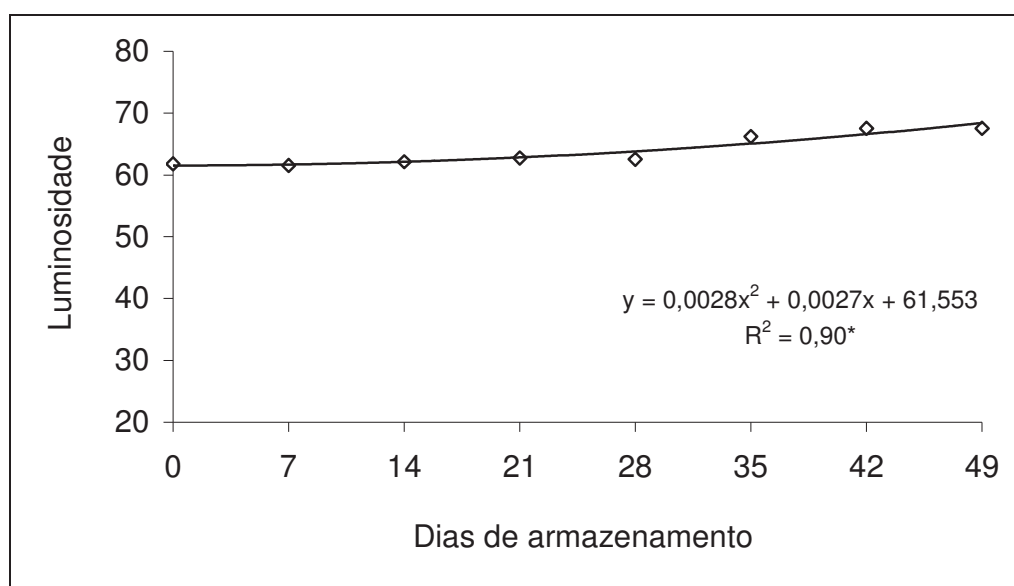


Figura 15. Luminosidade da casca de tangerinas 'Satsuma Okitsu' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR) (Jaboticabal, 2009).

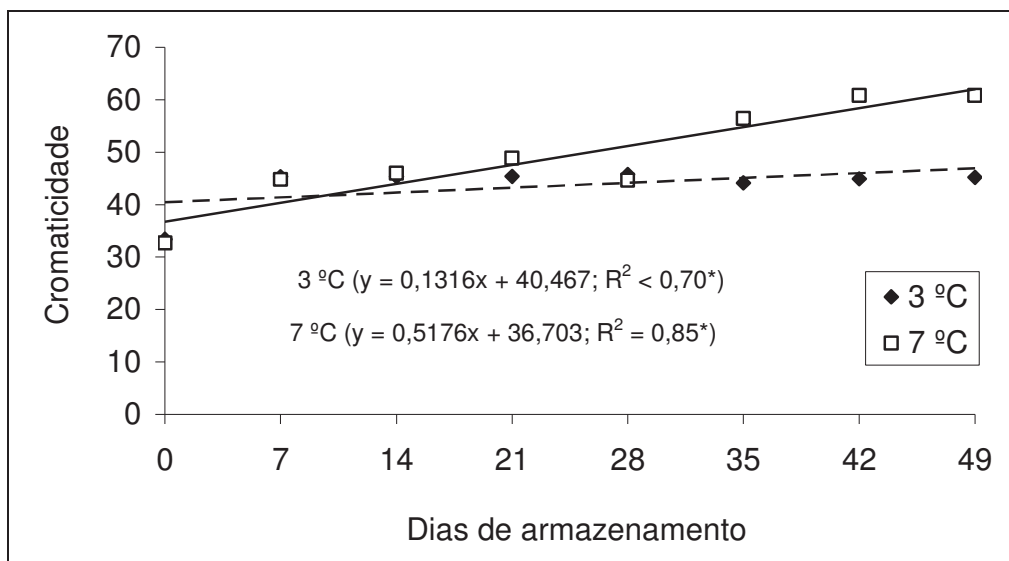


Figura 16. Cromaticidade da casca de tangerinas 'Satsuma Okitsu' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR) (Jaboticabal, 2009).

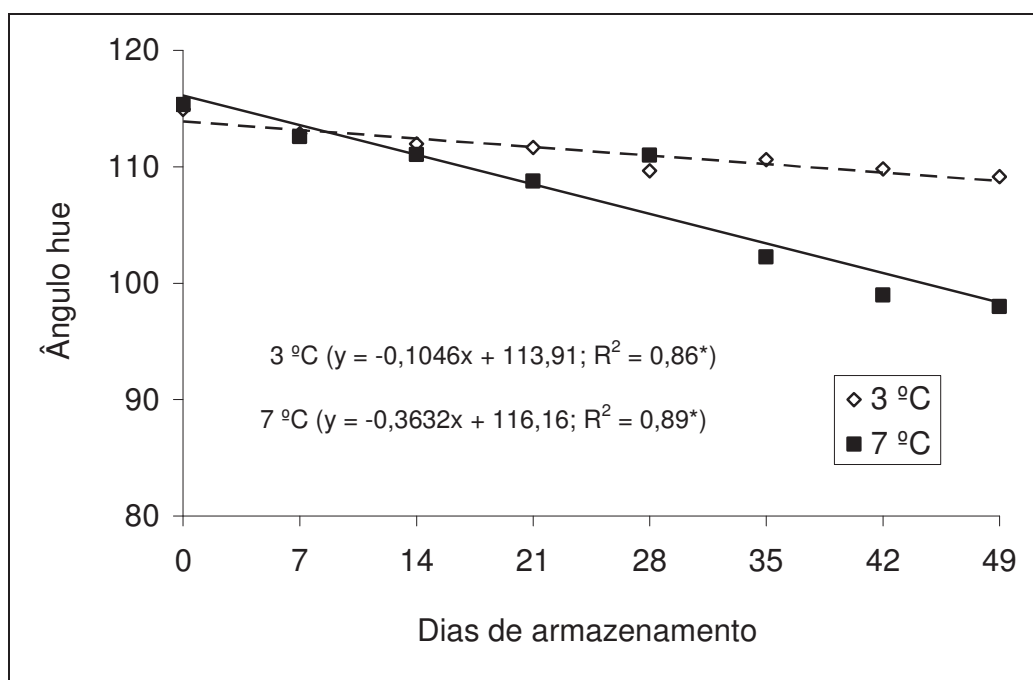


Figura 17. Ângulo hue da casca de tangerinas 'Satsuma Okitsu' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR) (Jaboticabal, 2009).

Depois que as tangerinas, armazenadas a 3 °C, foram submetidas à condição de ambiente, os teores de acidez titulável e ácido ascórbico apresentaram-se maiores, enquanto o de açúcar solúvel menor que o das frutas armazenadas a 7 °C (Tabela 6). Isto evidencia que o tratamento 3 °C foi mais eficiente na contenção da senescência do produto, durante o período de armazenamento.

Tabela 6. Valores médios de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), ácido ascórbico (AA), relação SS/AT, carboidratos solúveis (AS), pectina total (PT), pectina solúvel (PS), polifenóis extraíveis totais (PExT) e atividade antioxidante (FRAP) de tangerinas 'Satsuma Okitsu' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR) por até 49 dias e após serem mantidas sob condição de ambiente (22 °C, 65% UR) por três dias, em cada período de armazenamento (Jaboticabal, 2009).

Tratamentos	SS (°Brix)	AT		AA (mg 100g <sup>-1</sup> )	AS (% de glicose)	PT (% ác. galactu rônico)	PS (% ác. galactu rônico)	FRAP (µM sulfato ferroso g <sup>-1</sup> )	PExT (mg ácido gálico 100 g <sup>-1</sup> )
		(g ác. cítrico 100 g <sup>-1</sup> )	Relação SS/AT						
3 °C	7,96	0,77	10,21	53,64	5,26 b	0,68 a	0,068 b	13,98	33,4
7 °C	7,80	0,76	10,42	52,77	6,29 a	0,63 b	0,072 a	13,45	32,7
CV (%)	3,52	11,24	12,40	9,65	10,12	12,50	16,43	3,49	26,6
3 °C + 3	7,80	0,78 a	10,88	54,89 a	3,97 b	0,67	0,053	14,11	32,5
7 °C + 3	7,78	0,68 b	10,86	53,20 b	4,96 a	0,70	0,056	13,76	33,6
CV (%)	3,23	10,57	11,50	5,12	14,59	19,42	11,58	3,59	19,01

Nas colunas, médias seguidas de letra diferente, diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).

Os teores de sólidos solúveis nos frutos não foram influenciados pelas temperaturas de armazenamento apresentando ao longo deste período variação de 7,20 °Brix a 8,55 °Brix (Tabela 6). HONG et al. (2007) ao armazenarem tangerinas 'Satsuma' a 5 °C por 3 semanas observaram teores que variaram de 11,1 °Brix a 12,3 °Brix. No entanto, SANTOS et al. (2010) ao avaliarem cultivares de citros apirênicos encontraram teores médios de sólidos solúveis de 7 °Brix para a tangerina 'Okitsu'. Estes autores citam que índices baixos de sólidos solúveis podem ser justificados por fatores como idade do pomar, temperaturas elevadas e o manejo da fertilidade do solo.

Durante o período de armazenamento, o suco dos frutos armazenados sob as duas temperaturas apresentou redução no teor de acidez, de 0,78 para 0,66 g ác. ácido cítrico 100 g<sup>-1</sup> (Figura 18), sugerindo a utilização dos ácidos orgânicos como fonte de

reserva. Estes resultados também foram observados por SANTOS et al. (2010), quando trabalharam com a caracterização de frutos de tangerina 'Satsuma Okitsu', cujo valor de acidez foi de 0,76 g ác. ácido cítrico 100 g<sup>-1</sup>. No entanto, estes resultados diferem dos observados por OLIVEIRA et al. (2005), que encontraram teores de 0,56 g ác. ácido cítrico 100 g<sup>-1</sup> para essa cultivar. PEREIRA et al. (2006) indicam que os teores de acidez em laranjas e tangerinas devem estar entre 0,5 e 1,0 % g ác. ácido cítrico 100 g<sup>-1</sup> e tendem a diminuir com a senescência do vegetal, em decorrência de sua utilização como substrato respiratório (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

A relação sólidos solúveis/acidez titulável aumentou durante o período de armazenamento devido à redução nos teores de acidez (Figura 19), reafirmando que os ácidos orgânicos contribuem para a qualidade sensorial dos frutos, no balanço entre seus conteúdos e os de açúcares. Esta relação quando alta indica quanto o sabor de uma fruta pode ser doce (PEREIRA, 2009).

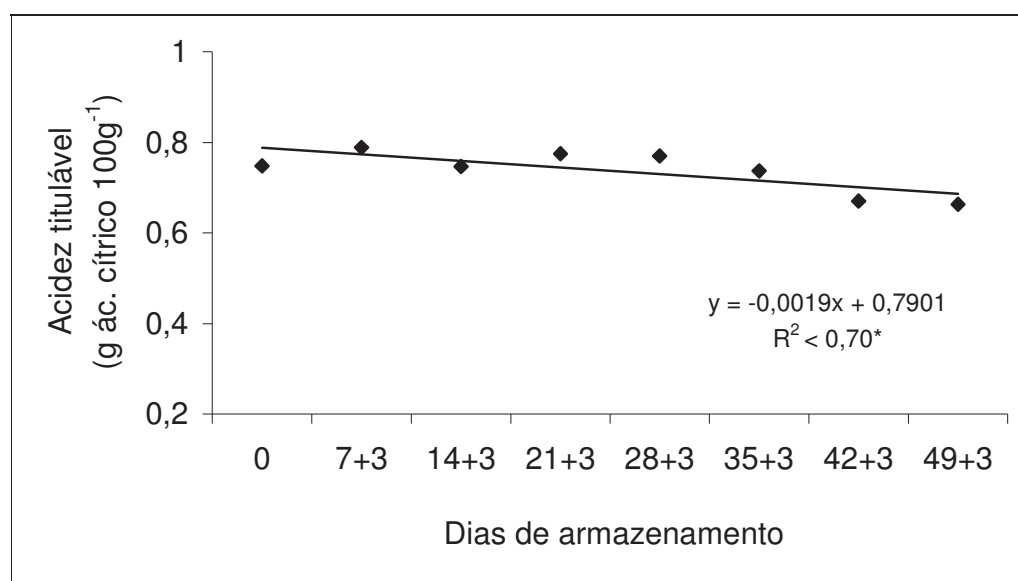


Figura 18. Acidez titulável do suco de tangerinas 'Satsuma Okitsu' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR) por até 49 dias e depois mantidas sob condição de ambiente (22 °C, 65% UR) por três dias, em cada período de armazenamento (Jaboticabal, 2009).

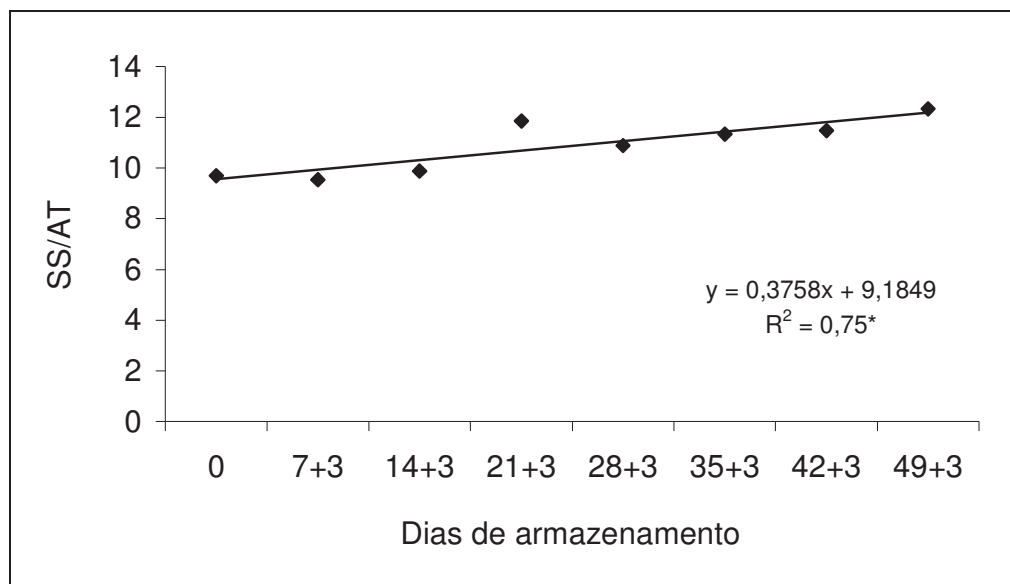


Figura 19. Relação sólidos solúveis/acidez titulável do suco de tangerinas 'Satsuma Okitsu' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR) por até 49 dias e depois mantidas sob condição de ambiente (22 °C, 65% UR) por três dias, em cada período de armazenamento (Jaboticabal, 2009).

Houve redução acentuada nos teores de ácido ascórbico durante o armazenamento refrigerado, independentemente da temperatura (Figura 20) e foi atribuída a seu envolvimento com reações antioxidativas que se processaram durante a senescência dos frutos (FELÍCIO et al., 2006).

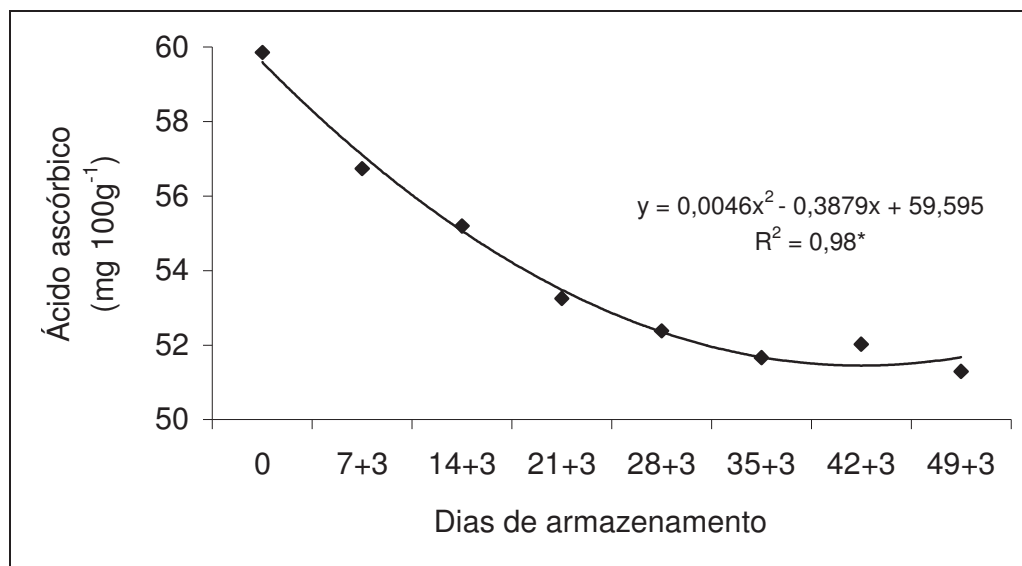


Figura 20. Ácido ascórbico do suco de tangerinas 'Satsuma Okitsu' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR) por até 49 dias e depois mantidas sob condição de ambiente (22 °C, 65% UR) por três dias, em cada período de armazenamento (Jaboticabal, 2009).

Os teores de açúcar solúvel, pectina total e pectina solúvel também foram influenciados pelas temperaturas testadas durante o período de armazenamento (Tabela 6).

Verifica-se, que os teores de açúcares solúveis foram maiores nas frutas armazenadas a 7 °C, tal fato pode ser atribuído à transformação das reservas, em glicose, desencadeado pelo aumento do metabolismo dos produtos. Verifica-se aumento acentuado nos teores de açúcares solúveis nos sete primeiros dias de armazenamento, das frutas armazenadas sob refrigeração, com valores médios que evoluíram de 4,36% para 5,94%, seguido de estabilização até o final do período de armazenamento (Figura 21A). Este aumento também pode ser atribuído à perda de água pelos frutos após a colheita, além da transformação de polissacarídeos em açúcares mais simples.

Aumento nos teores de açúcares solúveis das tangerinas 'Satsuma Okitsu', depois de mantidas sob condição ambiente por 3 dias, 22±2 °C e 65±5% UR, também foi observado, apesar dos valores mais reduzidos (Figura 21B). Isto deve ser resultado da atividade metabólica dos frutos sob temperatura mais elevada, com utilização dos



ácidos orgânicos, apesar da hidrólise de polissacarídeos (CHITARRA & CHITARRA, 2005), e ainda a perda de massa fresca ocorrida durante o armazenamento refrigerado, causando uma possível concentração dos açúcares.

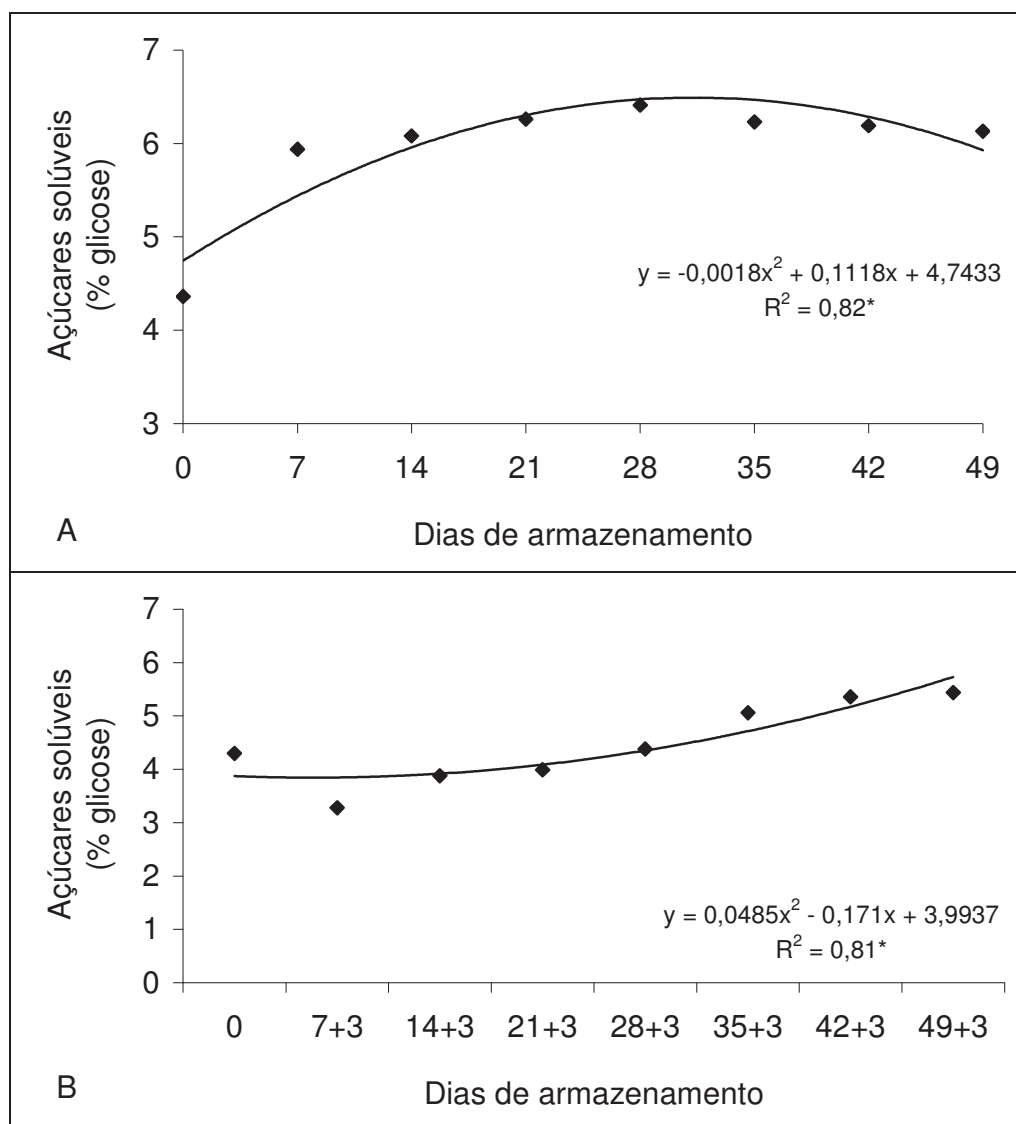


Figura 21. Açúcares solúveis na polpa de tangerinas 'Satsuma Okitsu' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR), por até 49 dias (A) e depois mantidas em condição de ambiente (22 °C, 65% UR) por três dias, em cada período de armazenamento (B) (Jaboticabal, 2009).

Os teores médios de pectina total nas tangerinas 'Satsuma Okitsu' foram de 0,68% e 0,63% de ácido galacturônico, quando armazenadas a 3 °C e 7 °C, respectivamente, os quais reafirmam os teores de 0,66% encontrados por MOURA et al. (1998), em suco concentrado de tangerina.

A atividade antioxidante do suco das tangerinas 'Satsuma Okitsu', pelo método FRAP, foi de 13,98 e 13,45  $\mu\text{M}$  sulfato ferroso  $\text{g}^{-1}$  de polpa, a 3 °C e 7 °C, respectivamente. Quando os frutos foram mantidos sob a condição ambiente (22 °C, 65% UR) por três dias, após cada período de armazenamento, os teores médios pouco aumentaram para 14,11 e 13,76  $\mu\text{M}$  sulfato ferroso  $\text{g}^{-1}$  de polpa, nas frutas armazenadas a 3 °C e 7 °C, respectivamente (Tabela 6). COUTO & CANNIATTI-BRAZACA, (2010) também relataram capacidade antioxidante, pelo método DPPH, de 29,30% e 21,47%, para tangerinas 'Ponkan' e 'Murcott', respectivamente, enquanto DUTRA (2010) encontrou atividade antioxidante de 3,27 mmol trolox/mL, pelo método ABTS, em 'Murcott'.

A atividade antioxidante das tangerinas 'Satsuma Okitsu' foi significamente afetada pela interação entre tratamentos e o período de armazenamento, com sua redução ao longo do armazenamento em ambas as temperaturas (Figura 22A). Essa redução pode ser atribuída à redução nos teores de ácido ascórbico durante o armazenamento, ocasionado pela senescência. Os teores desta vitamina, assim como de compostos fenólicos estão fortemente associados à capacidade antioxidante dos sucos (GARDNER et al., 2000)

O tempo sob condição ambiente (22 °C, 65% UR), após cada período de armazenamento (Figura 22B) não afetou a atividade antioxidante desta tangerina.

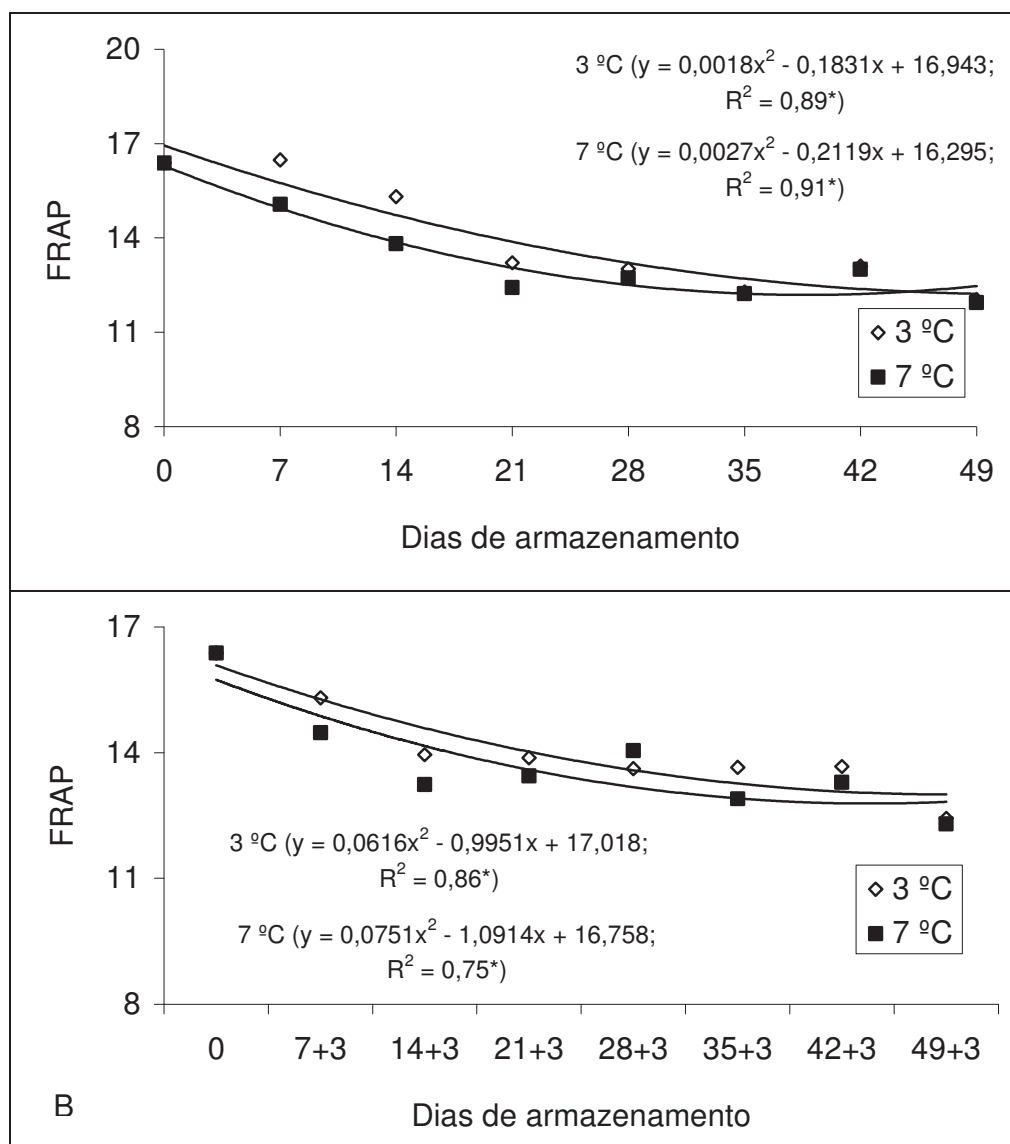


Figura 22. Atividade antioxidante (FRAP,  $\mu\text{M}$  sulfato ferroso  $\text{g}^{-1}$ ) da polpa de tangerinas 'Satsuma Okitsu' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR) (A) por até 49 dias e depois levadas à condição de ambiente (22 °C, 65% UR) por três dias, em cada período de armazenamento (B) (Jaboticabal, 2009).

Os teores de polifenóis extraíveis ao longo do armazenamento refrigerado aumentaram (Figura 23A), o que não foi alterado com a transferência dos mesmos para a condição ambiente (22 °C, 65% UR), após cada período de armazenamento (Figura 23B), o que também foi observado por MORGADO et al. (2010) em goiabas 'Kumagai', armazenadas sob refrigeração.

Estes teores de polifenóis variaram de 32 a 35,9 mg ácido gálico 100g<sup>-1</sup>, quando armazenados sob refrigeração, e de 32,1 a 35,2 mg ácido gálico 100g<sup>-1</sup>, depois de mantidos sob condição ambiente por três dias. PEREIRA (2009) relatou que a lima ácida 'Tahiti' apresenta teor mais alto, 76,1 mg 100g<sup>-1</sup>.

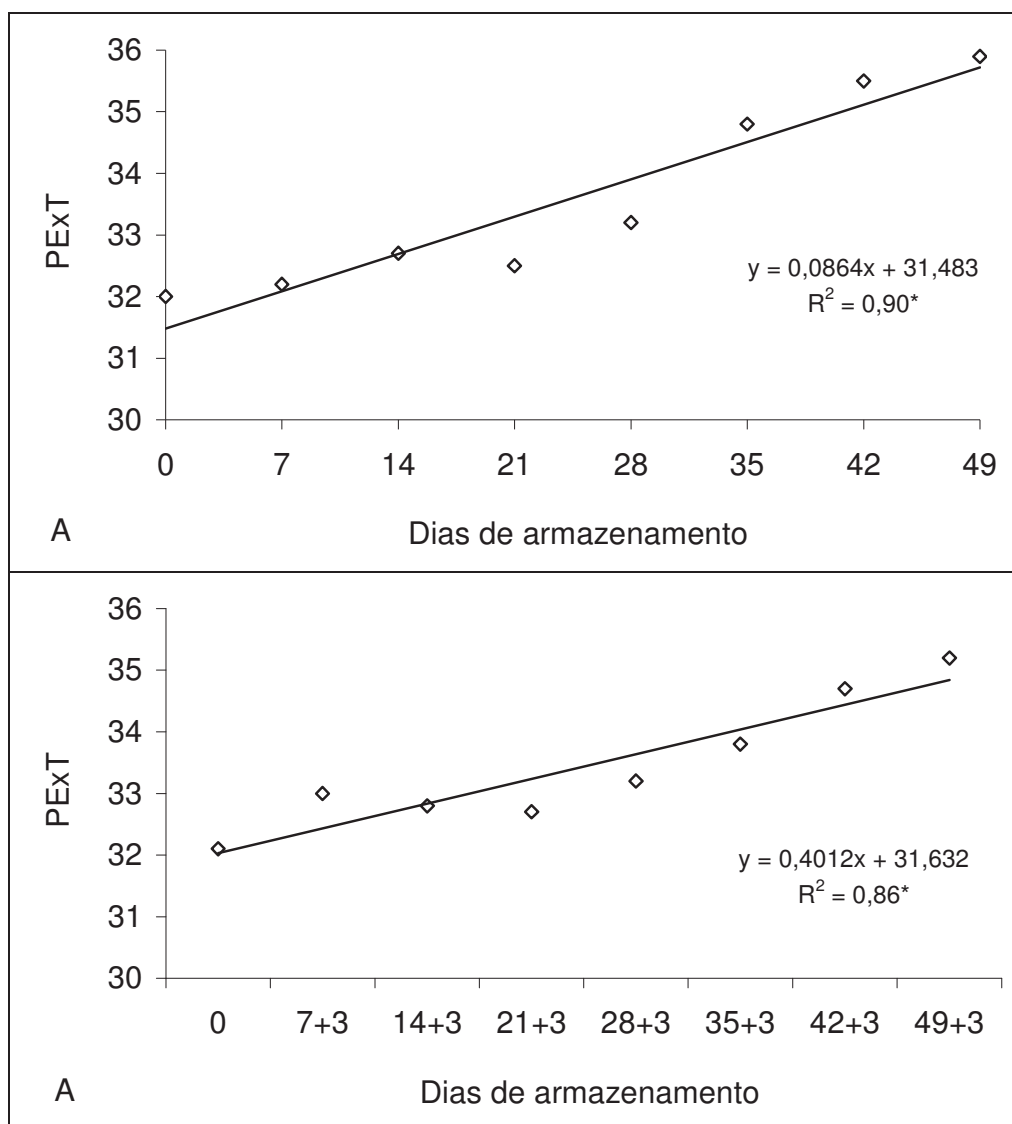


Figura 23. Teores de polifenóis extraíveis totais (PExT, mg ácido gálico.100g<sup>-1</sup>) na polpa de tangerinas 'Satsuma Okitsu' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR) (A) e depois de mantidas sob condição de ambiente (22 °C, 65% UR) por três dias, em cada período de armazenamento (B) (Jaboticabal, 2009).

As tangerinas ‘Satsuma Okitsu’ armazenadas a 7 °C se tornaram mais amareladas aos 49 dias de armazenamento. As temperaturas testadas não influenciaram os teores de sólidos solúveis, acidez titulável, e de ácido ascórbico, assim como a relação SS/AT no suco, e o teor de polifenóis extraíveis totais e a atividade antioxidante na polpa. Estas tangerinas apresentaram vida útil pós-colheita a 7 °C de 35 dias, que foi reduzida para 28 dias com o armazenamento a 3 °C, limitada pela perda de frescor.

#### 4.1.3 Tangerina ‘Ponkan’

Os frutos utilizados neste experimento também foram caracterizados e os resultados obtidos no dia da colheita são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Caracterização de tangerinas ‘Ponkan’ recém-colhidas, em 24 de abril de 2009.

Variáveis	Média	DP*
Aparência	Nota (3)	-
Sólidos solúveis (°Brix)	9,12	0,31
Acidez titulável (g ác. cítrico 100g <sup>-1</sup> )	0,48	0,49
“Ratio”	19,00	0,42
Ácido ascórbico (mg 100 mL <sup>-1</sup> )	63,08	6,32
FRAP <sup>1</sup> (µM sulfato ferroso g <sup>-1</sup> )	10,32	0,23
PEXT <sup>2</sup> (mg ácido gálico 100g <sup>-1</sup> )	43,02	0,35
Carboidratos solúveis (% de glicose)	4,50	0,44
Pectina total (% ác. galacturônico)	0,75	0,10
Pectina solúvel (% ác. galacturônico)	0,08	0,06
Coloração da casca	C2 verde com traços amarelos <sup>3</sup>	-
Luminosidade	63,1	2,96
Cromaticidade	32,2	2,85
Ângulo hue	111,4	3,15

\*DP= desvio-padrão; <sup>1</sup>Atividade antioxidante; <sup>2</sup>Polifenóis extraíveis totais; <sup>3</sup>BRASIL (2000).

A aparência das tangerinas 'Ponkan', durante o armazenamento refrigerado, indica que elas perderam qualidade visual, a partir do 21º dia (Figura 24). O armazenamento a 3 °C, manteve a aparência adequada (nota 2) dos frutos até o 35º dia, enquanto o armazenamento a 7 °C, só até o 28º dia.

