



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

**LEANDRO TIMONI BUCHDID CAMARGO NEVES**

**PÓS-COLHEITA DE CULTIVARES TARDIAS DE PÊSSEGOS  
SUBMETIDAS AO CONDICIONAMENTO TÉRMICO**

---

Londrina  
2008

**LEANDRO TIMONI BUCHDID CAMARGO NEVES**

**PÓS-COLHEITA DE CULTIVARES TARDIAS DE PÊSSEGOS  
SUBMETIDAS AO CONDICIONAMENTO TÉRMICO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Ruffo Roberto

Londrina  
2008

**Catálogo na publicação elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina.**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

S237i Santos, Esmael Lopes dos.  
Influência do genótipo sobre as concentrações de proteína e óleo em  
sementes de soja [Glycine max (L.) Merrill] / Esmael Lopes dos  
Santos. – Londrina, 2006.  
53f.

Orientador: Cássio Egídio Cavenaghi Prete.  
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de  
Londrina, 2006.  
Bibliografia: f. 15-24; 47-53.

1. Soja – Sementes – Teses. 2. Plantas oleaginosas – Teses. I. Prete,  
Cássio Egídio Cavenaghi. II. Universidade Estadual de Londrina. III.  
Título.

CDU 633.34

**LEANDRO TIMONI BUCHDID CAMARGO NEVES**

**PÓS-COLHEITA DE CULTIVARES TARDIAS DE PÊSSEGOS  
SUBMETIDAS AO CONDICIONAMENTO TÉRMICO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agronomia.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Sérgio Ruffo Roberto – UEL

---

Prof. Dr. Fábio Yamashita – UEL

---

Prof. Dr. Édison Miglioranza – UEL

---

Prof. Dr. Rogério Lopes Vieites – FCA/UNESP

---

Dr. Marcelo Álvares Oliveira –  
EMBRAPA/Londrina

---

Prof. Dr. Sérgio Ruffo Roberto – Orientador  
Universidade Estadual de Londrina

Londrina, 6 de março de 2008.

## **DEDICATÓRIA**

As minhas avós Anna Buchdid e Yolanda da  
Silva Timoni (*in memorian*)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, sobretudo, a Deus nosso Senhor pela força e auxílio nas horas em que sempre necessitei. Ele sempre esteve e está comigo;

A meu pai, principal culpado por tudo isso, que sempre me apoiou e me incentivou em todos os momentos. Agradeço a Deus por ter-me dado o melhor pai do mundo; a minha irmã dedico meus esforços, exemplos e amor ;

A minha amada esposa, que sempre facilitou a minha vida, cuidando de si, de mim e dos meus amados filhos Lucas, Davi e Daniel;

A meu orientador e amigo Sérgio Ruffo Roberto, por ser sempre um facilitador, acreditar em mim e me apoiar incondicionalmente;

Ao eterno amigo Rogério Lopes Vieites, eterno “paizão”, a ele devo minha eterna gratidão. Costumo dizer, tudo que sei e sou, devo também a ele;

A meu amigo Fábio Yamashita, pelas dicas, amizade e, sobretudo, pelos momentos de papo e descontração durante essa jornada;

Aos professores José Maria Arcanjo Alves, Valdinar Ferreira Mello e Antônio César Silva Lima, todos do meu amado CCA/UFRR, pelos ensinamentos profissionais e de vida .... eternos cumpadris;

A Universidade Federal de Roraima, por ter me aberto as portas do mundo acadêmico e, por ter-me dado a liberação para a conclusão do meu doutoramento;

Ao Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, pela oportunidade e ensinamentos;

A Universidade Federal do Rio Grande do Sul, hora representada pelo professor Dr. Renar João Bender, pela execução dos trabalhos práticos da tese; e,

Ao eternos brothers Rodrigo “Sassá” Ari Fritzberg, André “Gandola” Orsi, Edson “Pastorzinho Graner” Brombay, Ari e David “Pé de Pano”, Fabí Chirico, Brunão “Jumbileu”, Harold “Argentino” Rubiano, Kleber Trabaquini e, toda a turma da pós da UEL... Fiquem com Deus meus queridos.

(...) Porque, notável para mim, é aquele ser humano que, com apenas R\$ 500,00, consegue sustentar a família, sem precisar ser um calhorda (Andrés Sanches)

NEVES, Leandro Timoni Buchdid Camargo. **Pós-colheita de cultivares tardias de pêssegos submetidas ao condicionamento térmico**. 2008. 131f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

## RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com o propósito de avaliar a eficiência do condicionamento térmico, durante o armazenamento refrigerado, quanto a manifestação de danos fisiológicos em pêssegos de cultivares tardias. O trabalho foi realizado em duas safras (2002/03 e 2003/2004), utilizando pêssegos de polpas amareladas (Maciel, Flordagrande e Peach) e de polpas brancas (Chimarrita, Marli e Chiripá). Os frutos, colhidos fisiologicamente maduros, foram adquiridos em propriedade agrícola localizada no município de Arroio dos Ratos/RS. Na preparação dos tratamentos, os frutos foram expostos a temperatura de 20°C e 75 ± 3% de U.R., em B.O.D., durante 0, 24 e 48 horas. Após, os frutos foram acondicionados em câmara frigorífica a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Os frutos foram avaliados quanto a firmeza de polpa, perda de massa fresca, rendimento de suco, curva da quantidade de suco *versus* firmeza de polpa, sólidos solúveis, acidez titulável e teor de fenóis, presença de podridões e atividade das enzimas polifenoloxidase, poligacturonase e pectinametilesterase. As análises, executadas de quatro a seis horas após a retirada dos frutos do armazenamento refrigerado, foram realizadas no momento da colheita (dia um), após um dia do tratamento térmico e, aos sete, 14, 21 e 28 dias, analisando também dois dias após os mesmos (simulação de comercialização, ou seja, 7+2, 14+2, 21+2 e 28+2 dias). Ao final, verificou-se que os pêssegos de polpa amarelada não apresentaram qualquer sintoma fisiopático. Os frutos de polpa branca, não submetidos ao condicionamento térmico, desenvolveram lanosidade e/ou retenção de firmeza, e o escurecimento da polpa. Observou-se que o condicionamento térmico por 48 horas proporcionou avanço excessivo no estágio de amadurecimento dos frutos. O comportamento enzimático demonstrou que os pêssegos de polpa amarelada apresentaram diminuição da atividade da enzima pectinametilesterase e gradativo aumento na atividade da enzima poligalacturonase. Nos pêssegos condicionados de polpa branca, a poligalacturonase manteve a atividade elevada em relação a atividade da pectinametilesterase. Entretanto, nas testemunhas das cultivares de polpa branca, exeto na cultivar Chiripá, a enzima pectinametilesterase manteve-se superior a atividade da enzima poligalacturonase, desencadeando assim, o desenvolvimento da lanosidade. Os frutos da cultivar Chiripá, apesar de apresentarem elevada atividade da pectinametilesterase, quase não apresentaram atividade da poligalacturonase. Nesses frutos, a firmeza de polpa também manteve-se acima de 30 Newtons e a perda de massa fresca foi maior do que as demais cultivares de polpa branca. Nos frutos que apresentaram escurecimento da polpa, a atividade da polifenoloxidase e o conteúdo de fenóis foram maiores que nos frutos normais, comprovando a relação desses compostos na manifestação dessa desordem fisiológica. Nas análises de sólidos solúveis e acidez titulável, os resultados comprovaram que os frutos de polpa branca submetidos ao condicionamento térmico por 24 horas, apresentaram-se em estágio menos avançado de amadurecimento que os demais. Portanto, o condicionamento térmico a 20°C, durante 24 horas, antes do armazenamento refrigerado, pode ser utilizado no controle dos distúrbios fisiológicos em pêssegos tardios de polpa branca, sem afetar a qualidade desses frutos. Nos pêssegos de polpa amarelada, o benefício do condicionamento não foi observado.

**Palavras-chave:** Lanosidade. Escurecimento. Retenção de firmeza. Qualidade. Conservação. Armazenamento. *Prunus persica*.



NEVES, Leandro Timoni Buchdid Camargo. **Postharvest of late cultivars peaches submitted of thermal conditioning**. 2008. 131p. Thesis (Doctor degree in Agronomy) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

## ABSTRACT

This research was carried out aiming at to evaluate the efficiency of conditioning temperature, during the cool storage, regarding the appearance of physiological damages in late cultivars of peach. The research was accomplished in two years (2002/2003 and 2003/2004), using yellow pulp peaches (Flordagrande, Maciel and Peach) and white pulp peaches (Marli, Chimarrita and Chiripá). The fruits, harvested at mature-green stadium, were acquired in a commercial property located at Arroio dos Ratos. In preparing of the treatments, the fruits were exposed to the conditioning temperature of 20°C and 75 ± 3% of R.U., in a B.O.D., during 0, 24 and 48 hours. After, the fruits were then kept in a cold chamber to 0 ± 0,5°C and 92 ± 3 % of UR during 28 days. The fruits were evaluated regarding the loss of fresh matter, pulp firmness, juice content and curve of juice content *versus* pulp firmness, soluble solids, titratable acidity and phenols content, rotten occurrence and activity of enzymes poliphenoloxidase, polygalacturonase and pectinmetilesterase. The analysis, made at four and six hours after the removal fruits from the cold storage were fulfilled in the harvest period (day one), after one day of thermal treatment and seven, 14, 21 and 28, analyzing 2 days after even periods as well (commercialization simulation, i.e., 7+2, 14+2, 21+2 e 28+2 days). In the end, it was verified that yellow pulp peaches, did not show physiopatias. The white pulp peaches, not submitted to the delayed storage, developed woolliness and/or leathery, and browning pulp. It was observed that the thermal treatment for 48 hours provided advance on ripening of fruits. The enzymatic behavior showed that yellow pulp peaches showed reduction on pectinmetilesterase enzyme activity and increase on polygalacturonase enzyme activity. In the conditioned white pulp peaches, the polygalacturonase kept a high activity and relation the activity of pectinmetilesterase. Meanwhile, in control fruits of white pulp peaches, except in the cv. Chiripá, the pectinmetilesterase enzyme kept a higher activity in relation to the polygalacturonase enzyme, providing the physiopatias development. The fruits of the cv. Chiripá, although presented high activity of pectinmetilesterase, did not present activity of polygalacturonase. In these fruits, the pulp firmness kept above of 30 Newtons and the loss of fresh mass was higher than other cultivars of white pulp. Polyphenoloxidase activity and phenol content were higher in the fruits with browning pulp than in the normal ones, thus evidencing the relationship of the compounds with this physiopathy. The analyses of the soluble solids and titulation acidity proved that white pulp fruits submitted to thermal conditioning for 24 hours had a less advanced ripening stadium than the others. Thus, the delayed storage to 20°C during 24 hrs, before the cold storage, can be used in the control of physiological disturbances in late white pulp peaches, without affecting the quality of fruit. In yellow pulp peaches, their conditioning provided no benefit.

**Keywords:** Woolliness. Internal browning. Quality. Conservation. Cooling. *Prunus pérsica*.

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....   | 10 |
| <b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....  | 13 |
| 2.1 BOTÂNICA E CARACTERÍSTICA DAS CULTIVARES ESTUDADAS .....  | 13 |
| 2.2 ARMAZENAMENTO REFRIGERADO (AR) .....  | 14 |
| 2.3 DISTÚRBIOS FISIOLÓGICOS – DANOS PELO FRIO (CHILLING INJURY).....  | 17 |
| 2.3.1 Atividade das enzimas pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase<br>(PG) e da polifenoloxidase (PFO) no desenvolvimento dos danos pelo<br>frio em frutos de caroço .....  | 25 |
| 2.4 CONDICIONAMENTO TÉRMICO (DELAYED STORAGE) .....   | 32 |
| <b>3 ARTIGO A – LANOSIDADE E RETENÇÃO DE FIRMEZA EM<br/>PÊSSEGOS DE CULTIVARES TARDIAS, SUBMETIDOS AO<br/>CONDICIONAMENTO TÉRMICO E, POSTERIORMENTE, AO<br/>ARMAZENAMENTO REFRIGERADO</b> .....                                 | 38 |
| 3.1 RESUMO.....   | 38 |
| 3.2 ABSTRACT.....   | 39 |
| 3.3 INTRODUÇÃO.....   | 40 |
| 3.4 MATERIAL E MÉTODOS .....  | 42 |
| 3.5 RESULTADO E DISCUSSÃO .....   | 45 |
| 3.5.1 Firmeza de polpa.....   | 45 |
| 3.5.2 Perda de massa fresca.....  | 50 |
| 3.5.3 Rendimento de suco.....   | 56 |
| 3.5.4 Curva da quantidade de suco <i>versus</i> firmeza de polpa.....   | 62 |
| 3.5.5 Enzimas poligalacturonase e pectinametilesterase.....   | 70 |
| 3.6 CONCLUSÕES .....  | 76 |
| <b>4 ARTIGO 2 – INIBIÇÃO DO ESCURECIMENTO DA POLPA E<br/>MANUTENÇÃO DA QUALIDADE DE PÊSSEGOS DE<br/>CULTIVARES TARDIAS, SUBMETIDOS AO CONDICIONAMENTO<br/>TÉRMICO E, POSTERIORMENTE, AO ARMAZENAMENTO<br/>REFRIGERADO</b> ..... | 77 |

|  |            |
|--|------------|
| 4.1 RESUMO.....  | 77         |
| 4.2 ABSTRACT.....  | 78         |
| 4.3 INTRODUÇÃO.....                                      | 79         |
| 4.4 MATERIAL E MÉTODOS .....                             | 81         |
| 4.5 RESULTADO E DISCUSSÃO .....                          | 85         |
| 4.5.1 Escurecimento da polpa .....                       | 85         |
| 4.5.2 Enzima polifenol oxidase e conteúdo de fenóis..... | 91         |
| 4.5.3 Podridões.....                                     | 99         |
| 4.5.4 Sólidos solúveis.....                              | 105        |
| 4.5.5 Acidez titulável .....                             | 110        |
| 4.6 CONCLUSÕES .....                                     | 114        |
| <br>   |            |
| <b>5 CONCLUSÕES GERAIS .....</b>                         | <b>115</b> |
| <br>   |            |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                  | <b>116</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A produção mundial de pêssegos é de, aproximadamente, 13 milhões de toneladas/ano. Os principais produtores pêssego, no ano de 2005, em valores médios, foram a China com 4,2 milhões de toneladas, a Itália com 1,4 milhão de toneladas, os Estados Unidos com 1,3 milhão de toneladas e a Espanha com 0,75 milhão de toneladas. China, Itália, Estados Unidos e Espanha, juntos, produzem 60% da oferta mundial, o que caracteriza a forte concentração produtiva dessa espécie. Na América do Sul, destacam-se o Chile, Argentina e o Brasil (13ª posição mundial), esse último, com 220 mil toneladas (FNP, 2005). Outros destaques na produção de pêssegos encontram-se na Europa Oriental e nos países Árabes, como a África do Sul e a Turquia, com produções, aproximadas, de 200 mil toneladas (FAO, 2005).

Os principais estados brasileiros produtores de pêssego são o Rio Grande do Sul (51%), Santa Catarina (20%), São Paulo (15%), Paraná (9%), Minas Gerais (4%) e, os demais estados, com apenas 1% da produção. Atualmente, no Brasil, o cultivo do pessegueiro ocupa área superior a 20 mil hectares (FAO, 2005). A produção de pêssegos no Sul do Brasil, maior região produtora, constitui-se numa atividade inserida dentro de estruturas fundiárias, baseadas em pequenas propriedades, contanto quase que exclusivamente, com a disponibilidade de mão-de-obra familiar (MARTINS, 2004).

Nos últimos anos, ocorreu grande expansão do cultivo de pêssegos para consumo *in natura*, aumentando assim, de maneira significativa, a oferta do produto no pico de safra. Esse período, por sua vez, está compreendido entre os meses de outubro a dezembro, para pêssegos produzidos no norte do Paraná, São Paulo e Minas Gerais, de novembro a janeiro, no sul do estado do Paraná e nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Dessa forma, acarretando problemas no transporte e comercialização e, conseqüentemente, elevando-se o percentual de perdas pós-colheita para os produtores nesses períodos (ROMBALDI et al., 2001).

Devido ao aumento na produção nacional, o pêssego é considerado um fruto de elevada sazonalidade nos estados de São Paulo e do Sul do Brasil. Os

meses de outubro a dezembro concentraram 79% da oferta do produto, originária de 130 municípios e de nove estados brasileiros (GUTIERREZ, 2005). Entretanto, os pêssegos, devido à alta perecibilidade, podem perder a qualidade durante a comercialização, em razão, principalmente, da ocorrência das podridões pós-colheita, da elevada desidratação, da perda de firmeza de polpa e pelos danos ocasionados durante o frigoarmazenamento (SANTOS, 2007).

Portanto, faz-se necessário o uso de câmaras frigoríficas, bem como, o emprego de outras tecnologias em pós-colheita, para prolongar o período de oferta e viabilizar o transporte e/ou comercialização para regiões mais distantes. A utilização de baixas temperaturas reduz a velocidade dos processos de amadurecimento e senescência do pêssego, retardando assim, o crescimento e a atividade de microorganismos, possibilitando dessa forma, o armazenamento satisfatório (BRACKMANN, 1984). No entanto, durante o armazenamento refrigerado (AR) de pêssegos, que é recomendado a  $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  (CHITARRA; CHITARRA, 2005), tem-se ainda registrado três principais problemas: a) a rápida perda de firmeza de polpa e o excesso nas perdas de massa fresca (SONEGO et al., 1994, TAYLOR et al., 1994, ROMBALDI et al. 2001); b) a ocorrência de podridões (GOTTINARI et al., 1998); e, c) o surgimento de distúrbios fisiológicos, principalmente, o escurecimento de polpa, a lanosidade (LURIE, 1993; LUCHSINGER et al., 1996; LURIE; CRISOSTO, 2005) e a retenção de firmeza (SEIBERT, 2004).

O condicionamento térmico, segundo Luchsinger et al. (1996); Luchsinger e Walsh (1998), Luchsinger (2000a) e Seibert et al. (2004), consiste em retardar a exposição dos frutos ao frio, submetendo-os, por sua vez, a temperaturas mais elevadas antes do do armazenamento refrigerado. Dentre as principais implicações do condicionamento térmico, destaca-se, a aceleração inicial no processo de amadurecimento e a alteração da atividade enzimática na parede celular. Essa última, principalmente, quanto ao metabolismo das enzimas poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME) (VON MOLLENDORFF; DE VILLIERS, 1988; ZHOU et al., 2000a, 2000b; SEIBERT, 2004), proporcionando assim, proteção aos frutos frente aos danos de frio (BEN-ARIE; SONEGO, 1980; MANESS et al., 1993; SONEGO et al., 1994; ROMBALDI et al., 2001).