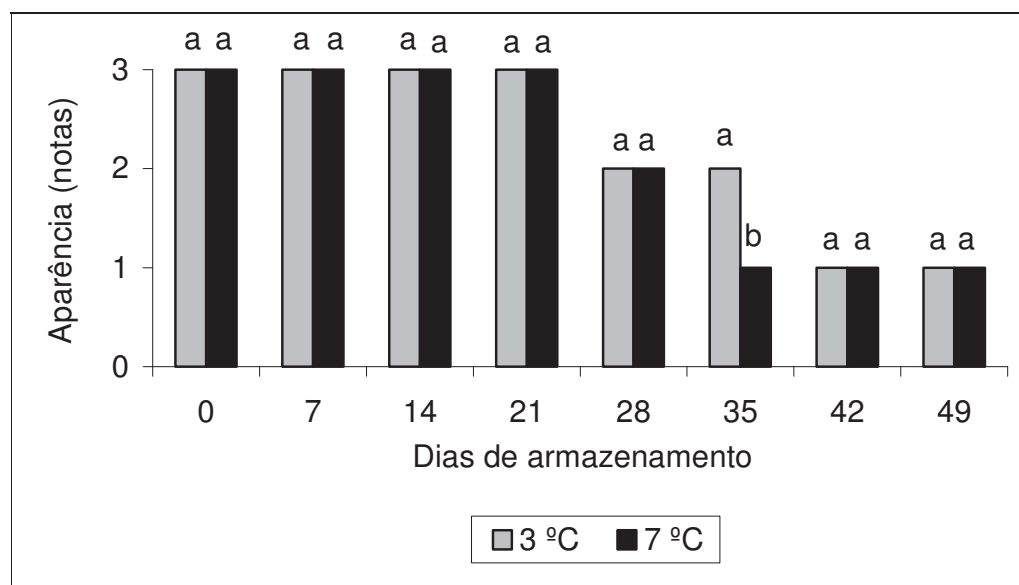


Figura 24. Aparência de tangerinas 'Ponkan' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR). Notas: 3=ótimo (brilho adequado e ausência de bolores); 2= bom (opacidade e ausência de bolores); 1= ruim (opaco e presença de bolores). A nota 2 foi considerada aparência como o valor limite para a vida útil ou comercial dos frutos (Jaboticabal, 2009).

A perda de massa fresca pelas tangerinas 'Ponkan', durante o armazenamento refrigerado, aumentou constantemente e sem diferença significativa entre os tratamentos utilizados (Figura 25), que é devido à diferença entre a pressão de vapor do produto e a do ambiente, DPV (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Aos 49 dias de armazenamento as frutas apresentavam perda de massa de 7,84%, o que comprometeu a qualidade do produto. Segundo CHITARRA & CHITARRA (2005), perdas da ordem de 5 % a 10 % são suficientes para prejudicar a qualidade da maioria das frutas e hortaliças.

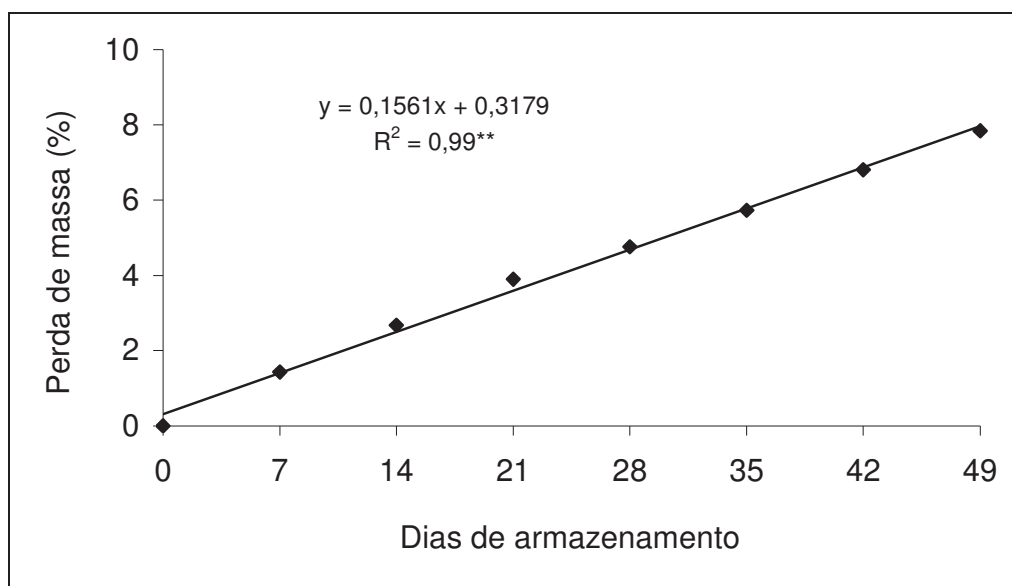


Figura 25. Perda de massa por tangerinas 'Ponkan' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR) (Jaboticabal, 2009).

A respiração das tangerinas 'Ponkan' apresentou leve aumento durante o armazenamento sob as duas temperaturas (Figura 26). Esta intensidade respiratória foi mais elevada na maior temperatura de armazenamento, com valores que aumentaram de 1,42 mL CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> para 2,09 mL CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, a 3 °C e de 2,24 mL CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> para 2,81 mL CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, nos armazenados a 7 °C. Resultados semelhantes foram observados por DONADON et al. (2004), ao trabalhar com laranjas minimamente processadas.

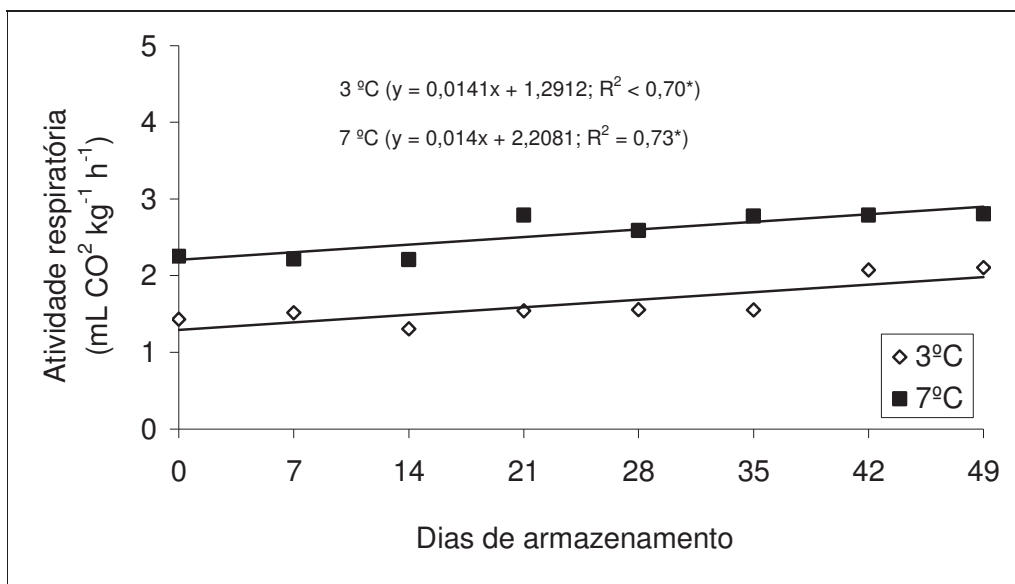


Figura 26. Taxa respiratória de tangerinas 'Ponkan' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR) (Jaboticabal, 2009).

A luminosidade, cromaticidade e ângulo hue da casca das tangerinas 'Ponkan' foram significativamente afetados pelos tratamentos (Tabela 8), sendo que sob o armazenamento a 3 °C os frutos apresentaram menor variação na coloração, enquanto os armazenados a 7 °C apresentaram casca com coloração amarelo claro e intenso, ou seja, o armazenamento a 3 °C conteve a degradação da clorofila e a síntese de carotenoides reafirmando o indicado por CHITARRA & CHITARRA (2005).

Observou-se aumento na luminosidade da casca das tangerinas 'Ponkan' armazenadas a 7 °C, cujo valor inicial, 63,04, atingiu 71,56 no final do período, enquanto a 3 °C a redução na luminosidade, de 63,7 para 62,37, não foi significativa (Figura 27).

Houve desenvolvimento de coloração característica da fruta ao longo do período estudado nas duas temperaturas de armazenamento (Figuras 29). Os valores do ângulo hue reduziram-se e com intensidade mais evidente nas frutas armazenadas a 7 °C, que se tornaram mais alaranjadas que as armazenadas a 3 °C. Ao mesmo tempo, verificou-se aumento na cromaticidade (Figura 28), devido ao acúmulo de carotenoides, principalmente nas frutas armazenadas a 7 °C, cuja tonalidade tornou-se mais intensa.



Tabela 8. Luminosidade, cromaticidade e ângulo hue da casca de tangerinas 'Ponkan' armazenadas por 49 dias sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR) (Jaboticabal, 2009).

Tratamentos	Coloração da casca		
	Luminosidade	Cromaticidade	Ângulo hue
3 °C	64,18 b	45,53 b	103,75 a
7 °C	72,34 a	59,40 a	94,43 b
CV (%)	0,97	1,51	0,90

Nas colunas, médias seguidas de letra diferente, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A mudança na coloração da epiderme se deveu à degradação das clorofilas, e ao aumento no teor de carotenoides (MATSUMOTO et al., 2009).

Os frutos armazenados a 7 °C apresentaram casca com coloração amarela mais clara e intensa, que os frutos mantidos a 3 °C, indicando que a temperatura mais baixa conteve o desverdecimento da casca desta tangerina, o que é indicado pela manutenção de menores valores de luminosidade e cromaticidade e maiores do ângulo hue nos frutos armazenados a 3 °C (Figuras 28, 29 e 30).

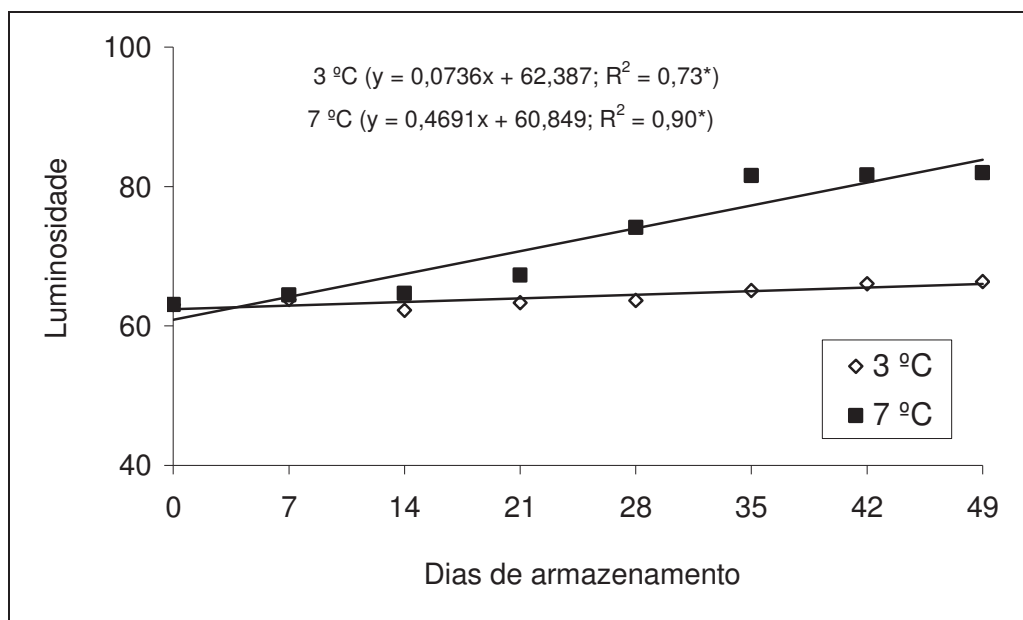


Figura 27. Luminosidade da casca de tangerinas 'Ponkan' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR) (Jaboticabal, 2009).

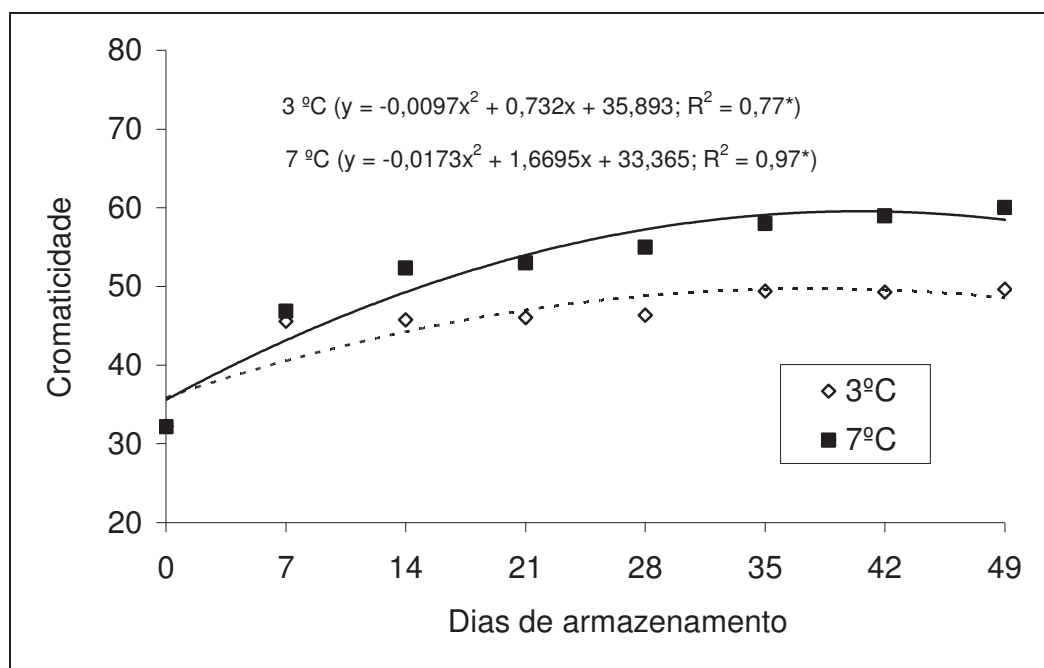


Figura 28. Cromaticidade da casca de tangerinas 'Ponkan' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR) (Jaboticabal, 2009).

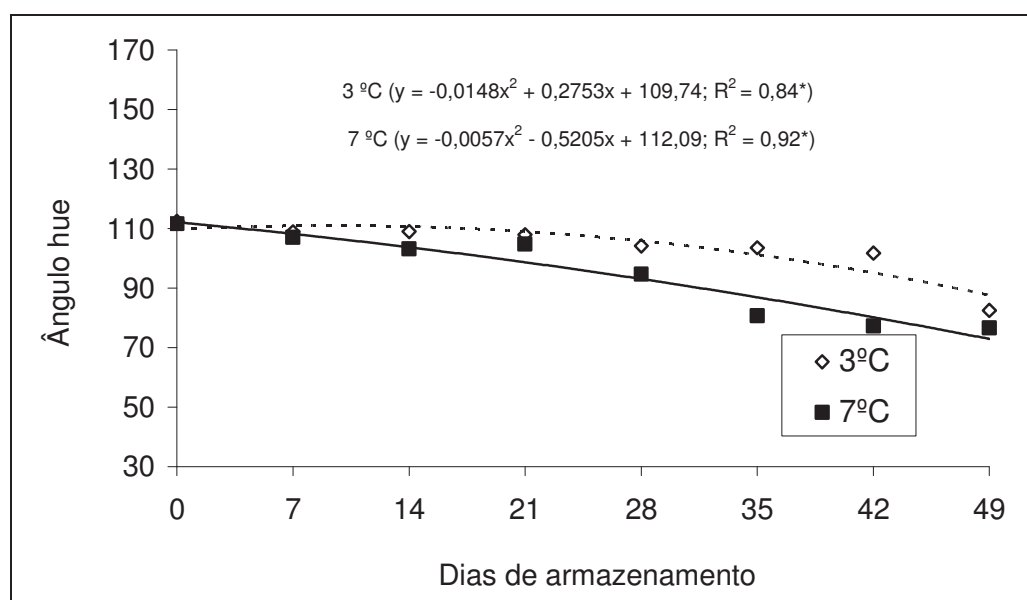


Figura 29. Ângulo hue da casca de tangerinas 'Ponkan' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR) (Jaboticabal, 2009). (3

Os teores de sólidos solúveis, acidez titulável, ácido ascórbico, pectina solúvel e atividade antioxidante não se modificaram durante o armazenamento refrigerado, mas quando os frutos foram levados à condição de ambiente, os armazenados a 3 °C apresentaram-se com maiores teores de acidez titulável, ácido ascórbico e polifenóis extraíveis totais (Tabela 9). Verifica-se também que as frutas armazenadas a 3 °C apresentavam maior conteúdo de açúcares solúveis e de polifenóis extraíveis totais e menor teor de pectina solúvel. Isto foi atribuído à redução no metabolismo das mesmas.

As temperaturas testadas não influenciaram os teores de sólidos solúveis ao longo do período de armazenamento refrigerado, o mesmo foi observado quando as tangerinas foram levadas à condição de ambiente (Tabela 9). Estes teores variaram de 8,78 a 8,96 e são discordantes dos encontrados por VALE et al. (2006) que observaram variação de 10,01% a 14,04%. E dos relatados por CHITARRA (1979) e SILVA (1999), que são da ordem de 7,5% a 16,2%.

Tabela 9. Valores médios de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), ácido ascórbico (AA), relação SS/AT, carboidratos solúveis (AS), pectina total (PT), pectina solúvel (PS), polifenóis extraíveis totais (PEXT) e atividade antioxidante (FRAP) de tangerinas 'Ponkan' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR) por até 49 dias e após serem mantidas sob condição de ambiente (22 °C, 65% UR) por três dias, em cada período de armazenamento (Jaboticabal, 2009).

Tratamentos	SS (°Brix)	AT	SS/AT	AA	AS	PT	PS	FRAP (µM sulfato ferroso g <sup>-1</sup> )	PEXT (mg ác. gálico 100g <sup>-1</sup> )
		(g ác. cítrico 100g <sup>-1</sup> )		(mg 100g <sup>-1</sup> )	(% glicose)	(% ác. galac- turônico)	(% ác. galac- turônico)		
3 °C	8,81	0,44	19,96	61,13	6,41 a	0,74 a	0,082	9,81	45,6 a
7 °C	8,96	0,46	19,82	59,27	5,58 b	0,69 b	0,080	9,58	42,5 b
CV (%)	3,22	8,31	8,06	6,96	10,96	15,13	17,13	4,88	5,13
3 °C + 3	8,78	0,46 a	19,27 a	59,88 a	5,36	0,69	0,056 b	9,52	45,2 a
7 °C + 3	9,02	0,44 b	20,61 b	58,20 b	5,29	0,70	0,060 a	9,55	42,1 b
CV (%)	3,87	5,88	6,45	6,99	4,53	19,05	5,83	1,90	3,58

Nas colunas, médias seguidas de letra diferente, diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).

A acidez titulável não se mostrou influenciada pelas temperaturas de armazenamento, mas quando as frutas foram levadas à condição de ambiente, por 3

dias, seu teor foi maior (0,46%) nas armazenadas a 3 °C que a 7 °C (0,44%). Estes valores são semelhantes aos observados por DAMIONI et al. (2008), em tangerinas minimamente processadas.

A temperatura no armazenamento refrigerado não influenciou na relação SS/AT desta tangerina, que quando levadas à condição ambiente (22 °C), por três dias, os valores desta relação foram maiores nos frutos armazenados a 7°C e, portanto se mostraram mais doces (Figura 30).

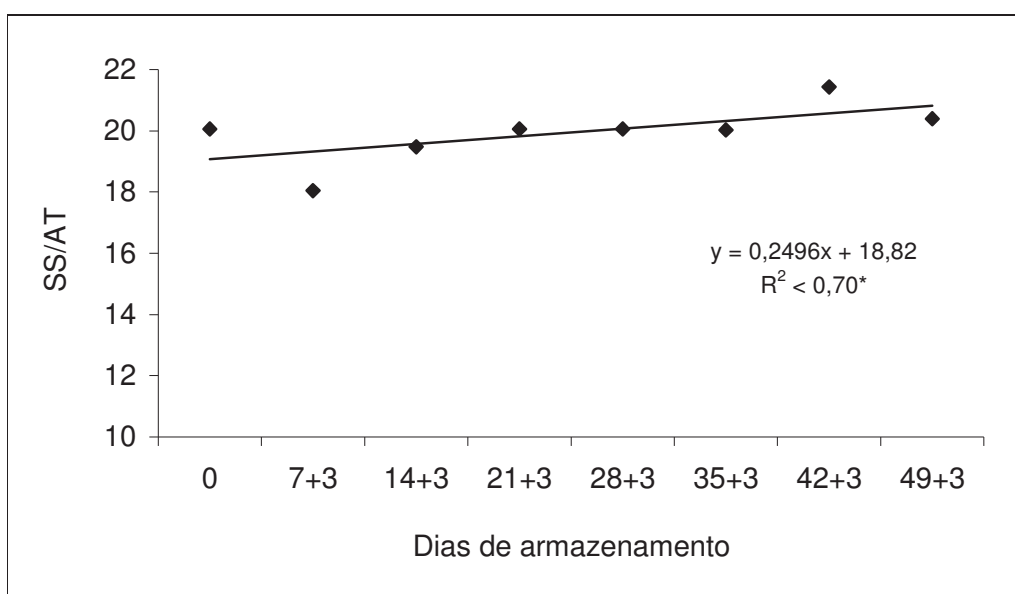


Figura 30. Relação sólidos solúveis/acidez titulável do suco de tangerinas 'Ponkan' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR) por até 49 dias e depois mantidas sob condição de ambiente (22 °C, 65% UR) por três dias, em cada período de armazenamento (Jaboticabal, 2009).

Os teores de ácido ascórbico nas tangerinas 'Ponkan' não foram afetados pelas temperaturas durante o armazenamento refrigerado, mas quando elas foram transferidas à condição de ambiente e nela mantida por 3 dias, as armazenadas a 3 °C apresentaram maior teor, 59,88 mg 100g<sup>-1</sup>, enquanto, as frutas armazenadas 7 °C apresentavam valores menores, 58,20 mg 100g<sup>-1</sup> (Tabela 9). Valores semelhantes foram relatados para tangerinas 'Ponkan' por COUTO & CANNIATTI-BRAZACA (2010), 32,47±1,79 mg 100g<sup>-1</sup>.

Os conteúdos de ácido ascórbico reduziram-se durante o período de armazenamento (Figura 31), devido à utilização destes ácidos em reações antioxidativas, durante a senescência do produto CHITARRA & CHITARRA, (2005).

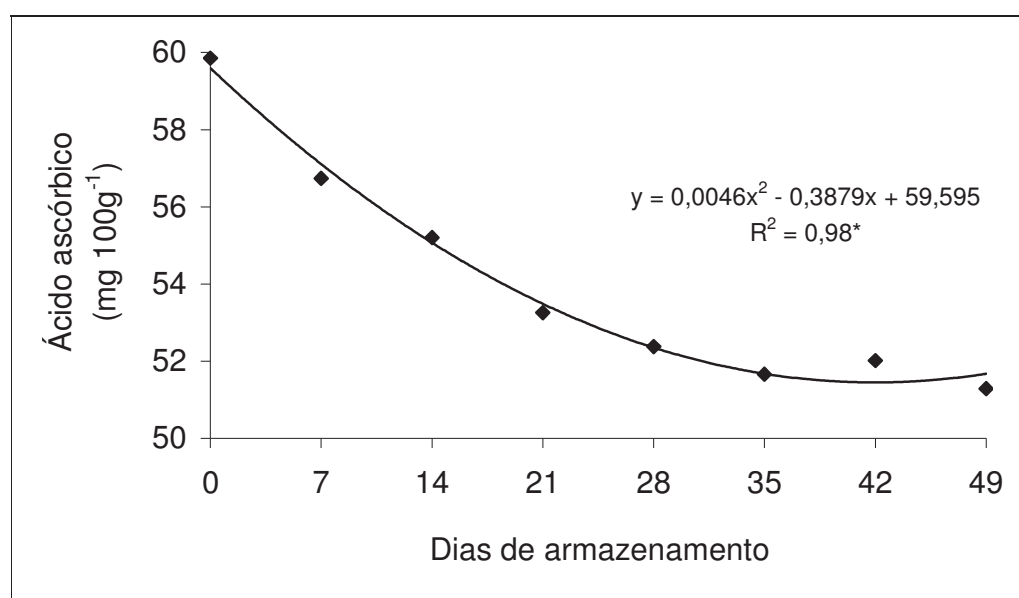


Figura 31. Ácido ascórbico do suco de tangerinas 'Ponkan' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR) (Jaboticabal, 2009)

O teor de açúcares solúveis foi menor (5,58%) nos frutos armazenados a 3 °C, que nos armazenados a 7 °C (6,41%) (Tabela 9). Estes valores são semelhantes aos encontrados por VALE et al. (2006), ao analisarem tangerinas 'Ponkan' armazenadas sob condição refrigerada, cujo valor variou de 4,7% a 7,1%, mas estão dentro dos níveis normais, de 4,0% a 11,1% para laranjas e tangerinas, conforme TING & ATTAWAY (1971).

Verificou-se variação acentuada nos teores destes açúcares durante o período de armazenamento, com os maiores teores no 35º dia de armazenamento, seguido de redução até o 49º dia (Figura 32A), que pode ser atribuído à perda de massa fresca e transformação de polissacarídeos em açúcares (VALE et al., 2006).

Os teores de açúcares solúveis mostraram-se influenciados pelo armazenamento sob condição ambiente, por três dias, após cada período de armazenamento refrigerado

(Figura 32B), com os frutos que estavam armazenados a 3 °C, se apresentando com maiores teores, devido ao menor consumo dos açúcares durante o armazenamento refrigerado.

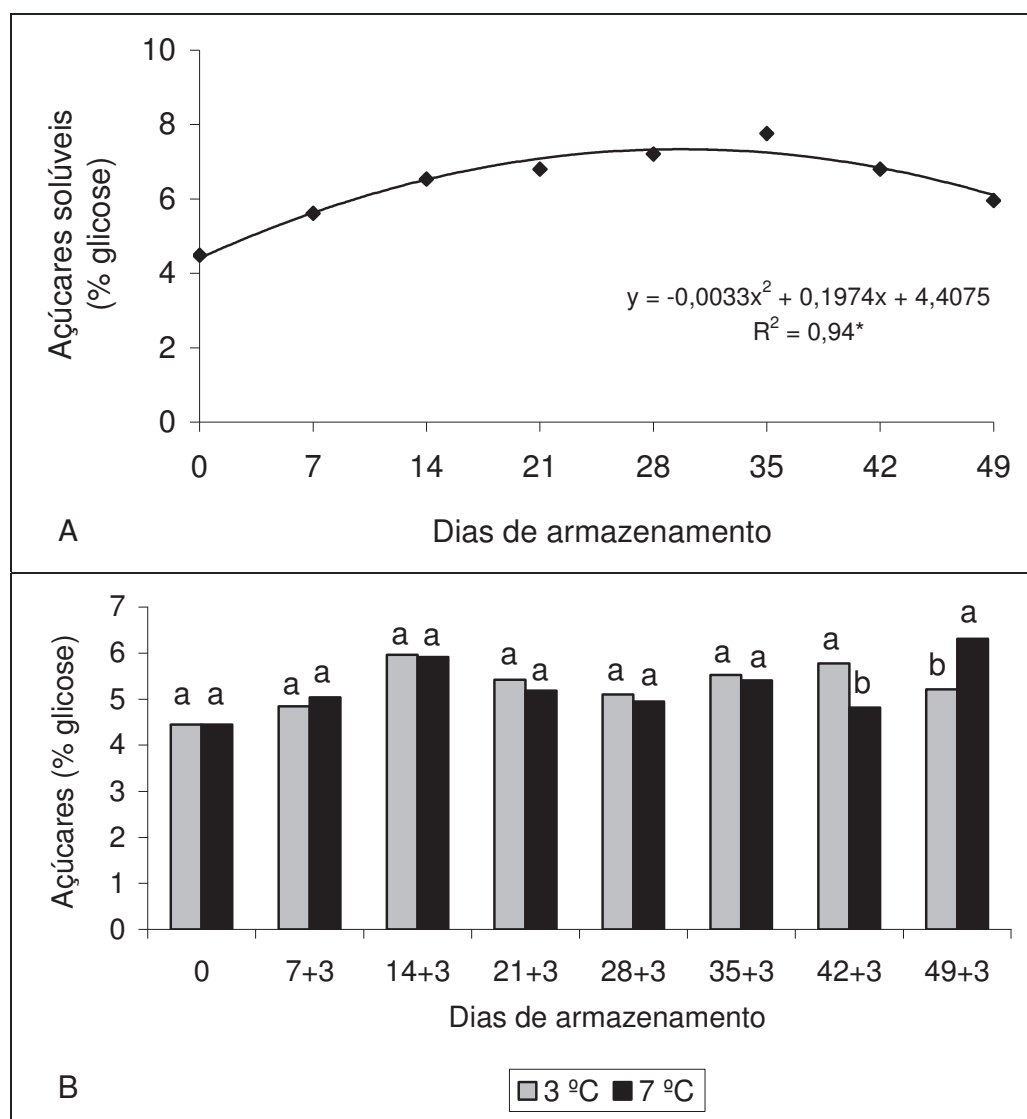


Figura 32. Açúcares solúveis na polpa de tangerinas 'Ponkan' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR), por até 49 dias (A) e depois mantidas em condição de ambiente (22 °C, 65% UR) por três dias, em cada período de armazenamento (B) (Jaboticabal, 2009).

Diferenças significativas foram observadas nos teores de pectina total na polpa das tangerinas 'Ponkan', armazenadas a 3 °C e 7 °C, que não foi alterado quando os frutos foram levados para a condição de ambiente (Tabela 9). No entanto, diferenças significativas nos teores médios de pectina solúvel foram observadas quando elas foram transferidas para a condição de ambiente por 3 dias

Na Figura 33A pode-se verificar que durante o período refrigerado, o teor de pectina solúvel na polpa das tangerinas 'Ponkan' reduziu-se de 0,101%, para 0,087% em sete dias e para 0,058 em 49 dias. No entanto, quando estes frutos foram mantidos sob condição de ambiente por 3 dias, após cada período de armazenamento refrigerado, verificou-se leve aumento nos teores de pectina solúvel (Figura 33B), com maiores teores nos frutos que estiveram armazenados a 7 °C, evidenciando que o armazenamento a 3 °C, mostrou-se mais eficiente em reduzir o amaciamento dos frutos.

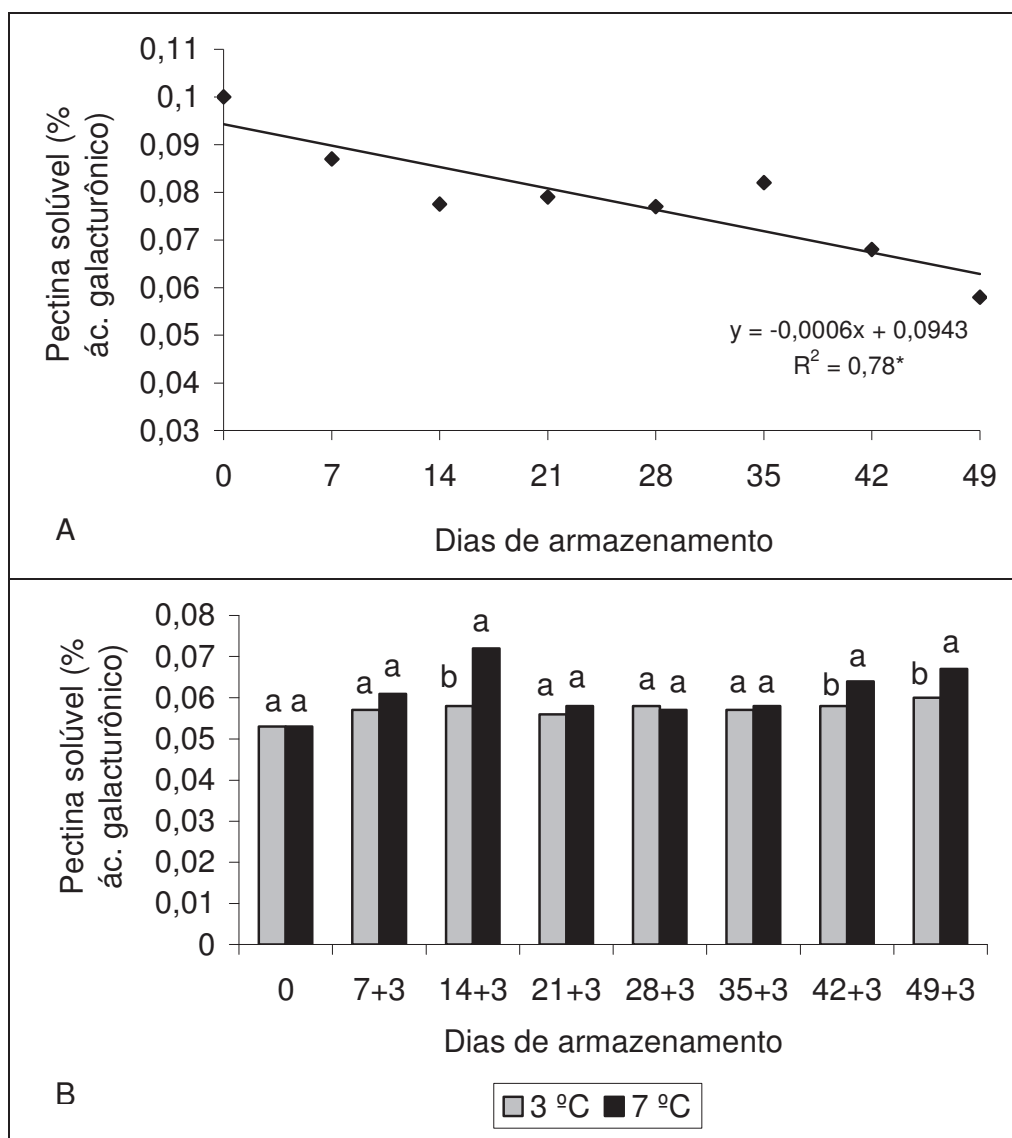


Figura 33. Pectina solúvel na polpa tangerinas 'Ponkan' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR), por até 49 dias (A) e depois mantidas em condição de ambiente (22 °C, 65% UR) por três dias, em cada período de armazenamento (B) (Jaboticabal, 2009).

A capacidade antioxidante se deve aos compostos fenólicos e ao ácido ascórbico que são os principais antioxidantes dos citros (COUTO & CANNIATTI-BRAZACA, 2010). A atividade antioxidante total das tangerinas 'Ponkan' foi influenciada pelo tempo de armazenamento sob refrigeração e quando levadas à condição ambiente, por três dias, apresentaram redução (Figura 34A e 34B). A atividade antioxidante variou de



10,43 para 9,21  $\mu\text{M}$  sulfato ferroso  $\text{g}^{-1}$  de polpa, durante armazenamento refrigerado e de 10,43 para 9,08  $\mu\text{M}$  sulfato ferroso  $\text{g}^{-1}$  de polpa, depois de 3 dias sob a condição de ambiente. Estes valores podem ser considerados baixos quando comparados aos observados por COUTO & CANNIATTI-BRAZACA (2010) que relataram valores médios de 29,30 % pelo método DPPH, em tangerinas 'Ponkan'.

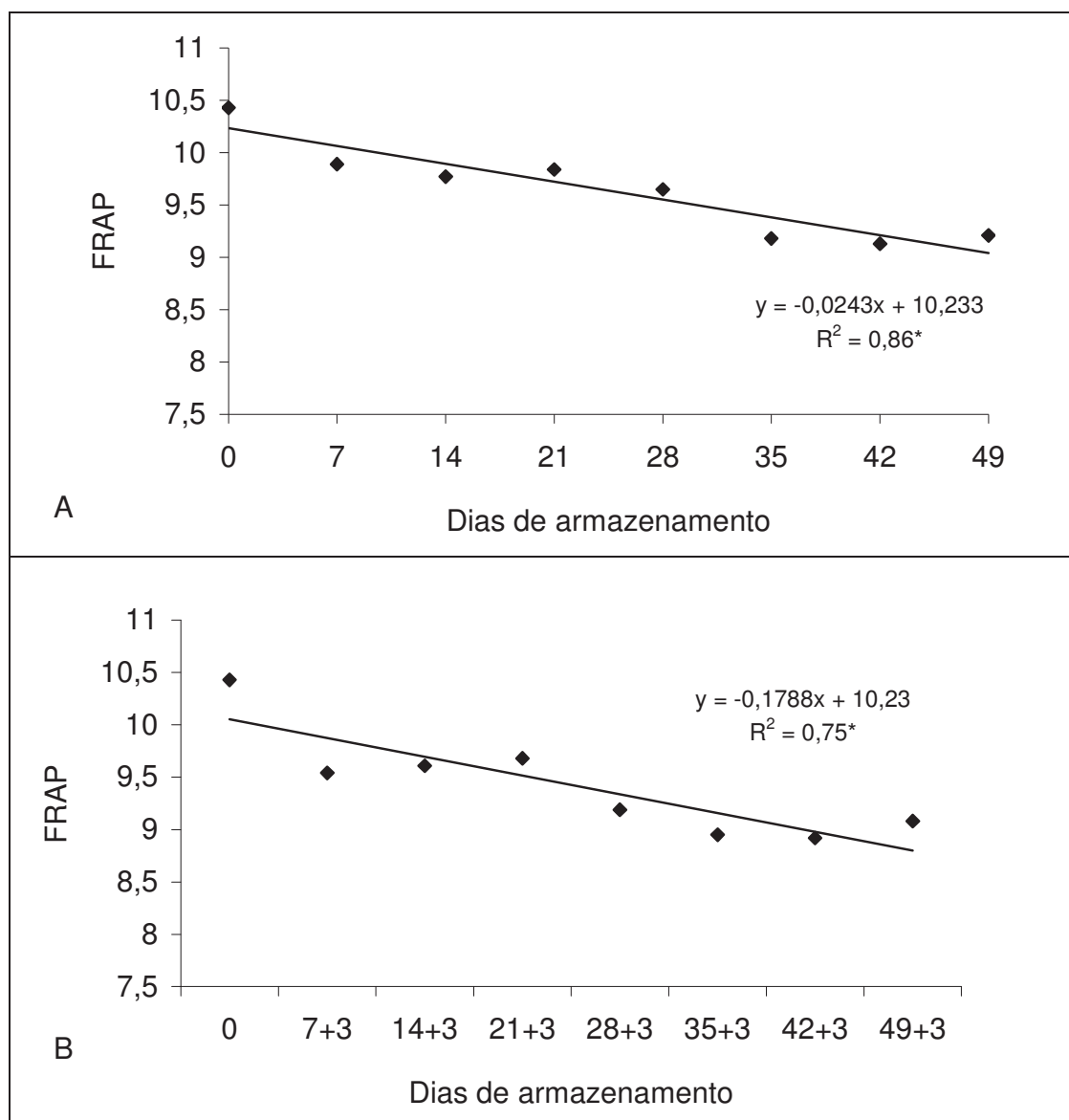


Figura 34. Atividade antioxidante (FRAP,  $\mu\text{M}$  sulfato ferroso  $\text{g}^{-1}$  de polpa) na polpa tangerinas 'Ponkan' armazenadas sob refrigeração (3  $^{\circ}\text{C}$ , 85% UR e 7  $^{\circ}\text{C}$ , 95% UR), por até 49 dias (A) e depois mantidas em condição de ambiente (22  $^{\circ}\text{C}$ , 65% UR) por três dias, em cada período de armazenamento (B) (Jaboticabal, 2009).

Os teores de polifenóis extraíveis totais foram afetados pelo tempo de armazenamento e pelas temperaturas, com maiores valores nos frutos armazenados a 3 °C, indicando menor oxidação dos compostos fenólicos (Tabela 9, Figura 35A). Observou-se que os frutos armazenados sob refrigeração, quando levados para a condição de ambiente por 3 dias, os teores de polifenóis extraíveis totais reduziram-se com maior intensidade nos que estiveram armazenados a 7 °C (Figura 35B).

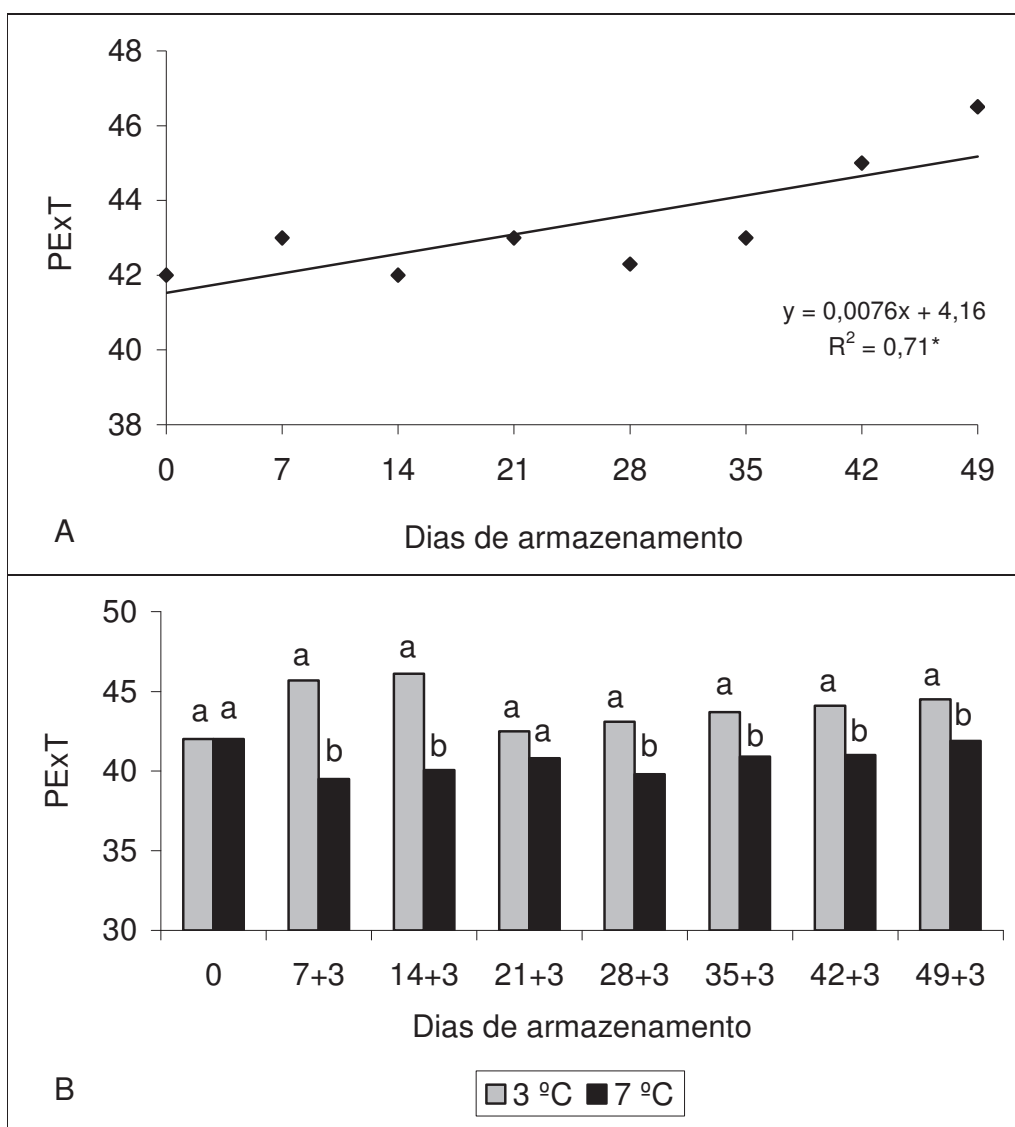


Figura 35. Polifenóis extraíveis totais (PEXT, mg ácido gálico.100g<sup>-1</sup>) na polpa tangerinas 'Ponkan' armazenadas sob refrigeração (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR), por até 49 dias (A) e depois mantidas em condição de ambiente (22 °C, 65% UR) por três dias, em cada período de armazenamento (B) (Jaboticabal, 2009).

Durante o armazenamento a 7 °C as tangerinas 'Ponkan' se tornaram mais amareladas, sem reflexos em seus teores de sólidos solúveis, acidez titulável e ácido ascórbico. Estas tangerinas apresentaram vida útil, a 3 °C, de 35 dias e de 28 dias, a 7 °C, sem ser afetada pelo período de 3 dias que foram mantidas sob condição ambiente, mas limitada pela perda de frescor.

## 4.2 Parte II - Armazenamento sob Atmosfera Controlada

### 4.2.1 Tangerina 'Fremont'

Visando caracterizar os frutos no dia da colheita, foi realizada a análise de uma amostra, cujos resultados são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Caracterização de tangerinas 'Fremont' recém-colhidas, em 30 de julho de 2009.

Variáveis	Média	DP*
Aparência	Nota (3)	-
Sólidos solúveis (°Brix)	12,28	0,61
Acidez titulável (g ác. cítrico 100g <sup>-1</sup> )	1,02	0,07
"Ratio"	11,83	0,85
Ácido ascórbico (mg 100 mL <sup>-1</sup> )	64,77	6,01
FRAP <sup>1</sup> (µM sulfato ferroso g <sup>-1</sup> )	11,21	0,31
PEXT <sup>2</sup> (mg ácido gálico 100g <sup>-1</sup> )	78,3	0,62
Carboidratos solúveis (% de glicose)	9,01	0,74
Pectina total (% ác. galacturônico)	0,71	0,04
Pectina solúvel (% ác. galacturônico)	0,082	0,001
Coloração da casca	C5 amarelo-avermelhada <sup>3</sup>	-
Luminosidade	71,5	3,64
Cromaticidade	54,2	2,11
Ângulo hue	57,3	3,16

\*DP= desvio-padrão; <sup>1</sup>Atividade antioxidante; <sup>2</sup>Polifenóis extraíveis totais; <sup>3</sup>BRASIL (2000).

A aparência inicial das tangerinas 'Fremont' não se modificou durante o armazenamento a 3 °C por 35 dias sob as diferentes atmosferas testadas (AR; AR + 5% CO<sub>2</sub>; e 10% O<sub>2</sub> + 5% CO<sub>2</sub>). No 42º dia ainda se apresentava com aparência boa, nota 2 (Figuras 36).

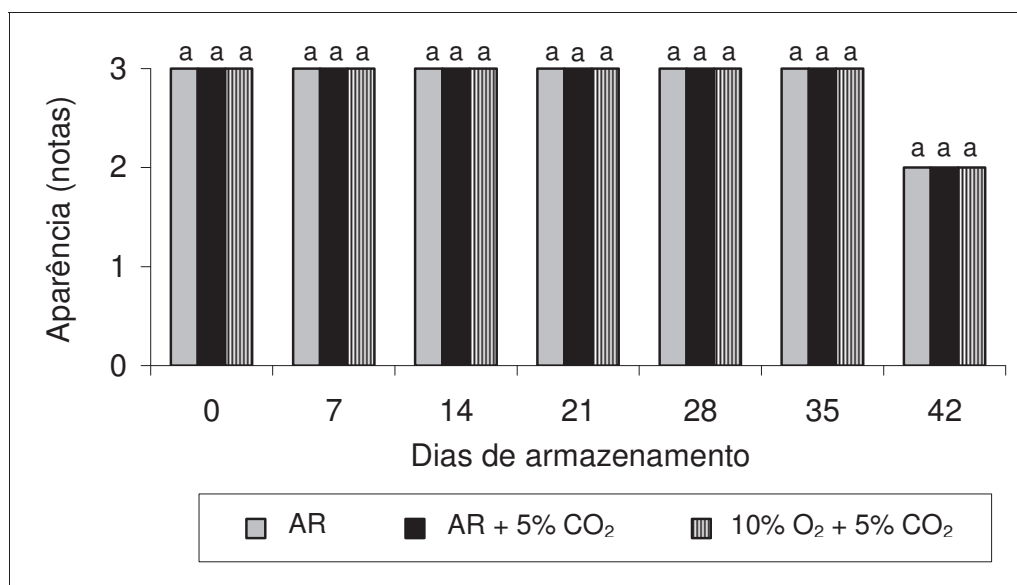


Figura 36. Aparência de tangerinas 'Fremont' armazenadas a 3 °C (95% UR), sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>. Notas: 3=ótimo (brilho adequado e ausência de bolores); 2=bom (opacidade e ausência de bolores); 1=ruim (opaco e presença de bolores). A nota 2 foi considerada aparência como o valor limite para a vida útil ou comercial dos frutos (Jaboticabal, 2009).

A perda de massa fresca pelas tangerinas armazenadas sob as diferentes atmosferas foi menor que 1%, em todos os tratamentos, o que pode ser atribuído, às adequadas concentrações de gases atmosféricos e, principalmente, à temperatura e alta umidade relativa do ambiente onde os frutos foram acondicionados. Os tratamentos com atmosfera controlada, AR + 5% de CO<sub>2</sub> e 10% de O<sub>2</sub> + 5% de CO<sub>2</sub>, mostraram-se mais eficientes na manutenção da perda de massa fresca destas tangerinas e diferiram do armazenamento sob ar atmosférico (Figura 37). Resultado semelhante foi observado por YANG & LEE (2003) em tangerinas 'Satsuma' armazenadas a 4 °C, por 40 dias, sob diferentes concentrações de CO<sub>2</sub>.

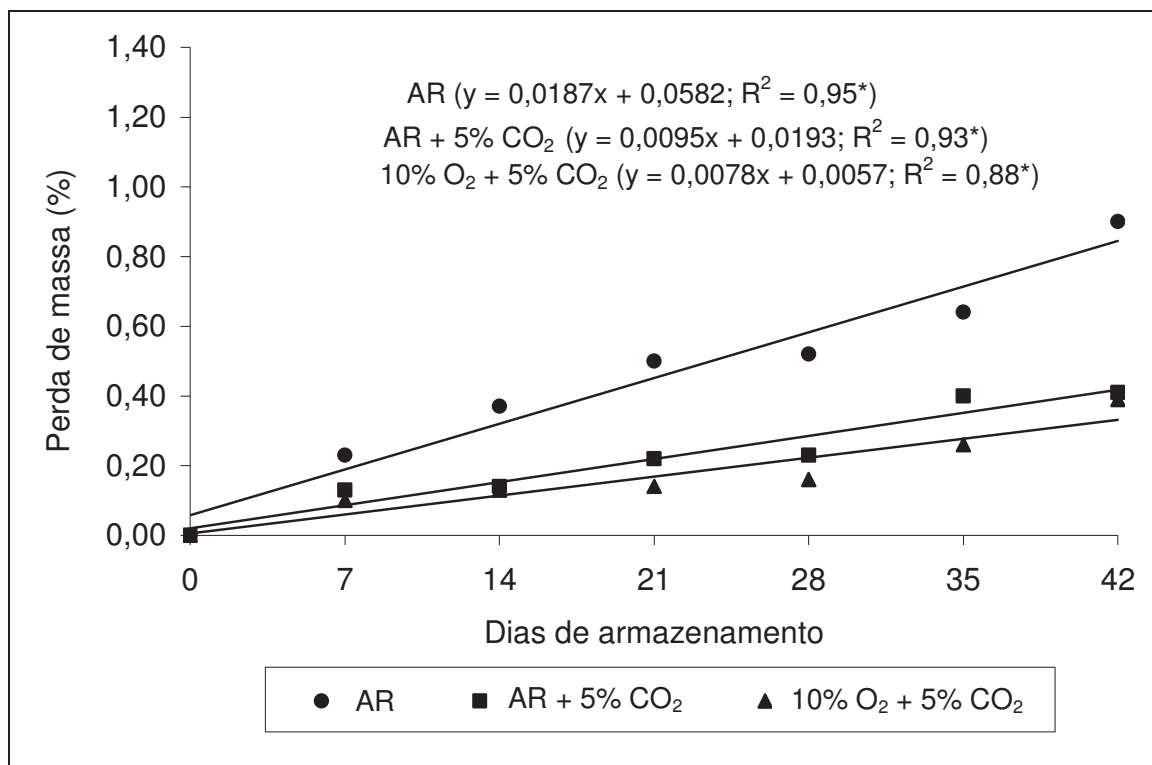


Figura 37. Perda de massa por tangerinas 'Fremont' armazenadas a 3 °C (95% UR), sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (Jaboticabal, 2009).

Durante os primeiros sete dias de armazenamento, os frutos submetidos às diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>, diminuíram a taxa respiratória em 60%, 39% e 45% para os tratamentos AR, AR + 5% CO<sub>2</sub> e 10% O<sub>2</sub> + 5% CO<sub>2</sub>, respectivamente (Figura 38). Também se observou que a taxa respiratória dos frutos submetidos à condição de AR foi inferior às demais concentrações e permaneceu estável durante o período. Nos frutos armazenados com AR + 5% CO<sub>2</sub> e 10% O<sub>2</sub> + 5% CO<sub>2</sub> esta estabilidade na taxa respiratória foi de 28 dias. LUENGWILAI et al. (2007) também relataram redução nas concentrações de O<sub>2</sub> da atmosfera de armazenamento reduziu a taxa respiratória de tangerinas 'Clementina' em 50-75%.

As tangerinas são frutos não climatéricos e, portanto não apresentam aumento na respiração ou nas taxas de produção de etileno, associadas com o amadurecimento ou a senescência (LUENGWILAI et al., 2007).

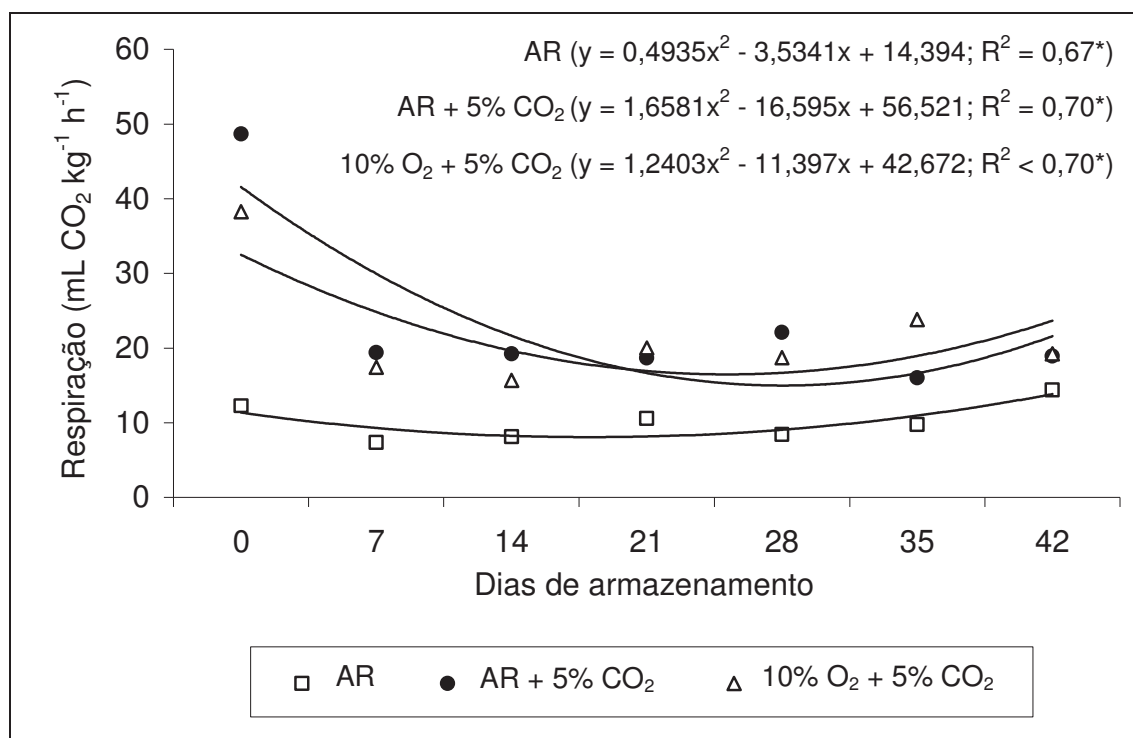


Figura 38. Atividade respiratória de tangerinas 'Fremont' armazenadas a 3 °C (95% UR), sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (Jaboticabal, 2009).

A coloração das tangerinas 'Fremont', expressa em luminosidade, cromaticidade, e ângulo hue, quando armazenadas sob atmosfera controlada, não foi influenciada pelos tratamentos (Tabela 11).

Tabela 11. Luminosidade, cromaticidade e ângulo hue de tangerinas 'Fremont' armazenadas por 42 dias a 3 °C (95% UR) sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (Jaboticabal, 2009).

Tratamentos	Coloração da casca		
	Luminosidade	Cromaticidade	Ângulo hue
AR	68,51	57,31	55,08
AR + 5% CO <sub>2</sub>	69,00	56,45	54,72
10% O <sub>2</sub> + 5% CO <sub>2</sub>	69,29	55,94	54,39
CV (%)	5,34	7,79	3,58

Nas colunas, as médias, não diferiram entre si, pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A redução na luminosidade foi progressiva ao longo do período de armazenamento, de 70,51 para 66,87, indicando leve escurecimento das tangerinas, com o avanço da senescência (Figura 39).

Durante o período de armazenamento, o ângulo hue indicou a ausência de mudanças na cor das tangerinas, que passou de amarelo-alaranjado para vermelho-alaranjado, em todos os tratamentos (Figura 40). Segundo CHITARRA & CHITARRA (2005) estas mudanças é devida aos processos de degradação das clorofilas e síntese de carotenoides.

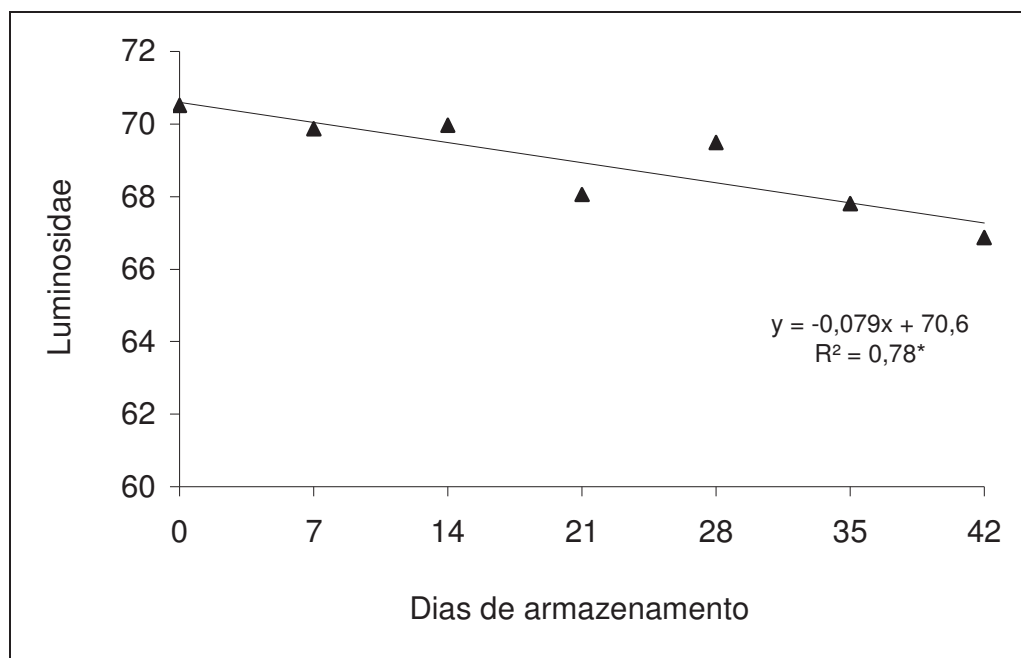


Figura 39. Luminosidade de tangerinas 'Fremont' armazenadas a 3 °C (95% UR) sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (Jaboticabal, 2009).



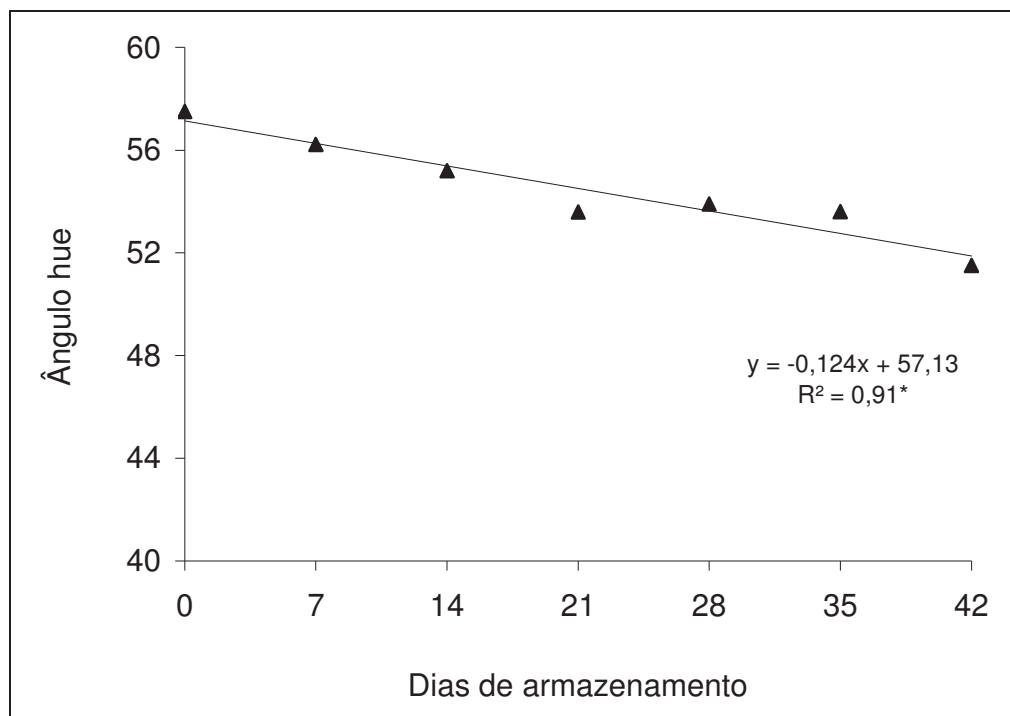


Figura 40. Ângulo hue de tangerinas 'Fremont' armazenadas a 3 °C (95% UR) sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (Jaboticabal, 2009).

Os teores de sólidos solúveis, acidez titulável, ácido ascórbico no suco, assim como a relação SS/AT e os teores de pectina total e polifenóis extraíveis totais na polpa das tangerinas 'Fremont' não foram significativamente influenciados pelas diferentes condições de armazenamento, assim como depois de levadas para a condição de ambiente, por 3 dias (Tabela 12).

Somente os teores de ácido ascórbico reduziram-se durante o período de armazenamento, provavelmente devido a sua oxidação (Figuras 41A e 41B).

Tabela 12. Valores médios de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), ácido ascórbico (AA), relação SS/AT, carboidratos solúveis (AS), pectina total (PT) e solúvel (PS), atividade antioxidante (FRAP) e polifenóis extraíveis totais (PExT) de tangerinas 'Fremont' armazenadas a 3 °C (95% UR) sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>, durante 42 dias e depois de levadas à condição de ambiente (22 °C, 65% UR), por três dias, após os períodos de armazenamento refrigerado (Jaboticabal, 2010).

Tratamentos	SS (°Brix)	AT (g ác. cítrico 100g <sup>-1</sup> )	SS/AT	AA (mg 100g <sup>-1</sup> )	AS (% glicose)	PT (% ác. galac- turônico)	PS (% ác. galac- turônico)	FRAP (µM sulfato ferroso g <sup>-1</sup> )
AR	12,65	1,07	11,60	48,38	8,11 b	0,70	0,091 a	9,50 b
AR + 5% CO <sub>2</sub>	12,54	1,05	11,77	49,01	8,74 a	0,68	0,083 b	9,67 b
10% O <sub>2</sub> + 5% CO <sub>2</sub>	12,67	1,09	11,29	50,51	8,81 a	0,71	0,078 c	10,08 a
CV (%)	4,33	5,59	6,35	9,06	10,67	17,92	13,92	10,11
AR (+3)	12,52	1,11	11,75	49,12	6,21 b	0,67	0,077	10,01
AR + 5% CO <sub>2</sub> (+3)	12,50	1,04	11,81	50,45	6,11 b	0,69	0,079	9,89
10% O <sub>2</sub> + 5% CO <sub>2</sub> (+3)	12,59	1,08	11,59	50,36	7,52 a	0,70	0,077	10,11
CV (%)	8,25	3,11	6,56	7,35	12,44	16,97	18,97	16,46

Nas colunas, médias seguidas de letra diferente, diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).

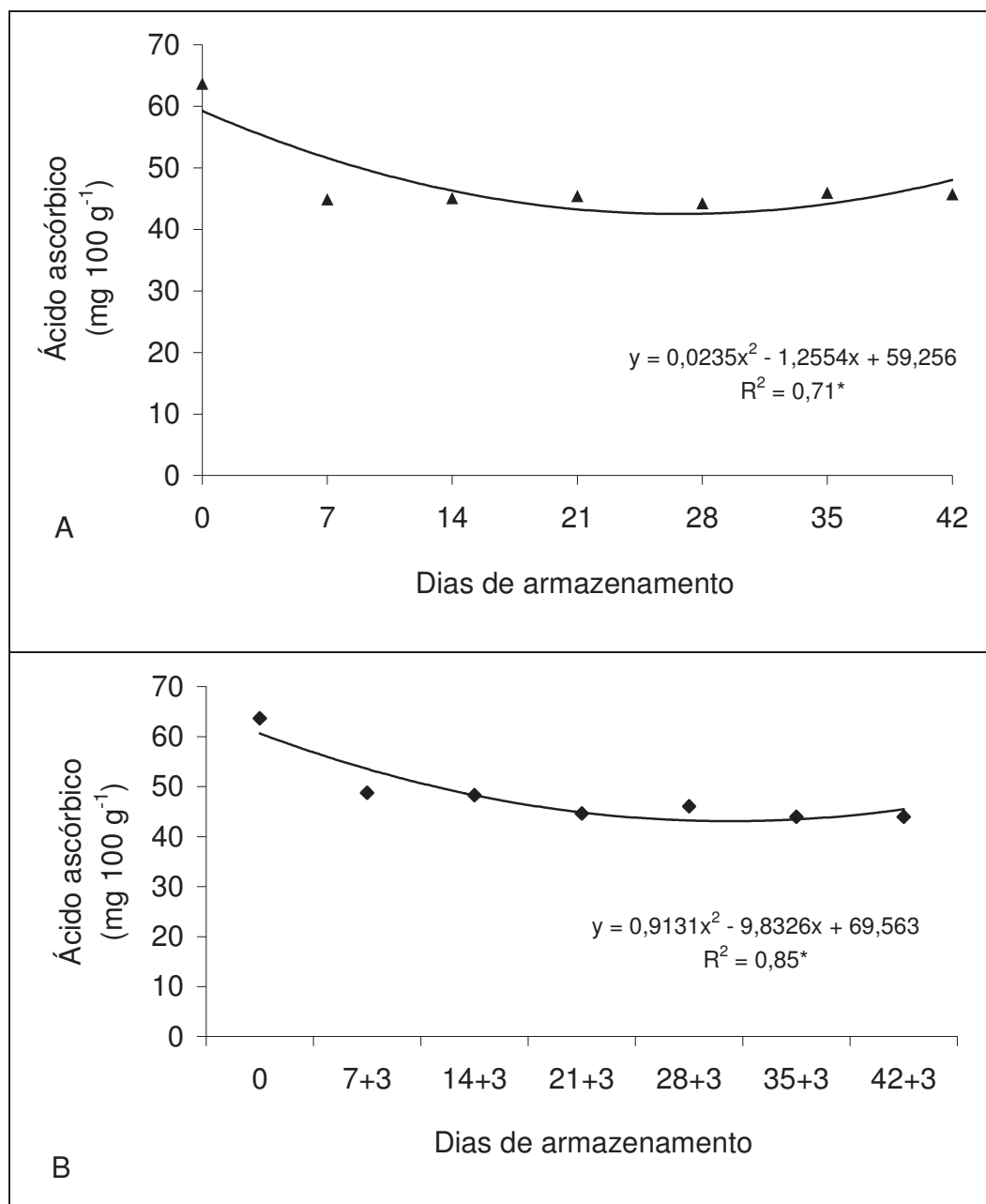


Figura 41. Teores de ácido ascórbico no suco de tangerinas 'Fremont' armazenadas a 3 °C (95% UR) sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (A) e depois de levadas a condição ambiente (22 °C, 65% UR) por mais três dias após cada período de armazenamento (B) (Jaboticabal, 2009).

A redução no teor de ácido ascórbico após a colheita é devido a sua ação contra as reações oxidativas que se processam durante a senescência dos frutos (AGIUS et al., 2003). Estes autores também relataram que possíveis aumentos no teor de ácido ascórbico também podem ocorrer, considerando que sua biossíntese está ligada à degradação de pectinas.

Os teores de açúcares solúveis foram significativamente afetados pelos tratamentos (Tabela 12) e também pela interação entre os tratamentos e o tempo de armazenamento (Figura 42). A atmosfera com 10% de O<sub>2</sub> + 5% de CO<sub>2</sub> proporcionou os maiores teores médios de açúcares solúveis, possivelmente devido a menor utilização dos açúcares como substrato, que se refletiu nos frutos, depois de levados para a condição de ambiente (Tabela 12).

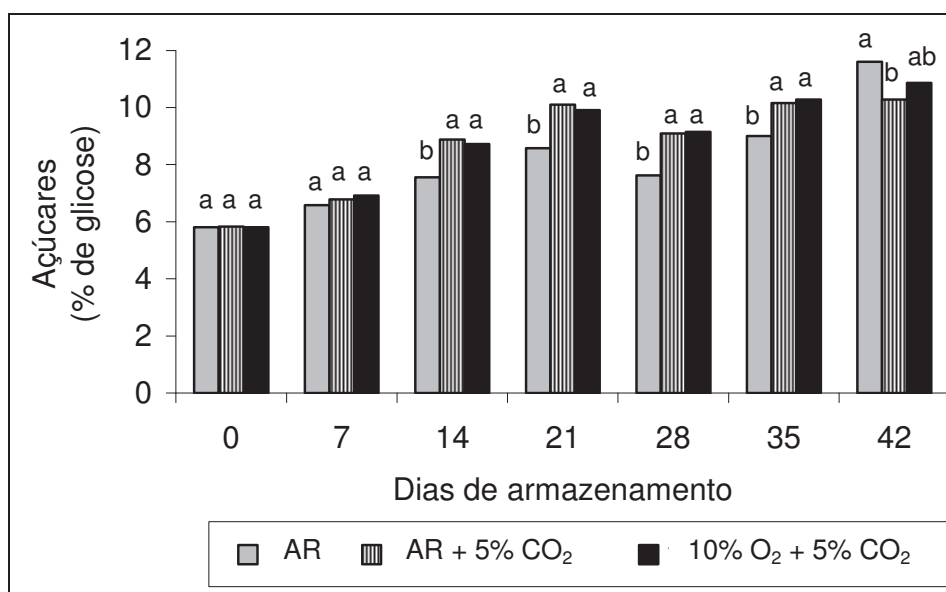


Figura 42. Teores de carboidratos solúveis na polpa de tangerinas 'Fremont' armazenadas a 3 °C (95% UR) sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (Jaboticabal, 2009).

A análise de variância dos resultados relativos aos teores de pectinas solúveis destas tangerinas indicou diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 12) e

também para a interação entre os tratamentos e os dias de armazenamento (Figura 43A). Estas diferenças foram significativas apenas para tempo de armazenamento, depois que estes frutos foram levados à condição de ambiente por mais três dias, após cada período de armazenamento (Figura 43B).

Os frutos tratados com 10% O<sub>2</sub> + 5% CO<sub>2</sub> apresentaram os menores teores de pectina solúvel (Tabela 12), enquanto que os armazenados sob ar atmosférico ou AR + 5% CO<sub>2</sub> levaram à maior solubilização das pectinas. Estes resultados não reafirmam a ausência de diferenças observada por LUNARD et al. (2004) em maçãs armazenadas sob atmosfera controlada.

Os teores de pectinas solúveis aumentaram até o décimo quarto dia de armazenamento, e com maior evidência nos frutos armazenados na atmosfera com AR atmosférico (Figura 43A). O tratamento com atmosfera contendo 10% O<sub>2</sub> + 5% CO<sub>2</sub> apresentou a menor média durante todo o período armazenado, indicando que ela foi mais eficiente na contenção das atividades enzimáticas, e conseqüentemente na menor solubilização das pectinas. Depois de três dias de armazenamento sob condição de ambiente, após cada tempo de armazenamento refrigerado, verificou-se aumento nos teores de pectina solúvel dos frutos do 14<sup>o</sup> dia + 3 dias, com posterior redução (Figura 43B).