Em pêssegos, a atividade metabólica das enzimas poligalacturonase e pectinametilesterase está intimamente ligada ao desenvolvimento da lanosidade e escurecimento de polpa (ÁRTES et al., 1996; JU et al., 2001), principais distúrbios

e/ou desordens fisiológicas em pêssegos de cultivares tardias (ZHOU et al.,1999, 2000a e 2000b). Segundo esses autores, a textura seca e lanosa e, posteriormente, o escurecimento da polpa dos frutos, são dependentes da regulação da atividade enzimática da poligalacturonase e da pectinametilesterase, envolvidas, por sua vez, no metabolismo da parede celular desses frutos. Fato pelo qual, estudou-se neste trabalho a atividade dessas enzimas e a possível relação das mesmas com a manutenção da firmeza de polpa, do rendimento de suco e da qualidade, durante o armazenamento refrigerado de pêssegos tardios.

Este trabalho teve como objetivo a avaliação das alterações fisiológicas associadas à temperatura de condicionamento térmico e períodos de armazenamento refrigerado, no potencial de conservação de pêssegos das cultivares tardias Maciel, Flordagrande, Peach, Chimarrita, Marli e Chiripá.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA E CARACTERÍSTICA DAS CULTIVARES

Segundo Medeiros e Raseira (1998), o pessegueiro é uma espécie nativa da China, tendo sido encontradas referências na literatura chinesa de 20 séculos a.C. Pertence à família *Rosaceae*, subfamília *Prunoidea*, gênero *Prunus* (L.) e subgênero *Amigdalus*. Todas as cultivares comerciais pertencem à espécie *Prunus persica* (L.) Batsch. Os mesmos autores caracterizam da seguinte maneira as cultivares de pêssego aqui trabalhadas:

a) Na cultivar Maciel, os frutos são de forma redonda cônica e de tamanho grande, com peso médio dos frutos, em geral, próximo a 120g. A epiderme externa é amarelo-ouro, com até 20% de coloração avermelhada. A polpa é amarelada, firme, não fundente e aderente ao caroço. O sabor é doce ácido, com leve adstringência. O teor de sólidos solúveis varia conforme as condições do ano, em geral de 11 a 16°Brix. Essa cultivar destaca-se pela produtividade, tamanho, aparência e resistência ao transporte dos frutos. Os frutos são de ótima qualidade após a industrialização, entretanto, poderão também ter boa aceitação para o mercado *in natura*.

b) Lançada pela Universidade da Flórida, a cultivar Flordagrande apresenta frutos redondo-cônicos, com sutura levemente desenvolvida e pequena ponta. A polpa é amarelada e semi-livre do caroço, podendo apresentar manchas vermelhas, de firmeza média, fibrosa e de sabor doce-ácido pouco acentuado, levemente amargo. O teor de sólidos solúveis oscila, geralmente, entre 10 a 12°Brix. O tamanho varia de médio a grande e a massa média, de 90 a 100g.

c) A cultivar Peach, ou Peach 16-33, ou mesmo chamada de 'San Pedro', também desenvolvida pelo programa de melhoramento genético da Universidade da Flórida, apresenta frutos redondos ovalados, podendo apresentar sutura levemente desenvolvida. Pequena percentagem dos frutos apresenta caroço partido. A epiderme externa é amarelada, com 30% de coloração avermelhada. A polpa é firme, amarelada, semi-livre do caroço e com teor de sólidos solúveis variando de 8 a 11°Brix. O sabor é subácido e o tamanho dos frutos é grande, com

massa média de 120g.

d) A cultivar Chimarrita apresenta características de pêssegos de mesa, ou seja, a forma do fruto é redonda, sem ponta, com sutura levemente desenvolvida. O tamanho é grande, com massa média dos frutos superior a 100g, podendo, às vezes, superar 120g. A epiderme externa é creme-esverdeada, com 40 a 60% de coloração avermelhada. A polpa é branca, fundente, firme e semi-aderente. O sabor é doce, sendo o conteúdo de sólidos solúveis variável entre 12 e 15°Brix.

e) Desenvolvida pelo antigo programa da Estação Experimental Fiotécnica de Taquarí, e definitivamente testada em Pelotas pela ex-UEPAE Cascata, os frutos da cultivar Marli apresentam forma cônica, com sutura pronunciada e pequena ponta. A epiderme externa é esverdeada, com até 40% de vermelho-escuro. A polpa, semi-livre, é esverdeada, com até 40% de manchas rosadas e avermelhadas ao redor do caroço. O tamanho dos frutos é grande, sendo a massa média superior a 100g. O sabor é doce, com leve adstringência. O teor de sólidos solúveis varia, conforme o ano, entre 12 e 14°Brix.

f) A cultivar de pêssego para mesa Chiripá é a mais plantada no sul do Brasil. Produz frutos médio-grandes, redondo-ovaladas, com a massa variando de 100 a 190g, com elevado acúmulo de sólidos solúveis, em torno de 15°Brix. A polpa é firme, branca, com região avermelhada junto ao caroço. A epiderme tem coloração de fundo creme-esverdeada e avermelhada na superfície, atingindo até 30% do fruto.

## **2.2 ARMAZENAMENTO REFRIGERADO (AR)**

O rápido aumento na produção de pêssegos durante a época de safra, como constatado nos últimos anos, tem trazido dificuldades de manuseio, transporte e comercialização aos produtores e agroempresários. Esses, por sua vez, são forçados a encontrar saídas para regular o suprimento de pêssegos nos mercados, sem acarretar, preferencialmente, queda nos valores pagos pelos frutos.

As elevadas temperaturas durante o verão aceleram o amadurecimento dos pêssegos, e tornam impossível mantê-los em boas condições



sem o armazenamento refrigerado, por mais de cinco dias após a colheita (SEIBERT, 2004). A diminuição da temperatura de refrigeração limita a velocidade das alterações químicas, sensoriais e microbiológicas que conduzem ao rápido amadurecimento e/ou senescência dos frutos, por reduzir a atividade metabólica relacionada a esses eventos (ARTÉS et al., 1996).

Os frutos de caroço, como é o caso dos pêssegos e nectarinas, são produtos altamente perecíveis (SANTOS, 2007). De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a temperatura recomendada para o armazenamento refrigerado de pêssegos é de  $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  e  $90 \pm 2\%$  de U.R., e o período de conservação médio está na faixa de duas a seis semanas, dependendo da cultivar e das condições as quais os frutos foram produzidos. De acordo com Kluge et al. (1997), outros fatores que podem influenciar o tempo e a temperatura de armazenamento refrigerado de pêssegos são: o estágio de maturação dos frutos, a época da colheita (a cultivar precoce possui, normalmente, menor capacidade de armazenamento que a tardia) e a suscetibilidade da cultivar aos danos pelo frio.

Assim, para evitar as perdas precoces, é necessário submeter os frutos, o mais rapidamente possível, ao armazenamento em baixas temperaturas (LURIE; CRISOSTO, 2005). No entanto, o armazenamento refrigerado se vê, frequentemente, limitado pelas baixas temperaturas utilizadas, pois, devido as mesmas, podem ser desencadeados danos aos frutos, após duas a três semanas de refrigeração (LUCHSINGER; WALSH, 1997). Nesse sentido, medidas preventivas devem ser tomadas antes de armazenar os pêssegos, principalmente os de cultivares tardias, ao armazenamento refrigerado (ROMBALDI et al., 2001).

O armazenamento em baixas temperaturas é um dos métodos mais eficientes para manter a qualidade dos frutos, pois, reduz a respiração, a transpiração, a produção de etileno, o rápido amadurecimento e senescência dos frutos e o desenvolvimento de podridões (KADER, 1992). No entanto, como citado anteriormente, a baixa temperatura durante o armazenamento refrigerado, principalmente por períodos prolongados, pode conduzir ao aparecimento de distúrbios fisiológicos ocasionados pelo frio ('chilling injury'), sendo caracterizado então, como o maior limitante ao armazenamento refrigerado de pêssegos.

Dentre os principais fatores que limitam o armazenamento e a comercialização de pêssegos estão os distúrbios fisiológicos, as podridões pós-colheita, a elevada desidratação e a rápida perda de firmeza de polpa dos frutos

(KLUGE et al., 1997). Em entrevistas realizadas por Gutierrez (2005), com 30 atacadistas responsáveis por 27,8% do volume de pêssego comercializado no CEAGESP, os mesmos revelaram que dentre as principais causas de desvalorização dos frutos estão: má qualidade (40%), podridões (17%) e falta de classificação e/ou padronização (13%). Dentre as principais reclamações dos compradores para os atacadistas estão: o sabor (29%), baixo calibre e pela má qualidade da embalagem, cada um com 25%, baixa conservação do fruto (15%) e pelas desordens fisiológicas, com 3% das respostas, principalmente, a lanosidade e o escurecimento da polpa.

O papel da temperatura na expressão dos sintomas dos danos de frio é importante, mas, a carga genética, o estágio de maturação dos frutos (VON MOLLENDORFF et al., 1989) e os fatores edafo-climáticos do próprio pomar (CRISOSTO et al., 1994 e 1997; LURIE et al., 1996, LURIE; CRISOSTO, 2005) também estão envolvidos na ocorrência destes danos.

Enquanto as baixas temperaturas contribuem para prolongar a vida dos pêssegos, retardando o amadurecimento e mantendo os frutos saudáveis (Hardenburg et al., 1986), sabe-se também, que temperaturas entre 2,2, e 7,7°C levam ao desenvolvimento de desordens fisiológicas conhecidas como danos pelo frio e/ou degenerescência interna da polpa (BEN-ARIE; LAVEE, 1971). No entanto, Morris (1982) cita que os danos por frio ocorrem em outra faixa de temperatura, acima da temperatura de congelamento do fruto, aproximadamente em -0,8°C, variando de acordo com o conteúdo de sólidos solúveis. Mitchell (1992) cita que as recomendações da Universidade da Califórnia para pêssegos suscetíveis a danos de frio são de resfriar rapidamente o fruto para temperatura próxima de 0°C, em no máximo 8 horas após a colheita, manter os frutos refrigerados nessa temperatura e evitar a exposição dos mesmos a faixas de temperaturas consideradas nocivas, entre 2,2 e 7,8°C. Os sintomas dos danos de frio variam entre as espécies, desenvolvendo-se mais rapidamente e começando a ficar mais evidentes, quando o fruto é transferido para temperaturas elevadas, comuns durante o amadurecimento e a comercialização dos frutos (VON MOLLENDORFF; DE VILLIERS, 1988).

Assim, os sintomas típicos dos danos de frio, em pêssegos, tornam-se visíveis quando esses frutos são transferidos para temperaturas mais elevadas que permitam o amadurecimento. Tais sintomas são caracterizados pela diminuição drástica do rendimento de suco, alterações físicas da epiderme (aumento ou

diminuição da firmeza de polpa), o escurecimento da polpa, o aumento da susceptibilidade a podridões e a perda de 'flavor' característicos (MORRIS, 1982; VON MOLLENDORFF; VILLIERS, 1988; CRISOSTO et al., 1999b; LUCHSINGER, 2000a, 2000b).

No entanto, o armazenamento refrigerado ainda tem sido o método mais utilizado para reduzir as perdas pós-colheita. Entretanto, também como já apresentado anteriormente, três problemas principais têm sido relatados em pêssegos refrigerados por períodos prolongados: a) rápida perda da firmeza de polpa e o excesso nas perdas de massa fresca (BEN-ARIE; SONEGO, 1980; MEREDITH et al., 1989; MANESS et al., 1993; SONEGO et al., 1994; TAYLOR et al., 1994); b) a ocorrência de podridões (GOTTINARI et al., 1998); e, c) o surgimento de distúrbios fisiológicos, principalmente, o escurecimento de polpa, a lanosidade (LURIE, 1993; LUCHSINGER et al., 1996; LURIE; CRISOSTO, 2005) e a retenção de firmeza (SEIBERT, 2004).

Várias alternativas, como o emprego de atmosferas modificadas (LURIE, 1993; GIRARDI et al., 2002) e controlada (BRACKMANN et al., 1998; LURIE, 1991), o condicionamento térmico (ZHOU et al., 1999, 2000a e 2000b), aquecimentos intermitentes e choques de CO<sub>2</sub> (TONUTTI et al., 1998), têm sido testados para reduzir esses problemas. Os resultados são variados, indicando, em alguns casos, limitações econômicas, diminuição da cadência operacional, baixa operacionalidade (LURIE; CRISOSTO, 2005) e a falta de reprodutibilidade dos resultados (MITCHELL; CRISOTO, 1995).

### **2.3 DISTÚRBIOS FISIOLÓGICOS – DANOS PELO FRIO (CHILLING INJURY)**

Dano pelo frio é o termo utilizado para denominar as alterações físicas e/ou fisiológicas induzidas pela exposição dos frutos a baixas temperaturas, durante o armazenamento refrigerado, seguido, da subsequente manifestação dos sintomas característicos fora da câmara frigorífica, em temperaturas mais elevadas (MORRIS, 1982). O dano pelo frio afeta ampla variedade de espécies de frutos quando são expostas a baixas temperaturas, seja na pós-colheita, ou até mesmo, no próprio campo.

Acreditava-se que este fenômeno estaria restrito apenas às espécies de clima tropical ou subtropical, já que, inicialmente, os danos se produziam nessas espécies ao crescer em regiões com temperaturas mais baixas ou de clima temperado. No entanto, espécies de origem temperada, como é o caso dos frutos de caroço, também desenvolvem desordens fisiológicas ao serem expostas a baixas temperaturas (BRAMLAGE, 1982; WATADA, 1982).

Segundo Hardenburg et al. (1986), maçãs, pêssegos, nectarinas e ameixas, estão entre os frutos de clima temperado mais suscetíveis aos danos de frio. Pêssegos e nectarinas diferem quanto a suscetibilidade a esses danos, como por exemplo, a manifestação da lanosidade, comum a eles, porém, inexistentes em maçãs (VON MOLLENDORFF et al., 1992a). De maneira geral, numa escala de incidência, os pêssegos são mais afetados pelos danos de frio do que nectarinas e ameixas (HARDENBURG et al., 1986). Normalmente, pêssegos apresentam período de armazenamento refrigerado de duas a seis semanas, dependendo da cultivar, sendo que o fator limitante a esse período de refrigeração é o aparecimento de danos causados pelo frio, genericamente, chamados de colapsos internos e/ou desordens fisiológicas (NANOS; MITCHELL, 1991).

Entre as várias desordens associadas aos danos pelo frio em pêssegos, estão a lanosidade, o escurecimento interno da polpa, a incapacidade dos frutos em amadurecer, a manutenção ou aumento de firmeza da polpa, também chamada de retenção de firmeza e a aceleração do amadurecimento e/ou senescência dos frutos (LUCHSINGER, 2000a; 2000b; SEIBERT, 2004; SEIBERT et al., 2005).

Algumas das queixas mais freqüentes feitas por consumidores e gerentes de hipermercados são a presença de 'flavors' estranhos, polpa seca e/ou farinhenta (lanosa), escurecimento interno da polpa e a falta de amadurecimento nos frutos (BRUHN et al., 1991). Além disso, esses sintomas, geralmente, aparecem somente após a saída do armazenamento refrigerado e são constatados, infelizmente, somente pelos consumidores (VON MOLLENDORFF et al., 1989). Isso, na verdade, atesta porque produtores e agroempresários não percebem esses danos, pois, os sintomas de colapso interno desenvolvem-se, de forma mais lenta, em temperaturas reduzidas, além dos sintomas serem menos intensos do que em temperaturas mais elevadas (CRISOSTO et al., 2004).

Para a maioria dos frutos, a presença de suco é o principal atributo

da textura. Poucos alimentos podem concorrer com os frutos na intensidade desse atributo. Os consumidores esperam que os frutos proporcionem sensação de suculência, seja pela textura crocante, como em maçãs ou, pela textura macia, como no caso dos pêssegos (HARKER et al., 2003).

Neste sentido, Crisosto et al. (1999b) consideram a falta de suco, indicando lanosidade ou retenção de firmeza, como o indicador mais preciso do colapso interno de frutos, mais do que o escurecimento da polpa. Isso, porque, a falta de suco nos frutos, ocorre uma semana antes do escurecimento da polpa ser visualizado (VON MOLLENDORFF et al., 1992b; CRISOSTO et al., 1999b). Luza et al. (1992) e Ju et al. (2001) citam que existem duas desordens que proporcionam aos frutos textura seca. Na primeira situação, os frutos permanecem firmes e com elevada perda de massa fresca. Enquanto que, na segunda situação, as perdas de massa fresca não fogem ao normal e a perda de firmeza de polpa pode ser detectada logo após alguns dias em temperaturas acima da aplicada durante o armazenamento refrigerado. Assim, frutos firmes, com textura seca e com elevadas perdas de umidade são referidos ao distúrbio fisiológico denominado retenção de firmeza ('leatheriness'). Por outro lado, os frutos com textura seca, baixa firmeza de polpa e perdas normais de umidade são considerados como frutos lanosos, ou, com o distúrbio fisiológico denominado lanosidade, também chamado de 'woolliness' e 'mealiness' (NANOS; MITCHELL, 1991; Seibert, 2004).

Desta forma, o conteúdo de suco, ou melhor, a falta dele, pode ser considerado como importante reflexo do dano de frio em pêssegos, manifestando-se tanto na lanosidade como na retenção de firmeza, variando entre cultivares e condições de armazenamento refrigerado (LUZA et al., 1992). Entretanto, o conteúdo de suco também varia entre as cultivares. Assim, a relação entre o conteúdo de suco e a firmeza da polpa deve ser determinada para cada cultivar (LUCHSINGER; WALSH, 1998). De acordo com a análise instrumental de Ortiz et al. (2000), cada fruto tem o próprio padrão de comportamento com relação ao início de lanosidade e, frutos dentro da mesma repetição podem não desenvolver lanosidade ao mesmo tempo. Segundo Seibert (2004), isso confirma a necessidade de análise fruto a fruto para identificação da lanosidade, assim como executado no presente trabalho.