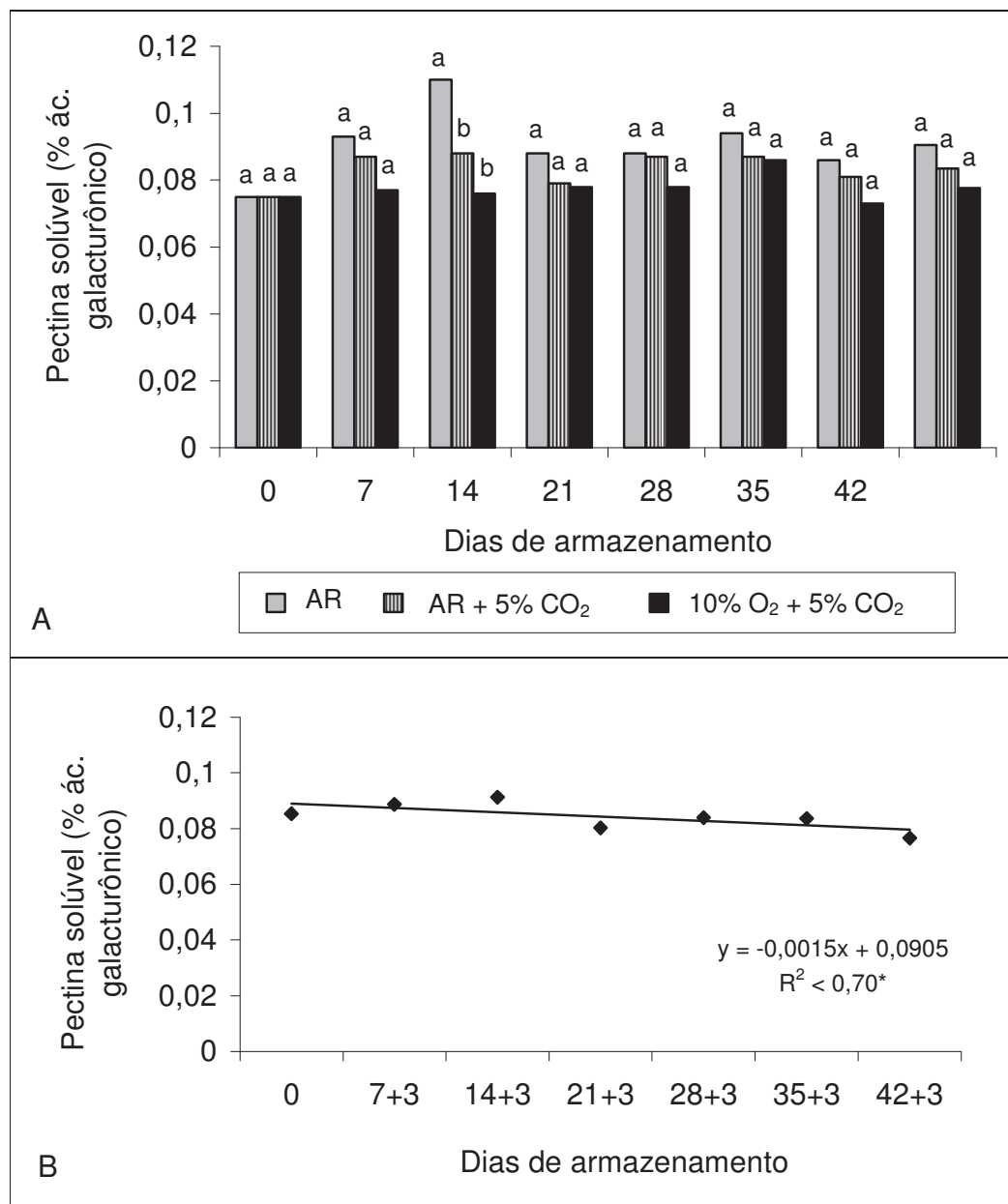


Figura 43. Teores de pectina solúvel (% de ácido galacturônico) na polpa de tangerinas 'Fremont' armazenadas a 3 °C (5% UR) sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (A) e depois de levadas para condição ambiente por mais 3 dias após cada período de armazenamento (B) (Jaboticabal, 2009).

O armazenamento com menor concentração de O<sub>2</sub> (10%) e maior de CO<sub>2</sub> (5%) foi mais efetivo na manutenção da atividade antioxidante das tangerinas 'Fremont' (Tabela 12). SANCHEZ-MATA et al. (2003) e TIAN et al. (2004) também relataram que em mangas, o armazenamento sob atmosfera controlada foi mais efetivo na conservação desta atividade no fruto. As tangerinas 'Fremont' perderam atividade antioxidante após a colheita, indicando que as atmosferas controladas provavelmente não tiveram efeito na manutenção da capacidade antioxidante durante o período de armazenamento (Figuras 44A e 44B), não impedindo o processo de senescência do produto devido a ação das enzimas oxidativas. Comportamento semelhante foi observado por CAMPOS (2008) ao estudar o armazenamento de tomates em atmosfera controlada.

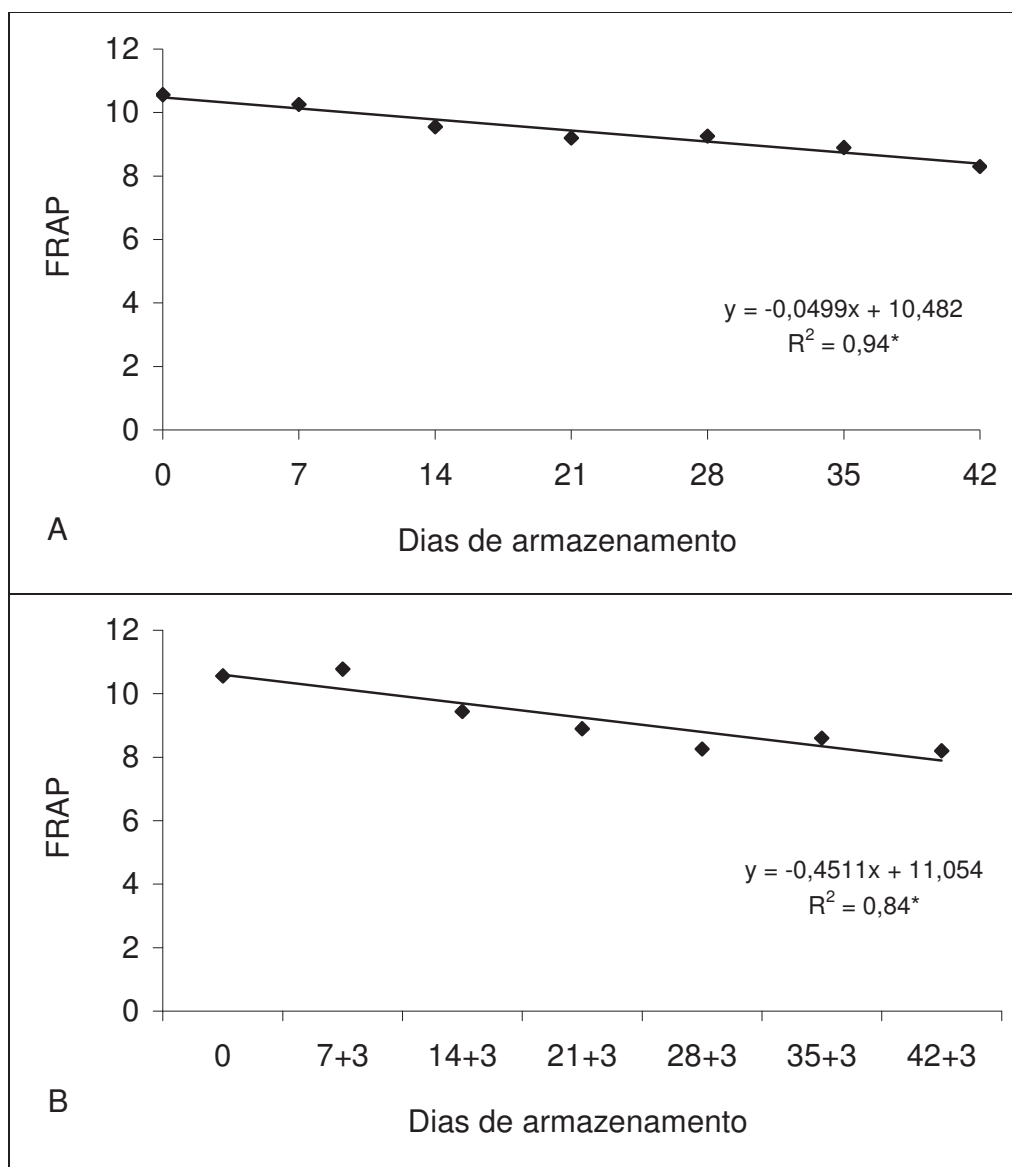


Figura 44. Atividade antioxidante determinada pelo método FRAP ( $\mu\text{M}$  sulfato ferroso.g<sup>-1</sup> de polpa) na polpa de tangerinas 'Fremont' armazenadas a 3 °C (95% UR) sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (A) e depois de levadas à condição ambiente (22 °C, 65% UR) por mais três dias, após cada tempo de armazenamento (B) (Jaboticabal, 2009).

Os resultados apresentados permitem deixar observado que o aumento nas concentrações de CO<sub>2</sub> e redução nas de O<sub>2</sub> reteve a perda de massa fresca durante o período de armazenamento e que a concentração de 10% de O<sub>2</sub> + 5% de CO<sub>2</sub> levou



aos maiores teores de carboidratos e pectinas solúveis. A atmosfera controlada também influenciou na atividade respiratória dos frutos, porém não teve efeito sobre a variação nos parâmetros de qualidade dos frutos.

As tangerinas 'Fremont' apresentaram vida útil, a 3 °C, de 42 dias, sem ser afetada pelo período de 3 dias que foram mantidas sob condição ambiente, e sem que houvesse influência das diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>.

#### 4.2.2 Tangerina 'Satsuma Okitsu'

A caracterização dos frutos foi realizada analisando-se uma amostra desta tangerina no dia da colheita, cujos resultados são apresentados na Tabela 13.

Tabela 13. Caracterização de tangerinas 'Satsuma Okitsu' recém-colhidas, em 5 de março de 2010.

Variáveis	Média	DP*
Aparência	Nota (3)	-
Sólidos solúveis (°Brix)	8,75	0,20
Acidez titulável (g ác. cítrico 100g <sup>-1</sup> )	0,90	0,06
"Ratio"	9,96	0,13
Ácido ascórbico (mg 100 mL <sup>-1</sup> )	53,25	3,74
FRAP <sup>1</sup> (µM sulfato ferroso g <sup>-1</sup> )	12,04	1,05
PEXT <sup>2</sup> (mg ácido gálico 100g <sup>-1</sup> )	33,2	0,12
Carboidratos solúveis (% de glicose)	3,36	0,24
Pectina total (% ác. galacturônico)	0,69	0,06
Pectina solúvel (% ác. galacturônico)	0,07	0,01
Coloração da casca	C1 verde <sup>3</sup>	-
Luminosidade	66,16	2,31
Cromaticidade	30,96	3,06
Ângulo hue	119,36	2,96

\*DP= desvio-padrão; <sup>1</sup>Atividade antioxidante; <sup>2</sup>Polifenóis extraíveis totais; <sup>3</sup>BRASIL (2000).

As tangerinas ‘Satsuma Okitsu’ submetidas às diferentes atmosferas mantiveram ótima qualidade (nota 3) até o 28º dia, e se manteve boa (nota 2) até o 42º dia, a 7 °C (Figuras 45). Apenas o tratamento com ar atmosférico (AR) reduziu a aparência para boa no 35º dia de armazenamento.

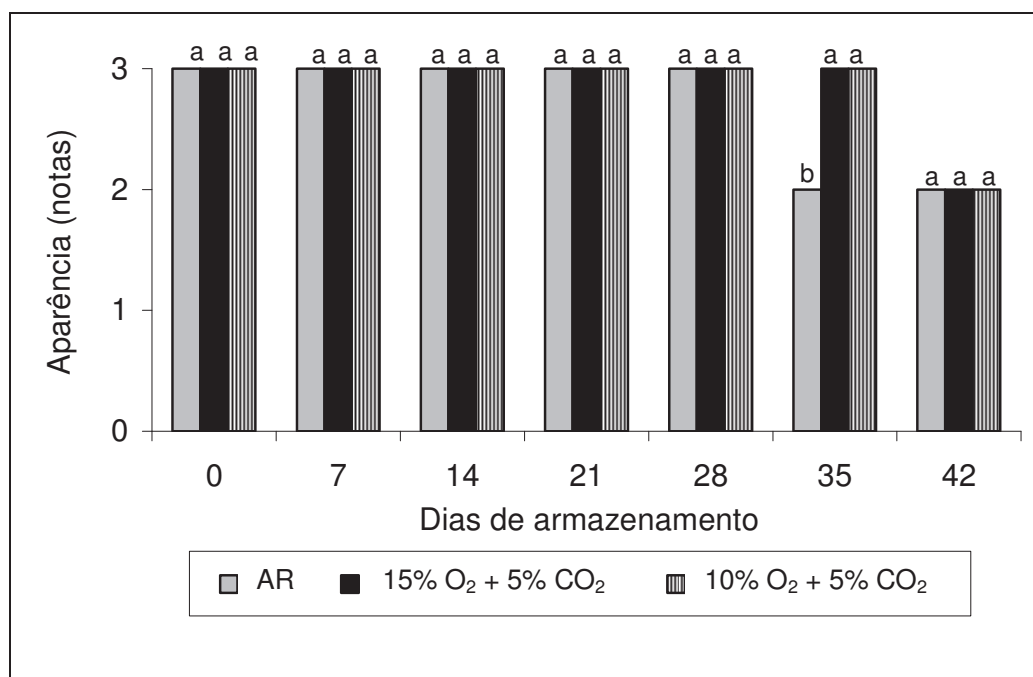


Figura 45. Aparência de tangerinas ‘Satsuma Okitsu’ armazenadas a 7 °C (95% UR), sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>. Notas: 3=ótimo (brilho adequado e ausência de bolores); 2=bom (opacidade e ausência de bolores); 1=ruim (opaco e presença de bolores). A nota 2 foi considerada aparência como o valor limite para a vida útil ou comercial dos frutos (Jaboticabal, 2010).

Durante o período de armazenamento, as tangerinas ‘Satsuma Okitsu’ apresentaram perda de massa fresca menor que 2%, o que pode ser atribuído a combinação das atmosferas testadas com a baixa temperatura e a umidade relativa do ambiente. O tratamento com AR foi o que se mostrou menos eficiente na manutenção da perda de massa fresca (Figura 46). Isto também foi observado nas tangerinas ‘Fremont’ armazenadas sob atmosfera com diferentes concentrações de CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>

(Figura 37). YANG et al. (2003) também relataram resultados semelhantes quando estudaram diferentes combinações de dióxido de carbono e oxigênio na conservação de tangerinas 'Satsuma', assim como CALEGARO & BENDER (2002) que trabalharam com atmosfera controlada na conservação de morangos.

Verifica-se ainda diferença significativa entre os tratamentos combinados com CO<sub>2</sub>, sendo que após o 28º dia, as frutas acondicionadas na atmosfera de 10% O<sub>2</sub> + 5% CO<sub>2</sub>, mostraram-se mais eficientes na manutenção da perda de massa fresca dos frutos de tangerinas 'Satsuma Okitsu', durante o período de análise.

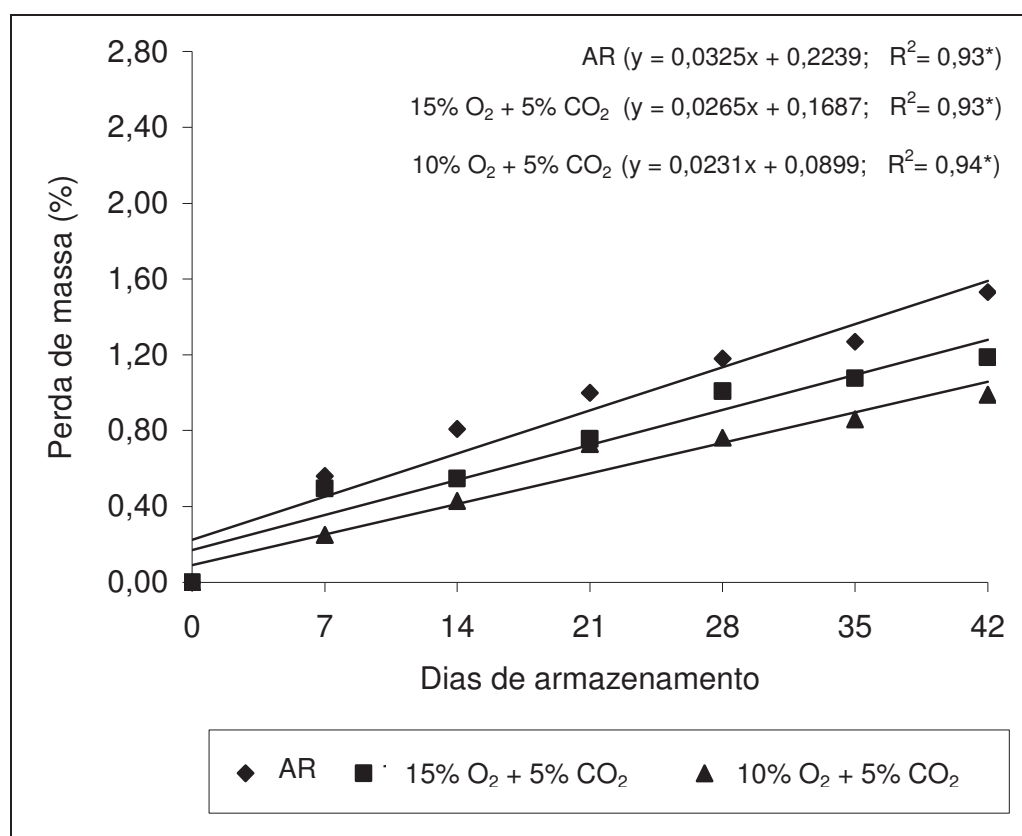


Figura 46. Perda de massa por tangerinas 'Satsuma Okitsu' armazenadas a 7 °C (95% UR), sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (Jaboticabal, 2010).

Durante os primeiros sete dias de armazenamento, os frutos armazenados sob as diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>, diminuíram a taxa respiratória em 71%, 36% e 50% para os tratamentos AR, 15% O<sub>2</sub> + 5% CO<sub>2</sub> e 10% O<sub>2</sub> + 5% CO<sub>2</sub>,

respectivamente, quando se estabilizou entre 7,36 e 12,8 mL kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> (Figura 47). Efeito semelhante também foi relatado para as tangerinas 'Fremont' (Figura 38). A atividade respiratória dos frutos armazenados sob AR foi inferior ao das submetidas às demais concentrações (LUENGWILAI et al, 2007).

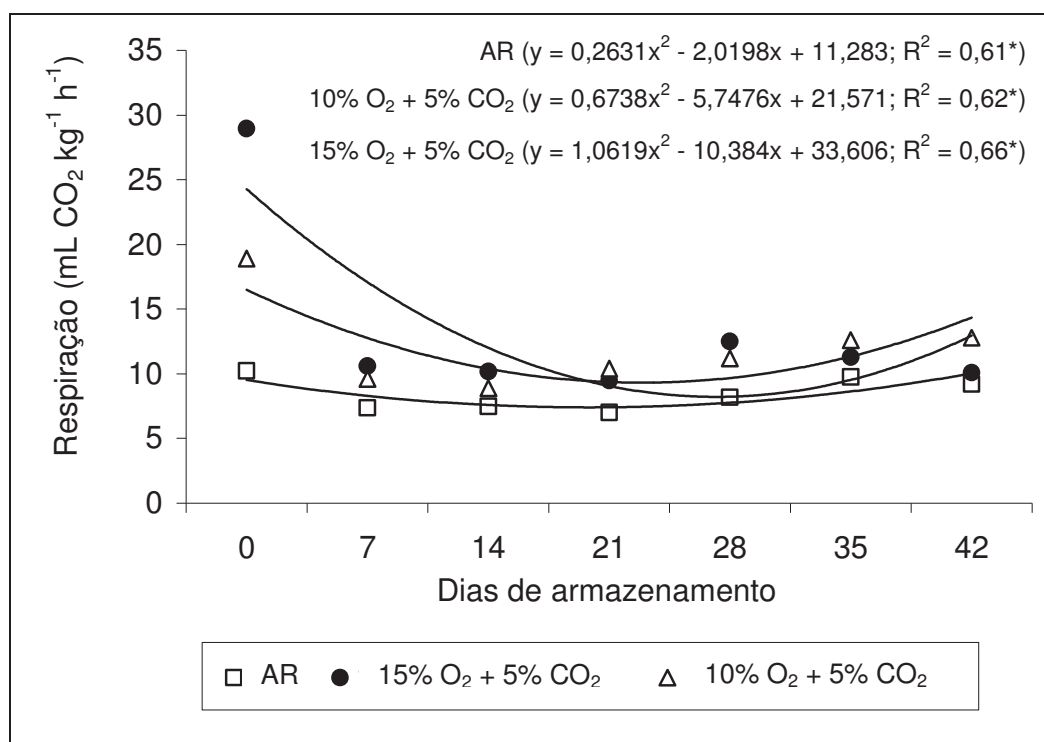


Figura 47. Atividade respiratória de tangerinas 'Satsuma Okitsu' armazenadas a 7 °C (95% UR), sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (Jaboticabal, 2010).

Comparando-se os resultados apresentados na Tabela 14 com os da Tabela 13, pode-se verificar que em todos os tratamentos os frutos apresentaram variação na coloração, com maiores valores de luminosidade e cromaticidade e menor de do ângulo hue, caracterizando-os com coloração mais amarelada. Dentre os tratamentos, o com ar atmosférico foi o que permitiu às frutas se tornarem mais amareladas, enquanto o tratamento com 10% O<sub>2</sub> + 5% CO<sub>2</sub> foi o mais eficiente em retardar o desverdecimento

desta tangerina. Este resultado indica que a redução na concentração de oxigênio e o aumento na de dióxido de carbono, pode ter reduzido a produção do etileno e de sua ação, o qual é o responsável pelo desverdecimento nos citros (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Segundo SAQUET (1997), elevadas pressões parciais de CO<sub>2</sub> retardam degradação das clorofilas, pois atrasa a síntese protéica.

Tabela 14. Luminosidade, cromaticidade e ângulo hue de tangerinas 'Satsuma Okitsu' armazenadas por 42 dias a 7 °C (95% UR) sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (Jaboticabal, 2010).

Tratamentos	Coloração da casca		
	Luminosidade	Cromaticidade	Ângulo hue
AR	74,78 a	40,33 a	105,23 b
15% O <sub>2</sub> + 5% CO <sub>2</sub>	66,95 b	37,68 b	110,46 b
10% O <sub>2</sub> + 5% CO <sub>2</sub>	67,12 b	36,64 b	116,15 a
CV (%)	4,21	8,01	5,11

Nas colunas, médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Nos frutos submetidos aos diferentes tratamentos observou-se aumento nos valores da luminosidade e da cromaticidade ao longo do período de armazenamento, indicando que as tangerinas 'Satsuma Okitsu' tornaram-se mais claras (Figura 48) e com cor da casca mais intensa (Figura 49). Durante o período de armazenamento, o ângulo hue reduziu-se, evidenciando alterações na coloração que se modificou de verde para verde com traços amarelados (Figura 50). Deve-se salientar que em tangerinas 'Satsuma Okitsu' a cor amarelada da casca é preferida pelos consumidores, apesar de quando maduras ainda apresentarem casca com cor verde (CHITARRA, 1994).

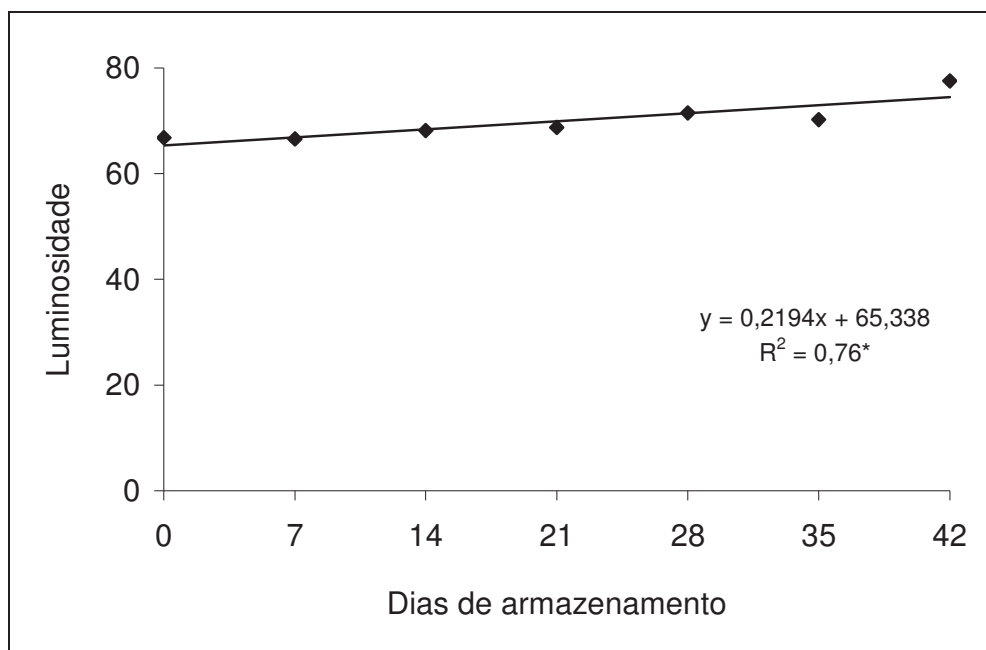


Figura 48. Luminosidade de tangerinas 'Satsuma Okitsu' armazenadas a 7 °C (95% UR) sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (Jaboticabal, 2010).

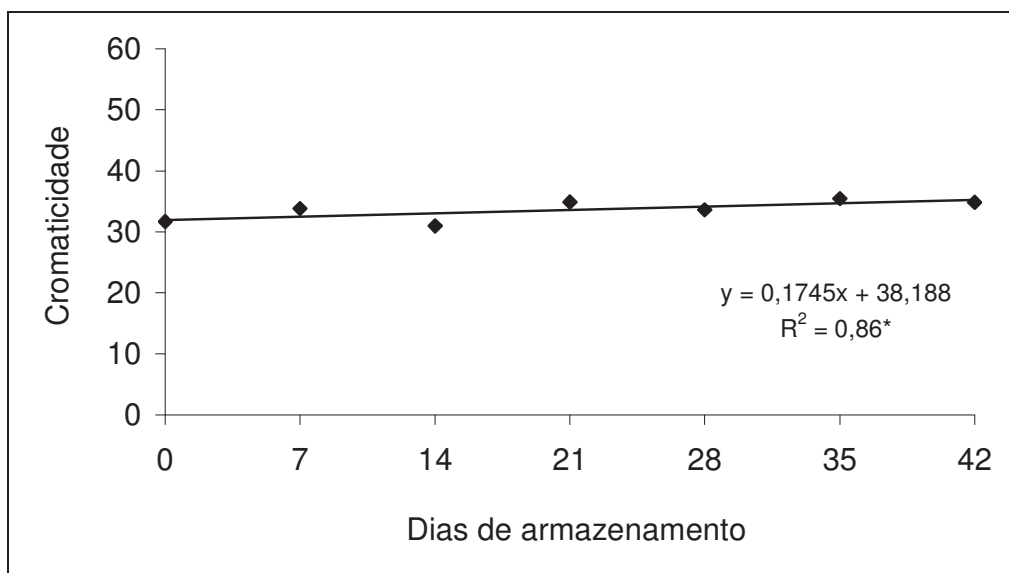


Figura 49. Cromaticidade de tangerinas 'Satsuma Okitsu' armazenadas a 7 °C (95% UR) sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (Jaboticabal, 2010).

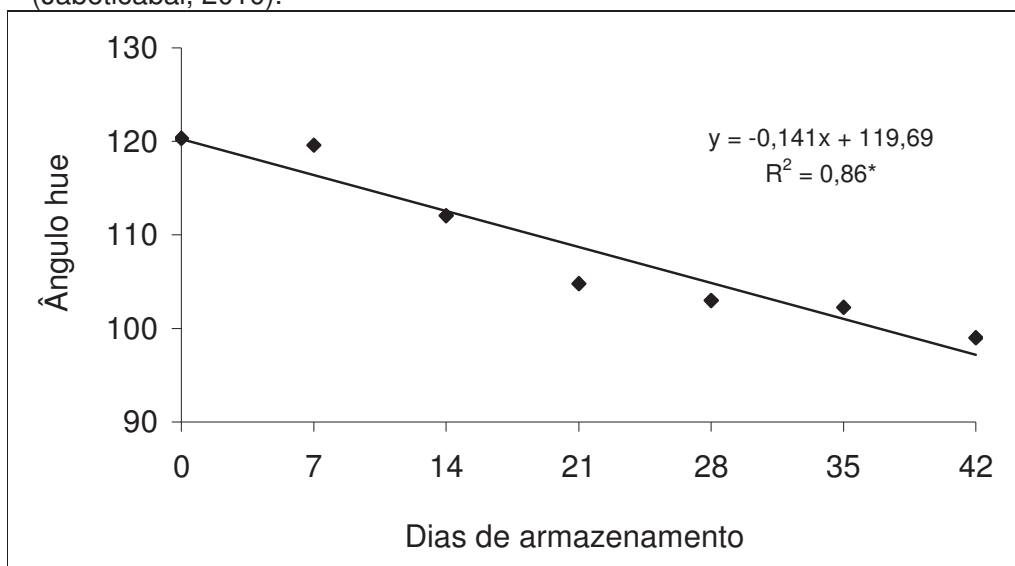


Figura 50. Ângulo hue de tangerinas 'Satsuma Okitsu' armazenadas a 7 °C (95% UR) sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (Jaboticabal, 2010).

O aumento no conteúdo de CO<sub>2</sub> e a redução no de O<sub>2</sub> das atmosferas afetaram as variáveis analisadas, com exceção dos teores de ácido ascórbico e carboidratos solúveis da polpa de tangerinas 'Satsuma Okitsu' (Tabela 15). Verifica-se que os valores de sólidos solúveis foram maiores nos frutos armazenados sob ar atmosférico. Fato também observado por YANG et al. (2003), ao armazenarem tangerinas 'Satsuma' sob atmosfera controlada, atribuindo-se à perda de massa e à transformação entre os carboidratos desta fruta. Efeitos semelhantes também foram observados por CERETTA et al. (2000), ao armazenarem pêssegos sob atmosfera controlada.

Observou-se também que a acidez foi maior nas frutas acondicionadas em atmosfera com maior teor de CO<sub>2</sub> (Tabela 15), o que também foi o relatado por YANG et al. (2003) em tangerinas 'Satsuma Okitsu'. NAVA (2001) também verificou a conservação de acidez mais elevada em pêssegos armazenados sob atmosfera ambiente, o mesmo que CUNHA (2011), em morangos. Os menores teores de pectina total e solúvel nas frutas sob as atmosferas com maiores teores de CO<sub>2</sub>, deve ser efeito

da redução no metabolismo das frutas, com redução na atuação das enzimas de parede celular.



Tabela 15. Valores médios de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT, ácido ascórbico (AA), carboidratos solúveis (AS), pectina total (PT) e solúvel (PS), atividade antioxidante (FRAP) e polifenóis extraíveis totais (PE<sub>x</sub>T) de tangerinas 'Satsuma Okitsu' armazenadas a 7 °C (95% UR) sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>, durante 42 dias e depois de levadas à condição de ambiente (22 °C, 65% UR), por três dias, após os períodos de armazenamento refrigerado (Jaboticabal, 2010).

Tratamentos	SS (°Brix)	AT (g ác. cítrico 100g <sup>-1</sup> )	SS/AT	AA (mg 100g <sup>-1</sup> )	AS (% glicose)	PT (% ác. galacturônico)	PS (% ác. galacturônico)	FRAP (µM sulfato ferroso g <sup>-1</sup> )	PE <sub>x</sub> T (mg ác. gálico 100g <sup>-1</sup> )
AR	8,82 a	0,91 b	9,25 b	49,66	7,21	0,82 b	0,088 a	11,68 a	29,1 a
15% O <sub>2</sub> + 5% CO <sub>2</sub>	8,44 b	0,95 a	8,89 ab	50,84	7,86	0,90 a	0,074 b	10,47 b	22,5 c
10% O <sub>2</sub> + 5% CO <sub>2</sub>	8,53 b	0,95 a	9,50 a	49,60	7,14	0,89 a	0,080 b	10,71 b	26,1 b
CV (%)	4,13	5,84	6,54	6,52	3,62	15,33	18,36	16,85	3,93
AR (+3)	8,62	0,93 a	9,23 ab	49,54	7,11	0,75	0,081	10,60	28,0 a
15% O <sub>2</sub> + 5% CO <sub>2</sub> (+3)	8,48	0,94 a	8,96 b	50,64	7,68	0,89	0,078	10,35	20,5 b
10% O <sub>2</sub> + 5% CO <sub>2</sub> (+3)	8,47	0,90 b	9,44 a	48,94	7,36	0,86	0,075	10,67	20,3 b
CV (%)	4,71	5,14	5,93	6,28	5,41	11,35	10,04	8,21	17,43

Nas colunas, médias seguidas de letra diferente, diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).

Na Figura 51, observa-se que houve pequena redução nos teores de acidez titulável das tangerinas submetidas aos diferentes tratamentos, quando levadas a condição de ambiente, por 3 dias, após o armazenamento refrigerado, sendo atribuído à senescência. Verificou-se que os teores variaram de 0,92 g de ácido cítrico 100g<sup>-1</sup> aos 21+3 dias a 0,88 g de ácido cítrico 100g<sup>-1</sup> e aos 42+3 dias, que, segundo CHITARRA & CHITARRA (2005), decresce com o amadurecimento e a senescência dos frutos. Estes valores são maiores que os encontrados por SANTOS et al. (2010) em tangerinas 'Satsuma Okitsu', produzidas em Minas Gerais, com 0,76 g de ácido cítrico 100g<sup>-1</sup>.

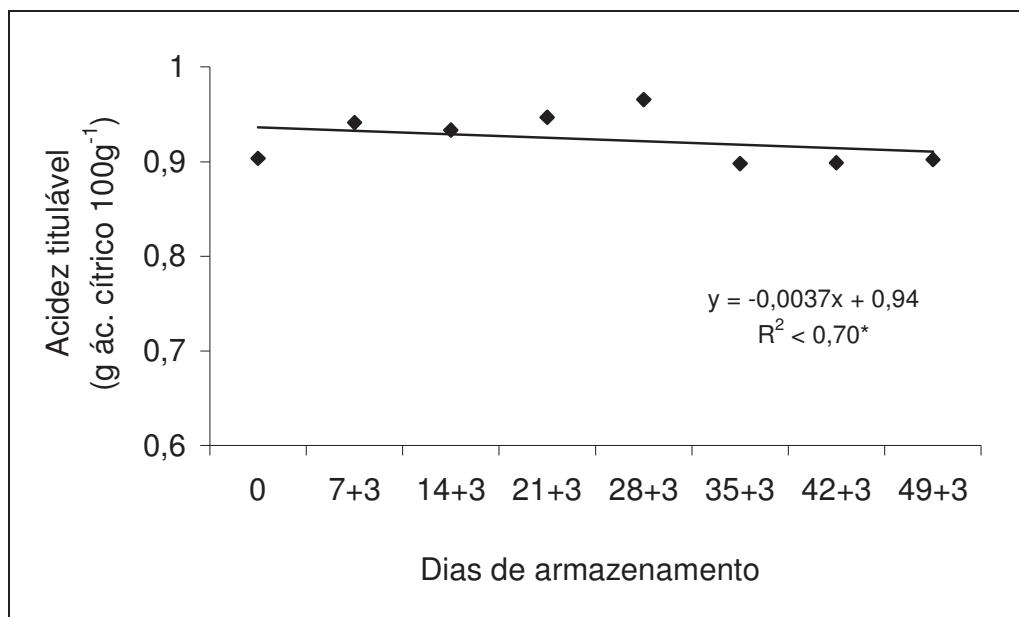


Figura 51. Teores de acidez titulável no suco de tangerinas 'Satsuma Okitsu' armazenadas a 7 °C (95% UR) sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> e depois de levadas à condição de ambiente (22 °C, 65% UR) por mais três dias após cada período de armazenamento (Jaboticabal, 2010).

A relação sólidos solúveis/acidez titulável também foi influenciada pelas atmosferas (Tabela 15) e pelos períodos de armazenamento (Figuras 52A e 52B). Os frutos submetidos a 10% de O<sub>2</sub> + 5% de CO<sub>2</sub> apresentaram os maiores valores, tanto durante o armazenamento refrigerado, como depois de levados para ambiente a 22 °C.

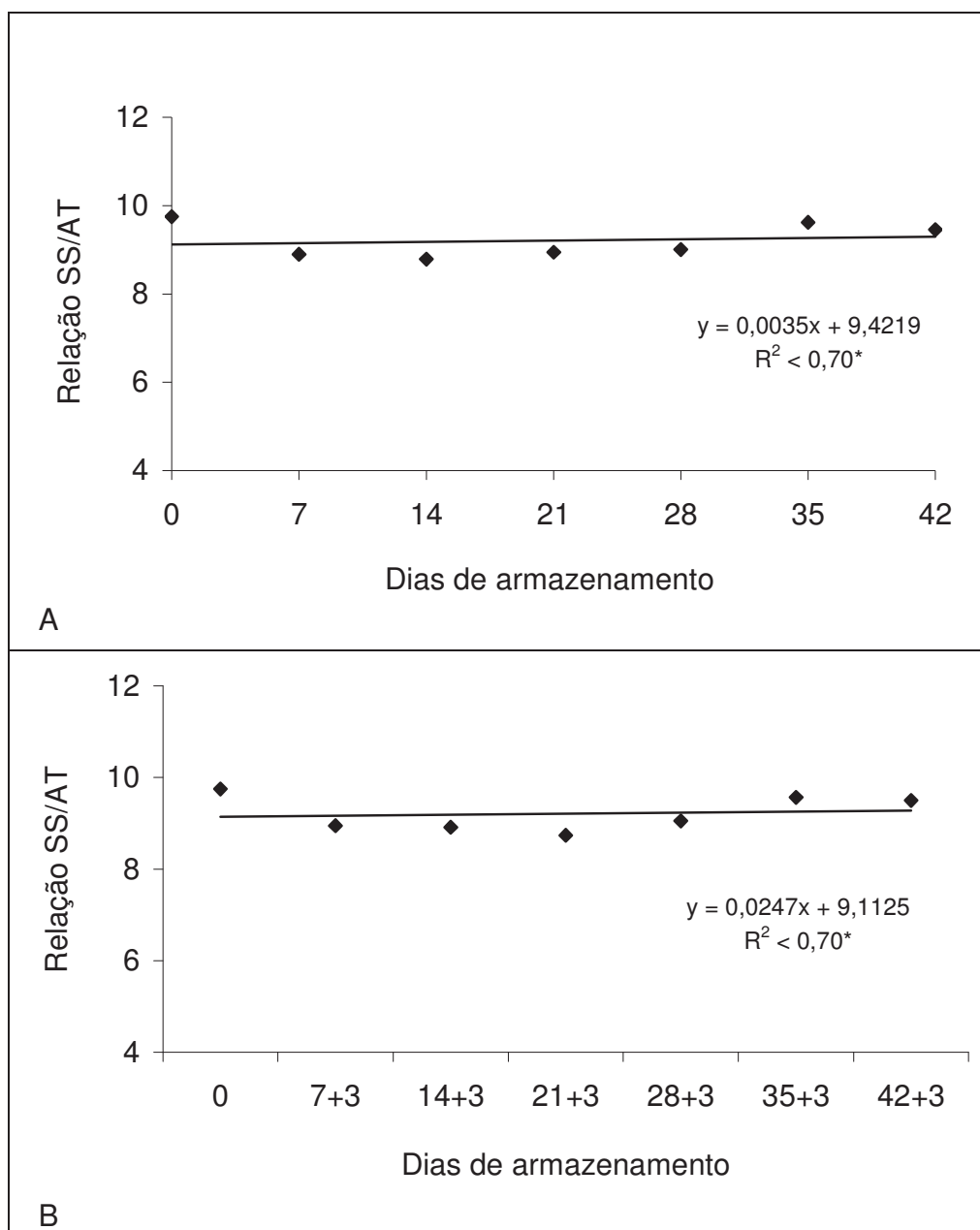


Figura 52. Relação SS/AT no suco de tangerinas 'Satsuma Okitsu' armazenadas a 7 °C (95% UR) sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (A) e depois de levadas para condição ambiente por mais 3 dias após cada período de armazenamento (B) (Jaboticabal, 2010).

Os teores de ácido ascórbico das tangerinas ‘Satsuma Okitsu’ não se mostraram influenciados pela atmosfera de armazenamento (Tabela 15), mas foi pelo tempo de armazenamento (Figura 53A e 53B).

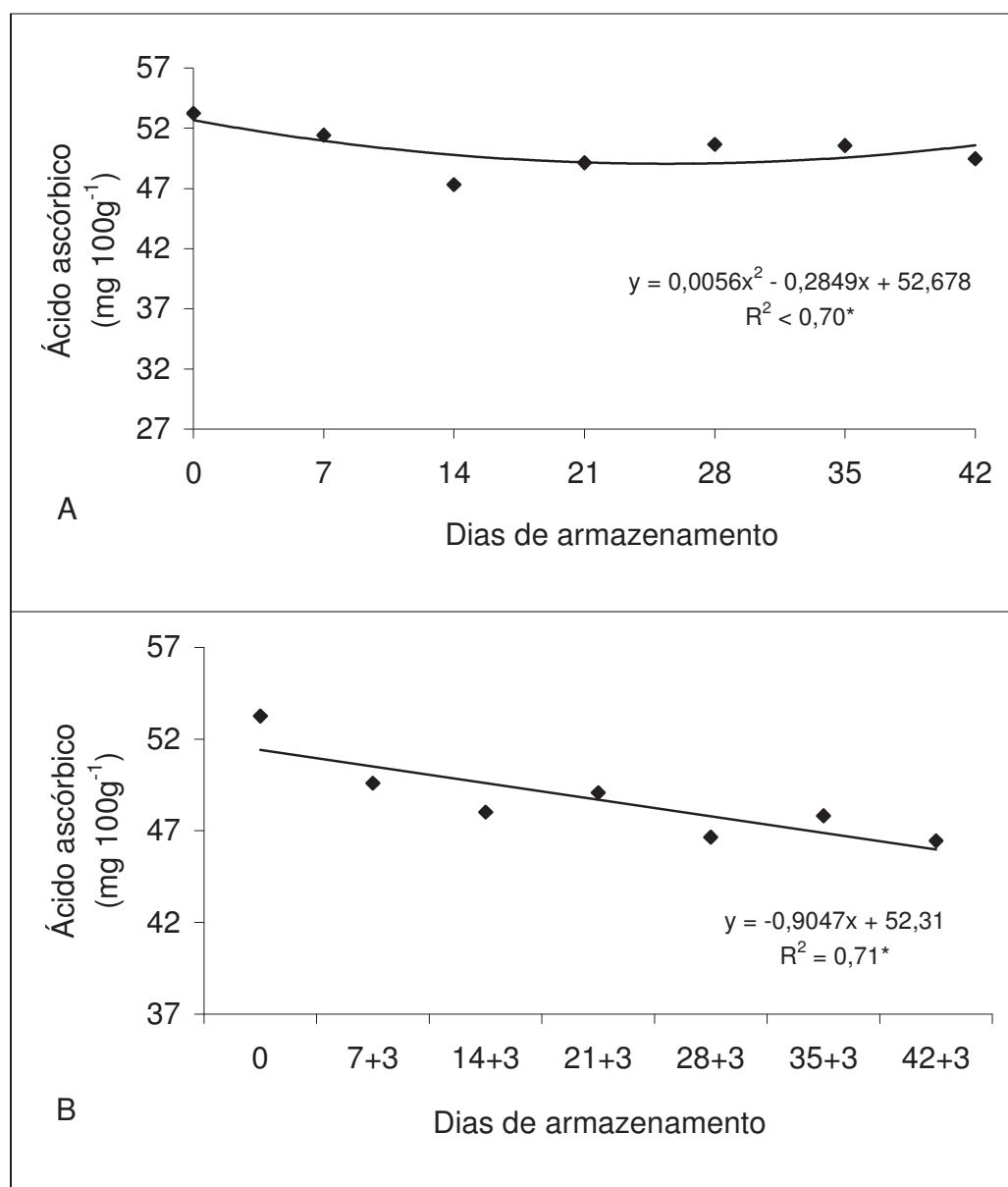


Figura 53. Ácido ascórbico do suco de tangerinas ‘Satsuma Okitsu’ armazenadas a 7 °C (95% UR) sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (A) e depois de levadas para condição ambiente por mais 3 dias após cada período de armazenamento (B) (Jaboticabal, 2010).

Observou-se redução nos teores de ácido ascórbico durante o período em que os frutos permaneceram armazenados, o que foi atribuído à utilização dos ácidos orgânicos durante a senescência. As oscilações nos teores de ácido ascórbico, segundo WATADA (1987) e UDDIN (2002) são devidas ao tipo de produto, pH, luz, umidade, enzimas, temperatura e atmosfera de armazenamento.

Os frutos armazenados sob as atmosferas com concentrações mais altas de CO<sub>2</sub> apresentaram a menor capacidade antioxidante (Tabela 15), o que também foi observado por SEVERO et al. (2009) em mirtilo armazenado em atmosfera controlada. Este comportamento pode ser devido à indução de genes e modificação na rota metabólica de compostos com maior capacidade antioxidante, como carotenoides (MORETTI et al., 2002) e enzimas antioxidantes (WANG et al., 2005; ROMERO et al., 2008), pelas maiores concentrações de CO<sub>2</sub>.

A atividade antioxidante também reduziu-se quando as tangerinas foram levadas para a condição de ambiente por três dias (Figura 54), como efeito da senescência.

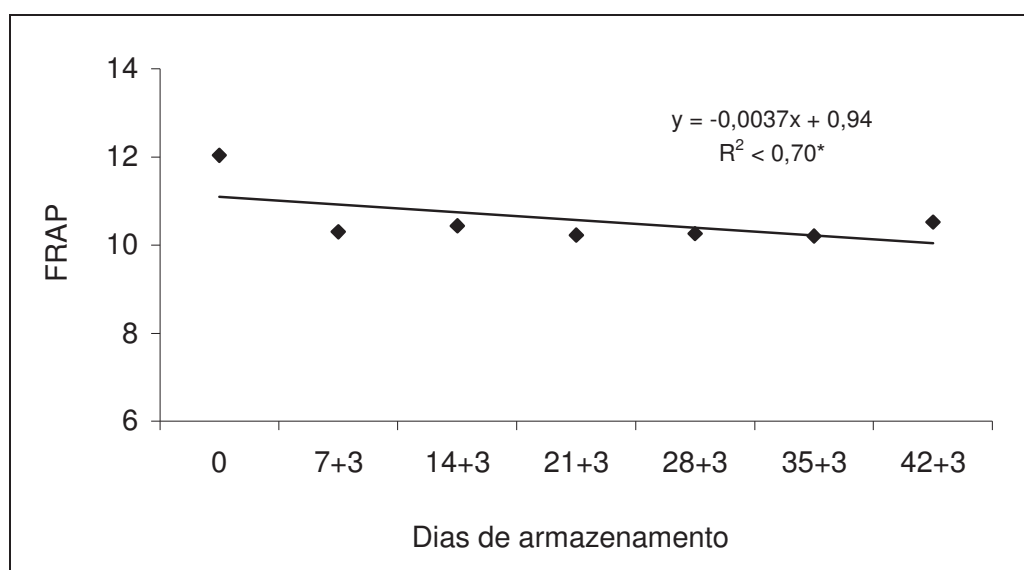


Figura 54. Atividade antioxidante determinada pelo método FRAP ( $\mu\text{M}$  sulfato ferroso.g<sup>-1</sup> de polpa) na polpa de tangerinas 'Satsuma Okitsu' armazenadas a 7 °C (95% UR) sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>, e depois de levadas à condição de ambiente (22 °C, 65% UR) por mais três dias, após cada tempo de armazenamento (Jaboticabal, 2010).

Os teores de polifenóis extraíveis totais das tangerinas 'Satsuma Okitsu' apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, com o testemunha ou com ar atmosférico apresentando a maior média, durante todo o período de armazenamento (Tabela 15). Estes teores reduziram-se ao longo do período de armazenamento nos frutos sob os diferentes tratamentos (Figura 55). Mudanças significativas também foram observadas por KIM et al. (2007) em mangas e por MOURA (2010) em acerolas, armazenadas sob atmosfera controlada.

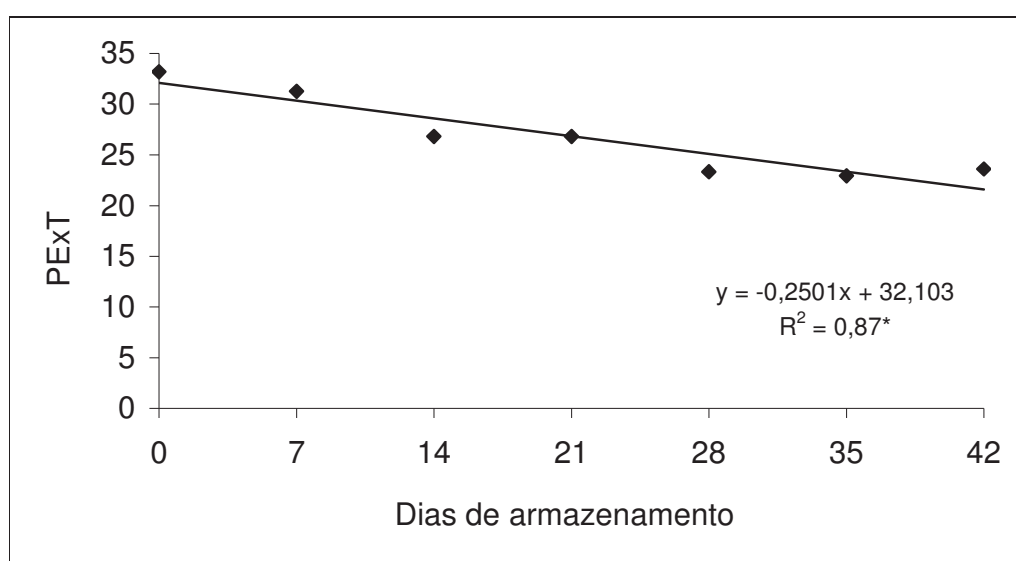


Figura 55. Polifenóis extraíveis totais (PEXT, mg ácido gálico 100g<sup>-1</sup> de polpa) na polpa de tangerinas 'Satsuma Okitsu' armazenadas a 7 °C (95% UR) sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (Jaboticabal, 2009).

Durante o armazenamento a 7 °C, as tangerinas 'Satsuma Okitsu' se tornaram mais amareladas, principalmente os frutos submetidos ao tratamento com AR. A concentração de 10% de O<sub>2</sub> + 5% de CO<sub>2</sub> proporcionou melhor qualidade de tangerinas 'Satsuma Okitsu', com menor perda de massa fresca, maiores teores de acidez titulável e menor solubilização das pectinas, que apresentaram vida útil, a 7 °C, de 42 dias.

### 4.2.3 Tangerina ‘Ponkan’

A caracterização das tangerinas, no dia da colheita é apresentada na Tabela 16.

Tabela 16. Caracterização de tangerinas ‘Ponkan’ recém-colhidas, em 29 de abril de 2010.

Variáveis	Média	DP*
Aparência	Nota (3)	-
Sólidos solúveis (°Brix)	9,37	0,03
Acidez titulável (g ác. cítrico 100g <sup>-1</sup> )	0,51	0,03
“Ratio”	19,00	0,42
Ácido ascórbico (mg 100 mL <sup>-1</sup> )	55,44	2,92
FRAP <sup>1</sup> (µM sulfato ferroso g <sup>-1</sup> )	10,67	0,19
PEXT <sup>2</sup> (mg ácido gálico 100g <sup>-1</sup> )	32,62	0,56
Carboidratos solúveis (% de glicose)	6,94	0,36
Pectina total (% ác. galacturônico)	0,81	0,15
Pectina solúvel (% ác. galacturônico)	0,06	0,02
Coloração da casca	C2 verde com traços amarelos <sup>3</sup>	-
Luminosidade	62,1	2,01
Cromaticidade	33,8	2,75
Ângulo hue	111,9	2,41

\*DP= desvio-padrão; <sup>1</sup>Atividade antioxidante; <sup>2</sup>Polifenóis extraíveis totais; <sup>3</sup>BRASIL (2000).

Todas as tangerinas mantidas sob as atmosferas com 15% O<sub>2</sub> + 5% CO<sub>2</sub> ou com 10% O<sub>2</sub> + 5% CO<sub>2</sub> mantiveram aparência ótima (nota 3) até o 35º dia, enquanto as sob AR até o 28º dia. Após estes períodos mantiveram aparência comercial (nota 2) até o final do armazenamento, 42 dias (Figura 56). Resultado semelhante foi observado em tangerinas ‘Satsuma Okitsu’ (Figura 45).

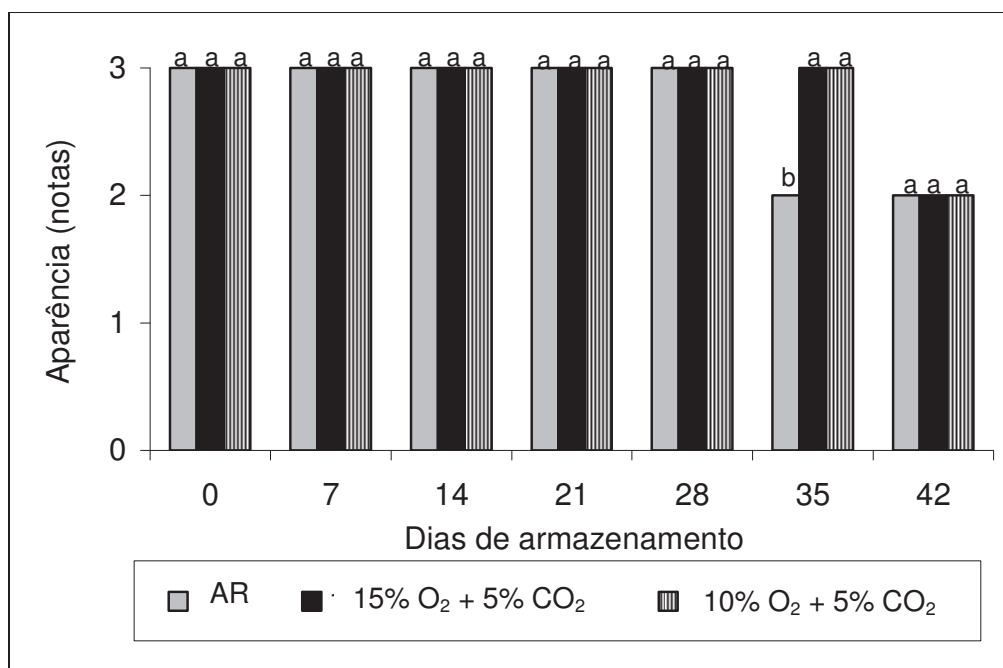


Figura 56. Aparência de tangerinas 'Ponkan' armazenadas a 3 °C (95% UR), sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>. Notas: 3=ótimo (brilho adequado e ausência de bolores); 2=bom (opacidade e ausência de bolores); 1= ruim (opaco e presença de bolores). A nota 2 foi considerada aparência como o valor limite para a vida útil ou comercial dos frutos (Jaboticabal, 2010).

Verificou-se que, independente dos tratamentos, todos os frutos submetidos à atmosfera controlada tiveram perda de massa fresca inferior a 2% (Figura 57), como o relatado para as tangerinas 'Fremont' (Figura 37) e 'Satsuma Okitsu' (Figura 46). Esta pequena perda de massa em frutos submetidos a atmosfera controlada também foi observado por SANTOS et al. (2006) ao estudarem seu uso em banana e por CANTILLANO et al. (2009) em mirtilos. A menor de perda de massa fresca ocorreu nos frutos submetidos a atmosfera contendo 10% O<sub>2</sub> + 5% CO<sub>2</sub> que se mostrou a mais eficiente na redução da perda de massa fresca pelos frutos de tangerinas 'Ponkan'.

Esta perda é devida ao processo de transpiração, que implica na perda de água dos tecidos dos frutos na forma de vapor d'água, proveniente dos espaços intercelulares e em menor grau à perda d'água durante a respiração, com formação de CO<sub>2</sub> e água (CANTILLANO, 1991).



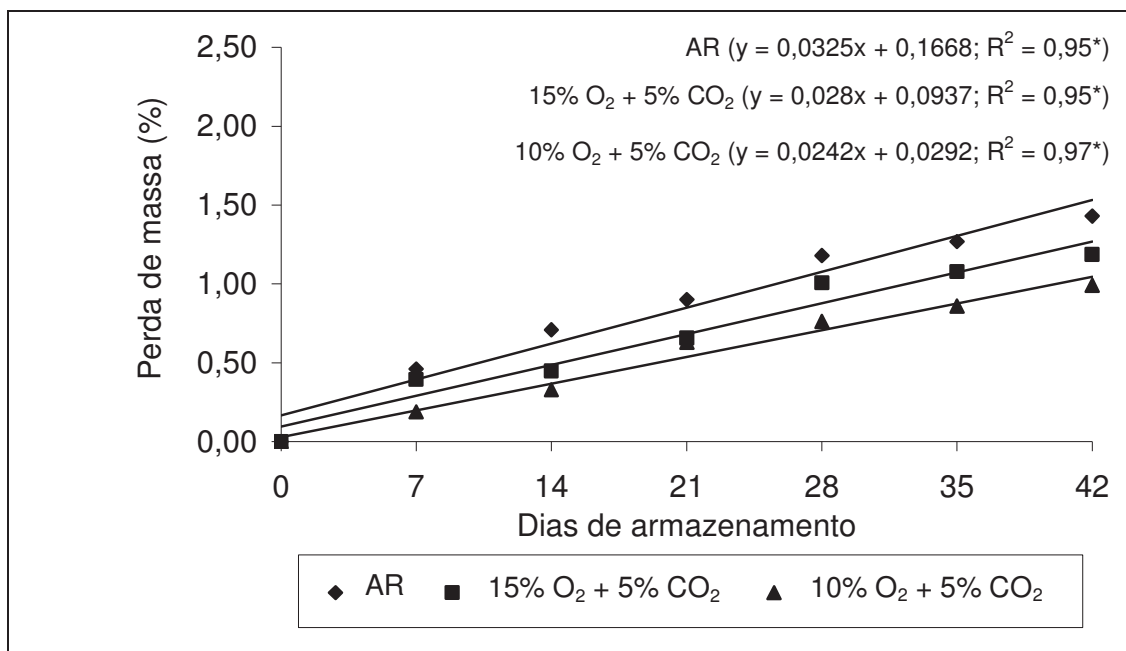


Figura 57. Perda de massa por tangerinas 'Ponkan' armazenadas a 3 °C (95% UR), sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (Jaboticabal, 2010).

Nos primeiros sete dias de armazenamento sob diferentes concentrações de oxigênio e dióxido de carbono, a taxa respiratória dos frutos reduziu em 65% (AR), 50% (15% O<sub>2</sub>+5% CO<sub>2</sub>) e 47% (10% O<sub>2</sub>+5% CO<sub>2</sub>) (Figura 58), semelhante ao encontrado nas tangerinas 'Fremont' (Figura 38) e 'Satsuma Okitsu' (Figura 47).

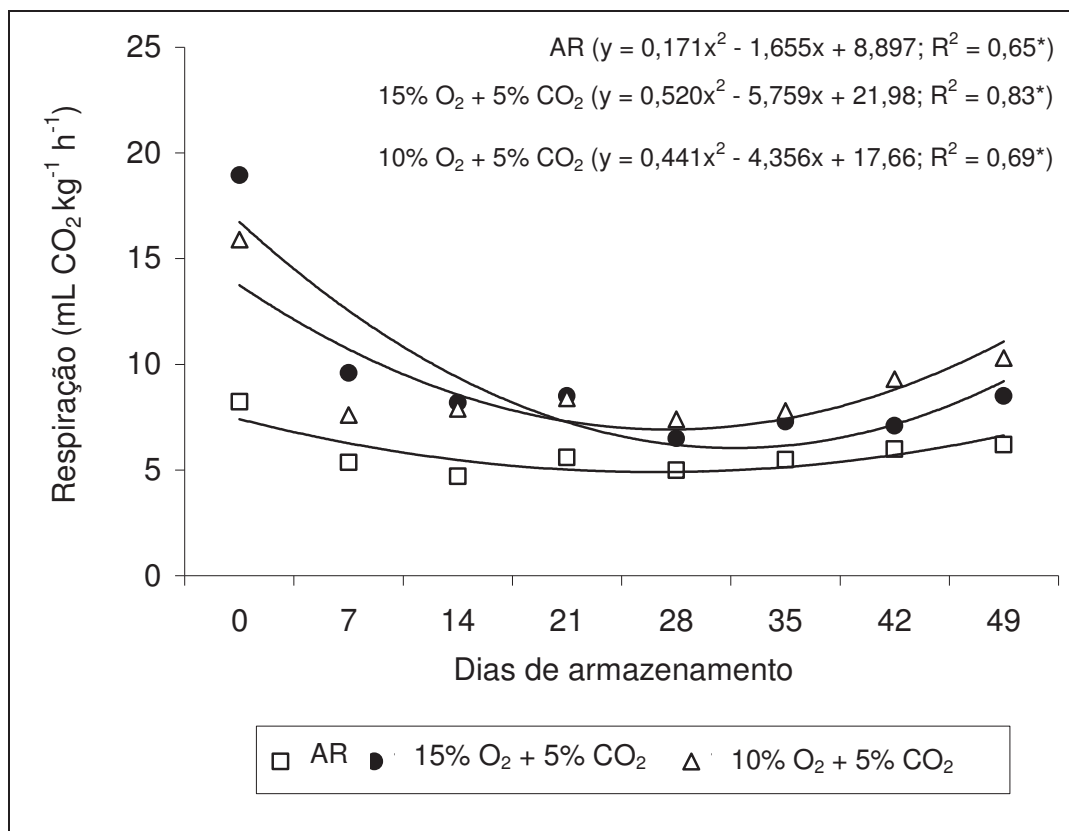


Figura 58. Atividade respiratória de tangerinas 'Ponkan' armazenadas a 3 °C (95% UR), sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (Jaboticabal, 2010).

A variação na coloração da casca das tangerinas 'Ponkan' durante o período de armazenamento foi influenciada pelos tratamentos (Tabela 17) e pelo tempo de armazenamento (Figura 59). A atmosfera com 10% O<sub>2</sub> + 5% CO<sub>2</sub> foi a que melhor conteve a variação da coloração dos frutos, pois deve ter retardado a síntese do etileno, retardando a degradação da clorofila GOLDSCHMIDT (1997). Este fato também foi observado em tangerinas 'Satsuma Okitsu' (Tabela 14).

Tabela 17. Luminosidade, cromaticidade e ângulo hue de tangerinas 'Ponkan' armazenadas por 42 dias a 3 °C (95% UR) sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (Jaboticabal, 2010).

Tratamentos	Coloração da casca		
	Luminosidade	Cromaticidade	Ângulo hue
AR	62,36 a	37,89 a	107,25 b
15% O <sub>2</sub> + 5% CO <sub>2</sub>	60,99 b	35,68 ab	110,72 a
10% O <sub>2</sub> + 5% CO <sub>2</sub>	60,22 b	34,38 b	112,55 a
CV (%)	3,30	7,97	2,28

Nas colunas, médias seguidas de letra diferente, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Durante o período de armazenamento a luminosidade aumentou (Figura 59), com leve redução nos valores da cromaticidade e do ângulo hue (Figuras 60 e 61), indicando mudança na coloração desta tangerina, como resultado da degradação das clorofilas e pela síntese de carotenoides, responsáveis pela coloração amarela ou alaranjada dos frutos (MEDINA et al., 2005).

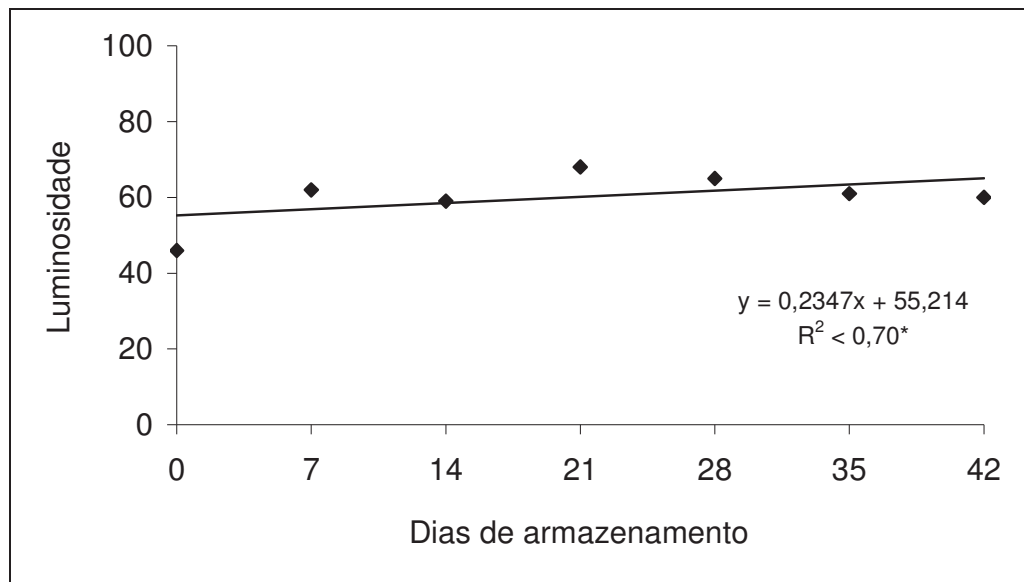


Figura 59 Luminosidade de tangerinas 'Ponkan' armazenadas a 3 °C (95% UR) sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (Jaboticabal, 2010).

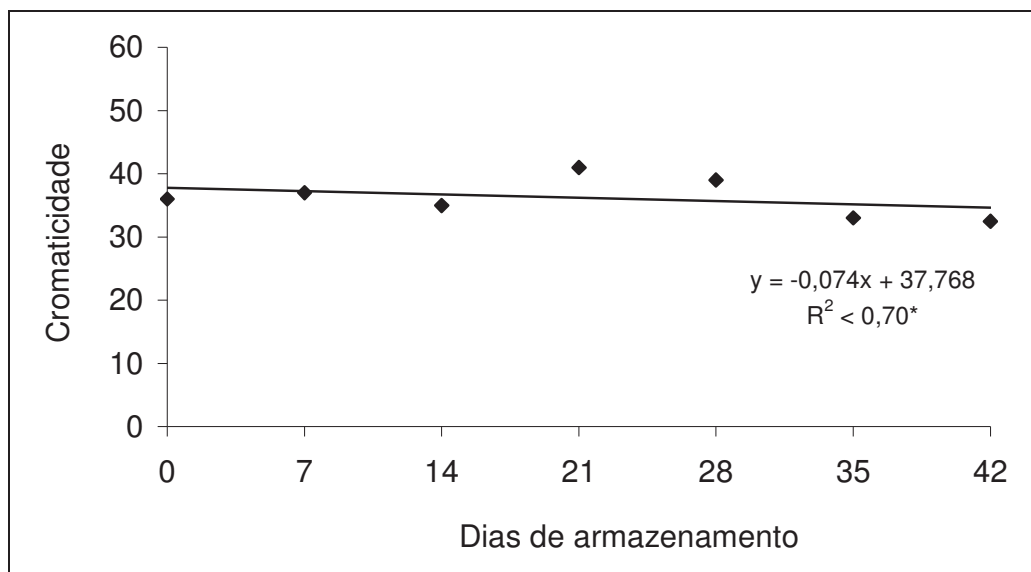


Figura 60. Cromaticidade de tangerinas 'Ponkan' armazenadas a 3 °C (95% UR) sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (Jaboticabal, 2010).

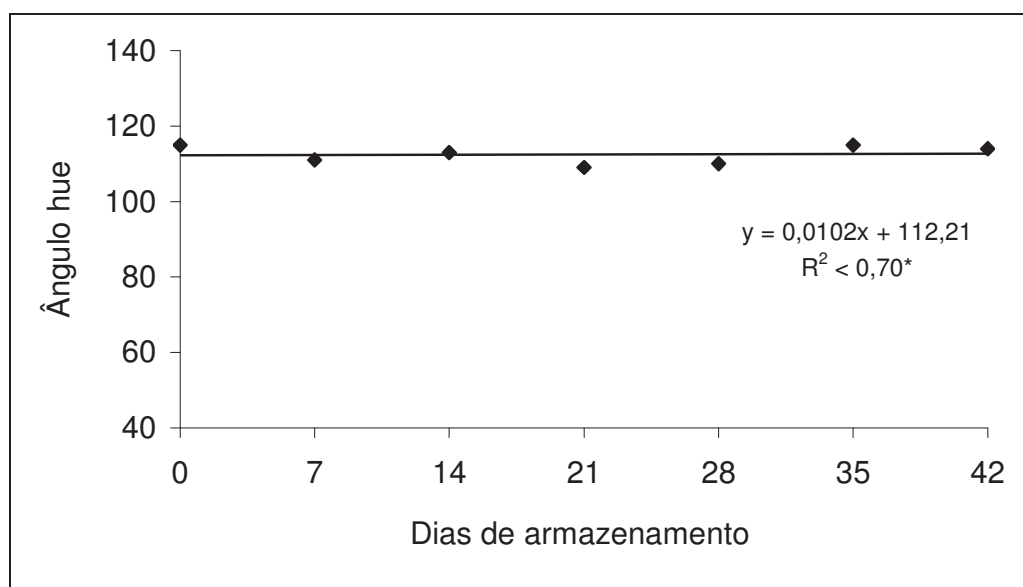


Figura 61. Ângulo hue de tangerinas 'Ponkan' armazenadas a 3 °C (95% UR) sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (Jaboticabal, 2010).

Apenas o parâmetro açúcar solúvel não se mostrou significativamente influenciado pelos tratamentos (Tabela 18). Depois que os frutos foram levados à condição de ambiente, os teores de ácido ascórbico e polifenóis extraíveis totais também se mostraram influenciados pelos tratamentos e dias de armazenamento.

Os maiores valores de sólidos solúveis foram encontrados nas frutas mantidas nos ambientes com 10% O<sub>2</sub> + 5% CO<sub>2</sub> e o menor nas frutas armazenadas sob AR (Tabela 18). Estes valores são menores que o indicado por FIGUEIREDO (1991), ou seja, em torno de 10,8%.

O teor de sólidos solúveis no suco das tangerinas 'Ponkan' reduziu-se durante o período de armazenamento (Figuras 62A), devido ao seu consumo como substrato respiratório.

Os teores de acidez titulável nas frutas, durante o período de armazenamento sob refrigeração foram controlados pelas concentrações de CO<sub>2</sub> (Tabela 18) reduzindo-se durante o período de armazenamento (Figura 63). As tangerinas 'Ponkan' submetidas à atmosfera controle (AR) apresentaram menor acidez que as mantidas sob atmosfera com 5% de CO<sub>2</sub>, o que também foi observado por BRACKMANN et al. (2003) em pêssegos. A menor degradação dos ácidos em ambiente com atmosfera controlada contendo alto teor de CO<sub>2</sub> está relacionada com a ação inibidora do CO<sub>2</sub> sobre a atividade das enzimas aconitase, isocitrato desidrogenase e succinase desidrogenase do ciclo dos ácidos tricarbóxicos (CHITARRA, 1998).

O teor de acidez titulável de tangerinas 'Ponkan' também foi influenciado pelo tempo de armazenamento, reduzindo-se de 0,51% no início (dia 0) para 0,43% no final do período de armazenamento (42º dia), o que é semelhante ao observado por PINTO et al. (2007) que trabalharam com tangerinas 'Ponkan' minimamente processadas.