A lanosidade então, constitui-se como a principal limitação ao armazenamento refrigerado prolongado de pêssegos e ao transporte para mercados

distantes (CRISOSTO et al., 1999a). Esses frutos, quando em manifestação sintomatológica dos danos ocasionados pelo frio, desenvolvem-se apresentando polpa farinhenta e seca, com uma sensação arenosa (lanosidade), além de, quase que por consequência, geralmente, apresentar escurecimento da polpa e falha no amadurecimento dos frutos. Isso, principalmente, quando em longos períodos de armazenamento refrigerado e após o amadurecimento dos mesmos em temperaturas mais elevadas (CRISOSTO; LABAVICHT, 2002). Segundo Kailasapathy e Melton (1993), os principais fatores que afetam a incidência e a severidade da lanosidade em frutos de caroço são a susceptibilidade da cultivar, o clima, a maturação fisiológica na colheita, o pré-resfriamento e, principalmente, a temperatura de armazenamento.

A lanosidade é, geralmente, o primeiro sintoma de dano de frio em nectarinas produzidas na Nova Zelândia (LILL; VAN Der MESPELL, 1988). De acordo com Luchsinger e Walsh (1998), a lanosidade é considerada como sério problema em pêssegos e nectarinas chilenos exportados para o mercado Norte-Americano, no qual, o período de transporte é de 12 a 14 dias, em média. Dessa forma, devido a grande susceptibilidade varietal, Luchsinger (2000a) enfatiza que são importantes os estudos para a determinação do potencial de armazenamento refrigerado dos frutos, devendo então ser realizados para cada cultivar, principalmente, nas próprias condições locais de cada região produtora. Na Califórnia, os consumidores e varejistas consideram a lanosidade em pêssegos como sendo problema que deva ser especificamente focado (BRUHN, 1995). Para Luchsinger e Walsh (1997a, 1997b), a lanosidade é considerado como dano de grande importância econômica, visto que, é um dos primeiros sintomas dos danos de frio, e forte limitante do potencial no armazenamento em pêssegos em todo o mundo.

Bioquimicamente, pêssegos lanosos apresentam maior viscosidade do gel do que em pêssegos não lanosos (VON MOLLENDORFF; De VILLIERS, 1988). Assim, durante o amadurecimento normal, ocorre a degradação da parede celular, levando as células vulneráveis a se romperem durante a mastigação (LILL; VAN der MESPELL, 1988). Segundo Ben-Arie e Sonogo (1980), em frutos com lanosidade, a poligalacturonase é menos ativa, e as paredes celulares parecem permanecer estruturalmente mais fortes e capazes de resistir a forças associadas com a mastigação (LILL; VAN Der MESPELL, 1988). No entanto, como será

discutido e demonstrado posteriormente, a atividade da poligalacturonase em frutos lanosos é quase a mesma do que em frutos normais, ao passo que, a atividade da pectinametilesterase é constante em frutos lanosos e decrescente em frutos normais.

O amolecimento dos tecidos com o dano de frio, durante o amadurecimento em temperaturas próximas a 20°C (LUCHSINGE; WALSH, 1997b), resulta na separação das células sem a ruptura celular, ocasionando o desenvolvimento da textura farinhenta e, conseqüentemente, a menor disponibilização de suco ao fruto. Bron et al. (2002), observando os sintomas dos danos de frio em mesocarpos de pêssegos 'Dourado-2', detectaram o afastamento das paredes das células adjacentes e o acúmulo de substâncias pécticas no interior das células e dos espaços intercelulares.

Deste modo, no desenvolvimento da lanosidade em frutos de caroço, a matriz péctica é desesterificada, sem a subsequente despolimerização, resultando no acúmulo de moléculas pécticas com baixo grau de esterificação. Esse tipo de pectina assume a forma de gel, possivelmente, associada ao cálcio na parede celular, com o qual aprisionará a água livre e, conseqüentemente, conduzirá o sistema ao sintoma de lanosidade (SEIBERT, 2004).

Para Luchsinger e Walsh (1998), a lanosidade está relacionada, principalmente, à anomalia nos processos de degradação e/ou síntese da parede celular. Isso, porque, frutos refrigerados em temperaturas baixas apresentam engrossamento da parede celular, o que se manifesta no aumento da percentagem de parede celular do fruto (LUZA et al., 1992). Segundo Werner et al. (1978), citado por Seibert (2004), o reendurecimento de pêssegos não pode ser atribuído a reconstituição das substâncias pécticas, o que representaria o oposto do processo normal de amadurecimento, e sim, segundo esses autores, ao distúrbio denominado retenção de firmeza.

A determinação da lanosidade, contudo, é problemática, visto que, não há diferença visível externa entre o fruto sadio e o fruto lanoso. A lanosidade, assim como muitas desordens fisiológicas, torna-se visível somente ao partir o fruto para visualização da polpa, sendo muito difícil determinar externamente o dano. Além disso, o sintoma não se manifesta durante ou imediatamente após a saída dos frutos das câmaras frigoríficas, e sim, durante o período de amadurecimento e/ou comercialização, geralmente, após alguns poucos dias a 20°C (LUCHSINGER;

WALSH, 1997b). Segundo Ben-Arie e Sonogo (1980), não foram observados sintomas de lanosidade em pêssegos armazenados a 0°C por duas semanas, porém, somente após três dias adicionais a 20°C, os sintomas da lanosidade tornaram-se evidentes nos frutos refrigerados anteriormente a 0°C. Embora o fruto tenha aparência externa de sadio e maduro, a percepção que se tem, ao consumi-lo, não é agradável, devido a ausência de suco e a sensação arenosa na polpa (LUZA et al., 1992).

A lanosidade não ocorre devido à desidratação do fruto, mas, pela retenção da água do fruto, a qual está relacionada com o mecanismo de liberação do mesmo (geleificação de pectinas). Acredita-se que o distúrbio esteja associado ao fenômeno de geleificação, resultante do aumento do nível de pectinas de elevado peso molecular na parede celular e lamela média, retendo assim, a água na forma de gel (BEN-ARIE; LAVIE, 1971). Segundo Luchsinger (2000a), supostamente, a lanosidade esteja associada a baixa atividade da enzima poligalacturonase e a constante atividade da pectinametilesterase. No entanto, ainda não há explicação clara desse mecanismo (Artés et al., 1996), visto que, os resultados ainda são contraditórios (JU et al. 2001).

Em muitos trabalhos, a lanosidade tem sido citada como sendo causada pelo desbalanço na atividade das enzimas poligalacturonase e pectinametilesterase. Segundo Artés et al. (1996), o desenvolvimento da lanosidade está associado à baixa atividade da enzima poligalacturonase, em conjunto com a contínua atividade da pectinametilesterase. Isso ocorre, porque, a pectinametilesterase continuaria o processo de desmetilação a temperaturas abaixo de 8°C, enquanto que, a atividade da poligalacturonase seria inibida nessas mesmas condições, como visualizado pelos autores após duas semanas no armazenamento de pêssegos da cv. Miraflores a 0°C (ARTÉS et al., 1996).

Ben-Arie e Sonogo (1980) também encontraram desequilíbrio entre a atividade da enzima poligalacturonase e pectinametilesterase durante a ocorrência da lanosidade, com o aumento da atividade da pectinametilesterase e a diminuição na atividade da poligalacturonase em frutos lanosos. Esse desbalanço na atividade enzimática da parede celular, causa a diminuição na degradação dos compostos pécticos (DAWSON et al., 1992 e LURIE et al., 1994), e mais desesterificação (LURIE et al., 1993, 1994) nos frutos lanosos do que nos frutos com amadurecimento normal, deixando-os com aspecto emborrachado e com baixíssima



ou ausência de suco (LURIE et al., 1994; LURIE; CRISOSTO, 2005).

Em nível celular, a ausência de suco em pêssegos com textura lanosa é causada por estruturas de géis que retêm as moléculas de água. Essas estruturas de géis tem elevado peso molecular e muitas ramificações, causando por sua vez, sensação de farinhento na boca (ORTIZ et al., 2000). Da mesma forma, o desenvolvimento dessa desordem fisiológica causa fendas nos tecidos e a perda de solutos e água do protoplasto (LUCHSINGER; WALSH, 1998), tornado a polpa seca, farinhenta e com sabor desagradável.

No entanto, de acordo com Ju et al. (2001), quando comparados a frutos sadios, frutos com lanosidade contêm menos suco, mais gel e níveis semelhantes na atividade de poligalacturonase e  $\beta$ -galactosidades, além da diferença na perda de firmeza de polpa. Assim, a textura seca em frutos com lanosidade pode ser medida por meio da falta de suco, como mostraram Lill e Van der Mespell (1988). No entanto, o conteúdo de água em frutos sadios e naqueles com lanosidade é igual (ZHOU et al., 2000b), e mais suco pode ser obtido com o leve aquecimento de pêssegos lanosos (BEN-ARIE; LAVEE, 1971; JU et al., 2001).

Seibert (2004) observou que o aparecimento da lanosidade apresenta duas fases. No primeiro estágio, quando os frutos são refrigerados, algumas mudanças prejudiciais ocorrem nos tecidos. Esses efeitos prejudiciais são cumulativos, mas, podem ser interrompidos pela transferência dos frutos para temperaturas acima das críticas ao amadurecimento normal dos frutos. No segundo estágio, se o fruto continua em armazenagem refrigerada, os efeitos prejudiciais acumulados do primeiro estágio provocam alterações no metabolismo das substâncias pécticas e, a lanosidade, desenvolve-se indefinidamente. O processo torna-se então irreversível e a transferência dos frutos para temperaturas elevadas, somente acelera o início dos sintomas e aumenta a severidade dos danos. Luchsinger e Walsh (1997b) afirmam que, depois de certo período de refrigeração, dependendo da temperatura e cultivar, a lanosidade pode ser reversível. Isso confirma-se em trabalhos de Von Mollendorff et al. (1992b; 1992c), em nectarinas 'Independence', onde, os autores visualizaram que 38% dos frutos estavam lanosos no 1º dia de amadurecimento a 20°C, após quatro semanas de armazenagem a -0,5°C. No 2º dia, o distúrbio ocorreu em 100% dos frutos, diminuindo para 33% no 3º dia e, não ocorrendo após o 4º dia. Frutos armazenados por apenas três semanas a -0,5°C apresentaram o mesmo comportamento durante o amadurecimento, tendo

75% dos frutos lanosos no 2º dia e apenas 18% no 3º dia a 20°C.

O escurecimento de polpa é também uma das principais alterações fisiológicas de pós-colheita que afetam a maioria dos frutos de caroço (KLUGE et al., 1997). A alteração da coloração da polpa deve-se aos danos causados às células por produtos intermediários tóxicos, acumulados durante a frigoconservação e pela atividade dos compostos fenólicos (GATTI; ESCUDERO, 1985; WANG, 1991; CRISOSTO, 1994; MARKHART, 1996). Essa injúria caracteriza-se pelo escurecimento da polpa após determinado período de armazenamento refrigerado, estando estreitamente associada a exposição dos frutos às baixas temperaturas. Em nível celular, essas temperaturas alteram a permeabilidade das membranas, afetando, por sua vez, a fluidez e a funcionalidade dessas estruturas, limitando o transporte de substratos e acarretando alterações no metabolismo do fruto (LAGOS 2000; CRISOSTO et al., 1999).

Ainda, segundo Kluge et al. (1996), o escurecimento interno da polpa é proveniente de mudanças na integridade e permeabilidade das membranas, que modificam o metabolismo normal do fruto e reduzem a atividade normal das enzimas ligadas à elas, sobretudo, as oxidases. O aparecimento desses distúrbios variam em função da temperatura de armazenamento, do tempo de exposição à ela e da própria cultivar (BEN-ARIE; SONEGO, 1980).

Pêssegos também desenvolvem reações de escurecimento enzimático quando sofrem cortes no processamento industrial e/ou quando tem os tecidos injuriados por causas diversas. O escurecimento então, pode ser influenciado pelo conteúdo de fenóis presentes nos vacúolos das células e que são, normalmente, precursores de muitos outros compostos de coloração escura (OOGAKI et al., 1990). Quando as células são rompidas, os fenóis são liberados e, posteriormente, oxidados a quinonas pelo oxigênio do ar ou enzimaticamente pelas polifenoloxidades e peroxidases, oportunidades em que se polimerizam e produzem coloração marrom ou de ferrugem (ZORZELLA, 2000).

Fenóis e seus derivados são componentes significantes do sabor nos frutos, estando envolvidos também, nas reações de escurecimento (SIRIPHANIC; KADER, 1985). Chitarra (1997) afirma que os compostos fenólicos dos frutos desempenham importante papel na determinação do sabor e, que são influenciados por fatores como cultivar, estágio de maturação, nutrição mineral e condições edafoclimáticas do pomar.

As polifenoloxidasas (PFOs) são enzimas também conhecidas como fenolases, tironases e catecolases, capazes de, na presença de oxigênio e substratos fenólicos, desencadear reações com a formação de compostos intermediários (ortoquinonas), capazes de polimerizar e dar origem a pigmentos escuros (CARVALHO, 1998). Segundo Cantillano (1998) as polifenoloxidasas são responsáveis pelas reações de escurecimento e pela perda da coloração característica em muitos frutos e hortaliças.

A maior ou menor atividade da polifenoloxidase depende das condições de cultivo, das condições de ambiente, além de características inerentes às espécies e cultivares (COSETENG; LEE, 1987; SIDDIQ et al., 1992). De acordo com Abreu et al. (1998), a atividade da polifenoloxidase é praticamente nula no momento da colheita e durante o armazenamento em baixas temperaturas. Porém, Lee et al. (1990) detectaram atividade dessa enzima no momento da colheita e durante o amadurecimento em temperaturas acima do armazenamento refrigerado. Entretanto, segundo Siddiq et al. (1992), foi relatado que no uso de baixas temperaturas para conservação de ameixas 'Stanley', não se estabeleceu correlação entre escurecimento, degradação de antocianinas e o aumento da atividade polifenoloxidase.

De maneira geral, as cultivares de pêsego de polpa amarelada têm maior suscetibilidade ao escurecimento do que às de polpa branca. Pêssegos colhidos imaturos ou sobremaduros, frutos com desequilíbrios nutricionais e provenientes de condições climáticas adversas são mais suscetíveis ao escurecimento interno e à lanosidade (LAGOS, 2000; CRISOSTO et al., 1999).

### **2.3.1 Atividade das enzimas pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG) e da polifenoloxidase (PFO) no desenvolvimento dos danos pelo frio em frutos de caroço**

Na tentativa de entender e desvendar o desenvolvimento dos danos de frio em frutos de caroço, muitos pesquisadores têm direcionado o foco no estudo da atividade das enzimas poligalacturonase e pectinametilesterase (Seibert, 2004). Essas enzimas são responsáveis pelo aumento na quantidade de pectinas solúveis

durante o amadurecimento normal de pêssegos (ARTÉS et al., 1996), devido à quebra hidrolítica de longas cadeias pécticas presentes na parede celular dos frutos. Embora no amadurecimento dos frutos, mudanças ocorram em vários polissacarídeos, a solubilização das pectinas tem recebido a maior parte das atenções, dado a maior preponderância na lamela média (HEDGE; MANESS, 1998).

A parede celular das plantas é uma estrutura fortemente organizada com polissacarídeos diferentes, proteínas e compostos fenólicos que sofrem alterações dinâmicas no desenvolvimento e amadurecimento dos frutos. Durante o amadurecimento, ocorre contínua e extensa despolimerização das pectinas, assim como, outras modificações desse componente, incluindo a desmetilação e a remoção de cadeias laterais de açúcares neutros (BRUMMELL; HARPSTER, 2001).

Esta estrutura proporciona o suporte mecânico, a rigidez e a estrutura dos tecidos celulares. A parede celular primária é formada a partir do citoplasma, durante a divisão celular, sendo formada em quantidade por celulose, além de hemicelulose, pectinas, proteínas estruturais e não estruturais, água e substâncias orgânicas. Por outro lado, a parede celular secundária contém apenas celulose e hemicelulose, e muito pouca pectina (KAYS, 1993).

A maior parte da parede celular primária em plantas é constituída por substâncias pécticas (SEIBERT, 2004). As pectinas são encontradas, extensivamente, na lamela média, onde funcionam como agente de ligação entre as paredes vizinhas. Também estão entremeadas nas microfibrilas de celulose junto a hemicelulose.

Após a colheita, durante o período de amadurecimento, muitas pectinas são solubilizadas, o que altera a firmeza de polpa dos frutos e a resistência da estrutura de célula a célula e, por conseqüência, a estrutura física total do produto. Existem três formas de substâncias pécticas nos tecidos vegetais, os ácidos pécticos, as pectinas e as protopectinas, sendo que cada uma delas é constituída, em grande parte, por ligações  $\alpha$  (1-4) de subunidades do ácido D-galacturônico, embora, outros monossacarídeos possam estar presentes concumitantes a esses (KAYS, 1993).

Os ácidos pécticos são os menores dos três polímeros, apresentando tamanho médio de 100 subunidades de ácido galacturônico. São solúveis em água, mas, podem tornar-se insolúveis se algumas carboxilas combinarem-se com  $\text{Ca}^{+2}$  ou  $\text{Mg}^{+2}$ . As pectinas são, usualmente, polímeros maiores

que os ácidos pécticos, com tamanho médio de 200 subunidades de ácido galacturônico, possuindo muitos dos grupos carboxila esterificados pela adição de grupamentos metila. As protopectinas são maiores em peso molecular que as pectinas e, intermediárias, no grau de metilação entre ácidos pécticos e pectinas, e por isso, apresentam menor solubilidade (KAYS, 1993).

A enzima pectinametilesterase catalisa a hidrólise de ésteres metil ao longo da cadeia péctica, produzindo, então, grupos carboxila livres. A enzima de-esterifica de maneira linear, movimentando para baixo a cadeia, produzindo segmentos com grupos carboxila livre. As enzimas poligalacturonases representam a classe de enzimas pectolíticas que degradam cadeias de pectinas de-esterificadas em polímeros de pequeno peso molecular e componentes de monossacarídeos (KAYS, 1993). A exo-poligalacturonase, por sua vez, quebra as subunidades simples de ácidos galacturônicos a partir de extremidades não-redutoras das moléculas de protopectinas. A endo-poligalacturonase ataca a cadeia aleatoriamente, sendo, portanto, mais eficientes no processo de despolimerização. Assim, o rompimento da cadeia polimérica pelas endo-poligalacturonases, tem efeito mais pronunciado no grau de solubilização da molécula de pectina e, por isso, o ataque desse tipo de enzima resulta no amolecimento mais rápido dos tecidos de sustentação dos frutos (ARTÉS et al., 1996).