Tabela 18. Valores médios de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT, ácido ascórbico (AA), carboidratos solúveis (AS), pectina total (PT) e solúvel (PS), atividade antioxidante (FRAP) e polifenóis extraíveis totais (PEXT) de tangerinas 'Ponkan' armazenadas a 3 °C (95% UR) sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>, durante 42 dias e depois de levadas à condição de ambiente (22 °C, 65% UR), por três dias, após os períodos de armazenamento refrigerado (Jaboticabal, 2010).

Tratamentos	SS (°Brix)	AT (g ác. cítrico 100g <sup>-1</sup> )	SS/AT	AA (mg 100g <sup>-1</sup> )	AS (% glicose)	PT (% ác. galac- turônico)	PS (% ác. galac- turônico)	FRAP (µM sulfato ferroso g <sup>-1</sup> )	PEXT (mg ác. gálico 100g <sup>-1</sup> )
AR	9,22 b	0,46 b	18,46 b	49,55 b	6,85	0,76 b	0,072 a	11,80 a	22,1 b
15% O <sub>2</sub> + 5% CO <sub>2</sub>	9,25 ab	0,50 a	20,56 a	52,38 a	6,95	0,79 a	0,070 a	11,62 ab	25,7 a
10% O <sub>2</sub> + 5% CO <sub>2</sub>	9,35 a	0,51 a	18,19 b	51,57 a	6,82	0,80 a	0,065 b	10,99 b	24,9 a
CV (%)	1,59	8,78	9,0	5,89	6,03	12,07	9,07	8,77	11,04
AR (+3)	9,19	0,54	17,20	50,96 a	6,73	0,69	0,072	10,84	28,0 a
15% O <sub>2</sub> + 5% CO <sub>2</sub> (+3)	9,23	0,50	18,53	49,59 ab	6,75	0,72	0,078	10,74	20,4 b
10% O <sub>2</sub> + 5% CO <sub>2</sub> (+3)	9,24	0,54	18,67	48,62 b	6,70	0,71	0,084	10,22	20,3 b
CV (%)	2,87	13,85	24,11	5,89	7,59	10,89	7,85	9,21	17,43

Nas colunas, médias seguidas de letra diferente, diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).

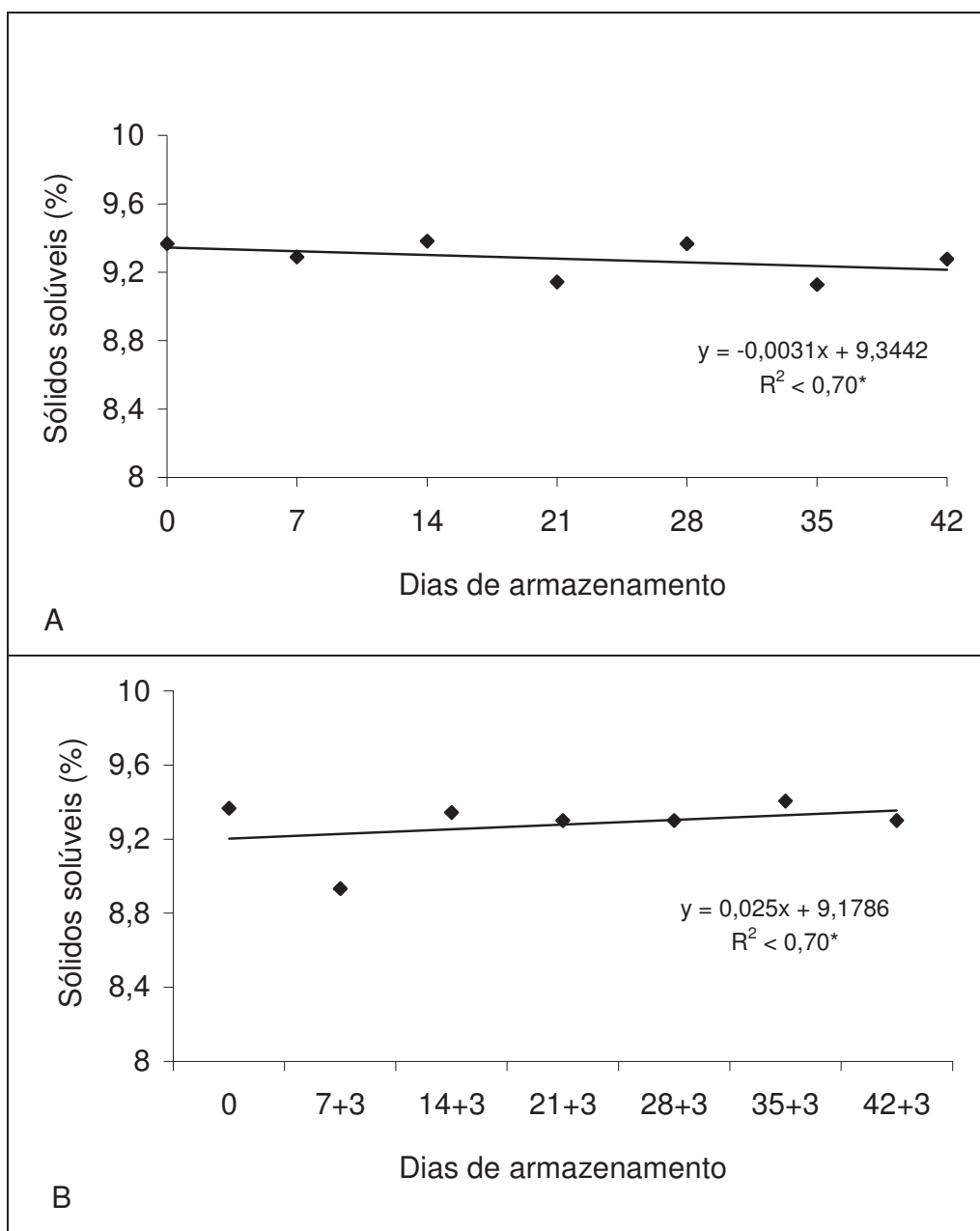


Figura 62. Teores de sólidos solúveis no suco de tangerinas ‘Ponkan’ armazenadas a 3 °C (95% UR) sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (A) e depois de levadas à condição de ambiente (22 °C, 65% UR) por mais três dias após cada período de armazenamento (B) (Jaboticabal, 2010).

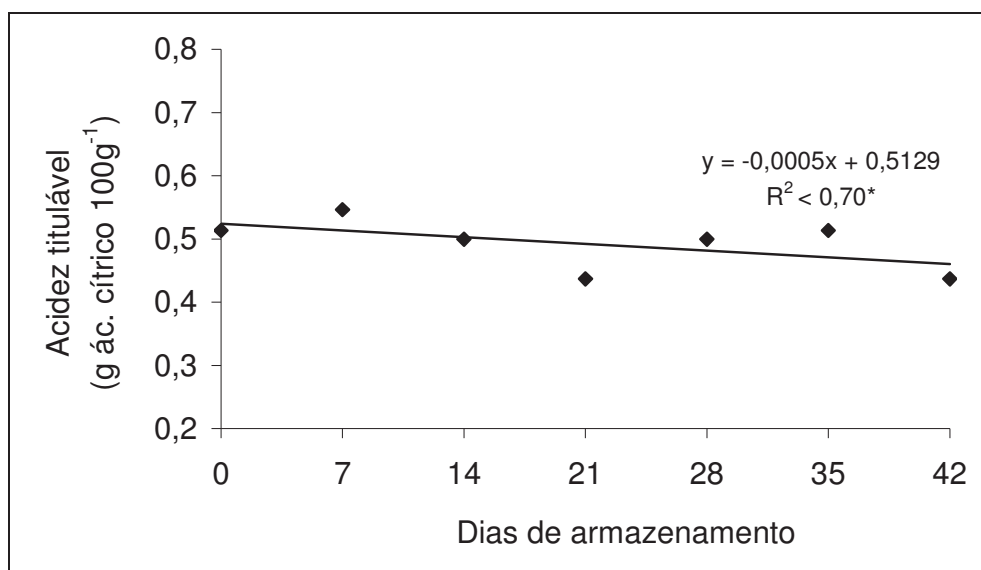


Figura 63. Teores de acidez titulável no suco de tangerinas 'Ponkan' armazenadas a 3 °C (95% UR) sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (Jaboticabal, 2010).

A relação sólidos solúveis/acidez titulável também foi alterada pela atmosfera com redução no conteúdo de O<sub>2</sub> e aumento no de CO<sub>2</sub>, com os. Os frutos submetidos a 15% de O<sub>2</sub> + 5% de CO<sub>2</sub> apresentando os maiores valores (Tabela 18). Observou-se aumento nesta relação nos frutos mantidos sob condição ambiente por 3 dias após o período de refrigeração (Figura 70), o que também foi encontrado em tangerinas 'Satsuma Okitsu' (Figura 57B).



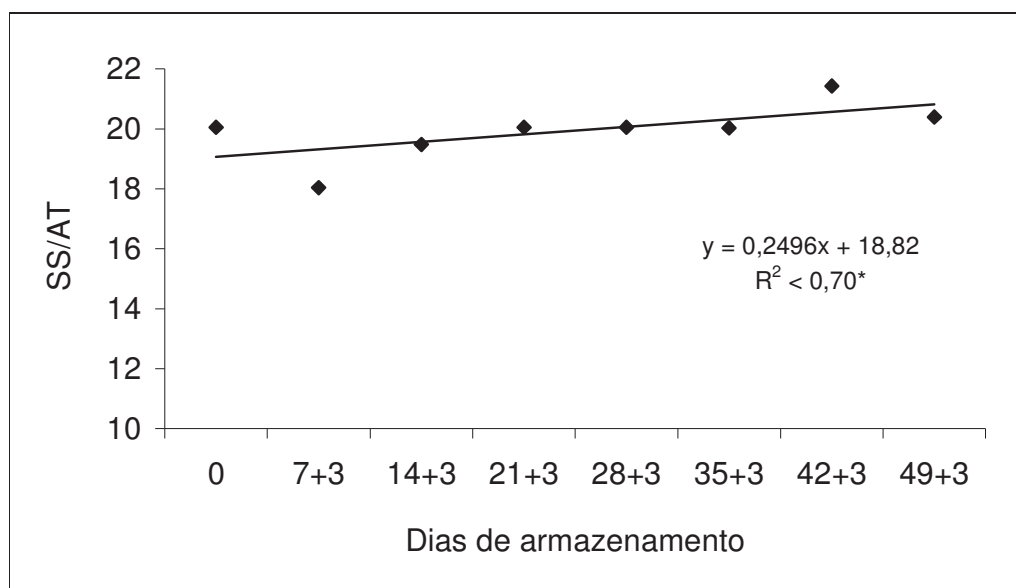


Figura 64. Relação SS/AT no suco de tangerinas 'Ponkan' armazenadas a 3 °C (95% UR) sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (Jaboticabal, 2010).

O conteúdo de ácido ascórbico das tangerinas 'Ponkan' foi significativamente influenciado pelos tratamentos (Tabela 18), com os frutos submetidos ao AR apresentando os menores valores. Este resultado confirma o relatado por WATADA (1987), que a redução na tensão de oxigênio no ambiente de armazenamento retarda a degradação do ácido ascórbico.

Ainda na Tabela 18, pode-se verificar maior teor de ácido ascórbico nos frutos levados a condição ambiente por 3 dias, depois de terem sido armazenados sob refrigeração em ambiente com ar atmosférico o que foi atribuído à perda de água pelos frutos, o que também foi observado por NUNES et al. (1998), em morangos, mascarou a perda de ácido ascórbico.

A proteção indicada pelos valores médios (Tabela 18), das atmosferas controladas aos teores de ácido ascórbico no suco das tangerinas 'Ponkan', durante o período em que os frutos permaneceram armazenados não se confirmou com a análise dos resultados ao longo dos períodos sob refrigeração (Figura 65A) e depois de levados para a condição de ambiente a 22 °C (Figura 65B), o que pode ser atribuído à sua oxidação durante a senescência do produto. Isto também foi observado por

COLEGARO et al. (2002) ao armazenar morangos sob atmosfera controlada.

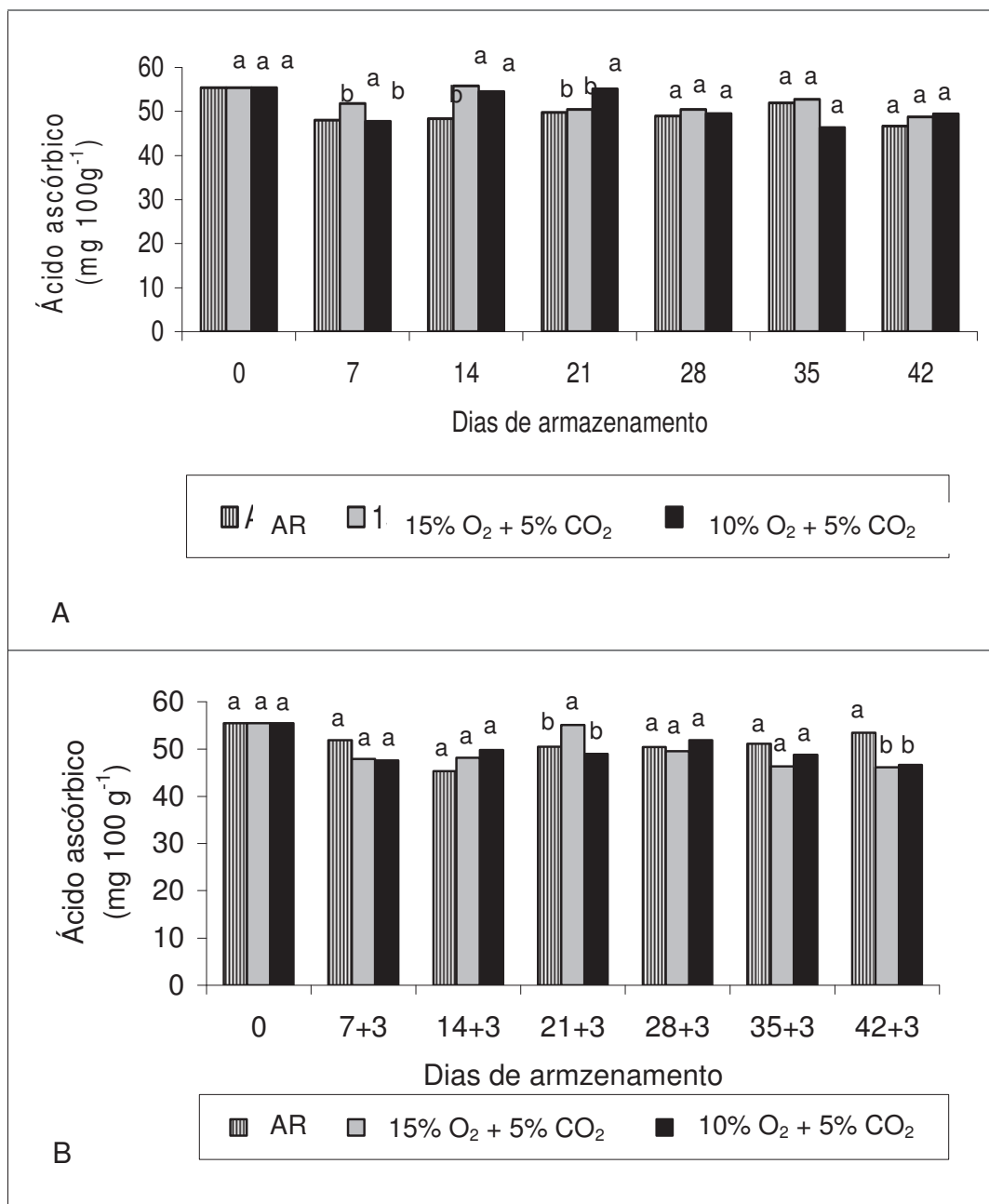


Figura 65. Ácido ascórbico do suco de tangerinas 'Ponkan' armazenadas a 3 °C (95% UR) sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (A) e depois de levadas para condição ambiente por mais 3 dias após cada período de armazenamento (B) (Jaboticabal, 2010).

Na Figura 65A tem-se também que a redução na concentração de O<sub>2</sub> associada a aumento na de CO<sub>2</sub> na atmosfera não protegeu o teor de ácido ascórbico de oxidação conforme o indicado por STADLER (2008).

No entanto, a conservação da atividade antioxidante total da polpa de tangerinas 'Ponkan', indicada na Tabela 18 mostrou-se pouco influenciada pelo tempo de armazenamento sob as duas condições de armazenamento (Figuras 66A e 66B), com teores que variaram de 10,67 para 10,85  $\mu\text{M}$  sulfato ferroso  $\text{g}^{-1}$  de polpa, no armazenamento a 3 °C (95% UR) evidenciando leve aumento, que depois de levadas a condição ambiente por três dias, reduziram-se de 10,84 para 9,29  $\mu\text{M}$  sulfato ferroso  $\text{g}^{-1}$  (Figura 66B).

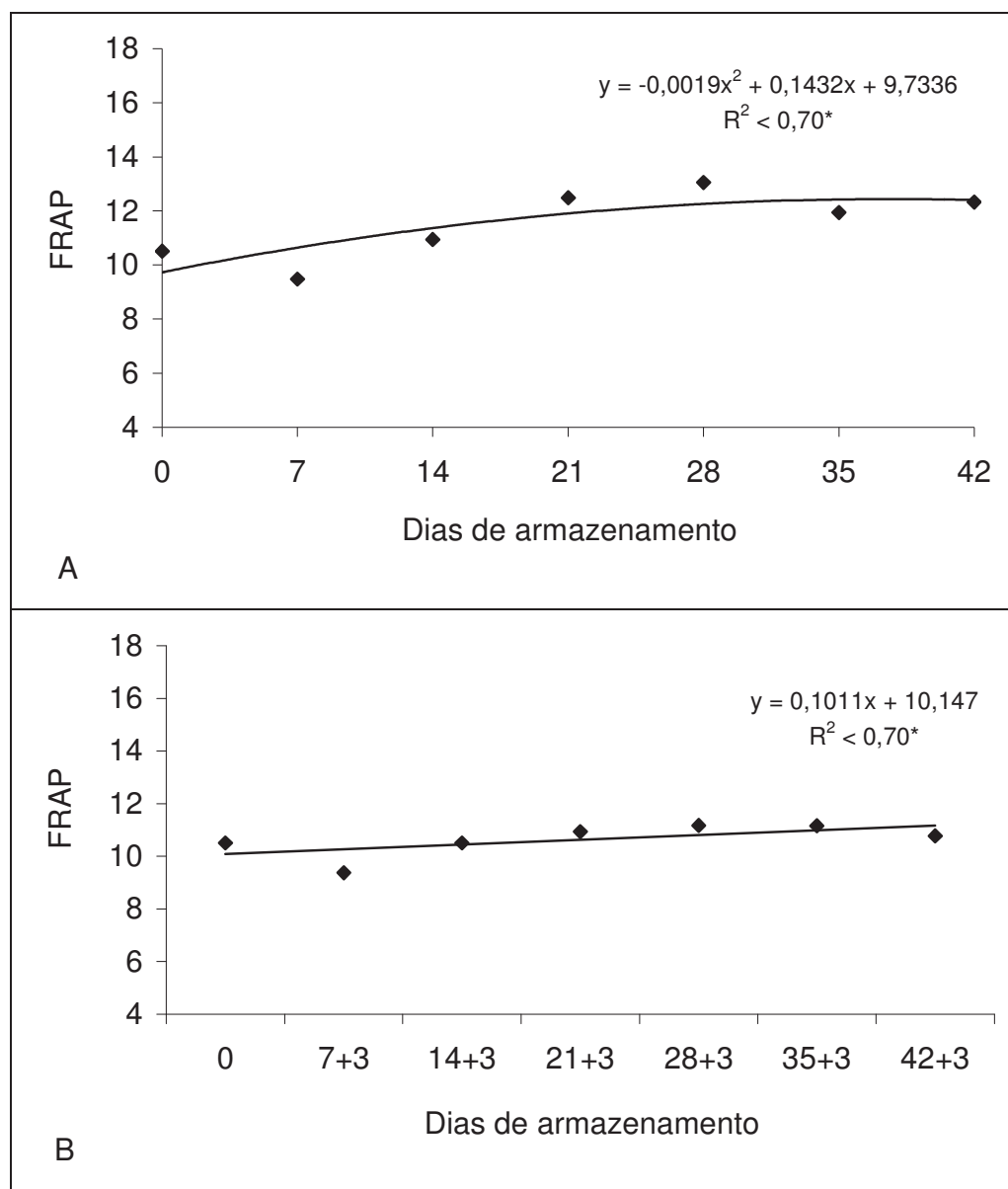


Figura 66. Atividade antioxidante determinada pelo método FRAP ( $\mu\text{M}$  sulfato ferroso  $\text{g}^{-1}$  de polpa) na polpa de tangerinas 'Ponkan' armazenadas a 3 °C (95% UR) sob diferentes concentrações de  $\text{O}_2$  e  $\text{CO}_2$  (A), e depois de levadas à condição de ambiente (22 °C, 65% UR) por mais três dias, após cada tempo de armazenamento (B) (Jaboticabal, 2010).

Os frutos armazenados sob atmosfera com 5% de  $\text{CO}_2$  enquanto sob refrigeração (3 °C) apresentaram maior conteúdo de compostos fenólicos totais (Tabela 18), o que também foi observado por SEVERO et al. (2009) em mirtilo. Depois de

levados a condição de ambiente, por 3 dias, os teores de polifenóis extraíveis dos frutos mantidos sob ar atmosférico aumentaram, o que não aconteceu com os que estiveram sob atmosfera controlada. Este efeito também foi relatado por SCHOTSMANS et al. (2007), ao armazenarem mirtilos 'Century' e 'Maru' sob atmosfera controlada, quando levados ao ambiente a 20 °C.

Estes teores de polifenóis reduziram-se durante o tempo de armazenamento sob refrigeração (Figura 67), em todos os tratamentos, com redução mais acentuada a partir do 7º dia. Os frutos armazenados em atmosfera com 5% de CO<sub>2</sub> apresentaram os maiores teores de polifenóis, reafirmando o observado por SINGH & PAL (2008) ao armazenarem goiabas sob atmosfera controlada por 30 dias a 8 °C.

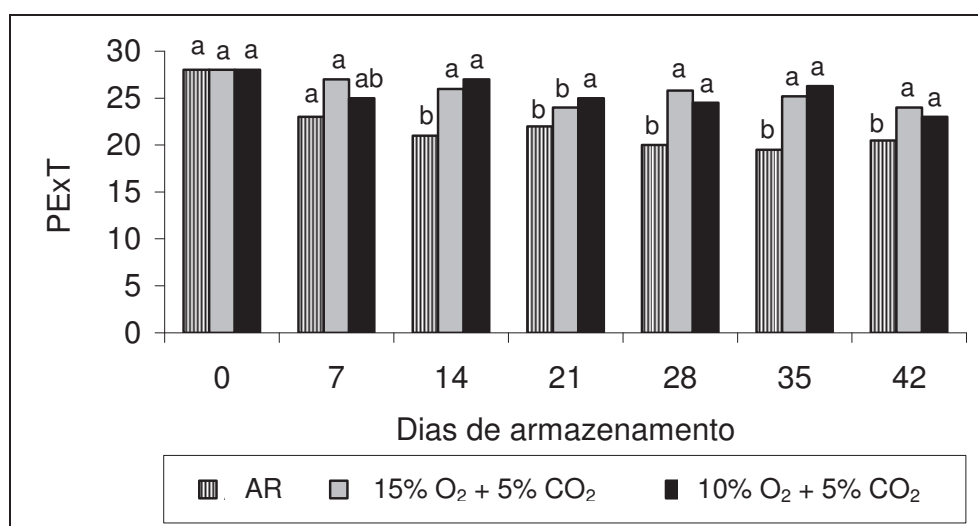


Figura 67. Polifenóis extraíveis totais (PEXT, mg ácido gálico 100g<sup>-1</sup> de polpa) na polpa de tangerinas 'Ponkan' armazenadas a 3 °C (95% UR) sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (Jaboticabal, 2010).

A concentração de 10% de O<sub>2</sub> + 5% de CO<sub>2</sub> foi mais eficaz na manutenção da qualidade de tangerinas 'Ponkan' pois, retardou a degradação da clorofila, apresentou menor perda de massa fresca, e proporcionou maiores teores de sólidos solúveis, acidez, pectina total e polifenóis extraíveis totais. Estas tangerinas apresentaram vida útil pós-colheita a 3 °C de 42 dias.

### 4.3 Parte III - Desverdecimento

#### 4.3.1 Tangerina ‘Satsuma Okitsu’

No dia da colheita foi realizada a análise de uma amostra dos frutos colhidos, visando à caracterização inicial dos mesmos (Tabela 19).

Tabela 19. Caracterização de tangerinas ‘Satsuma Okitsu’ recém-colhidas, em 02 de fevereiro de 2009.

Variáveis	Média	DP*
Sólidos solúveis (°Brix)	7,80	0,21
Acidez titulável (g ác. cítrico 100g <sup>-1</sup> )	1,06	0,45
“Ratio”	7,35	0,36
Ácido ascórbico (mg 100 mL <sup>-1</sup> )	56,60	5,03
Coloração da casca	C1 verde <sup>1</sup>	-
Luminosidade	62,3	2,20
Cromaticidade	34,3	3,01
Ângulo hue	116,2	2,89

\*DP = desvio-padrão; <sup>1</sup> BRASIL (2000)

A perda de massa fresca dos frutos aumentou em função do tempo de armazenamento, independentemente do tratamento a que foram submetidos (Figura 68). De acordo com CHITARRA & CHITARRA (2005), a perda de massa de matéria fresca pelos frutos é função de sua taxa de transpiração, que é influenciada pelo déficit de pressão de vapor (DPV), que consiste na diferença de potencial de vapor d’água entre os tecidos do fruto e o ar circundante.

Verifica-se também, na Figura 68, que a perda de massa fresca pelos frutos não foi proporcional ao aumento das dosagens de ethephon, mas as maiores foram observadas nos frutos tratados com este agente, o que pode ser atribuído a incremento em seu metabolismo. Os frutos que receberam as dosagens de 250 ppm, 500 ppm e 1000 ppm perderam, após 9 dias de armazenamento 5,12%, 4,72% e 5,31% da massa

fresca, enquanto os do Testemunha apresentaram a menor perda, ou 3,64%. Este efeito não reafirma o observado por MENDONÇA et al. (2003) e COSTA (2009), que não constataram efeito de etileno sobre a perda de massa fresca.

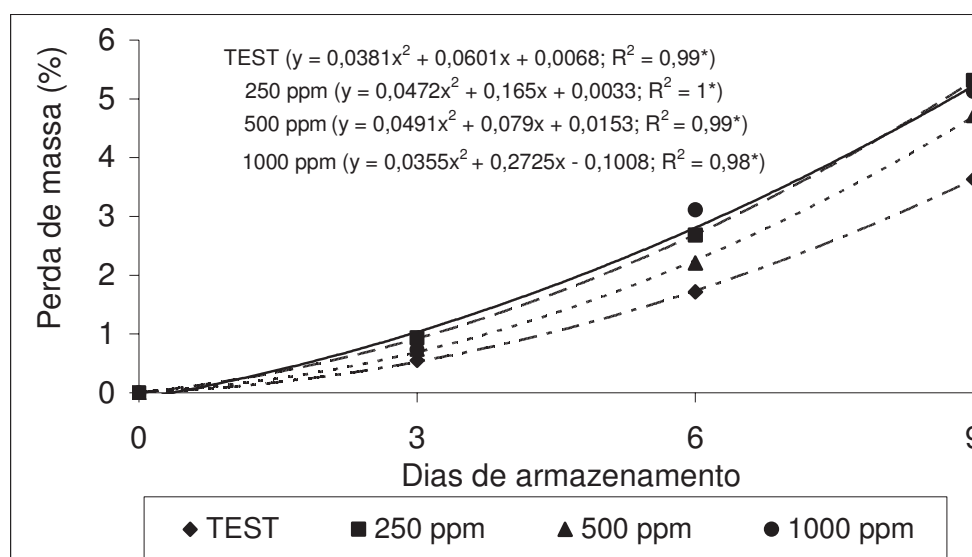


Figura 68. Perda de massa por tangerinas 'Satsuma Okitsu' tratadas com diferentes doses de ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico) e armazenadas a 18 °C, 85% UR (Jaboticabal, 2009).

A aplicação de ethephon incrementou o índice de cor das tangerinas 'Satsuma Okitsu' (Tabela 20). Os frutos submetidos à aplicação deste agente tornaram-se significativamente mais amarelos que os não expostos a este produto, independentemente de sua concentração, 250, 500, ou 1000 ppm. Isso pode ser explicado pela ação precursora do ethephon na produção de etileno, que é capaz de estimular a degradação de clorofila através do aumento na atividade da clorofilase (KORBAN, 1998). Efeito semelhante também observado por JOMORI (2011) em tangor 'Murcott' e laranja 'Valência'. A dose de 500 ppm levou aos maiores valores de luminosidade, cromaticidade e menor valor de ângulo hue, mostrando-se como a mais eficiente no desverdecimento desta cultivar.

Tabela 20. Luminosidade, cromaticidade e ângulo hue do flavedo ou casca de tangerinas 'Satsuma Okitsu' tratadas com diferentes doses de ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico) e armazenadas por 9 dias a 18 °C, 85% UR (Jaboticabal, 2009).

Tratamentos	Coloração da casca		
	Luminosidade	Cromaticidade	Ângulo hue
Testemunha	64,14 c	36,20 c	113,87 a
250 ppm	70,93 b	46,15 ab	105,99 b
500 ppm	72,63 a	48,46 a	104,41 c
1000 ppm	70,81 b	45,94 b	104,24 c
CV (%)	2,75	6,98	2,38

Nas colunas, médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A Figura 69 indica que a luminosidade da casca das tangerinas 'Satsuma Okitsu' aumentou de forma mais acentuada nos frutos tratados com ethephon durante o período de armazenamento, enquanto os frutos não tratados mostraram-se mais escurecidos.

Observou-se também aumento na cromaticidade (Figura 70) e redução no ângulo hue, com maior intensidade nos frutos tratados com ethephon (Figura 71), indicando que a coloração das tangerinas 'Satsuma Okitsu' passou de verde-amarelada para amarelo com traços esverdeados. Isto também foi observado por MENDONÇA et al. (2003) ao aplicarem diferentes concentrações de ethephon no desverdecimento de limão 'Siciliano'. Embora os frutos tenham apresentado variação na cor ao longo do armazenamento, tem-se que o desverdecimento poderia ser mais acentuado, e a coloração final mais homogênea, como resultado da síntese insuficiente de carotenoides, ou da degradação das clorofilas.



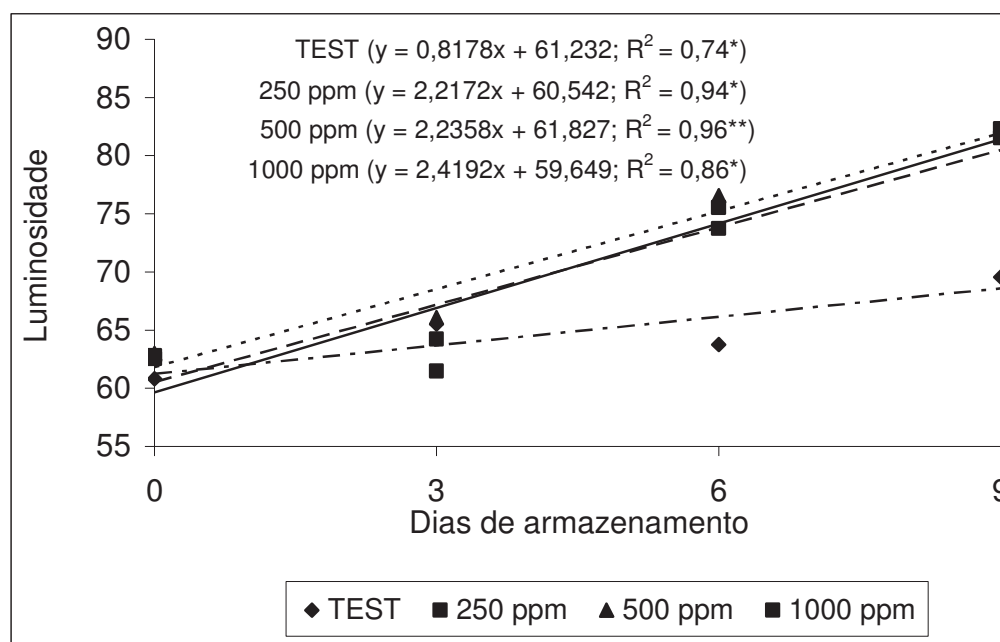


Figura 69. Luminosidade da casca de tangerinas 'Satsuma Okitsu' tratadas com diferentes doses de ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico) e armazenadas a 18 °C, 85% UR (Jaboticabal, 2009).

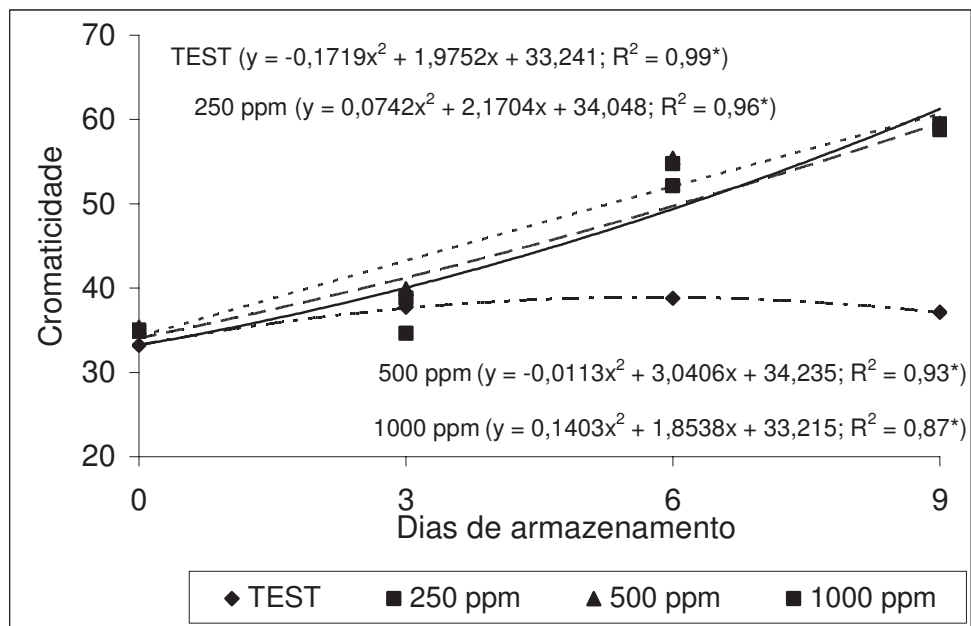


Figura 70. Cromaticidade da casca de tangerinas 'Satsuma Okitsu' tratadas com diferentes doses de ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico) e armazenadas a 18 °C, 85% UR (Jaboticabal, 2009).