A firmeza de polpa dos frutos é determinada pela combinação da pressão interna de água e da integridade da parede celular. Mudanças estruturais na parede celular de pêssegos começam a ficar evidentes durante os estádios iniciais de amolecimento, devido a dissolução da lamela e a desintegração do material fibrilar da parede celular (LUZA et al., 1992). De acordo com Pressey e Avants (1973) e Kays (1993), as endo-poligalacturonases da maioria das plantas superiores são específicas para pectinas de-esterificadas, sugerindo, que para o amadurecimento normal dos frutos, a de-esterificação desencadeada pela pectinametilesterase deve preceder a degradação por poligalacturonases. Segundo Artés et al. (1996), como a poligalacturonase requer pectatos de-esterificados como substrato, a ação da pectinametilesterase é o pré-requisito básico para a ótima atividade da poligalacturonase.

Pêssegos amolecem e/ou perdem a firmeza de polpa, acentuadamente, durante o amadurecimento. Essa perda de firmeza é acompanhada pela despolimerização de pectinas e hemicelulose, diminuição na

metil-esterificação das pectinas e a diminuição em cadeias laterais de açúcares neutros de rhamnogalacturano I (ZHOU et al., 2000a). Durante esse processo de amadurecimento, observa-se também a diminuição da atividade da pectinametilesterase, aumentando, por sua vez, a atividade da poligalacturonase (BEN-ARIE; LAVEE, 1971; PRESSEY; AVANTS, 1973), juntamente, ao aumento na quantidade de pectinas solúveis em água.

Frutos de caroço, entre eles o pêssego, podem apresentar desordens fisiológicas, como a lanosidade, a retenção de firmeza e o escurecimento da polpa, quando armazenados em baixas temperaturas por algumas semanas (LILL et al., 1989). Ben-Arie e Sonego (1980) encontraram aumentos na atividade da pectinametilesterase e inibição da atividade da poligalacturonase em pêssegos armazenados sob refrigeração, em relação a atividade enzimática de frutos que amadureceram normalmente sem os danos de frio.

A mesma constatação foi feita por Zhou et al. (2000b), em nectarinas 'Flavortop' que manifestaram danos de lanosidade, onde, o desbalanço na atividade enzimática causou a menor degradação das pectinas (LURIE et al., 1994; ZHOU, et al., 1999) e a maior esterificação (LURIE et al., 1994) nos pêssegos lanosos. No mesmo trabalho, foi observado que a atividade da pectinametilesterase foi 50% superior em frutos armazenados continuamente a 0°C, quando em comparação aos frutos armazenados por apenas 10 dias a 0°C. Após o aquecimento intermitente desses frutos por 24 horas a 25°C e, novamente armazenados a 0°C, a atividade da poligalacturonase foi três vezes superior aos frutos armazenados continuamente a 0°C. A medida que a lanosidade aumentou nos frutos controle, a atividade da poligalacturonase permaneceu baixa, mas, a da pectinametilesterase aumentou, não havendo, portanto, amolecimento dos frutos. Assim, nos frutos submetidos ao aquecimento intermitente houve aumento na atividade da poligalacturonase, acompanhado da diminuição da firmeza de polpa, embora, em menor intensidade que nos frutos não tratados termicamente.

Em nectarinas 'Flavortop' condicionadas antes do armazenamento refrigerado, Zhou et al. (2000b) constataram a elevada atividade das exo e endo-poligalacturonases depois de quatro semanas de armazenamento refrigerado, quando em comparação aos frutos controle. Isso foi relacionado a baixa firmeza de polpa nos frutos condicionados, entretanto, sem maiores problemas para a manutenção da qualidade dos mesmos. Nas nectarinas armazenadas a 0°C por seis

semanas, ocorreu lanosidade também nos frutos condicionados, e a atividade da exo-poligalacturonase nesses frutos baixou aos níveis medidos nos frutos controle. Isso prova que o condicionamento térmico possui o fator crítico temporal, não sendo recomendado ultrapassar o período de quatro semanas de armazenamento refrigerado. A endo-poligalacturonase nos frutos condicionados foi mais elevada na saída da câmara frigorífica que nos frutos controle, entretanto, durante o amadurecimento, a atividade dela aumentou aos mesmos níveis nos dois tratamentos, tanto em frutos armazenados sob refrigeração por quatro ou seis semanas.

Para Artés et al. (1996), o desenvolvimento da lanosidade está associado a baixa atividade da enzima poligalacturonase, em conjunto a contínua e elevada atividade da pectinametilesterase. Isso ocorre, porque, a pectinametilesterase continua o processo de desmetilação em temperaturas abaixo de 8°C, enquanto que, a atividade da poligalacturonase é inibida nessas mesmas condições, como visualizado pelos autores, após duas semanas do armazenamento de pêssegos da cv. Miraflores a 0°C. Dessa forma, a ocorrência da lanosidade tem sido associada a menor solubilização de pectinas, a reduzida remoção de cadeias laterais de rhamnogalacturano I e o acúmulo de pectinas insolúveis de elevado peso molecular na parede celular (BEN-ARIE; SONEGO, 1980; LURIE et al., 1994), devido ao funcionamento anormal da enzima poligalacturonase (BEN-ARIE; SONEGO, 1980). Por isso, o desenvolvimento da lanosidade, segundo esses autores, parece estar associado a baixa atividade da poligalacturonase e a contínua e elevada atividade da pectinametilesterase.

Neste sentido, Von Mollendorff et al. (1993) observaram que durante o amadurecimento de pêssegos, à medida que a firmeza de polpa dos frutos diminuiu, a concentração de pectinas solúveis aumentou nos frutos refrigerados e nos amadurecidos após a colheita. Segundo esses autores, a conversão de substâncias pécticas insolúveis para formas solúveis, é considerado importante no mecanismo de amolecimento dos frutos. Também, foi verificado aumento na formação de gel nos frutos sob refrigeração e, do 4º ao 6º dia, em frutos amadurecidos fora da câmara frigorífica após a colheita.

Lurie et al. (2003) observaram que 80% dos pêssegos que amadureceram após o armazenamento refrigerado a 9°C, desenvolveram textura lanosa. Para esses autores, esse comportamento sugere que a lanosidade ocorra

devido a de-esterificação das pectinas, não acompanhadas por despolimerização, o que levaria a formação de estrutura semelhante ao gel na parede celular.

Para Von Mollendorff e De Villiers (1988) e Von Mollendorff et al. (1992c), as nectarinas condicionadas apresentaram-se em estágio mais avançado de amadurecimento, menos firmes, durante o período de amadurecimento e, dessa forma, a quebra das pectinas estaria em estágio fisiológico mais avançado. Assim, frutos amadurecidos, possivelmente, têm maior quantidade de pectinas com baixo peso molecular nos espaços intercelulares, sendo que, pectinas com baixo peso molecular são menos prováveis de formar géis e, assim, possuem menor probabilidade de causar lanosidade. Nesse sentido, pode-se pressupor que a colheita dos frutos em estádios mais avançados de amadurecimento seja uma das soluções para o controle dos danos de frio. No entanto, a rápida perda de firmeza de polpa e a elevada perda de umidade, além de problemas fitossanitários, seriam os principais fatores limitantes a conservação pós-colheita desses frutos.

De acordo com Zhou et al. (2000b), a diminuição nos danos de frio ocasionado pelo condicionamento térmico, foi associado a manutenção da atividade da poligalacturonase durante o armazenamento refrigerado e, conseqüentemente, pela elevada relação PG/PME. Na indicação do balanço entre a poligalacturonase e a pectinametilesterase, Zhou et al. (2000b) constataram que os frutos não tratados termicamente apresentaram baixa relação PG/PME, durante o período de comercialização simulada, desenvolvendo assim, a lanosidade nesses frutos. Sobre esse desbalanço, é possível afirmar que a formação do gel tenha proporcionado aos mesmos, menos suco e, conseqüentemente, o desenvolvimento dessa desordem fisiológica. Nessa situação, os frutos condicionados mantiveram elevada atividade da poligalacturonase durante o armazenamento refrigerado, incrementando-a durante o amadurecimento fora da refrigeração. Esses autores citam que o condicionamento térmico mantém a atividade da poligalacturonase elevada e, assim, a elevada relação PG/PME, garantindo dessa maneira, o amadurecimento normal dos frutos.

Contudo, mesmo diante de tantos resultados semelhantes, de acordo com Ju et al. (2001), o efeito do frio sobre a atividade da poligalacturonase ainda apresenta controvérsias. Em alguns trabalhos, a exposição dos pêssegos a baixas temperaturas inibe a atividade da poligalacturonase e reduz a degradação de pectinas, enquanto que, em outros, frutos com abundante suco e frutos com lanosidade, contém níveis similares na atividade da poligalacturonase.



Exemplificando, Ju et al. (2001) observaram em pêssegos 'Snow Giant' e 'Elegant Lady', que frutos com retenção de firmeza produziram menos etileno, menor atividade da poligalacturonase e elevada firmeza de polpa, contendo mais pectinas insolúveis do que o suco de frutos lanosos. Entretanto, nesse trabalho, entre frutos sadios e lanosos, não foram encontradas diferenças na produção de etileno, na atividade da poligalacturonase e no conteúdo de pectinas insolúveis. Assim, ao contrário do trabalhos anteriormente relatados, que associaram a atividade reduzida da poligalacturonase e elevados níveis de pectina prontamente degradada sob temperaturas que causam dano de frio, Ju et al. (2001) não encontraram tal relação entre a atividade da poligalacturonase, o conteúdo de pectinas insolúveis e o desenvolvimento de lanosidade em frutos de caroço. Como explicação, esses autores citam que a lanosidade e a retenção de firmeza são desordens diferentes, mas, que não são estudadas separadamente por muitos autores.

Estes mesmos autores, comparando com frutos suculentos, os lanosos têm, praticamente, a mesma firmeza de polpa, menos suco aparente, maior formação de gel e níveis semelhantes da enzima poligalacturonase. Contudo, frutos com retenção de firmeza apresentam baixa quantidade de suco e baixos níveis de poligalacturonase. Ao compararem frutos lanosos com os sadios, ambos amadurecidos em temperaturas elevadas após a colheita, a atividade da poligalacturonase dos frutos lanosos foi até mesmo maior que a atividade nos sadios. Em pêssegos com retenção de firmeza, os autores mediram pequenos traços da atividade da poligalacturonase após o 4º dia de amadurecimento, depois do armazenamento refrigerado. E, mesmo após oito dias a 20°C, a atividade da poligalacturonase permaneceu ainda baixa, sendo muito mais baixa que a atividade dos frutos sadios suculentos e daqueles com lanosidade. Segundo os autores, por esses resultados, a influência da poligalacturonase nesses distúrbios deve ser re-examinada, devendo então, ser apenas considerada a atividade da enzima pectinametilesterase no estudo dos danos de frio em pêssegos.

Desta forma, pelos resultados obtidos, Ju et al. (2001) consideraram a lanosidade e a retenção de firmeza como duas desordens diferentes. A lanosidade envolvendo o amolecimento do fruto a valores de firmeza abaixo de 10 N, enquanto que, na retenção de firmeza, o fruto apresentaria falha no amadurecimento, mantendo a firmeza de polpa acima de 30 N após a armazenagem refrigerada.

## 2.4 CONDICIONAMENTO TÉRMICO (DELAYED STORAGE)

Vários trabalhos têm sido realizados visando amenizar e/ou evitar os danos ocasionados pelo frio durante o armazenamento refrigerado, principalmente, com relação à lanosidade e o escurecimento da polpa. Entre as técnicas utilizadas, estão o atraso no início do armazenamento refrigerado, o aquecimento intermitente dos frutos durante o armazenamento refrigerado, a seleção da temperatura de armazenamento refrigerado, o aumento na concentração de CO<sub>2</sub> e/ou a diminuição da concentração de O<sub>2</sub> na câmara frigorífica (atmosferas controladas) e tratamentos com etileno (MORRIS, 1982; NANOS; MITCHELL, 1991; LURIE et al., 1994; STREIF et al., 1994; RETAMALES et al., 1997).

Em relação ao aquecimento intermitente ('intermittent warming'), segundo Ben-Arie e Sonogo (1980), como tratamento para controlar lanosidade, pode retardar o desenvolvimento da lanosidade, uma vez que a atividade da poligalacturonase aumenta e alcança níveis existentes durante o amadurecimento normal. O calor intermitente, sozinho, ou, em associação à atmosfera controlada, constitui-se num inconveniente quando há necessidade de transporte dos frutos em grandes distâncias ou, na aplicação em grandes câmaras frigoríficas (ZHOU et al., 2000b). A atmosfera controlada, apesar de comprovado o efeito positivo na contenção do desenvolvimento de desordens fisiológicas (LILL et al., 1989), esbarra, também, na falta de recursos necessários à aplicabilidade prática dessa tecnologia.

Segundo Vitti (2004), o aquecimento intermitente com ciclos de cinco ou dez dias, pode ser utilizado, satisfatoriamente, no controle da incidência da lanosidade em pêssegos cv. Dourado 2, durante armazenamento por 30 dias a 0°C. Entretanto, mesmo contendo a manifestação da lanosidade, esse tratamento acelera demasiadamente a perda de massa fresca e de firmeza de polpa nos frutos. Isso, realmente é preocupante, no sentido de que, esses frutos, dependendo da época do ano, são transportados de dois a quatro dias para diferentes mercados consumidores. Sob esse enfoque, ainda menciona que maiores cuidados devem ser tomados no transporte e comercialização desses frutos, após a retirada dos mesmos das câmaras frigoríficas.

Desta forma, não só a contenção da lanosidade e/ou outros danos fisiológicos, como é o caso do escurecimento da polpa e a retenção de firmeza,

devem ser consideradas na avaliação final da tecnologia aplicada em pós-colheita. Enfim, a viabilidade econômica e prática estão intimamente ligadas ao conhecimento dos efeitos dos tratamentos térmicos na qualidade do frutos como um todo, principalmente, quanto a perda da firmeza de polpa, de massa fresca e a aceleração do amadurecimento e/ou senescência dos frutos.

Com isso, o aquecimento intermitente e o retardo na entrada em armazenamento refrigerado (condicionamento térmico – ‘delayed storage’) são tratamentos que promovem certo tipo de controle aos danos de frio. Muitos trabalhos, usando esses dois sistemas de controle fisiopático, evidenciaram o aumento na vida pós-colheita dos frutos de caroço (NANOS; MITCHELL, 1991; ZHOU et al., 2001; FERNANDÉZ-TRUJILLO; ARTES, 1998; RETAMALES et al., 1997). No entanto, os resultados são conflitantes e ainda apresentam muitas peculiaridades específicas entre as cultivares.

Resultados ainda mais inconsistentes e contraditórios têm sido observados em pesquisas envolvendo o condicionamento térmico. Em alguns estudos, constata-se a contenção do início da lanosidade, mas, em contraposição, mostram-se ineficientes quanto à perda de firmeza de polpa e de massa fresca (ZHOU et al., 2000a, 2000b), sem contudo, a diminuição dos distúrbios internos, como por exemplo, o escurecimento da polpa (TONINI et al., 1989).

Segundo Bramlage (1982), o benefício do condicionamento térmico está, justamente, na pequena aceleração do estágio de maturação antes de iniciar-se o armazenamento refrigerado, uma vez que o frio, em períodos prolongados, pode interferir na capacidade dos frutos em amadurecerem-se normalmente. Nanos e Mitchell (1991) citam que o condicionamento térmico prolongou o tempo de armazenagem e atrasou o desenvolvimento dos danos de frio em pêssegos ‘O Henry’ e ‘Fairtime’ e, em nectarinas ‘Red Jim’ e ‘September Grand’. No entanto, esses autores descrevem que apesar desses resultados, o tratamento térmico causou elevada perda de firmeza nos frutos. Segundo esses autores, houve melhores resultados quando pêssegos e nectarinas foram condicionados a 20°C em comparação a 30°C. A combinação do condicionamento a 20°C com a atmosfera controlada contendo 5% de CO<sub>2</sub>, foi considerado o melhor dos tratamentos estudados e evitou a elevada perda de firmeza observada em frutos apenas condicionados termicamente.

Crisosto et al. (2004) ao condicionarem pêssegos por 48 horas a

20°C, obtiveram aumento de uma semana no período máximo de comercialização para pêssegos 'Summer Lady' e 'O'Henry' e, de duas semanas para pêssegos 'Ryan Sun', em comparação aos pêssegos imediatamente refrigerados. Entretanto, o condicionamento por 24 horas não apresentou efeito no aumento do período máximo de comercialização e aumentou o período mínimo de conservação de apenas em algumas das cultivares estudadas.

Contudo, apesar do atraso no armazenamento refrigerado de pêssegos diminuir o desenvolvimento dos danos de frio, ele pode também causar indesejável desidratação e diminuição da firmeza da polpa dos frutos (NANOS; MITCHELL, 1991). Para controlar a excessiva perda de firmeza de polpa, esses autores usaram atmosferas gasosas contendo 5% de CO<sub>2</sub> em associação ao condicionamento térmico. Entretanto, Streif et al. (1994) citam que o condicionamento térmico, mesmo sem incrementos na concentração de CO<sub>2</sub> da câmara frigorífica, previne o aparecimento de lanosidade em nectarinas da cv. 'Autumn Grand'. No entanto, não apresenta efeitos sobre o aparecimento do escurecimento interno, o que pode sugerir problemas para algumas cultivares de pêssego, principalmente, para as de polpa branca. Além disso, Nanos e Mitchell (1991) observaram que o condicionamento térmico aumentou a desidratação e a perda de firmeza dos frutos e, devido a isso, o mesmo não deveria ser usado para aumentar a qualidade das nectarinas. Zhou et al. (2000b), por sua vez, não observaram diferenças na desidratação entre os frutos condicionados e os frutos controle, sendo a desidratação, semelhante ao longo da armazenagem refrigerada e do amadurecimento desses frutos. Crisosto et al. (2004) também relataram elevada perda de firmeza e desidratação após o armazenamento refrigerado de frutos condicionados termicamente, contudo, não de maneira objetiva a depreciar a qualidade geral dos frutos.

Amadurecendo nectarinas 'Independence' antes da frigoconservação, Von Mollendorff et al. (1992c) observaram menos lanosidade nos frutos após a saída das câmaras frigoríficas, além da maior quantidade de suco durante o amadurecimento desses frutos. No 2º dia de amadurecimento, 40% dos frutos condicionados estavam lanosos, contra 100% dos não condicionados. Esse valor baixou para 5 e 40%, respectivamente no 3º dia e, inexistiu a partir do 4º dia de amadurecimento nos dois tratamentos. Porém, a firmeza nos frutos condicionados foi mais baixa do que nos frutos do tratamento testemunha. Quanto à quantidade de

suco, já no 2º dia de amadurecimento, as nectarinas condicionadas apresentaram 33%, enquanto que, as nectarinas controle apresentaram apenas 12%, sendo que, esses valores subiram para 40 e 30%, respectivamente, no 3º dia de amadurecimento.

Da mesma forma, Zhou et al. (2000b) citam que o condicionamento térmico amenizou, de forma marcante, os sintomas da lanosidade em nectarinas 'Flavortop'. Assim, o atraso no armazenamento refrigerado foi efetivo para os frutos após quatro semanas sob refrigeração. No entanto, após seis semanas, a lanosidade desenvolveu-se nas nectarinas depois de terem sido retiradas da câmara frigorífica, comprovando assim, o componente temporal na manifestação dessa sintomatologia. Durante os sete dias de amadurecimento dos frutos anteriormente armazenados sob refrigeração por quatro semanas, observou-se pelo menos 80% de frutos condicionados sadios, enquanto que, dos frutos não condicionados, apenas 20% eram sadios no 5º dia de amadurecimento. A percentagem de suco nos frutos condicionados aumentou de 45%, ao final das quatro semanas de armazenagem refrigerada, para 70% no 7º dia de amadurecimento, enquanto que, os frutos controle apresentaram diminuição na percentagem de suco de 45%, para cerca de 38% no 5º dia de amadurecimento.

Zhou et al. (2000a) relatam que ambos, condicionamento térmico e armazenamento refrigerado em atmosfera controlada, proporcionaram aumento na relação da atividade entre a poligalacturonase e a pectinametilesterase, coordenando, ambas desmetilação e clivagem da pectina, respectivamente, conduzindo assim, ao amadurecimento normal dos frutos. Zhou et al. (2000b), observaram que frutos condicionados termicamente apresentaram quase que o dobro da atividade enzimática da poligalacturonase quando comparados com o controle, apresentando contudo, menores valores de firmeza de polpa quando comparados aos demais tratamentos. No entanto, esses frutos apresentaram resistência à lanosidade, o que confirma os relatos de Artés et al. (1996) e Thakur et al. (1997), onde é mencionado que a incidência da lanosidade em pêssegos está diretamente ligada a diminuição na atividade da poligalacturonase, acompanhada do incremento na atividade da pectinametilesterase.

Zhou et al. (1999), trabalhando com nectarinas 'Flavortop', aplicando o condicionamento térmico e o armazenamento refrigerado em atmosfera controlada, conseguiram sensível diminuição na incidência de lanosidade durante

quatro e seis semanas de armazenamento em câmaras frigoríficas a 10°C. Manteve-se o mesmo comportamento após sete dias de simulação de comercialização a 20°C, em ambos os casos. Os frutos controle, após quatro semanas de armazenamento refrigerado mais três dias a 20°C, apresentaram 50% de frutos lanosos, enquanto que, após seis semanas nas mesmas condições, 100% dos frutos apresentaram incidência de lanosidade. Segundo Zhou et al. (2000a), frutos condicionados têm menor firmeza de polpa na saída da câmara frigorífica, tanto em quatro como em seis semanas de armazenamento refrigerado, quando comparados aos frutos refrigerados em atmosfera controlada e no armazenamento refrigerado sem o condicionamento térmico. No entanto, nesse último, a incidência de lanosidade e de escurecimento da polpa atingiu a totalidade dos frutos.

Tonini et al. (1989) e Retamales et al. (1992) também relataram em seus estudos que frutos condicionados termicamente, apesar de não apresentarem o sintoma de lanosidade, são menos firmes e tem maior perda de massa fresca após a saída da câmara frigorífica. No entanto, após cinco dias a 20°C, todos os tratamentos (atmosfera controlada, condicionamento térmico e apenas refrigeração), apresentaram, praticamente, os mesmos valores de firmeza de polpa e de perda de massa fresca. Esse comportamento comprova a eficiência do condicionamento térmico quanto à manutenção dos atributos sensoriais e quanto à contenção da lanosidade, principal distúrbio fisiológico detectado em pêssegos frigoconservados (LURIE, 1993; LUCHSINGER, 2000a, 2000b). Entretanto, como mencionado, os resultados muitas vezes se contrapõem.

Von Mollendorff e Villiers (1988) ainda mencionam em seus experimentos, a diminuição da incidência de podridões no condicionamento térmico de pêssegos a temperaturas de 20 a 23°C, por dois dias. Nanos e Mitchell (1991) e Von Mollendorff e Villiers (1988) descreveram a eficiência do condicionamento térmico em pêssegos (20°C por dois dias), quanto ao aumento da resistência dos frutos às baixas temperaturas durante o armazenamento refrigerado.

Condicionando termicamente nectarinas 'Independence' antes do armazenamento refrigerado, Von Mollendorff et al. (1992a) observaram menos lanosidade nos frutos após a saída da câmara frigorífica e maior quantidade de suco durante o amadurecimento em temperaturas não controladas. A firmeza de polpa nesses frutos foi mais baixa do que nos frutos testemunha. Da mesma forma, Zhou et al. (2000a) citam que o condicionamento térmico aliviou os sintomas da

lanosidade em nectarinas 'Flavortop', elevando-se a atividade da enzima poligalacturonase, permitindo, desse modo, a manutenção da sua atividade durante o armazenamento refrigerado, resultando assim, no amadurecimento normal desses frutos.

Em nectarinas 'Flavortop', condicionadas a 20°C por cinco dias, antes do armazenamento dos frutos na câmara frigorífica, Zhou et al. (1999) observaram, apenas 7% de frutos com sinais de lanosidade, enquanto que, nos frutos prontamente armazenados a 0°C após a colheita, houve 87% de frutos com lanosidade. Nesse estudo, as nectarinas sadias apresentaram 65% de suco, comparado aos 45% das nectarinas que apresentaram lanosidade. Um detalhe importante é que o suco resultante dos frutos lanosos apresentaram-se com maior viscosidade. A elevada viscosidade no suco dos frutos lanosos, nesse experimento, foi relacionada a baixa atividade da poligalacturonase e, conseqüentemente, ao surgimento da lanosidade.

Portanto, mesmo diante da variedade de resultados encontrados, as referências acima citadas indicam que o condicionamento térmico previne e/ou diminui o aparecimento de danos relacionados ao frio em frutos de caroço. Na verdade, a problemática detectada gira em torno dos efeitos secundários resultantes do tratamento térmico, principalmente, quanto a perda de firmeza de polpa e umidade dos frutos. No entanto, conforme descrevem Luchsinger e Walsh (1998), enquanto não se obtém cultivares plenamente resistentes a esses danos, deve-se procurar determinar, individualmente, a suscetibilidade de cada cultivar sob as condições específicas de cada local de cultivo, controlando os tempos e temperaturas de armazenamento refrigerado, com o objetivo de que o fruto chegue aos consumidores com a melhor qualidade possível.

### 3. ARTIGO A: LANOSIDADE E RETENÇÃO DE FIRMEZA EM PÊSSEGOS DE CULTIVARES TARDIAS, SUBMETIDOS AO CONDICIONAMENTO TÉRMICO E, POSTERIORMENTE, AO ARMAZENAMENTO REFRIGERADO

#### 3.1 RESUMO

O controle da manifestação de danos fisiológicos como a lanosidade e a retenção da firmeza de polpa, durante o armazenamento refrigerado de pêssegos tardios, por meio do condicionamento térmico, foi o objetivo deste trabalho. Cronologicamente, o trabalho foi realizado em duas safras (2002/2003 e 2003/2004), utilizando pêssegos de polpas amareladas (Flordagrande, Maciel e Peach) e de polpas brancas (Chimarrita, Marli e Chiripá). Os frutos, colhidos fisiologicamente maduros, foram adquiridos em propriedade agrícola localizada no município de Arroio dos Ratos/RS. Para a constituição dos tratamentos, os frutos de todas as cultivares foram expostos a temperatura de 20°C e 75 ± 3% de U.R., em B.O.D., durante 0, 24 e 48 horas. Após a constituição dos tratamentos, os frutos foram acondicionados em câmara frigorífica a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Os frutos foram avaliados quanto a: firmeza de polpa, perda de massa fresca, rendimento de suco, análise da curva da quantidade de suco *versus* firmeza de polpa e a quantificação das enzimas poligalacturonase e pectinametilesterase. As análises, executadas de quatro a seis horas após a retirada dos frutos da refrigeração, foram realizadas no momento da colheita (dia um – caracterização do ponto inicial), após um dia do tratamento térmico e, aos sete, 14, 21 e 28 dias, analisando também dois dias após os mesmos (simulação de comercialização, ou seja, 7+2, 14+2, 21+2 e 28+2 dias). Ao final, os frutos das cultivares de polpa amarelada, independentemente do condicionamento térmico, não apresentaram qualquer sintoma de lanosidade ou retenção de firmeza. A exceção dos frutos de polpa amarelada condicionados por 48 horas, os demais frutos de polpa amarelada apresentaram-se ainda em condições de comercialização e posterior consumo. Os frutos de polpa branca, quando não submetidos ao condicionamento térmico, desenvolveram uma ou outra desordem fisiológica. Assim, pêssegos testemunha das cultivares Chimarrita e Marli, pelos baixos valores de firmeza de polpa (menores



que 10N), foram classificados como lanosos. Quanto aos frutos testemunha na cultivar Chiripá, cujas firmezas de polpa estavam acima de 30N, é possível concluir que os mesmos apresentaram retenção de firmeza. Nesses frutos, ao contrário das testemunhas das cultivares Chimarrita e Marli, também apresentaram elevadas perdas de massa fresca. Em ambos os casos, a falta de suco na polpa dos frutos foi semelhante. Ao que concerne o comportamento enzimático, nos frutos que apresentaram lanosidade, foi constatado elevada atividade da pectinametilesterase. A atividade da poligalacturonase foi semelhante em frutos lanosos e nos frutos de amadurecimento normal. Na retenção de firmeza, os frutos apresentaram elevada atividade da pectinametilesterase e baixa atividade da poligalacturonase, quando em comparação aos frutos lanosos e/ou normais. O condicionamento térmico nos frutos de polpa branca, por 48 horas, acelerou demasiadamente o amadurecimento desses frutos. No entanto, o condicionamento térmico por 24 horas foi eficiente no controle da lanosidade e da retenção de firmeza em pêssegos das cultivares de polpa branca.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desordem fisiológica. Danos fisiológicos. Qualidade. Pós-colheita. Armazenamento.

### 3.2 ABSTRACT

The control of physiological damages such as wooliness and leathery during cold storage of late peach cultivars by delayed storage was the purpose of this research. The research was carried out during two years (2002/2003 and 2003/2004), using yellow pulp peaches (Flordagrande, Maciel and Peach) and white pulp peaches (Chimarrita, Marli and Chiripá). The fruits, harvested at mature-green stadium, were acquired from a rural property located at Arroio dos Ratos/RS. All the cultivars were exposed to temperatures of 20°C and 75 ± 3% dof U.R., in a B.O.D., for 0, 24 and 48 hours. The fruits were then kept in a cold chamber at 0 ± 0,5°C and 92 ± 3% of R.H., during 28 days. The fruits were evaluated regarding: pulp firmness, loss of fresh matter, juice content, curve of juice content *versus* pulp firmness and polygalacturonase and pectinmetilesterase enzymatic activity. The analyses, made at

four and six hours after the removal of the fruits from the cold chamber, were realized at harvest period (day one – initial stage), after one day of thermal treatment and at seven, 14, 21 and 28 days, and also two days after these periods (commercialization simulation, i.e, 7+2, 14+2, 21+2 and 28+2 days). At the end, the yellow pulp cultivars, regardless of delayed storage, did not present any wooliness or leathery. Except for the yellow pulp fruits conditioned for 48 hours, the other yellow pulp cultivars still presented conditions for commerce and later consumption. The white pulp fruits, not submitted to delayed storage, developed either one or the other phisiopathy. Due to their low level of pulp firmness (lower than 10 N) control cultivars Chimarrita and Marli were classified as wooly. Control cultivars Chiripá, with pulp firmness over 30 N, presented leathery. Contrary to control cultivars Chimarrita and Marli, those fruits also presented high loss of fresh matter. Lack of pulp juice was similar in both cases. High pectinametilesterase enzymatic activity was verified in those fruits with wooliness. Polygalacturonase activity was similar in both wooly and normal maturing fruits. As for retention of firmness, the fruits had high pectinametilesterase enzyme activity and low polygalacturonase enzyme activity as compared to wooly and/o normal fruits. Delayed storage of white pulp fruits, for 48 hours, provided advance on ripening of these fruits. Nevertheless, delayed storage for 24 hours was effective in the control of wooliness and firmness retention of white pulp cultivars.

**KEYWORDS:** Physiopatie. Chilling injury. Quality. Postharvest. Storage.

### 3.3 INTRODUÇÃO

O pêssego é um fruto de elevada sazonalidade nos estados de São Paulo e do Sul do Brasil, dois dos maiores centros persicultores do Brasil. Os meses de outubro a dezembro concentram 79% da oferta do produto, originária de 130 municípios e de nove estados brasileiros (Gutierrez, 2005). Entretanto, devido a alta perecibilidade, perdem a qualidade durante a comercialização, em razão, principalmente, da ocorrência das podridões pós-colheita, da elevada desidratação, da rápida perda de firmeza de polpa e pelos danos fisiológicos ocasionados durante o armazenamento refrigerado (Santos, 2007).

Por isto, a utilização da refrigeração em frutos climatéricos, como é o caso dos pêssegos, é amplamente recomendado como método adequado de conservação, estendendo, dessa forma, o período de vida útil dos frutos em pós-colheita (Apezzatto-da-Gloria, 2004). Porém, o uso de temperaturas baixas durante o armazenamento refrigerado pode causar danos e/ou desordens fisiológicas, também conhecidas como danos pelo frio (Gottinari et al. 1998). Em pêssegos e nectarinas, os sintomas desses danos são caracterizados, principalmente, pelo escurecimento da polpa, pela lanosidade e/ou pela retenção de firmeza nos frutos (Luchsinger & Walsh 1998; Lurie & Crisosto, 2005; Seibert, 2004; Seibert et al, 2005; Santos, 2007).

A identificação da lanosidade é problemática, uma vez que, não existem diferenças visíveis entre frutos sadios e frutos lanosos. Dessa forma, os sintomas são perceptíveis, somente, quando o fruto é aberto, ou seja, o problema é constatado pelo consumidor, e isso é logisticamente muito desagradável (Luchsinger & Walsh 1998).

Segundo alguns autores, a lanosidade é resultado do desbalanço na atividade de enzimas pectolíticas durante o amadurecimento, quando ocorre aumento da atividade da enzima pectinametilesterase, causando acúmulo de substâncias pécticas com baixo grau de esterificação e redução e/ou inibição da atividade da poligalacturonase, não permitindo que essas substâncias sejam degradadas e solubilizadas (Zhou et al., 1999, 2000a). As substâncias pécticas com baixo grau de esterificação têm a capacidade de se ligar à água livre das células, formando gel, resultando assim, na ausência da suco nos frutos.

No entanto, segundo Ju et al. (2001), o efeito do frio sobre a atividade da enzima poligalacturonase ainda apresenta controvérsias. Em alguns trabalhos, a exposição dos pêssegos a baixas temperaturas inibe a atividade da poligalacturonase e reduz a degradação de pectinas. Exemplificando, Seibert (2004) constatou que pêssegos 'Late Nos' e 'Sweet September', condicionados ou não, a atividade da enzima poligalacturonase diminuiu e a da enzima pectinametilesterase aumentou durante o armazenamento refrigerado. Enquanto que, em outros trabalhos, frutos com abundante suco e com lanosidade, contém níveis similares na atividade da poligalacturonase. Ju et al. (2001) também observaram em pêssegos 'Snow Giant' e 'Elegant Lady', que frutos com retenção de firmeza produziram menos etileno, mostraram menor atividade da poligalacturonase e apresentaram

elevada firmeza de polpa, contendo mais pectinas insolúveis do que o suco de frutos lanosos. Nesse trabalho, entre frutos sadios e lanosos, não foram encontradas diferenças na produção de etileno, na atividade da poligalacturonase e no conteúdo de pectinas insolúveis.

Contudo, de acordo com Ju et al. (2001), a influência da poligalacturonase sobre o desenvolvimento da lanosidade deve ser re-examinada, devendo, ser apenas considerada a atividade da pectinametilesterase no estudo da lanosidade em frutos de caroço. Assim, ao contrário do trabalho de Ben-Arie & Sonogo (1980), que associaram a atividade reduzida da poligalacturonase e os elevados níveis de pectina degradadas sob temperaturas que causam dano de frio, Ju et al. (2001) não encontraram tal relação entre a atividade da poligalacturonase, o conteúdo de pectinas insolúveis e o desenvolvimento de lanosidade em frutos de caroço. Como explicação, esses autores citam que lanosidade e a retenção de firmeza são desordens diferentes, mas, que não são estudadas separadamente por muitos autores.

Desta forma, Ju et al. (2001) atestam que a lanosidade envolve o amolecimento do fruto a valores de firmeza de polpa abaixo de 10N, mantendo, por sua vez, constante e normal a atividade da poligalacturonase. Por outro lado, na retenção de firmeza, o fruto apresentaria falha no amadurecimento, mantendo a firmeza de polpa acima de 30N e apresentando baixa a atividade da poligalacturonase durante a refrigeração.

Portanto, o presente trabalho teve por objetivo o controle da manifestação de danos fisiológicos como a lanosidade e a retenção da firmeza de polpa, durante o armazenamento refrigerado de pêssegos tardios, por meio do condicionamento térmico.

### **3.4 MATERIAL E MÉTODOS**

Os experimentos foram instalados em câmara frigorífica localizada no Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos (ICTA) e analisados nos laboratórios de Pós-Colheita do Departamento de Horticultura e Silvicultura – DHS e de Bioquímica de Alimentos (ICTA), todos pertencentes à Universidade Federal do Rio

Grande do Sul – UFRGS, localizada na cidade de Porto Alegre, RS, Brasil. Para a realização do experimento foram utilizados pêssegos de cultivares tardias Maciel, Flordagrande, Peach (polpa amarelada), e Chimarrita, Marli e Chiripá (polpa branca).