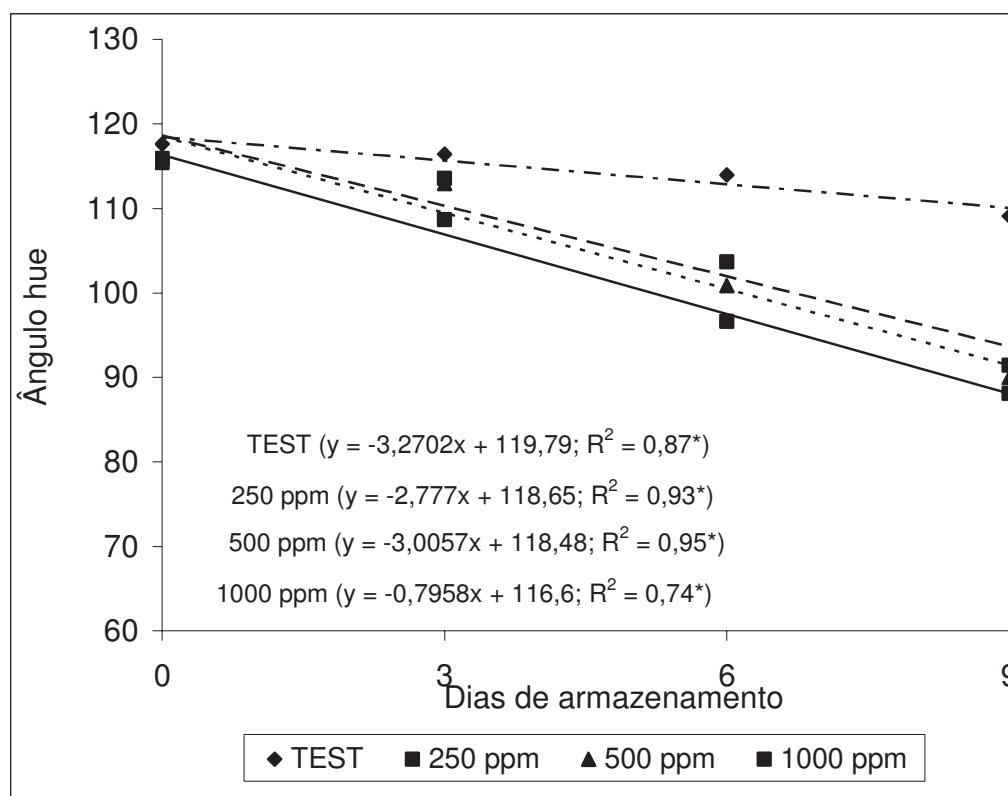


Figura 71. Ângulo hue da casca de tangerinas 'Satsuma Okitsu' tratadas com diferentes doses de ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico) e armazenadas a 18 °C, 85% UR (Jaboticabal, 2009).

Os tratamentos não interferiram nos teores de sólidos solúveis, acidez titulável, relação SS/AT e de ácido ascórbico das tangerinas 'Satsuma Okitsu' (Tabela 21), o que também foi relatado por DOMINGUES et al. (2001) para laranjas 'Hamlin' e 'Baianinha'. Resultado semelhante também foi observado por JOMORI (2011) em tangor 'Murcott' e laranja 'Valência'.

Tabela 21. Valores médios de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação ss/AT e de ácido ascórbico (AA) de tangerinas 'Satsuma Okitsu' tratadas com diferentes doses de ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico) e armazenadas a 18 °C, 85% UR, durante 9 dias (Jaboticabal, 2009).

Tratamentos	SS (°Brix)	AT (g ác. cítrico 100g <sup>-1</sup> )	SS/AT	AA (mg 100 g <sup>-1</sup> )
Testemunha	8,07	1,01	8,02	59,71
250 ppm	7,91	0,97	8,18	58,90
500 ppm	7,90	1,04	7,64	58,78
1000 ppm	7,95	0,99	8,06	58,69
CV (%)	11,94	4,22	10,65	2,55

Nas colunas, médias seguidas de letra diferente, diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).

Durante os seis primeiros dias de armazenamento, os teores de ácido ascórbico reduziram-se com maior intensidade, o que foi atribuído ao aumento no metabolismo dos frutos e consequente avanço na senescência dos mesmos (Figura 72).

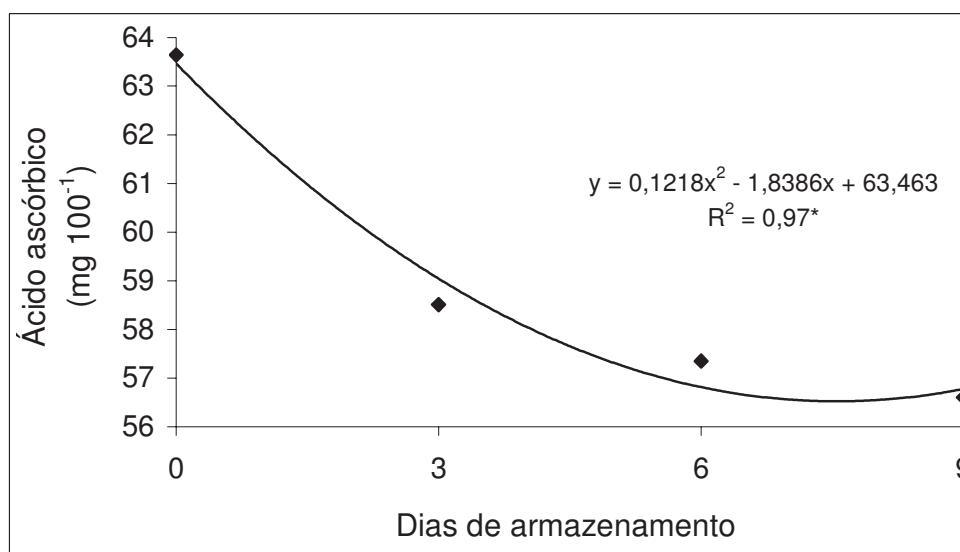


Figura 72. Teores de ácido ascórbico no suco de tangerinas 'Satsuma Okitsu' tratadas com diferentes doses de ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico) e armazenadas a 18 °C, 85% UR (Jaboticabal, 2009).

O tratamento dos frutos com ethephon nas concentrações de 250 – 500 ppm acelerou o desverdecimento da tangerina 'Satsuma Okitsu', com bons resultados, sem

prejudicar a aparência ou a composição das frutas, durante o armazenamento a 18 °C por 9 dias. O tratamento com 1000 ppm levou à maior perda de massa fresca, prejudicando a aparência dos frutos, cuja vida útil, a 18 °C, foi de 6 dias, limitada pela perda de massa fresca.

#### 4.3.2 Tangerina ‘Ponkan’

A caracterização inicial dos frutos foi realizada em uma amostra no dia da colheita, cujos resultados são apresentados na Tabela 22.

Tabela 22. Caracterização de tangerinas ‘Ponkan’ recém-colhidas, em 03 de abril de 2010.

<b>Variáveis</b>	<b>Média</b>	<b>DP*</b>
Sólidos solúveis (°Brix)	8,10	0,32
Acidez titulável (g ác. cítrico 100g <sup>-1</sup> )	0,67	0,40
“Ratio”	12,09	0,38
Ácido ascórbico (mg 100 mL <sup>-1</sup> )	53,76	4,23
Coloração da casca	C1 verde <sup>1</sup>	-
Luminosidade	63,78	3,02
Cromaticidade	40,18	2,96
Ângulo hue	112,96	2,63

\*DP = desvio-padrão; <sup>1</sup> BRASIL (2000)

Observou-se perda constante de massa fresca pelas tangerinas ‘Ponkan’ submetidas a todos os tratamentos, durante o período de armazenamento (Figura 73). Esta perda pode ser atribuída à transpiração, que reduz a quantidade de água presente no tecido vegetal (CARVALHO, 2000). MENDONÇA et al. (2003) ao trabalharem com desverdecimento de limões ‘Siciliano’, observaram que a perda de massa dos frutos aumentou apenas em função do tempo, sem interferência das concentrações de ethephon, o que é diferente do observado neste trabalho.

Os resultados de perda de massa fresca indicam que ao longo do período de armazenamento, esta perda foi tanto maior quanto maior a concentração de ethephon, reafirmando o comportamento observado em tangerinas ‘Satsuma Okitsu’ (Figura 68).

A perda de massa fresca pelos frutos, ao final do período de armazenamento foi 2,59%, 2,87%, 3,33% e 4,84% para os submetidos aos tratamentos testemunha, 250 ppm, 500 ppm e 1000 ppm, respectivamente. Estas perdas são maiores que as observadas em tangerinas ‘Satsuma Okitsu’ e em tangerinas ‘Ponkan’ por COSTA (2009) que relatou valores de perda de massa fresca de 2,1%, em oito dias de armazenamento.

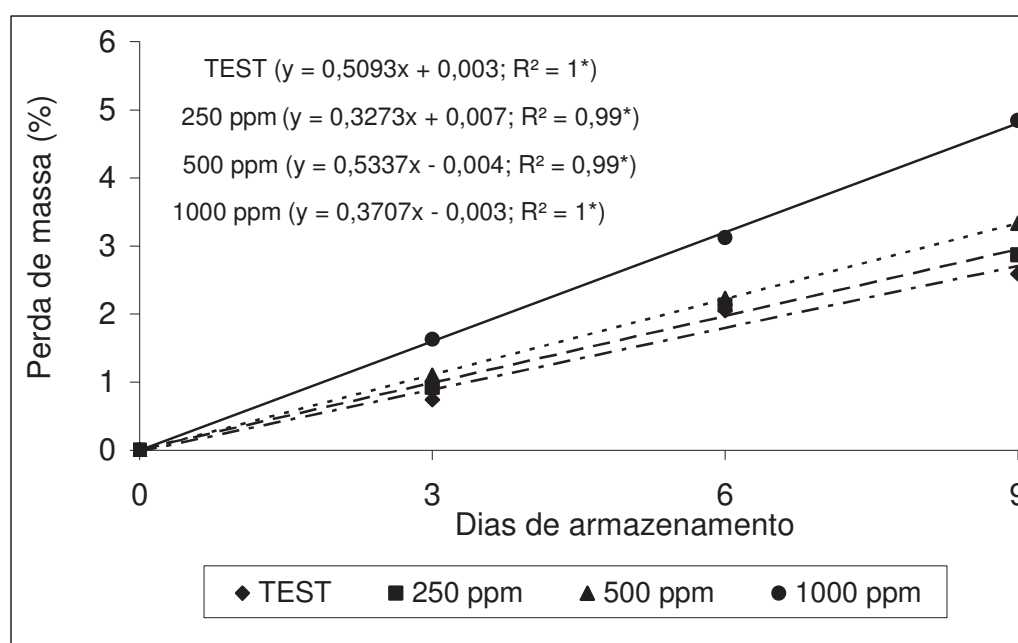


Figura 73. Perda de massa por tangerinas ‘Ponkan’ tratadas com diferentes doses de ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico) e armazenadas a 18 °C, 85% UR (Jaboticabal, 2010).

Os tratamentos com ethephon aceleraram as mudanças na coloração das tangerinas ‘Ponkan’, proporcionando-lhes coloração mais amarelada (Tabela 23), pois foram capazes de estimular a degradação de clorofila, devido ao aumento na atividade da clorofilase (KORBAN, 1998). Observa-se que esta mudança foi tanto mais intensa quanto maiores as concentrações utilizadas, com maior efeito da dosagem de 1000

ppm, reafirmando o observado por JAHN (1973). A cromaticidade da cor amarela foi significativamente afetada pelo aumento na concentração de ethephon aplicado.

Tabela 23. Luminosidade, cromaticidade e ângulo hue do flavedo ou casca de tangerinas 'Ponkan' tratadas com diferentes doses de ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico) e armazenadas por 9 dias a 18 °C, 85% UR (Jaboticabal, 2010).

Tratamentos	Coloração da casca		
	Luminosidade	Cromaticidade	Ângulo hue
Testemunha	65,73 c	41,36 c	111,11 a
250 ppm	69,67 b	42,44 b	109,86 b
500 ppm	69,89 b	45,40 a	108,15 c
1000 ppm	71,92 a	44,81 a	105,94 d
CV (%)	1,68	2,97	1,02

Nas colunas, médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

O aumento luminosidade das tangerinas 'Ponkan' foi contínuo ao longo do período de armazenamento e mais evidente nas tratadas com diferentes concentrações de ethephon, e se tornaram mais claras (Figura 74), o que também foi observado por PINTO et al. (2007) em tangerinas 'Ponkan' armazenadas sob refrigeração.

O valor da cromaticidade aumentou de 40,16 para 72,01 e de 41,12 para 79,30, nos frutos dos tratamentos Testemunha e 1000 ppm, respectivamente. Após 6 dias de armazenamento, os frutos tratados com 1000 ppm de ethephon apresentavam coloração mais vívida (Figura 75).

Os valores do ângulo hue apresentaram redução contínua e linear durante o armazenamento (Figura 76) e com maior redução nas tratadas com ethephon, após o terceiro dia de armazenamento, indicando a modificação na cor de verde com traços amarelos para amarelo intenso, como resultado de degradação das clorofilas e síntese de carotenoides (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Após o sexto dia de armazenamento, os frutos tratados com ethephon mostraram-se significativamente mais amarelados que os do tratamento testemunha, o que também foi observado por MENDONÇA et al. (2003) em limão 'Siciliano' e por DOMINGUES et al. (2001) em laranjas 'Hamlin' e 'Baianinha'.

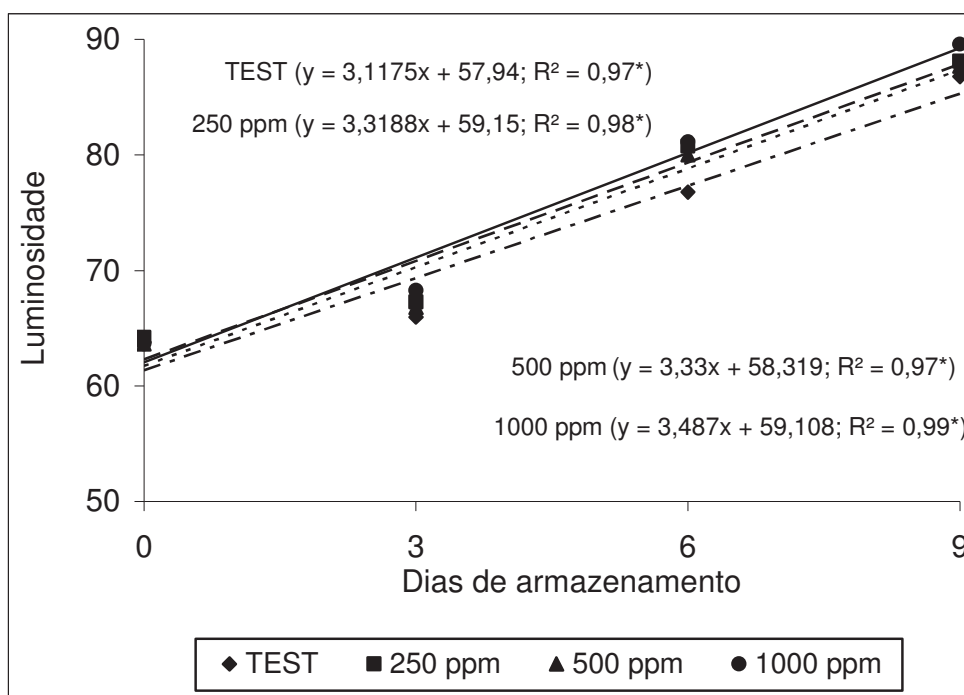


Figura 74. Luminosidade da casca de tangerinas 'Ponkan' tratadas com diferentes doses de ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico) e armazenadas a 18 °C, 85% UR (Jaboticabal, 2010).

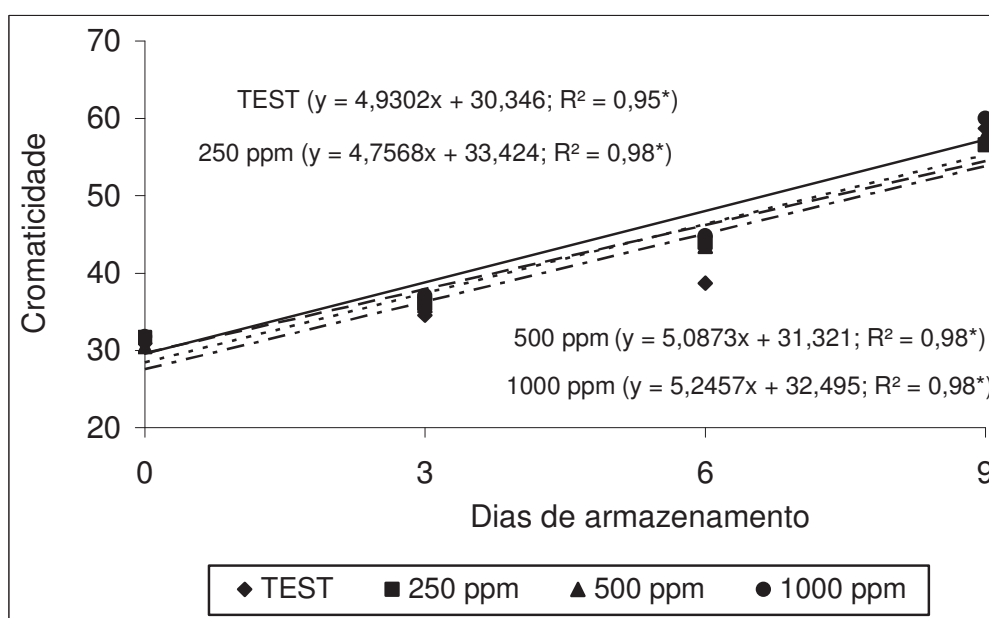


Figura 75. Cromaticidade da casca de tangerinas 'Ponkan' tratadas com diferentes doses de ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico) e armazenadas a 18 °C, 85% UR (Jaboticabal, 2010).

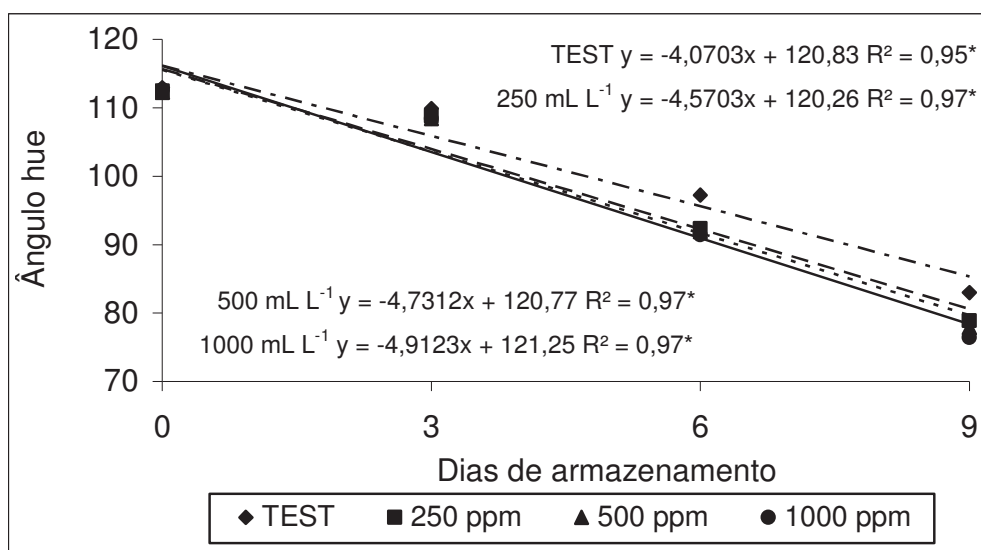


Figura 76. Ângulo hue da casca de tangerinas 'Ponkan' tratadas com diferentes doses de ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico) e armazenadas a 18 °C, 85% UR (Jaboticabal, 2010).

Os teores de sólidos solúveis, acidez titulável, e ácido ascórbico, assim como da relação SS/AT do suco de tangerinas 'Ponkan' não foram afetados pelos tratamentos (Tabela 24), o que também foi observado nas tangerinas 'Satsuma Okitsu' (Tabela 21) e mostrou-se semelhante ao relatado por JOMORI (2011), em tangor 'Murcott' e laranja 'Valência' e por DOMINGUES et al. (2001), em laranjas 'Hamlin' e 'Baianinha'. ARTÉZ et al. (1999), ao desverdecerem limões, pomelos e laranjas atribuíram este afeito em citros, por não serem frutos climatéricos.



Tabela 24. Valores médios de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e de ácido ascórbico (AA) de tangerinas 'Ponkan' tratadas com diferentes doses de ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico) e armazenadas a 18 °C, 85% UR, durante 9 dias (Jaboticabal, 2010).

Tratamentos	SS (°Brix)	AT (g ác. cítrico 100g <sup>-1</sup> )	SS/AT	AA (mg 100 g <sup>-1</sup> )
Testemunha	8,19 a	0,60	13,85	53,11
250 ppm	8,09	0,60	13,67	52,35
500 ppm	8,18	0,64	13,16	52,05
1000 ppm	7,99	0,63	12,72	51,84
CV (%)	3,15	12,91	13,04	6,95

Nas colunas, médias seguidas de letra diferente, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Os teores de sólidos solúveis não foram influenciados pelos tratamentos e variaram de 7,40 °Brix a 8,80 °Brix durante o período do de armazenamento. O que também foi observado para as tangerinas 'Satsuma Okitsu' (Tabela 21).

Os teores de acidez titulável reduziram-se durante o período de armazenamento (Figura 77), o que vem ao encontro do relatado por BRACKMAN & SAQUET (1995) que indicaram que, os ácidos são as substâncias mais prontamente disponíveis para a obtenção de energia pela célula.

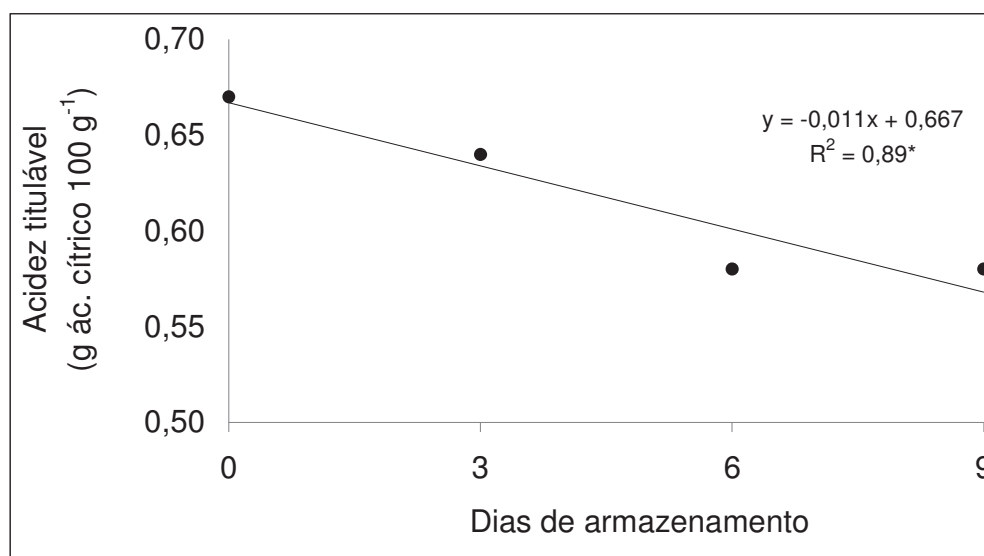


Figura 77. Teores de acidez titulável no suco de tangerinas 'Ponkan' tratadas com diferentes doses de ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico) e armazenadas a 18 °C, 85% UR (Jaboticabal, 2010).

Esta redução refletiu-se na relação sólidos solúveis/acidez titulável durante o período de armazenamento, indicando que o suco destes frutos se tornou mais doce (Figura 78).

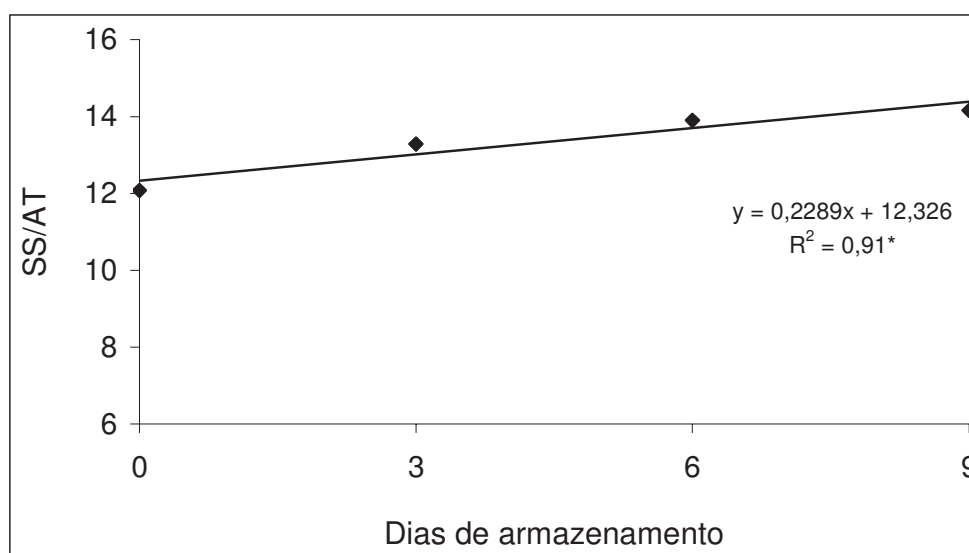


Figura 78. Relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) no suco de tangerinas 'Ponkan' tratadas com diferentes doses de ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico) e armazenadas a 18 °C, 85% UR (85% UR) (Jaboticabal, 2009).

Os teores de ácido ascórbico mantiveram-se nos três dias iniciais para então reduzirem-se significativamente, indicando sua oxidação (VILAS BOAS, 1999) (Figura 79).

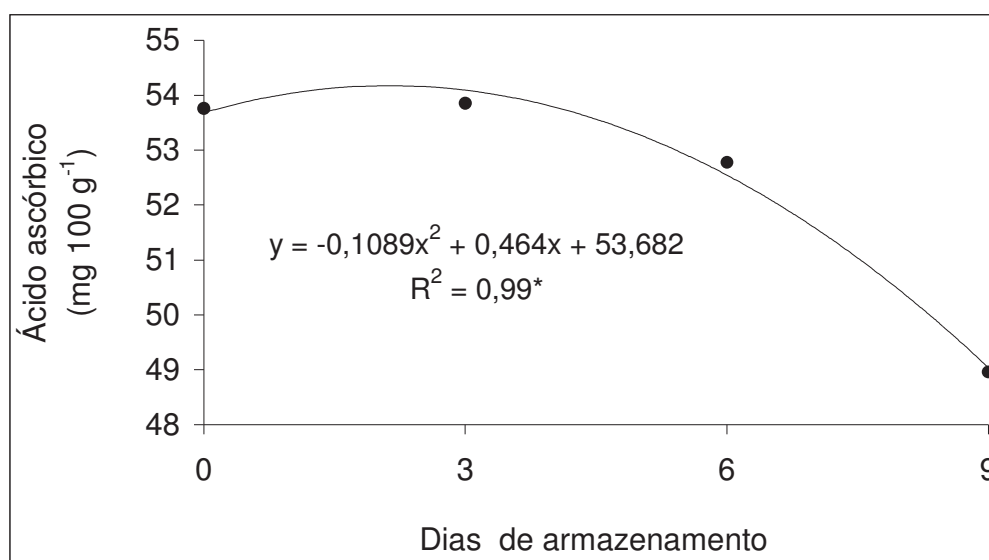


Figura 79. Teores de ácido ascórbico no suco de tangerinas 'Ponkan' tratadas com diferentes doses de ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico) e armazenadas a 18 °C, 85% UR (Jaboticabal, 2010).

As concentrações de 250 e 500 ppm de ethephon proporcionaram o melhor desverdecimento às tangerinas 'Ponkan', que apresentaram vida útil de 9 dias a 18 °C, sem que os teores de sólidos solúveis, acidez titulável e ácido ascórbico, além da relação SS/AT fossem afetados. A concentração de 1000 ppm de ethephon proporcionou o melhor desverdecimento casca, porém, com maior perda de massa fresca, levando esta tangerina a uma vida útil de 6 dias.

## **5 CONCLUSÕES**

### **5.1 Parte I - Armazenamento de tangerinas 'Fremont', 'Satsuma Okitsu' e 'Ponkan' utilizando-se diferentes temperaturas**

O armazenamento das tangerinas 'Fremont' foi eficaz, tanto a 3 °C como a 7 °C, pois a boa aparência e qualidade da polpa e do suco foi mantida por até 42 dias. No entanto, 7 °C foi o mais indicado para as tangerinas 'Satsuma Okitsu', enquanto 3 °C foi para as 'Ponkan', para manter a boa aparência e a qualidade dos frutos por até 35 dias.

### **5.2 Parte II - Armazenamento de tangerinas 'Fremont', 'Satsuma Okitsu' e 'Ponkan' sob atmosfera controlada**

As tangerinas 'Fremont' apresentaram boa qualidade por até 42 dias, quando armazenadas a 3 °C, sob atmosfera controlada (AR + 5% CO<sub>2</sub> e 10% O<sub>2</sub> + 5% CO<sub>2</sub>).

O uso de atmosfera controlada contendo 10%O<sub>2</sub> + 5% CO<sub>2</sub> conservaram tangerinas 'Satsuma Okitsu', a 7 °C, e 'Ponkan', a 3 °C, por até 42 dias.

### **5.3 Parte III - Desverdecimento de tangerinas 'Fremont', 'Satsuma Okitsu' e 'Ponkan' com a utilização do ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico)**

O desverdecimento de tangerinas 'Satsuma Okitsu' e 'Ponkan' com ethephon nas concentrações de 250 – 500 ppm mostrou-se mais recomendável, pois proporcionou melhor desverdecimento e maior manutenção da qualidade da polpa por até 6 dias, a 18 °C.

## 6 REFERÊNCIAS

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

AGIUS F.; GONZÁLEZ-LAMONTHE, R.; CABALLERO J. L.; MUNÓZ-BLANCO, J.; BOTELLA, M. A.; VALPUESTA, V. Engineering increased vitamin C levels in plants by overexpression of a D-galacturonic acid reductase. **Nature Biotechnology**, New York, v. 21, n. 2, p. 177-181, 2003.

AGUSTÍ, M. **Citricultura**. Madrid: Mundi-Prensa, 2000. 416p.

AMARO, A. A; CASER, D. V. Diversidade do mercado de tangerina. In: **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 33, n. 12, 2003. 17 p.

AMAT, S. R. **Defectos y alteraciones de los frutos cítricos en su comercialización**. Almassora: Lit. Nicolau, Castellón, 1988. 153p.

A.O.A.C. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International**. 3. ed. Washington, 1997. v. 2, p. 37-45.

ARTÉS, F.; RODRIGUEZ, C.; MARTINEZ, J. A.; MARIN, J. G. Influence of fungicide treatment and storage conditions on mould and yeast activity on 'Satsuma' mandarin. **International Journal of Refrigeration**. v. 18 n. 1, p. 63-66, 1995.

BARBASSO, D. V.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; PIO, R. M. Caracterização fenológica de variedades do tipo Murcott em três porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 399-403, 2005.

BELOTTO, F.A.; KOLLER, O. C; LOCH, L. C.; SIELER, R. Influência de sistemas de embalagens e tratamentos com fungicidas sobre a frigoconservação de tangerinas 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 10., 1989, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Fruticultura, p.144-148, 1989.

BITTER, T.; MUIR, H. M. A. Modified uronic acid carba ole reaction. **Analytical Biochemistry**, v. 34, p. 330-334, 1962.

BLEINROTH, E. W.; SIGRIST, J. M. M.; ARDITO, E. F. G.; CASTRO, J. V.; SPAGNOL, W. A.; NEVES FILHO, L. C. **Tecnologia pós-colheita de frutas tropicais**. 2 ed. Campinas: ITAL, 1992. 203 p. (Manual Técnico, 9)

BOTEON, M.; NEVES, E. M. Citricultura brasileira: aspectos econômicos. In: MATTOS JÚNIOR, D.; DE NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JÚNIOR, J. (Org). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico / FUNGDAG, 2005, p. 19-36.

BOTREL, N. Sistema de armazenamento. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 180, p. 9-13, 1994.

BRACKMAN, A.; CHITARRA, A. B. Atmosfera controlada e atmosfera modificada. In: BORÉM, F. M. (Coord.). **Armazenamento e processamento de produtos agrícolas**. Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p. 133-169.

BRACKMANN, A.; PETERLE, M. E.; PINTO, J. A. V.; WEBER, A.; SAUTTER, C. K.; EISERMANN, A. C. Temperatura e umidade relativa na qualidade da tangerina 'Montenegrina' armazenada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2151-2156, 2008.

BRACKMANN, A.; FREITAS, S. T.; MELLO, A. M.; STEFFENS, C. A. Aplicação de 1-MCP em caqui 'Quioto' armazenado sob refrigeração e atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 42-44, 2003.

BRASIL. **Programa Brasileiro para a Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros – Normas de Classificação das tangerinas**. Centro de qualidade em Horticultura – CQH/CEAGESP. 2000. São Paulo. (CQH).

CALEGARO, J. M.; PEZZI, E.; BENDER, R. J. Utilização de atmosfera modificada na conservação de morangos em pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1049-1055, 2002.

CAMERON, J. W.; FROST, H. B. Genetics, breeding and nucellar embryony. In: REUTHER, W.; BATCHELOR, L. D.; WEBBER, H. J. (Ed.). **The citrus industry**. Berkeley: University of California Press, v. 2, p. 325-370, 1968.

CAMPO, A. J. de. **Radiação gama, ultravioleta (UV-C) e atmosfera controlada na conservação da qualidade de tomate 'Débora Plus' e 'Pitenza'**. 2008. 124f. Tese (Doutorado em Agronomia). Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônomicas – Universidade Estadual Paulista. 2008.

CANTILLANO, R. F. F. Armazenamento refrigerado de frutas e hortaliças: importância da transpiração. **Horti Sul**, Pelotas, v. 1, n. 4, p. 23-31, dez. 1991.

CANTILLANO, R. F. F. GALARÇA, S. P.; TREPTOW, R de O. **Efeito da atmosfera controlada na qualidade pós-colheita de mirtilo cv Bluegem**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 23p. (Documento 113).

CANTUARIAS-AVILÉS, T.; MOURÃO-FILHO, F. de A. A.; STUCHI, E. S.; SILVA, S. R. da; ESPINOZA-NÚÑEZ, E. Tree performance and fruit yield and quality of 'Okitsu' Satsuma mandarin grafted on 12 rootstocks. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 123, p. 318-322, 2010.

CANTWELL, M. Preparation and quality of fresh cut produce. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. **Palestras...** Viçosa: UFV, 2000. p. 156-182.

CASTRO, J. V.; FERREIRA, V. L. P.; YOTSUYANAGI, K. Aplicação pós-colheita de etileno e de ethrel no desverdecimento de tangor 'Murcott'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 13, n. 1, p. 237-242, 1991.

CERETTA, M.; ANTUNES, P. L.; BRACKMANN, A.; NAKASU, B. H. Conservação em atmosfera controlada de pêssego Eldorado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 73-79, 2000.

CHITARRA, M. I. F. **Características físicas, físico-químicas e químicas de alguns frutos cítricos cultivados em Minas Gerais. 11979. 185p. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos). São Paulo: Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, 1979.**

CHITARRA, M. I. F. Colheita e qualidade pós-colheita de frutos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.17, n.179, p. 8-18, 1994.

CHITARRA, M. I. F. Fisiologia e qualidade de produtos vegetais. In: BOREN, F.M. (Ed.). **Armazenamento e processamento de produtos agrícolas**. Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p. 1-57.



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

COSTA, L. Qualidade e pós-colheita de citros. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 180, p. 45-51, 1994.

COSTA, M. G. dos S. da. **Uso de etileno no desverdecimento da tangerina 'Ponkan' produzido nas regiões Norte e Zona da Mata de Minas Gerais**. 2009. 101f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 2009.

COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, supl. 1, p 15-19, 2010.

CQH – Centro de Qualidade em Horticultura – CEAGESP. **Variedades de citros comercializadas na CEAGESP**. São Paulo: CAGESP, 2011. Disponível em: <<http://www.ceagesp.gov.br/hortiescolha/variedades/tangerina>>. Acesso em 7 de novembro, 2011.

CUNHA JÚNIOR, L. C. **Atmosfera controlada na conservação de morango**. 2011. 121f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Piracicaba: Universidade de São Paulo. 2011.

DAVIS, P. L.; ROE, B.; BRUEMMER, J. H. Biochemical changes in citrus fruits during controlled-atmosphere storage. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 38, p. 225–229, 1973.

DAMIANI, C.; VILAS BOAS, E. V. B. de; PINTO, D. M. Processamento mínimo de tangerinas armazenadas sob duas temperaturas. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 308-313, 2008.

DOMINGUES, M. C. S.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Indução do amadurecimento de frutos cítricos em pós-colheita com a aplicação de ethephon. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 555-558, 2001.

DONADIO, L. C.; STUCHI, E. S.; LIMA CYRILLO, F. L. Tangerinas ou mandarinas. Jaboticabal: FUNEP, 1998. 40 p. (Boletim citrícola, 5).