Cronologicamente, o trabalho foi realizado em duas safras (2002/2003 e 2003/2004). Os frutos, colhidos fisiologicamente maduros, foram adquiridos em propriedade agrícola localizada no município de Arroio dos Ratos/RS. Para a constituição dos tratamentos, os frutos de todas as cultivares foram expostos à temperatura de 20°C e, 75 ± 3% de U.R., em B.O.D., durante 0, 24 e 48 horas. Após a constituição dos tratamentos, os frutos foram acondicionados em câmara frigorífica a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. As análises, executadas de quatro a seis horas após a retirada dos frutos da câmara frigorífica, foram realizadas no momento da colheita (dia um – caracterização do ponto inicial), após um dia do tratamento térmico e, aos sete, 14, 21 e 28 dias, analisando também dois dias após os mesmos (simulação de comercialização, ou seja, 7+2, 14+2, 21+2 e 28+2 dias).

Realizada a análise exploratória dos dados, constatou-se que os mesmos apresentam distribuição normal, os erros são independentes e apresentam homocedasticidade. Assim, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e a comparação de médias foi efetuada pelo teste de Tukey DMS a 5% de probabilidade. O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x10 (tipos de condicionamento térmico e épocas de amostragem), com três repetições e 15 amostras/repetição. As análises realizadas foram:

**(a) Firmeza de polpa (FP):** foi medida com penetrômetro Effe-GI, com ponteira de 5/16 polegadas de diâmetro, após a retirada de pequena porção da epiderme, fazendo-se duas leituras em cada hemisfério (direito e esquerdo). Os resultados foram expressos em N;

**(b) Perda de massa fresca:** as amostras foram analisadas em balança Toledo-computagram, com leituras de 1g. Os resultados foram expressos em percentagem de perda de massa fresca em relação à massa inicial dos frutos no momento da colheita (dia um);

**(c) Rendimento de suco (Incidência de lanosidade ou retenção de firmeza):** foi determinada de forma subjetiva pelo pressionamento dos frutos entre os dedos e a visualização direta, dado a presença ou ausência de suco e/ou polpa farinácea (sem suco). A intensidade do dano foi expressa de acordo com a

escala subjetiva, conforme a tabela abaixo, sendo os resultados expressos através das médias obtidas em cada repetição;

Tabela 3.4.1: Escala subjetiva para determinar o rendimento de suco dos pêssegos de polpa amarelada (Maciel, Flordagrande e Peach) e de polpa branca (Chimarrita, Marli e Chiripá).

| <b>Grau</b> | <b>Intensidade</b> | <b>Rendimento de suco</b> |
|-------------|--------------------|---------------------------|
| 1           | Elevada            | Presença abundante        |
| 2           | Moderada           | Medianamente sucoso       |
| 3           | Baixa              | Pouco suco                |
| 4           | Nula               | Ausência completa de suco |

**(d) Quantidade de suco x firmeza de polpa:** foi determinada medindo-se a firmeza de polpa nos dois hemisférios do fruto. Da mesma forma, de cada lado do fruto, coletou-se amostra da polpa com, aproximadamente, 5g. Essa amostra foi pressionada através de uma seringa de 5mL, sendo então, transferida para cubetas de, aproximadamente, 10g, sendo então pesadas e dispostas para centrifugação na rotação de 5.000 rpm, durante 25 minutos. Os frutos utilizados nessa avaliação foram retirados semanalmente das câmaras frigoríficas e mantidos por dois dias em B.O.D. a 20°C, antes das análises. O resultado foi expresso em percentagem, por meio da relação da massa inicial da amostra, em contraposição a quantidade de suco obtida no momento das análises;

**(e) Enzima Pectinametilesterase (PE):** foi determinada segundo Jen & Robinson (1984). O substrato usado foi a pectina cítrica a 1%, em NaCl 0,1M, pH 7,0, a temperatura de  $27 \pm 3^\circ\text{C}$ . A taxa de desmetilação da pectina, adicionada do extrato enzimático, foi medida pela titulação da mistura da reação com NaOH 0,0025N, mantendo-se o pH 7,0, por 10 minutos. Uma unidade da atividade de pectinametilesterase foi considerada como sendo a quantidade de enzima capaz de catalisar a desmetilação da pectina correspondente a  $1\mu\text{mol}$  de NaOH por minuto, nas condições do ensaio. Os resultados foram expressos em  $\text{UE}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{g}$  de tecido<sup>-1</sup>; e,

**(f) Enzima Poligalacturonase (PG):** foi determinada segundo Pressey & Avants (1973). A atividade foi determinada pela incubação do extrato com solução de pectina cítrica 0,25%, em tampão de acetato de sódio 37,5mM, pH 5,0, a temperatura de 30°C, por três horas. A reação foi interrompida em banho-maria

fervente e os grupos redutores liberados foram determinados pela técnica de Somogyi, modificada por Nelson (1944), usando glicose anidra como padrão. Uma unidade de atividade da poligalacturonase foi considerada como sendo a quantidade de enzima capaz de catalisar a formação de 1 $\mu$ mol de grupos redutores por minuto, nas condições do ensaio. Os resultados foram expressos em UE.min<sup>-1</sup>.g de tecido<sup>-1</sup>.

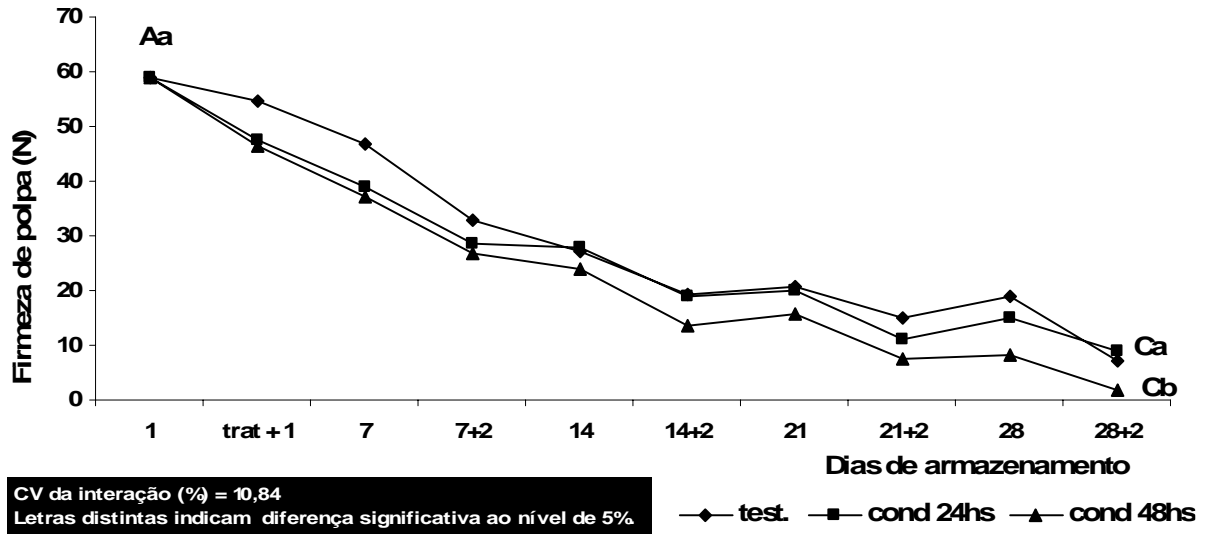
### 3.5 RESULTADOS E DISCUSÃO

#### 3.5.1 Firmeza de polpa

À exceção dos frutos testemunha da cultivar Chiripá, todos os demais, independente do tratamento térmico, perderam firmeza de polpa ao longo do experimento (Figuras 3.5.1.1 – 3.5.1.3). O mesmo foi observado por Bron et al. (2002), onde, os pêssegos Aurora-1 e Dourado-2 também apresentaram redução na firmeza da polpa durante e após o armazenamento refrigerado. Esse comportamento é considerado padrão e comprova a afirmação de Souty et al. (1990) e Vendrell & Carrasquer (1994), que afirmaram existir relação entre o avanço do amadurecimento, a perda de massa fresca e a redução da firmeza de polpa em pêssegos.

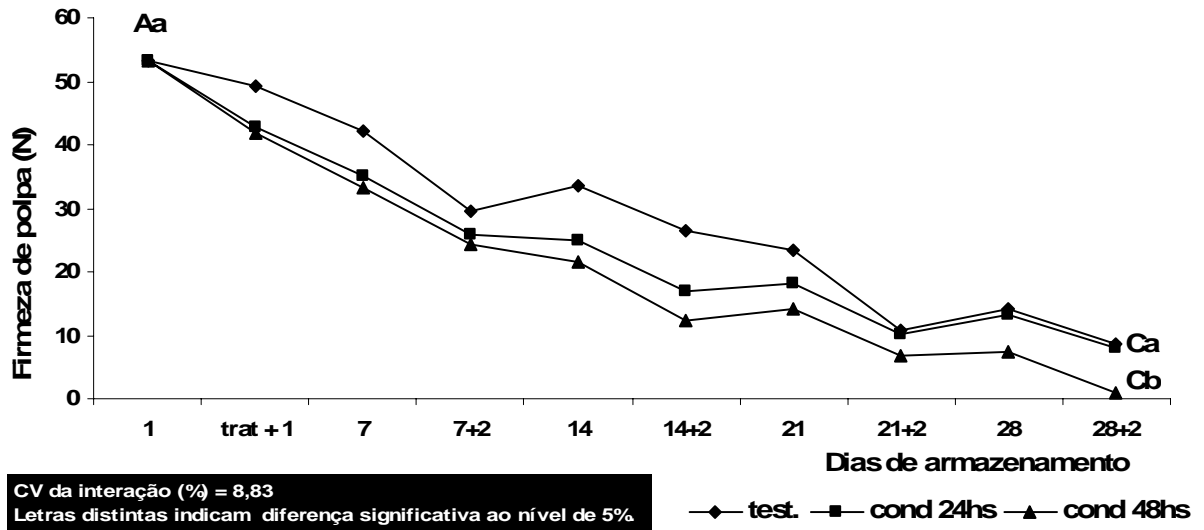
Esta diminuição de firmeza, segundo Seibert et al. (2005), pode ter ocorrido devido às transformações nas substâncias pécticas presentes nas paredes celulares dos tecidos vegetais, chamadas de protopectinas ou pectatos de cálcio, transformando-as em solúveis após a colheita dos frutos. Desse modo, no amadurecimento, ou mesmo no armazenamento refrigerado dos pêssegos aqui trabalhados, as pontes de cálcio entre as pectinas seriam desfeitas, devido, supostamente, à ação das enzimas poligalacturonase e pectinametilesterase, que atuam na despolimerização das mesmas, tornando-as cada vez mais solúveis. Essa transformação, por sua vez, diminuiria a força coesiva que mantém as células unidas, resultando na diminuição da firmeza de polpa ao longo do período experimental em frutos de amadurecimento normal.

(A)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

(B)

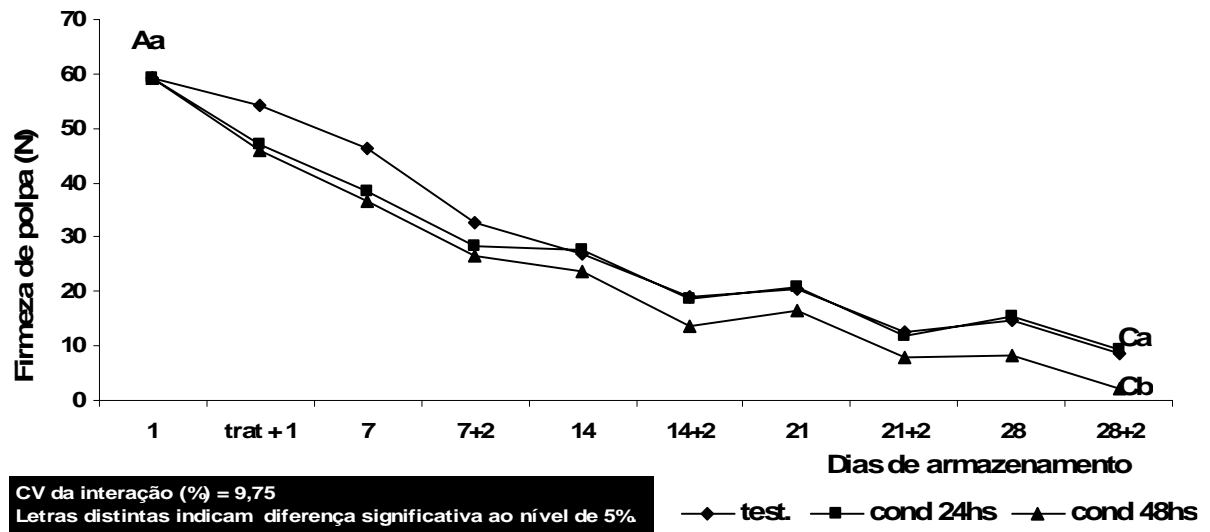


T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

Figura 3.5.1.1: Variação média da firmeza de polpa, nas safras 2003 e 2004, em pêssegos tardios condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS. Cultivares Maciel (A) e Flordagrande (B).

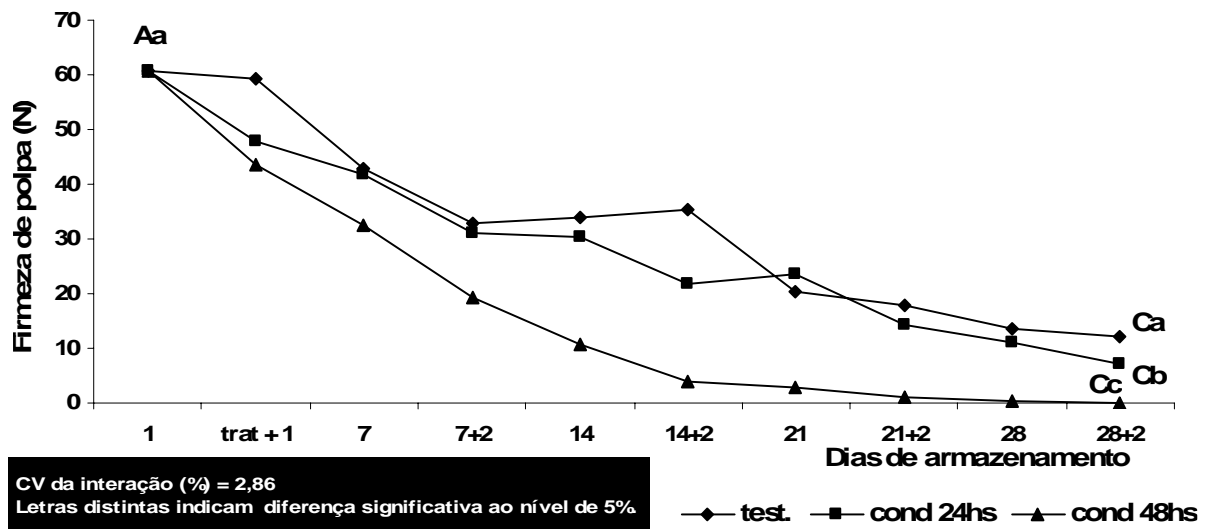


(A)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

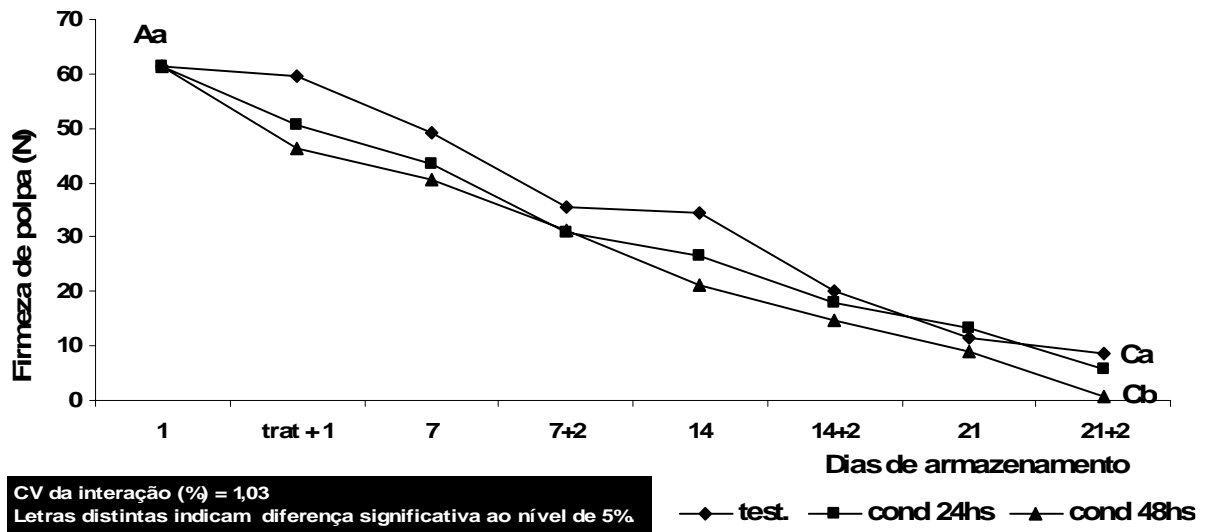
(B)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

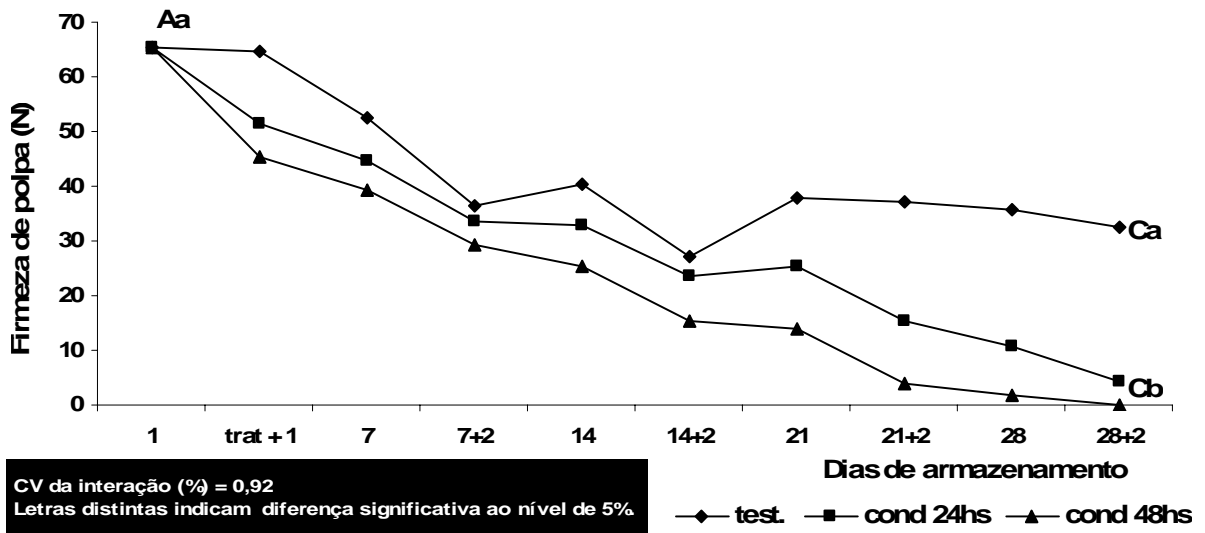
Figura 3.5.1.2: Variação média da firmeza de polpa, nas safras 2003 e 2004, em pêsegos tardios condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS. Cultivares Peach (A) e Chimarrita (B).