DONADON, J. R.; DURIGAN, J. F.; SOUZA, B. S. de; TEIXEIRA, G. H. de A.; SANCHES, J. Efeito do tipo de descasque e da temperatura de armazenamento na qualidade de laranjas 'Pera' minimamente processadas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 419-423, 2004.

DUBOIS, M.; GILLEWS, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBER, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. **Analytical Chemistry**, Washington, v.8, n. 3, p. 350-6, 1956.

DUTRA, A. de S. **Efeitos da pasteurização nas características físico-químicas, nutricionais, microbiológicas e enzimáticas do suco da tangerina 'Murcott'**. 2010. 103f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2010.

ESPINOZA-NUÑEZ, E.; MOURÃO FILHO, F. de A. A.; STUCHI, E. S.; ORTEGA, E. M. M. Desenvolvimento e produtividade da tangerina 'Fairchild' sobre quatro porta-enxertos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, p.1553-1557, 2008.

FALEIROS, R. R. S. **Técnicas e experimentos de aulas práticas em bioquímica**. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 1978. p.1-6 (Apostila).

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Statistical Database**. Disponível em:

<<http://www.faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=339&lang=en>>. Acesso em 10 de novembro, 2011.

FELICIO, A. H. de; JOMORI, M. L. L.; LIMA, G. P. P.; BERNUSSI, A. A. V.; ALVES, R. M.; SASAKI, F. F.; KLUGE, R. A.; JACOMINO, A. P. Condicionamento térmico e fungicida na conservação refrigerada de tangor 'Murcott'. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 3, p. 333-339, 2006.

FIGUEIREDO, J. O. de. Variedades copa de valor comercial. In: RODRIGUEZ, O.; VIEGAS, F.; POMPEU JÚNIOR, J.; AMARO, A. A. (Coord.), **Citricultura brasileira**. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v. 1, p. 228-264.

FONSECA, S. C.; OLIVEIRA, F. A. R.; BRECHT, J. K. Modelling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages: a review. **Journal of Food Engineering**, Amsterdam, v. 52, p. 99-119, 2002.

GARDNER, P. T.; WHITE, T. A. C.; McPHAIL, D. B.; DUTHIE, G. G. The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruit juices. **Food Chemistry**, v. 68, n. 4, p. 471-474, 2000.

GOLDSCHMIDT, E. E. Ripening of Citrus and other non-climateric fruits: A role for ethylene. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 463, p. 335-340, 1997.

GRIERSON, W.; BEN-YEHOSHUA, S. Storage of citrus fruits. In: WARDOWSKI, W. F.; NAGY, S.; GRIERSON, W. **Fresh Citrus Fruits**. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1986. p. 479-507.

GUARDIOLLA, J. L. **Componentes nutritivos de la laranja**. In: Naranja y salud. Valencia: Fundacion Valenciana de Estudios Avanzados, 1999. p. 143-162.

HANDERBURG, R. E.; WATADA, A. E.; WANG, C. Y. **The commercial storage of fruits, vegetables, and florist, and nursery stocks**. Washington: USDA (Agriculture Handbook, 66), 1986. 130p.

HODGSON, R. W. Horticultural varieties of citrus. *In*: REUTHER, W; WEBBER, H. J.; BATCHELOR, L. D. **The citrus industry**. Berkeley: University of California, 1967. p. 431-591.

HONG, S. I.; LEE, H. H.; KIM, D. Effects of hot water treatment on the storage stability of satsuma mandarin as a postharvest decay control. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 43, p. 271-279, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção agrícola municipal, Culturas temporárias e permanentes 2009**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2009/PAM2009PublicacaoCompleta.pdf>>. Acesso em 10 de novembro, 2011.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Banco de dados de 2005**. IEA. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/ibcoiea.php>. Acesso em 5 de fevereiro, 2010.

JACOMINO, A. P.; MENDONÇA, K.; KLUGE, R. A. Armazenamento refrigerado de limões ‘Siciliano’ tratados com etileno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 45-48, 2003.

JAHN, O. L. Degreening citrus fruit with postharvest applications of (2-chloroethyl) phosphonic acid (ethephon). **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 98, n. 3, p. 230-233, 1973

JIMENEZ-CUESTA, M.; CUQUERELLA, J.; MARTINEZ-JAVEGA, J. M. Determination of color index for citrus fruit degreenin. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, v. 2, p. 750-753, 1981.

JIMENEZ-CUESTA, M.; CUQUERELLA, J.; MARTINEZ-JAVEGA, J. M. **Teoria y practica de la desverdizacion de los cítricos**. Madrid: INIA, 1983. 22p. (INIA. Hoja Técnica, 46).

JOMORI, M. L. L. **Métodos de desverdecimento pós-colheita de tangor ‘Murcott’ e laranja ‘Valência’**. 2011. 138f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 2011.

KADER, A. A. Modified atmosphere during transport and storage. *In*: KADER, A. A. **Postharvest technology of horticultural crops**. Oakland: University of California, 2002. p.135-144.

KADER, A. A.; ARPAIA, M. L. Postharvest handling system: subtropical fruits. *In*: KADER, A. A. (Ed.) **Postharvest technology of horticultural crops**. 2<sup>nd</sup> ed. Oakland: University of California, p. 233-240, 1992.

KADER, A. A.; ZAGORY, D.; KERBEL, E. L. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Chicago, v. 28, p. 1-30, 1989.

KE, D.; KADER, A. A. Tolerance of ‘Valencia’ oranges to controlled atmospheres as determined by physiological responses and quality attributes. **Journal of the American Society for Horticultural**, Alexandria, v. 115, p. 779-783, 1990.

KIM, Y.; BRECHT, J. K.; TALCOTE, S. T. Antioxidant phytochemical and fruit quality changes in mango (*Mangifera indica* L.) following hot water immersion and controlled atmosphere storage. **Food Chemistry**, v. 105, p. 1327-1334, 2007.

KLUGE, R. A. **Desverdecimento de citros**. Disponível em: <<http://www.ciagri.usp.br/rakluge/desverdecimento.html>>. Acesso em 15 de junho, 2002.

KLUGE, R. A.; AZEVEDO, R. A. de; JOMORI, M. L. L.; EDAGI, F. K.; JACOMINO, A. P.; GAZIOLA, S. A.; AGUILA, J. S. del. Efeitos de tratamentos térmicos aplicados sobre frutas cítricas armazenadas sob refrigeração. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 5, p.1388-1396, 2006.

KLUGE, R. A.; SCARPARE FILHO, J. A.; JACOMINO, A. P.; PEIXOTO, C. P. **Distúrbios fisiológicos em frutos**. Piracicaba : FEALQ, 2001. 58p.

KNEE, M.; TSANTILI, E.; HATFIELD, G. S. Promotion and inhibition by ethylene of chlorophyll degradation in orange fruits. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v. 113, n. 1, p. 129-135, 1988.

KORBAN, S. S. Influence of growth regulators on fruit plant growth and development. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 15, 1998. Poços de Caldas. **Conferências...** Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1998. p. 56-81.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 45, p. 1390-1393, 1997.

LUENGWILAI, K.; SUKJAMSAI, K.; KADER, A. A. Responses of 'Clemenules Clementine' and 'W. Murcott' mandarins to low oxygen atmospheres. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 44, p. 48-54, 2007.

LUNARDI, R. et al. Suculência e solubilização de pectinas em maçãs "Gala" armazenadas em atmosfera controlada, em dois níveis de umidade relativa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 3, p. 743-747, 2004.

MARTINS, D. N. **Desverdecimento da tangerina 'Ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco) sob diferentes concentrações de etileno e temperaturas**. 2003 57f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 2003.

MASAYA, K.; YOSHINORI, I.; HIKARU, M.; MINORU, S.; HIROSHI, H.; MASAMICHI, Y. Accumulation of carotenoids and expression of carotenoid biosynthetic genes during maturation in citrus fruit. **Plant Physiology**, Stanford, v. 134, p. 824-837, 2004.

MATSUMOTO, H.; IKOMA, Y.; KATO, M.; NAKAJIMA, N.; HASEGAWA, Y. Effect of postharvest temperature and ethylene on carotenoid accumulation in the flavedo and juice sacs of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) fruit. **Journal Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v. 57, n. 11, p. 4724-4732, 2009.

MAZZUZ, C. F. **Calidad de frutos cítricos**: manual para su gestion desde la recoleccion hasta la expedicion. Barcelona: Ediciones de Horticultura, 1996. 317p.

McCREADY, R. M.; McCOMB, E. A. Extraction and determination of total pectic materials in fruit. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 24, n. 12, p. 1586-1588, 1952.

MEDINA, C. L. RENA, A. B.; SIQUEIRA, D. L.; MACHADO, E. C. Fisiologia dos citros. In: MATTOS JÚNIOR, D. de.; DE NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JÚNIOR, J. **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, p. 148-183, 2005.

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

MENDONÇA, K.; JACOMINO, A. P.; MELHEM, T. X.; KLUGE, R. A. Concentração de etileno e tempo de exposição para desverdecimento de limão 'Siciliano'. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 179-183, 2003.

MINOLTA CORP. **Precise color communication**: color control from feeling to instrumentation, Ramsey: Minolta Corporation Instrument Systems Division, 1994, 49p.

MOREIRA, C. S.; PIO, R. M. Melhoramento de citros. In: RODRIGUEZ, O.; VIEGAS, F.; POMPEU JÚNIOR, J.; AMARO, A. S. **Citricultura brasileira**. 2. ed. Campinas: **Fundação Cargill**, p. 116-152, 1991.

MORETTI, C. L.; SARGENT, S. A.; HUBER, D. J.; PUSCHMANN, R. Armazenamento sob atmosfera controlada de tomates com injúria interna de impacto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 465-469, 2002.

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

MOTA, R. V. da; BASSINELLO, P. Z.; MELOTTO, E; CASTRO, P. R. C. Desverdecimento e conservação em pós-colheita de frutos de kumquat (*Fortunella Margarita* Swingle) em resposta a tratamentos com ethephon e cera. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 54, n. 3, p. 241-246, 1997.



MOURA, S. C. S. R.; HUBINGER, M. D.; VITALI, A. de A. Predição da atividade de água e relação entre a atividade de água e a depressão do ponto de congelamento de sucos de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 4, p. 456-461, 1998.

MOURA, S. M. **Estabilidade de acerola em pó oriunda de cultivo orgânico**. 2010. 113f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Fortaleza: Universidade Federal do Ceará. 2010.

NAVA, G. A. **Efeito da atmosfera controlada, eliminação do etileno da câmara e do pré-resfriamento sobre a qualidade de pêssegos, cv. Chiripá**. 2001. 73f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

NEVES, M. F.; JANK, M. S. **Perspectivas da cadeia produtiva da laranja no Brasil: a agenda 2015**. São Paulo: Fundação Instituto de Administração, 2006.

NOGUEIRA, D. J. P. O clima na citricultura. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 5, n. 52, p. 3-13, 1979.

NÚÑEZ, E. E. **Desenvolvimento e produtividade de oito cultivares e híbridos de tangerines sobre quarto porta-enxertos**. 2006. 75f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Piracicaba: Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 2006.

NÚÑEZ, E. E.; MOURÃO FILHO, F. de A.; STUCHI, E. S. Desenvolvimento vegetativo, produção e qualidade de frutos da tangerina 'Fremont' sobre quatro porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 308-312, 2007.

NUNES, M. C. N.; BRECHT, J. K.; MORAIS, A. M. M. B.; SARGENT, S. A. Controlling temperature and water loss to maintain ascorbic acid levels in strawberries during postharvest handling. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 63, n. 6, p. 1033-1036, 1998.

OBENLAND, D.; COLLIN, S.; MACKEEY, B.; SIEVERT, J.; ARPAIA, M. L. Storage temperature and time influences sensory quality of mandarins by altering soluble solids, acidity and aroma volatile composition. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 59, p. 187-193, 2011.

OH, S. F.; KIM, Y. Y.; HONG, S. B.; CHUNG, S. K. Effect of postharvest application of ethephon, ethylene and methionine on colour and quality of Satsuma. **Journal of the Korean Society for Horticultural Science**, Suwon, v. 20, n. 2, p. 142-147, 1979.

OLIVEIRA, R. P. D.; CANTILLANO, R. F. F.; MALGARIM, M. B.; TREPTOW, R. D. O.; GONÇALVES, A. S. **Características dos citros apirênicos produzidos no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. 41 p. Documentos, 141.

ORTOLANI, A. A.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; ALFONSI, R. R. Agroclimatologia e o cultivo dos citros. In: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.; POMPÉU JÚNIOR, J.; AMARO, A. A. (Eds.). **Citricultura brasileira**. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1991, v. 1, p. 152-195.

PANTASTICO, E. B. **Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables**. Westport: AVI, 1975. 559p.

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

PEREIRA, M. E. C.; FLORES-CANTILLANO, F.; GUTIEREZ, A. S. D.; ALMEIDA, G. V. B. **Procedimentos pós-colheita na Produção Integrada de Citros**. Cruz das Almas, Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 40p. (Documentos, 156). 2006.

PIO, R. M.; MINAMI, K.; FIGUEIREDO, J. O. Características do fruto da variedade Span Americana (*Citrus reticulata* Blanco): uma tangerina do tipo 'Ponkan' de maturação precoce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 325-329, 2001.

PIO, R. M.; AZEVEDO, F. A. de.; DE NEGRI, J. D.; FIGUEIREDO, J. O. de.; CASTRO, J. L. de. Características da variedade 'Fremont' quando comparadas com as das tangerinas 'Ponkan' e 'Clementina Nules'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 222-226, 2006.

PINTO, D. M.; VILAS BOAS, E. V. B. de; DAMIANI, C. Qualidade de tangerina 'Ponkan' minimamente processada, armazenada a 5 °C. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1131-1135, 2007.

POMPEU JÚNIOR, J. Rootstocks and scions in the citriculture of the São Paulo State. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF CITRUS NURSERYMEN, 6, 2001, Ribeirão Preto. **Proceedings...** Ribeirão Preto: EECB/Fundecitrus, p. 75-82, 2001.

PORAT, R. Degreening of citrus fruit. **Tree Forest, Science and Biotechnology**. v. 2, p. 71-76, 2008.

PORAT, R.; WEISS, B.; COHEN, L.; DAUS, A.; AHARONI, N. Reduction of postharvest rind disorders in citrus fruit by modified atmosphere packaging. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 33, p. 35-43, 2004.

PORAT, R.; WEISS, B.; COHEN, L.; DAUS, A.; GOREN, R.; DROBY, S. Effects of ethylene and 1-methylcyclopropene on the postharvest qualities of 'Shamouti' oranges. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 15, p. 155-163, 1999.

PURVIS, A. C.; BARMORE, C. R. Involvement of ethylene in chlorophyll degradation in peel of citrus fruits. **Plant Physiology**, Waterbury, v. 68, p. 854-856, 1981.

RANGANNA, S. **Manual of analysis of fruit and vegetable products**. New Delhi: McGraw-Hill, 1977. 634p.

REIS, R. F. **Fatores relacionados à esporulação e período de suscetibilidade de folhas e frutos de tangerinas e híbridos a *Alternaria alternata*, agente causal da mancha marron de alternaria**. 2006 Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

REIS, J. M. R.; LIMA, L. C.; BOAS, E. V. B. V.; CHITARRA, A. B. Relação entre o grau de coloração da casca e algumas características de qualidade de tangerina 'Ponkan'. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, p. 182-186, 2000.

REUTHER, N. Citrus. In: ALVIM, P. T.; KOZLOWSKI, T. T. **Ecophysiology of tropical crops**. New York: Academic Press, 1977. p. 409-439.

RODRIGO, M. J.; ZACARIAS, L. Effect of postharvest ethylene treatment on carotenoid accumulation and the expression of carotenoid biosynthetic genes in the flavedo of orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, V. 43, p. 14-22, 2007.

ROMERO, I.; SANCHEZ-BALLESTA, M. T.; ESCRIBANO, M. I.; MERODIO, C. Individual anthocyanins and their contribution to total antioxidant capacity in response to

low temperature and high CO<sub>2</sub> in stored Cardinal table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 49, n. 1, p. 1-9, 2008.

RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; MORAIS, S.M.; SAMPAIO, C.G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.D. **Determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo método de redução do ferro (FRAP)**. Fortaleza, Embrapa Agroindústria Tropical, 4p., Fortaleza, 2006. (Comunicado Técnico 125).

SALVADOR, A.; MONTEVERDE, A.; VÁZQUEZ, D.; CUQUERELLA, J.; NAVARRO, P. Desverdozación de frutos cítricos con destino a países de ultramar. **Levante Agrícola**, Valência, n. 361, p. 238-244, 2002.

SÁNCHEZ-MATA, M. C.; CÁMARA, M.; DÍEZMARQUÉS, C. Extending shelf-life and nutritive value of green beans (*Phaseolus vulgaris* L.), by controlled atmosphere storage: macronutrients. *Food Chemistry*, Barking, v. 80, n. 3, p. 309-15, 2003.

SANTOS, C. M. S.; VILAS BOAS, E. V. de B.; BOTREL, N.; PINHEIRO, A. C. M. Influência da atmosfera controlada sobre a vida pós-colheita e qualidade de banana 'Prata Ana'. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 30, n. 2, p. 317-322, 2006.

SANTOS, D. dos; MATARAZZO, P. H. M.; SILVA, D. F. P. da; SIQUEIRA, D. L. de; SANTOS, D. C. M. dos; LUCENA, C. C. Caracterização físico-química de frutos apirênicos produzidos em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 3, p. 393-4000, 2010.

SAQUET, A. A.; BRACKMANN, A.; STORCK, L. Armazenamento de maçã 'Gala' sob diferentes temperaturas e concentrações de oxigênio e gás carbônico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 3, p. 399-405, 1997.

SAUNT, J. **Citrus varieties of the world**. Norwich, England: Sinclair International, Limited, p. 60-62, 1990.

SAUNT, J. **Citrus varieties of the world**. 2<sup>nd</sup> ed. Norwich, England: Sinclair International Limited, p. 16-17, 2000.

SAUNT, J. **Variedades de cítricos del mundo: guia ilustrado**. Valência: Sinclair Internacional Limited, 1992, 128 p.

SCHOTSMANS, W.; MOLANA, A.; MACKAY, B. Controlled atmosphere storage of rabbiteye blueberries enhances postharvest quality aspects. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 44, n. 3, p. 277-285, 2007.

SEVERO, J.; GALARÇA, S. P.; AIRES, R. F.; CANTILLANO, R. F. F.; ROMBALDI, C. V.; SILVA, J. A. Avaliação de compostos fenólicos, antocianinas, vitamina C e capacidade antioxidante em mirtilo armazenado em atmosfera controlada. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, p. 65-70, 2009.

SINGH, S. P.; PAL, R. K.. Controlled atmosphere storage of guava (*Psidium guajava* L.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 47, n. 3, p. 296-306, 2008.

SILVA, P. A. M. **Influência da lâmina de irrigação e área de umedecimento no crescimento e produção de tangor Murcott**. 1999. 117p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

SOUZA, M. C. de. **Reação de genótipos de tangerinas a *Alternaria alternata* e *Elsinoe fawcettii*: resistência, suscetibilidade e acúmulo de metabólitos**. 2009. 82f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento e Plantas). Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2009.

STADLER, Z. **Determinação do teor de vitamina C em alimentos**. Curitiba, 2008. 27f. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Ensino de Química Experimental para o 2º. Grau, Setor de Ciências Exatas, Departamento de Química, Universidade Federal do Paraná. 2008.

STEWART, I.; WHEATON, T. A. Carotenoids in citrus: their accumulation induced by ethylene. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v. 20, n. 2, p. 448-449, 1972.

TIAN, S. P. et al. Responses of physiology and quality of sweet cherry fruit to different atmospheres in storage. **Food Chem**, Oxford, v.87, p.43-49, 2004.

TING, S. V.; ATTAWAY, J. A. Citrus fruits. In: TING, S. V.; ATTAWAY, J. A. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic, 1971. v. 2, p. 107-169.

TING, S. V.; ROUSEFF, R. L. **Citrus fruits and their products: analysis y technology**. New York: Marcel Dekker, 293p.1986.

THOMSON, W. W.; WHATLEY, J. M. Development of nongreen plastidis. **Annual Review of Plant Physiol**, Palo Alto, v. 31, p. 375-394, 1980.

UDDIN, M. S. Degradation of ascorbic acid in dried guava during storage. **Journal of Food Engineering**, London, v. 51, p. 21-26, 2002.

VALE, A. A. S.; SANTOS, S. D. dos; ABREU, C. M. P. de; CORRÊA, A. D.; SANTOS, J. A. Alterações químicas, físicas e físico-químicas da tangerina 'ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco) durante o armazenamento refrigerado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 778–786, 2006.

VILAS BOAS, B. M.; NUNES, E. E.; FIORINI, F. V. A.; LIMA, L. C. de O.; VILAS BOAS, E. V. de B.; COELHO, A. H. R. Avaliação da qualidade de mangas 'Tommy Atkins' minimamente processadas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 540-543, 2004.

WANG, Y. S.; TIAN, S. P.; XU, Y. Effects of high oxygen concentration on pro- and anti-oxidant enzymes in peach fruits during postharvest periods. **Food Chemistry**, Barking, v. 91, n. 1, p. 99- 104, 2005.

WARDOWSKY, W. F.; MILLER, W. M.; GRIERSON, W. Degreening. In: WARDOWSKY, W. F.; MILLER, W. M.; HALL, D. J.; GRIERSON, G. (Eds.), **Fresh citrus fruits**, 2nd ed. Longboat Key, FL: Florida Science, Inc., p. 277-298.

WATADA, A. E. Vitamins. In: WEICHMMAN, J. (ed.). **Postharvest physiology of vegetables**. New York: Marcel Dekker Inc., p. 455-68, 1987.

WILLS, R. B. H.; LEE, T. H.; GRAHAM, D; McGLASSON, W. B.; HALL, E. G. **Postharvest**: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. 2 ed. Kensington: New South Wales University Press, 161p. 1982.

YANG, Y. J.; LEE, K. A. Postharvest quality of Satsumaa mandarin fruit affected by controlled atmosphere. **Acta Horticulture**, Leuven, n. 600, p. 775-779, 2003.



## APÊNDICE



Figura 1A. Aspecto de tangerinas 'Fremont', após 49 dias de armazenamento refrigerado (3 °C, 85% UR e 7 °C, 95% UR).

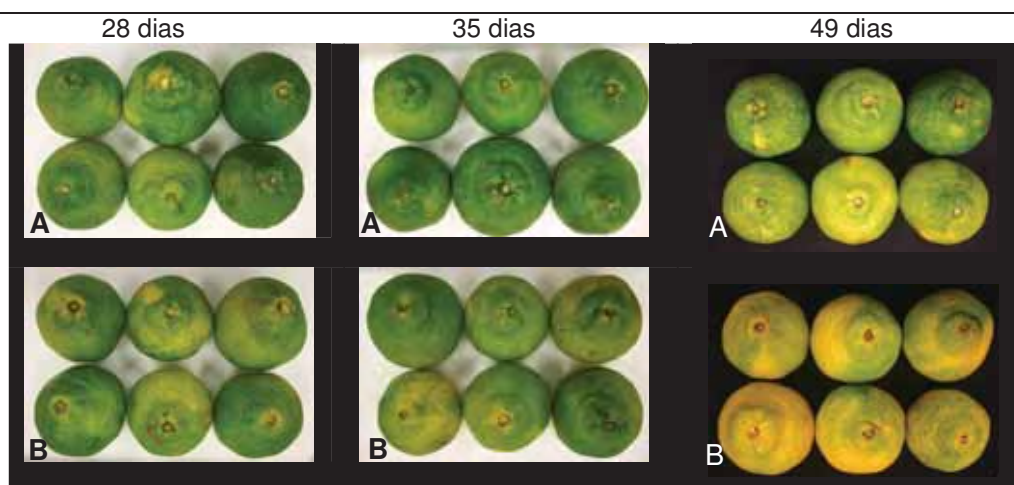


Figura 2A. Aspecto de tangerinas 'Satsuma Okitsu' armazenadas sob refrigeração a 3 °C (A) e 7 °C (B), após 28, 35 e 49 dias de armazenamento sob diferentes temperaturas.

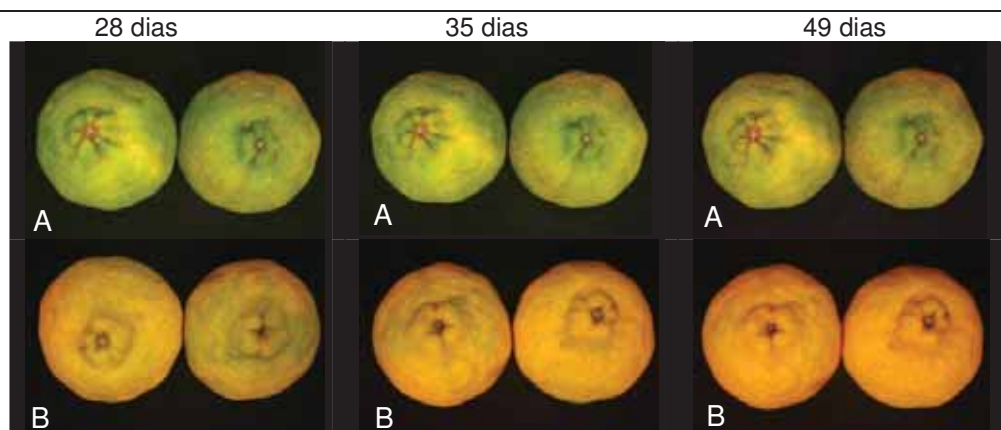


Figura 3A. Aspecto de tangerinas 'Ponkan' armazenadas sob refrigeração a 3 °C (A) e 7 °C (B), após 28, 35 e 49 dias de armazenamento sob diferentes temperaturas.

Apêndice A. Aspecto de tangerinas armazenadas em diferentes temperaturas.

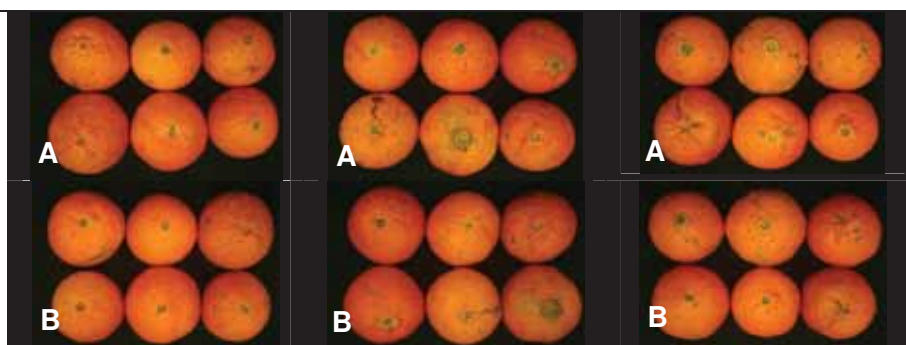


Figura 2B. Aspecto de tangerinas 'Fremont' após 35 dias (A) e 42 dias (B) de armazenamento a 3 °C sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (Jaboticabal, 2009).

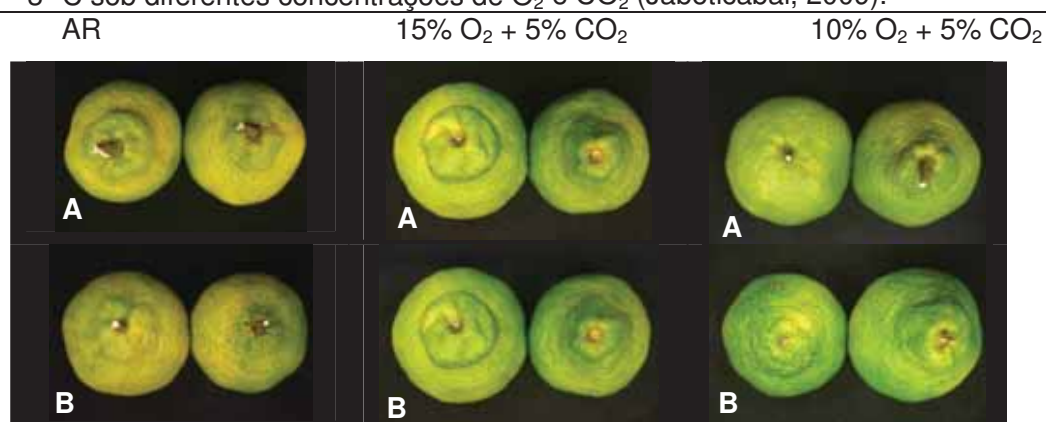


Figura 50. Aspecto de tangerinas 'Satsuma Okitsu' após 35 dias (A) e 42 dias (B) de armazenamento a 7 °C sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (Jaboticabal, 2010).

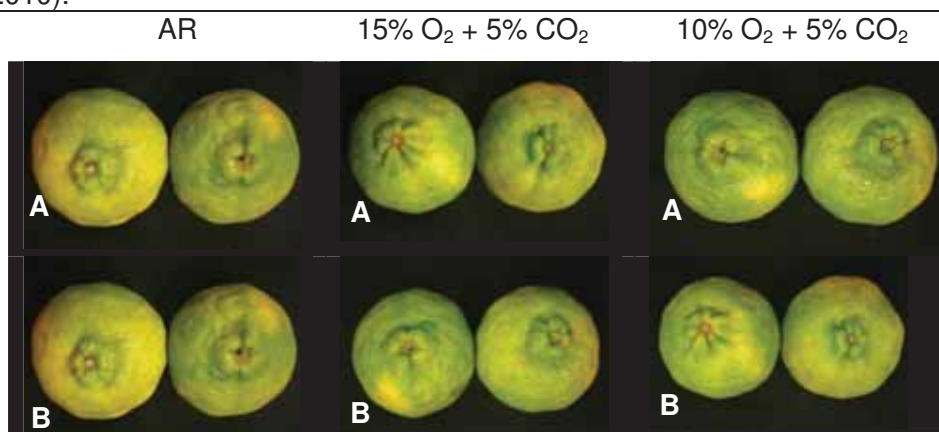


Figura 62. Aspecto de tangerinas 'Ponkan' após 35 dias (A) e 42 dias (B) de armazenamento a 7 °C sob diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (Jaboticabal, 2010).

Apêndice B. Aspecto de tangerinas armazenadas sob atmosfera controlada.

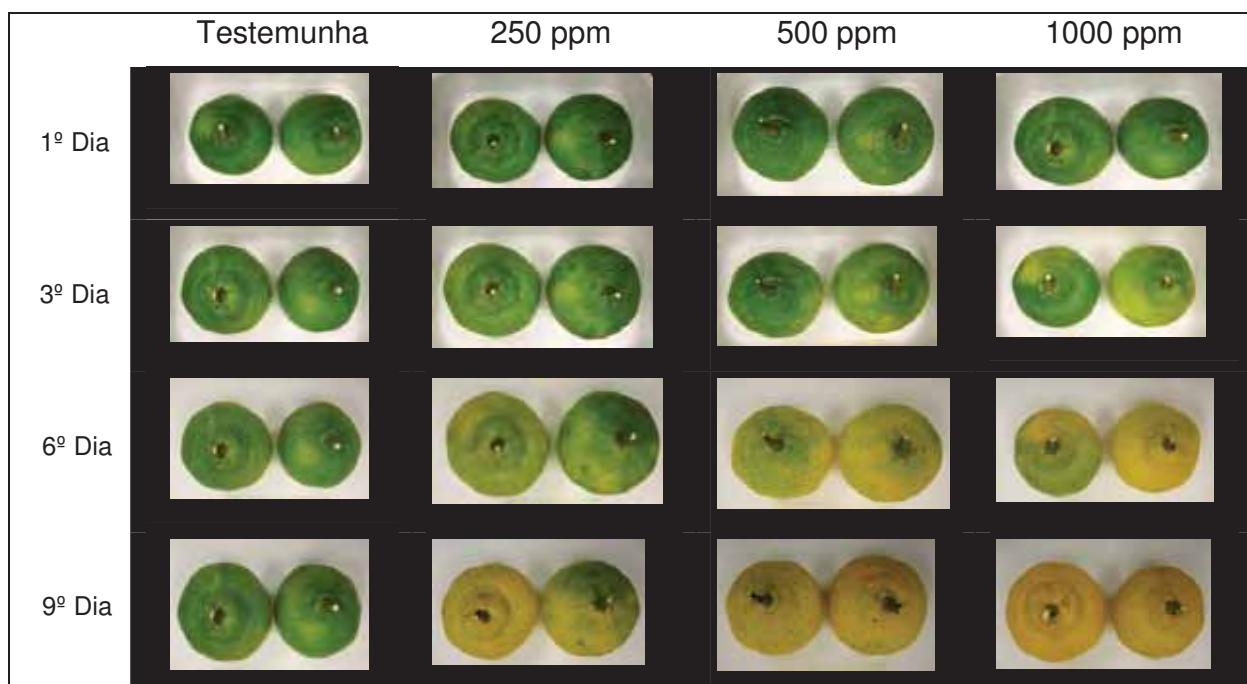


Figura C1. Aparência dos frutos de tangerina 'Satsuma Okitsu' tratados com diferentes doses de ethephon e armazenados a 18 °C, 85% UR (Jaboticabal, 2009).

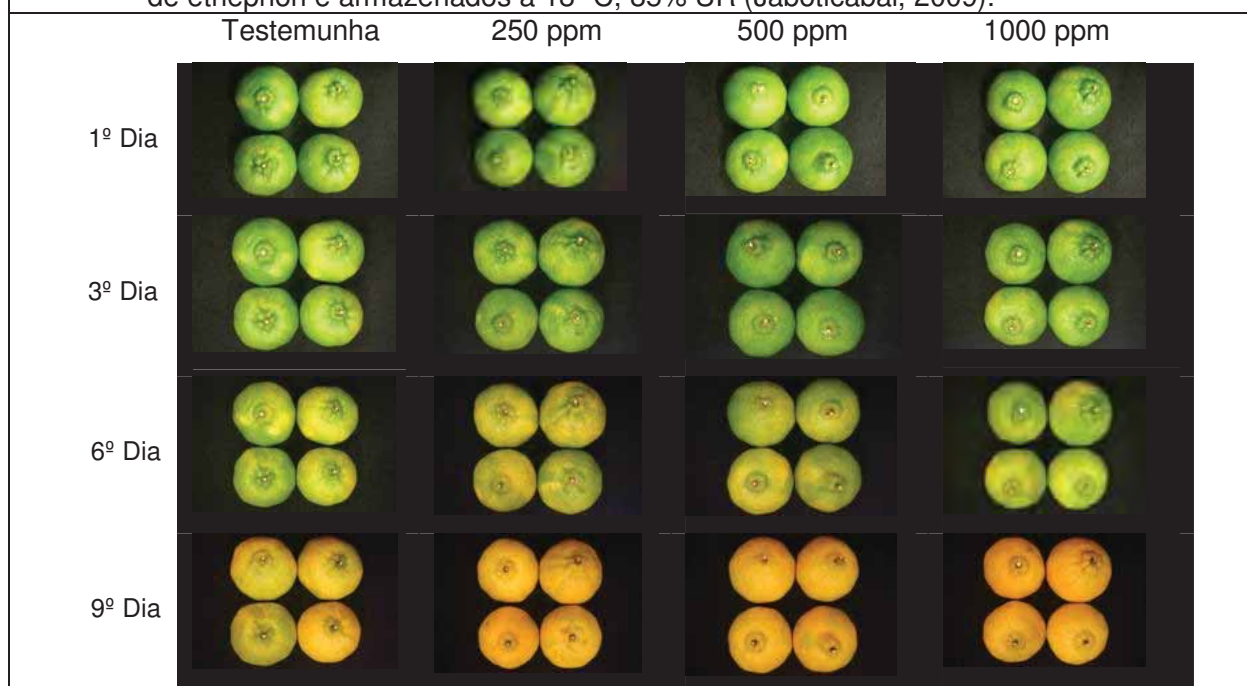


Figura C2. Aparência dos frutos de tangerina 'Ponkan' tratados com diferentes doses de ethephon e armazenados a 18 °C, 85% UR (Jaboticabal, 2009).

Apêndice C. Aspecto de tangerinas tratadas com diferentes doses de ethephon.