(A)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

(B)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

Figura 3.5.1.3: Variação média da firmeza de polpa, nas safras 2003 e 2004, em pêsegos tardios condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS. Cultivares Marli (A) e Chiripá (B).

Quanto aos frutos testemunha da cultivar Chiripá, pode-se pressupor o desenvolvimento do dano de frio conhecido como retenção de firmeza que, caracterizou-se pela manutenção dos elevados valores da firmeza de polpa, acima de 30N, pela perda excessiva de massa fresca e pela incapacidade de amadurecimento nesses frutos.

Entretanto, mesmo seguindo o comportamento dito como padrão, todos os frutos de polpa branca não submetidos ao tratamento térmico apresentaram certa resistência ao penetrômetro manual, principalmente, nos frutos recém saídos da câmara frigorífica. Nesse sentido, os pêssegos testemunha das três cultivares de polpa branca, apresentaram, ao fim do experimento, firmeza de polpa estatisticamente maior que os demais frutos termicamente tratados nessas cultivares. Contudo, esses resultados devem ser analisados cautelosamente, pois, quando observa-se os demais atributos qualitativos, percebe-se que os mesmos não possuíam condições satisfatórias de comercialização.

A resistência ao penetrômetro detectada nas polpas dos pêssegos testemunha das cultivares Chimarrita e Marli, bem menor (menores que 10N) quando comparada aos pêssegos testemunha da cultivar Chiripá (maiores que 30N), que apresentava-se com retenção de firmeza, também foi caracterizada pelo aspecto farináceo e seco. No entanto, esses frutos, a exceção da testemunha da cultivar Chiripá, não apresentaram perdas excessivas de massa fresca. Esse fato, pode ser caracterizado, claramente, como comportamento de frutos lanosos. Segundo Crisosto et al. (1999) e Seibert et al. (2004), confirmando os resultados obtidos neste experimento, esse distúrbio, de maneira geral, é mais frequente em cultivares de polpa branca do que os pêssegos de polpa amarelada.

Assim, os frutos de polpa amarelada, submetidos ou não ao condicionamento térmico, apresentaram os valores de firmeza de polpa superiores aos de pêssegos de polpa branca, sem contudo, apresentar qualquer sintomatologia de retenção de firmeza. Entretanto, Schwarz et al. (2004), em seu estudo, constataram que a cultivar Maciel, de polpa amarelada, não apresentou lanosidade, porém, foi suscetível, com o avanço do armazenamento refrigerado, a retenção de firmeza após 14 dias de armazenamento refrigerado. Diante desses resultados, é possível acreditar que a época da colheita e o pré-resfriamento tenham induzido a manifestação dessa desordem fisiológica, mesmo os pêssegos sendo procedentes do mesmo pomar e da mesma safra produtiva.

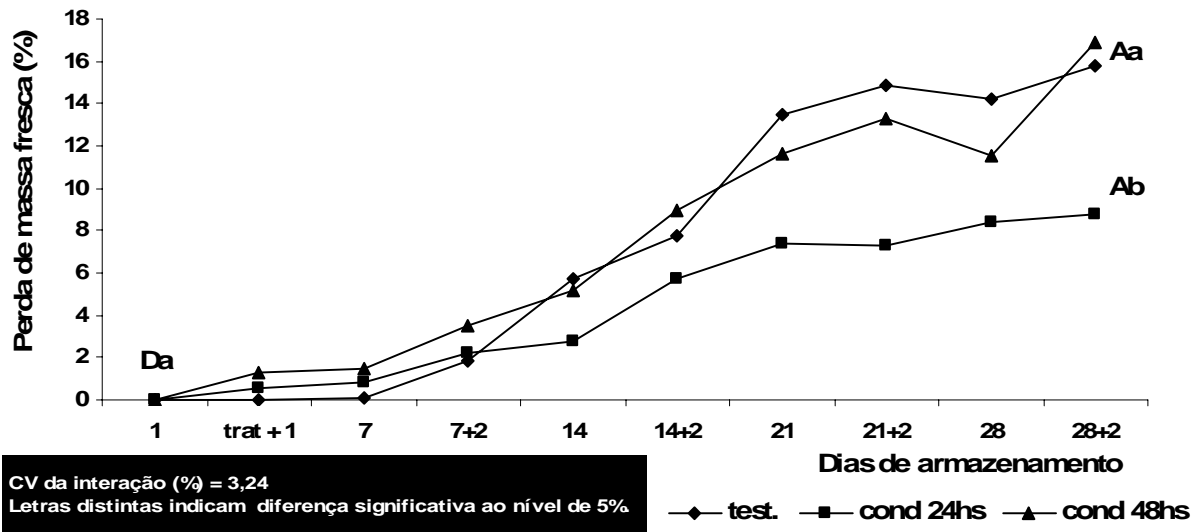
Pode-se ainda observar, ao final do experimento, que o condicionamento térmico acima de 24 horas e, no caso da cultivar Marli já aos 21 dias, em qualquer tempo de condicionamento térmico, acarretaram excessiva aceleração dos processos envolvidos no amadurecimento dos frutos, dentre eles, a elevada perda de firmeza de polpa. Observou-se aos 21 dias de armazenamento refrigerado, que todos os frutos condicionados da cultivar Marli apresentaram firmeza de polpa reduzida, quando, temporalmente comparada às demais cultivares. Isso, seguramente, inviabilizaria a comercialização desses pêssegos em distâncias prolongadas. No entanto, para as cultivares Chimarrita e Chiripá, o tratamento térmico por 24 horas não afetou drasticamente a manutenção dos valores de firmeza de polpa, além de, supostamente, ter impedido a manifestação dos sintomas de danos de frio. Esses frutos apresentaram-se ao final do experimento com firmeza de polpa de aproximadamente 7N, valor considerado suficiente durante a comercialização de pêssegos maduros (Rombaldi et al., 2001).

Portanto, com base nos resultados observados na análise de firmeza de polpa, pode-se constatar que a lanosidade e a retenção de firmeza, duas desordens fisiológicas que se relacionam diretamente com a firmeza de polpa em pêssegos (Seibert, 2004; Seibert et al., 2005), são mais características em frutos de polpa branca. Assim, os frutos lanosos apresentam firmeza de polpa abaixo de 10N e os frutos com retenção de firmeza apresentam firmeza de polpa acima de 30N. Luza et al. (1992) e Ju et al. (2001) comprovam essa afirmação, citando que há duas desordens que dão aos frutos textura seca, mas, que numa, os frutos permanecem firmes e, noutra, há perda de firmeza após alguns dias de amadurecimento em temperaturas acima da utilizada durante o armazenamento refrigerado. Dessa forma, no presente trabalho, frutos com baixa firmeza de polpa e com textura seca podem ser classificados como lanosos, enquanto que, frutos firmes, com textura seca e com elevadas perdas de umidade, são referidos como com retenção de firmeza.

### **3.5.2 Perda de massa fresca**

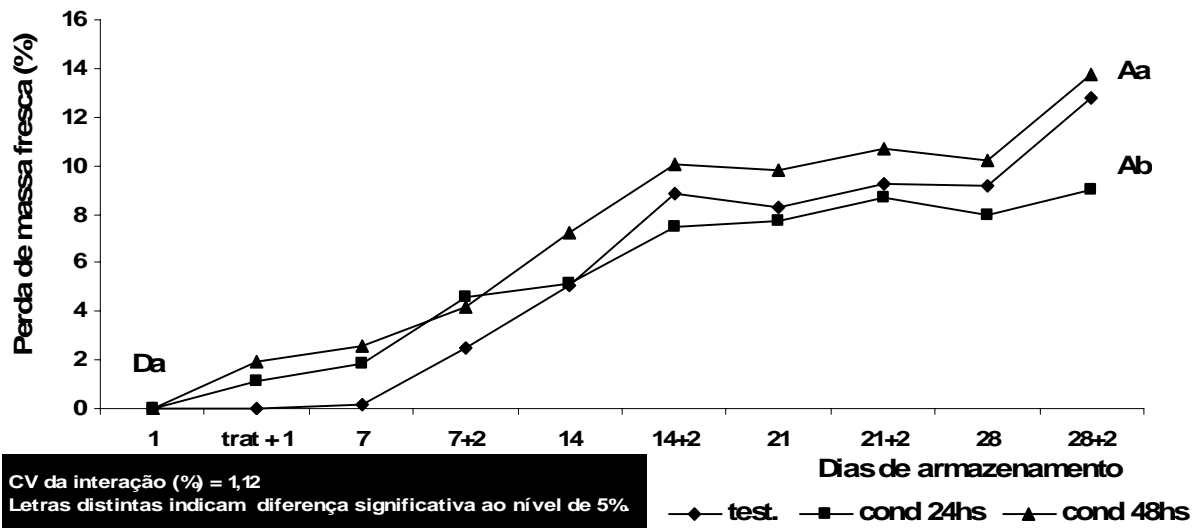
A perda de massa fresca nas cultivares analisadas, nas duas safras, apresentaram dois padrões distintos (Figuras 3.5.2.1 – 3.5.2.3).

(A)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

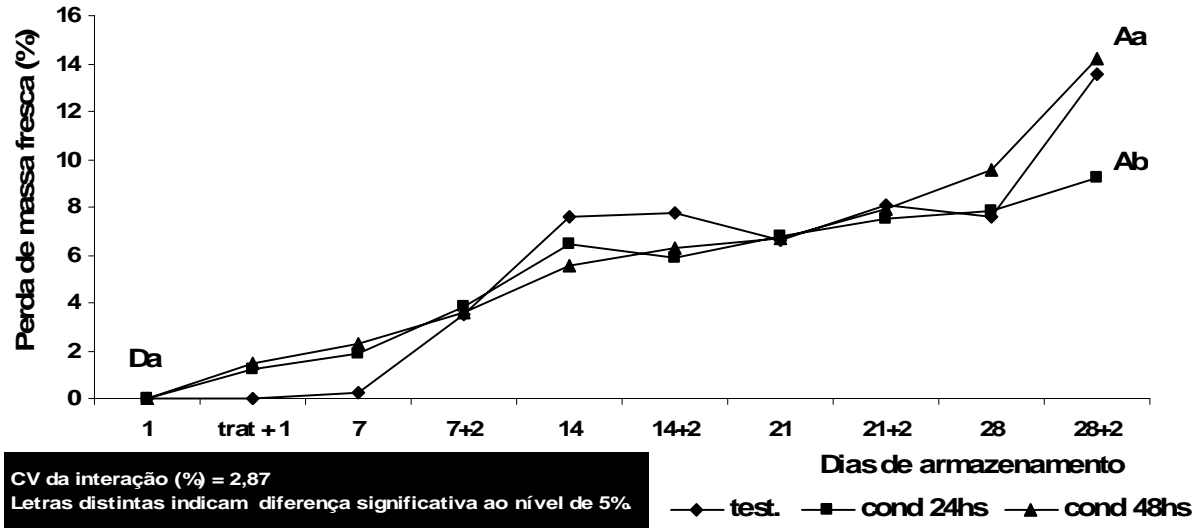
(B)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

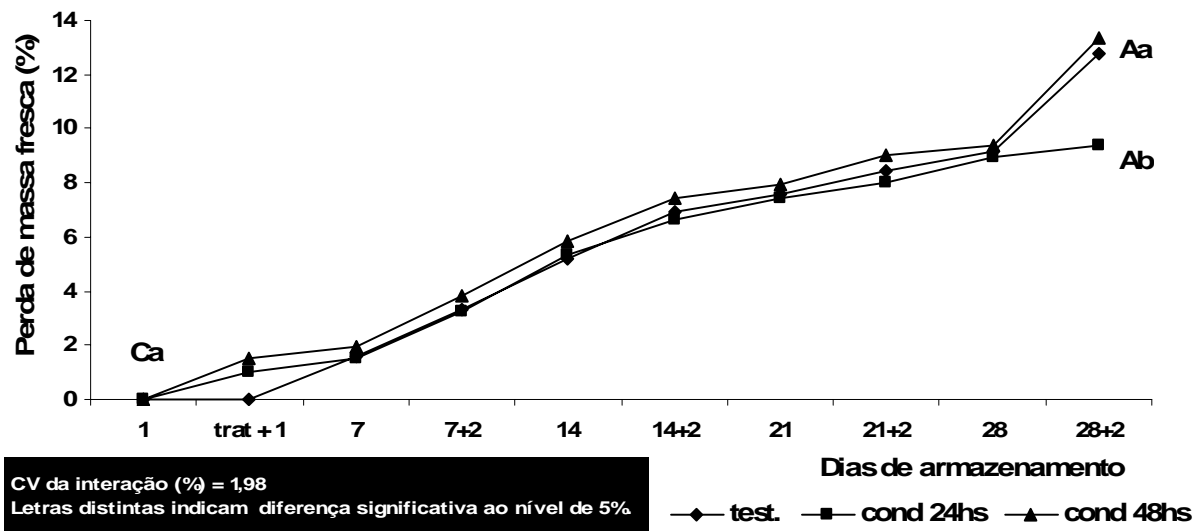
Figura 3.5.2.1: Variação média da perda de massa fresca em pêssegos, nas safras 2003 e 2004, em pêssegos tardios condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS. Cultivares Maciel (A) e Flordagrande (B).

(A)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

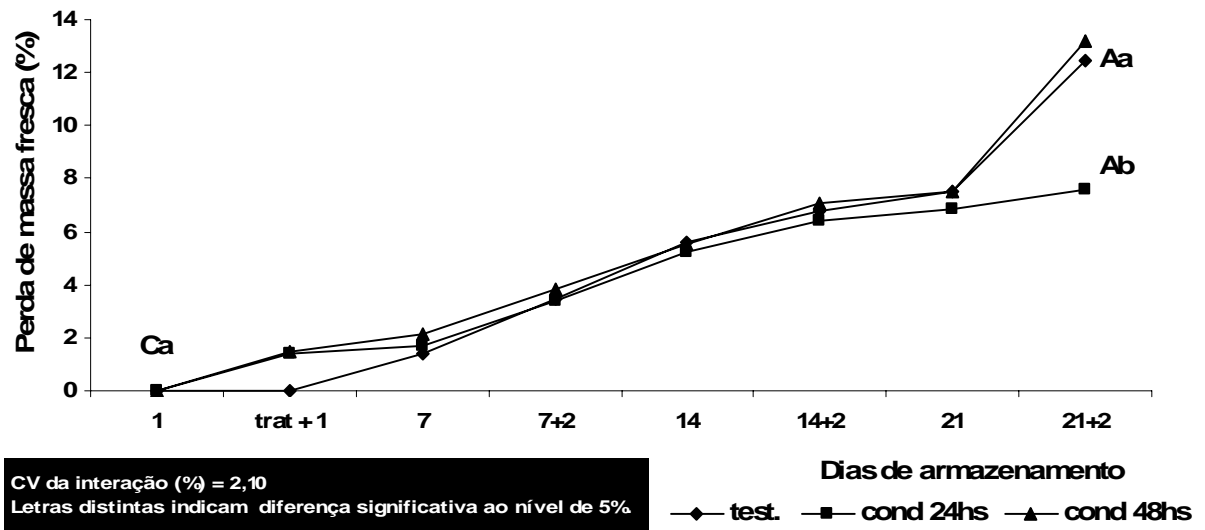
(B)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

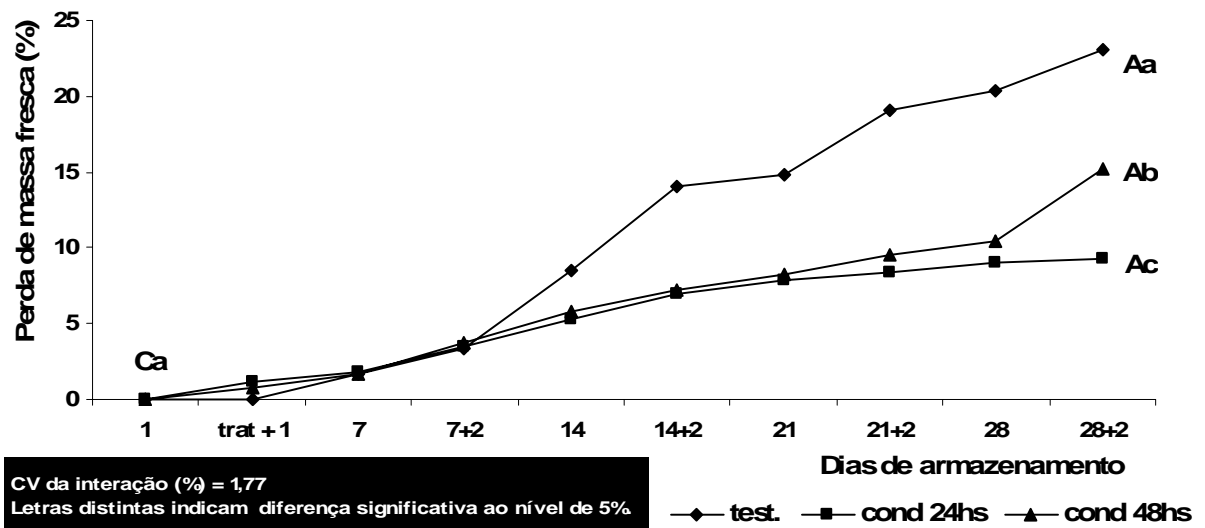
Figura 3.5.2.2: Variação média da perda de massa fresca em pêssegos, nas safras 2003 e 2004, em pêssegos tardios condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS. Cultivares Peach (A) e Chimarrita (B).

(A)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

(B)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

Figura 3.5.2.3: Variação média da perda de massa fresca em pêssegos, nas safras 2003 e 2004, em pêssegos tardios condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS. Cultivares Marli (A) e Chiripá (B).

Primeiramente, os frutos testemunha da cultivar Chiripá, que supostamente apresentaram-se com retenção de firmeza, tiveram perdas de até 25,3% da massa fresca. Isso, sem dúvida, tornaria a comercialização desses frutos inviável. Esses resultados também foram considerados destoantes, visto que, na média, as perdas não ultrapassaram a 16,9%. Para efeitos de comparação, na própria cultivar, os pêssegos Chiripá condicionados, na pior das situações (condicionamento por 48 horas), apresentaram perdas de massa fresca de até 15,87%, o que representa cerca de 10% a menos que os frutos testemunha.

Partindo do pressuposto de que frutos tratados termicamente poderiam apresentar aceleração inicial no metabolismo (Luchsinger & Walsh, 1998), pôde-se constatar o aumento da atividade respiratória, ocasionando maiores perdas de umidade durante a pós-colheita dos pêssegos. No entanto, os frutos das cultivares de polpa branca não condicionados, que por sua vez apresentaram elevados valores de firmeza, aspecto farináceo e ausência completa de suco ao final do experimento, apresentaram também as maiores perdas de massa fresca.

Tais sintomas, segundo Luza et al. (1992), Crisosto et al. (1999) e Seibert (2004), permitem dizer que estes frutos apresentaram-se com profundas alterações no metabolismo normal e, manifestando a desordem fisiológica denominada retenção de firmeza. Portanto, como anteriormente afirmado, frutos com baixa firmeza de polpa e com textura seca, são classificados como lanosos, enquanto que, frutos firmes, com textura seca e com elevadas perdas de umidade, são referidos como com retenção de firmeza.

Outros resultados observados, remetem ao fato de que, tanto os frutos de polpa branca quanto os de polpa amarelada, apresentaram perdas médias de umidade relativamente equivalentes. Nos frutos da cultivar Marli, devido a sensibilidade ao tratamento térmico, independentemente do tempo de exposição a temperatura de 20°C antes da refrigeração, as perdas foram consideradas elevadas logo aos 21 dias de armazenamento refrigerado.

O segundo padrão detectado é o comportamento constante nas perdas de massa fresca observadas nos frutos, em todos os demais tratamentos, submetidos ou não ao condicionamento térmico. Aqui, ao contrário dos frutos com retenção de firmeza, frutos condicionados por 48 horas apresentaram as maiores perdas, quando em comparação aos frutos testemunhas das cultivares de polpa amarelada e das cultivares Chimarrita e Marli. Entretanto, essas perdas não



superaram a marca de 16,9%, ou seja, aproximadamente 66% do ocorrido nos frutos testemunha da cultivar Chiripá (25,3%), além de serem, em média, 17,35% superiores às testemunhas das cultivares Chimarrita e Marli.

Desta forma, pode-se afirmar que a retenção de firmeza apresenta relação direta com a excessiva perda de massa fresca (Crisosto & Mitchell, 1999; Luchsinger, 2000a; Seibert, 2004). Também foi possível observar que o condicionamento térmico, que deveria acelerar o metabolismo e aumentar o estresse oxidativo dos frutos (Jomori, 2005), aumentando dessa forma as perdas de umidade, não aconteceu plenamente. Todavia, somente nos frutos submetidos ao condicionamento térmico por 48 horas é que as perdas de firmeza de polpa e de massa fresca foram consideradas preponderantes em relação os frutos testemunhas. Nesse sentido, Lurie & Crisosto (2005) afirmaram que, o condicionamento térmico de pêssegos a 20°C, antes do armazenamento refrigerado, por 24 a 48 horas, dependendo da cultivar, tem-se mostrado eficiente para a manutenção da qualidade pós-colheita nos frutos sensíveis as baixas temperaturas. Esses tratamentos, além de não ocasionarem deteriorações, podem prolongar a vida útil desses frutos em até duas semanas. Alguns sintomas, como a perda de umidade e de firmeza de polpa foram identificados, contudo, sem afetar a qualidade desses frutos.

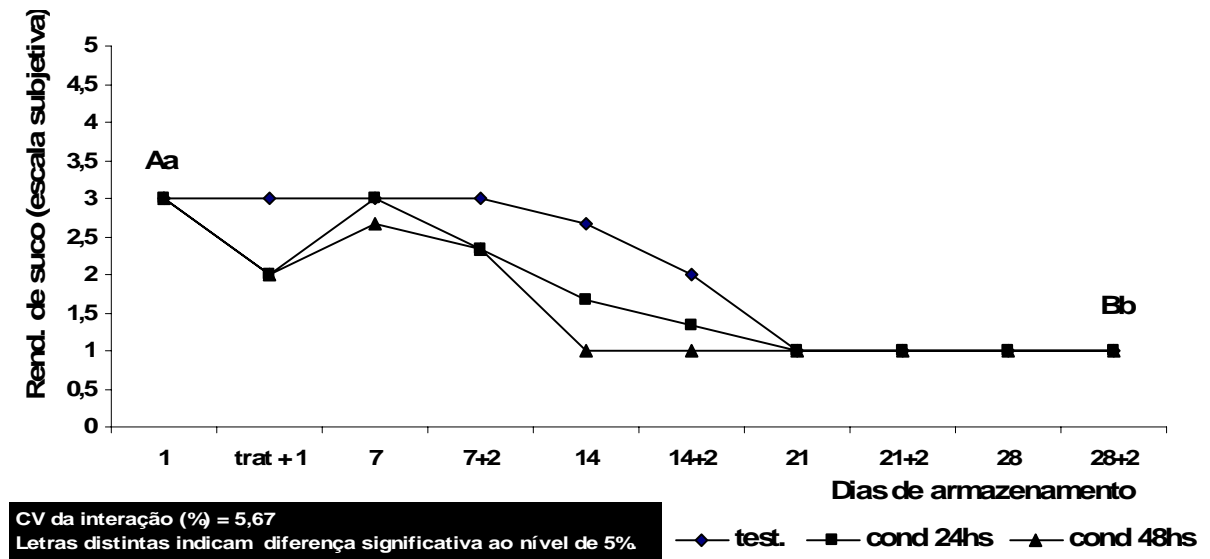
Assim, os frutos condicionados por 24 horas, independentemente da coloração da polpa, apresentaram perdas não superiores a 9,45% ao final do experimento, refletindo dessa maneira, firmeza satisfatória para a comercialização, segundo Rombaldi et al. (2001). Da mesma forma, Crisosto et al. (1994) citam que os sintomas de enrugamento em pêssegos, apenas começam a ser visualizados quando as perdas de massa fresca excedem 10%. Também, Akbudak & Eris (2004) observaram perdas de massa fresca na ordem de 9,10% no condicionamento de pêssegos 'Flavorcrest' e 'Red Top', após 30 dias a 0°C. Assim, devido à baixa desidratação detectada nos pêssegos de polpa amarelada e branca, condicionados por 24 horas, em nenhum momento esses frutos apresentaram problemas de aparência devido a sintomas relacionados ao excesso de desidratação, como por exemplo, o enrugamento. Dessa forma, se bem estabelecido o binômio tempo x temperatura, para a aplicação do condicionamento térmico, esse tratamento pode aumentar a termotolerância dos frutos ao frio, sem contudo, acelerar a senescência dos mesmos, com adequada manutenção da qualidade (Jomori, 2005).

Ainda sob o mesmo foco, Santos (2007), trabalhando com o armazenamento refrigerado de pêssegos Douradão e Aurora-1, embalados em filmes de polietileno, obtiveram perdas mínimas de massa fresca durante o armazenamento refrigerado. Esses autores descreveram, que através da modificação atmosférica, manteve-se praticamente a mesma massa inicial dos frutos até o final do experimento, preservando dessa forma, a integridade física desses frutos. Verificou-se aí, que o uso do filme plástico, durante o armazenamento refrigerado, poderia ser utilizado como meio de minimizar o déficit de pressão de vapor entre os frutos e a atmosfera de armazenamento, limitando as perdas por transpiração, reduzindo assim, as perdas de massa fresca nos frutos. Nesse mesmo experimento, no período de comercialização simulada por três dias, após os pêssegos serem retirados da embalagem, a perda média de massa fresca foi de apenas 4,3%, ou seja, menos da metade dos valores aqui apresentados. No entanto, os efeitos benéficos das embalagens plásticas sob a incidência de distúrbios fisiológicos em frutos de caroço, ainda não são completamente satisfatórios, sendo dependentes da cultivar e da época da colheita, não descartando também, as condições edafo-climáticas em que os frutos são expostos durante a pré-colheita. Os efeitos favoráveis da atmosfera modificada na diminuição das perdas de umidade, também foram observados em pêssegos 'Flordaprince' (Kluge et al., 1999), 'Aurora-1' (Darezzo, 1998), 'Aurora-2' (Nunes et al., 2004) e 'Chiripá' (Girardi et al., 2002).

### **3.5.3 Rendimento de suco**

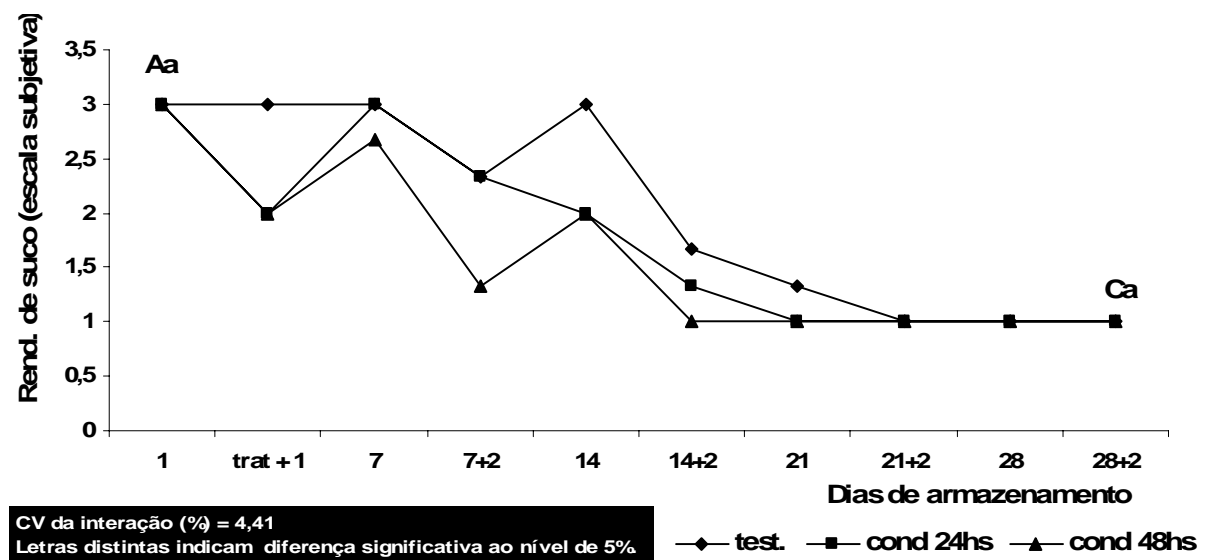
De acordo com os resultados presentes nas Figuras 3.5.3.1 – 3.5.3.3, a disponibilidade de suco nos frutos apresentou-se intimamente ligada ao desenvolvimento normal dos frutos, independentemente da cultivar e da coloração da polpa. Dessa forma, em ambos os distúrbios fisiológicos, lanosidade e retenção de firmeza, dois dos principais danos causados pelo frio em pêssegos (Rombaldi et al., 2001), a ausência de suco é característica marcante durante o amadurecimento de frutos fisiopáticos, devido, supostamente, as baixas temperaturas empregadas no armazenamento refrigerado (Luchsinger, 2000a, 2000b; Martins, 2001).

(A)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

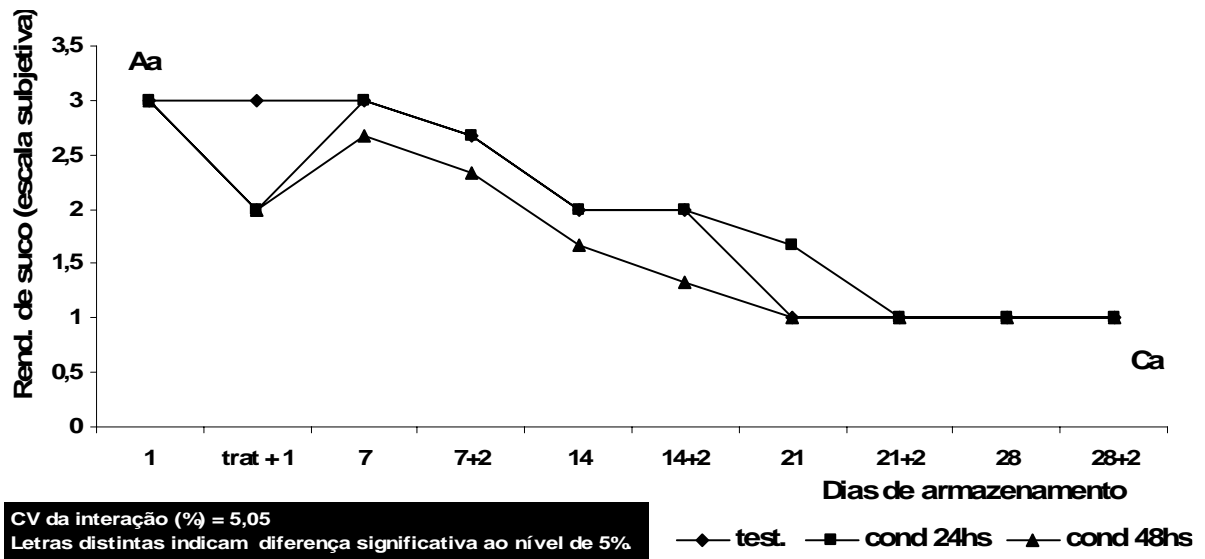
(B)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

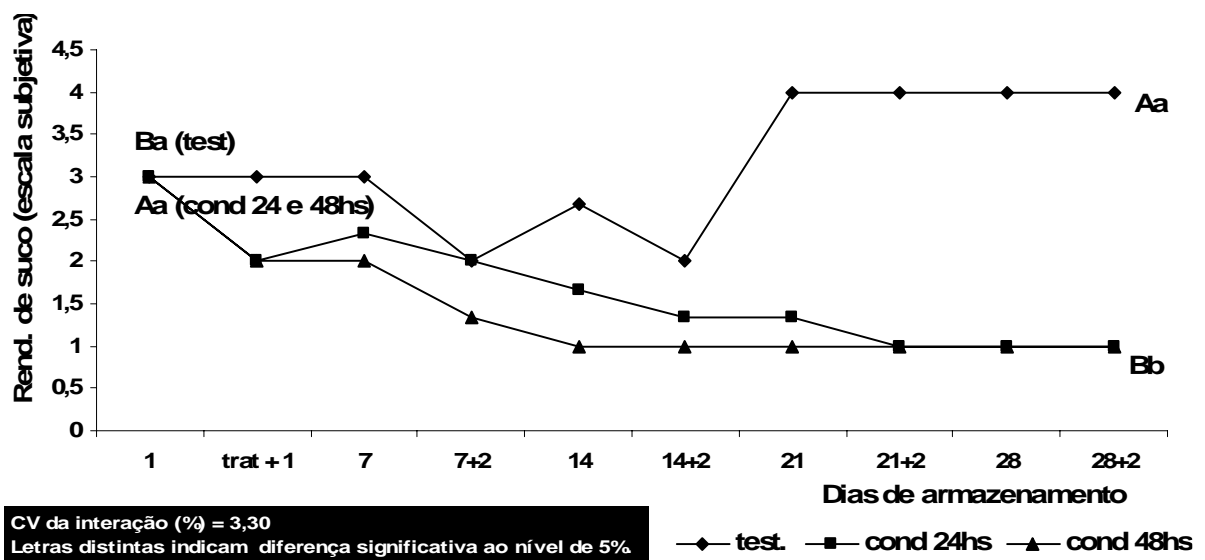
Figura 3.5.3.1: Variação média da quantidade de suco em pêssegos, nas safras 2003 e 2004, em pêssegos tardios condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS. Cultivares Maciel (A) e Flordagrande (B).

(A)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

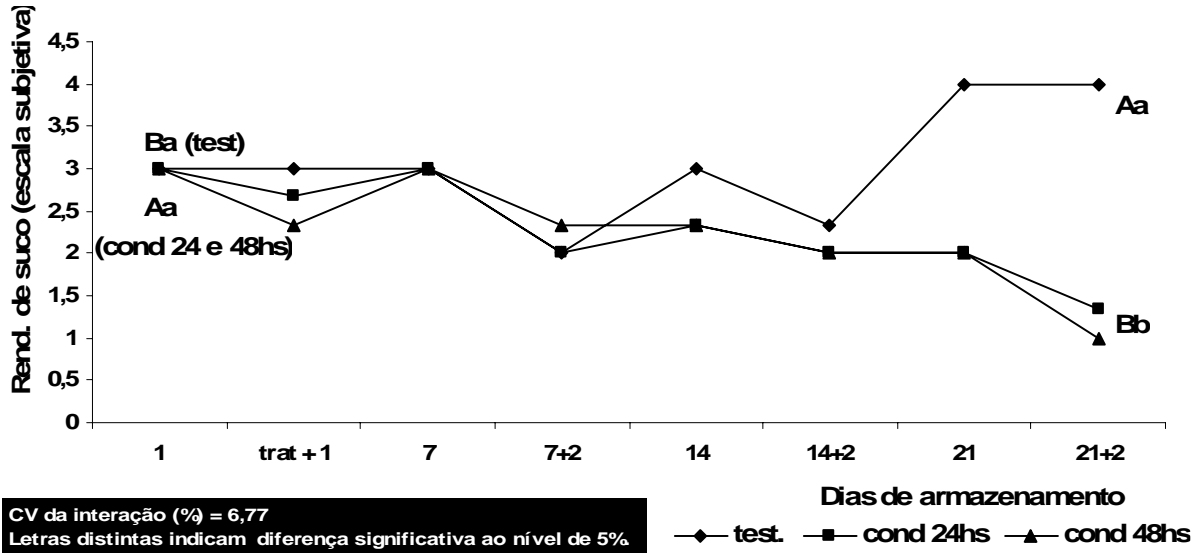
(B)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

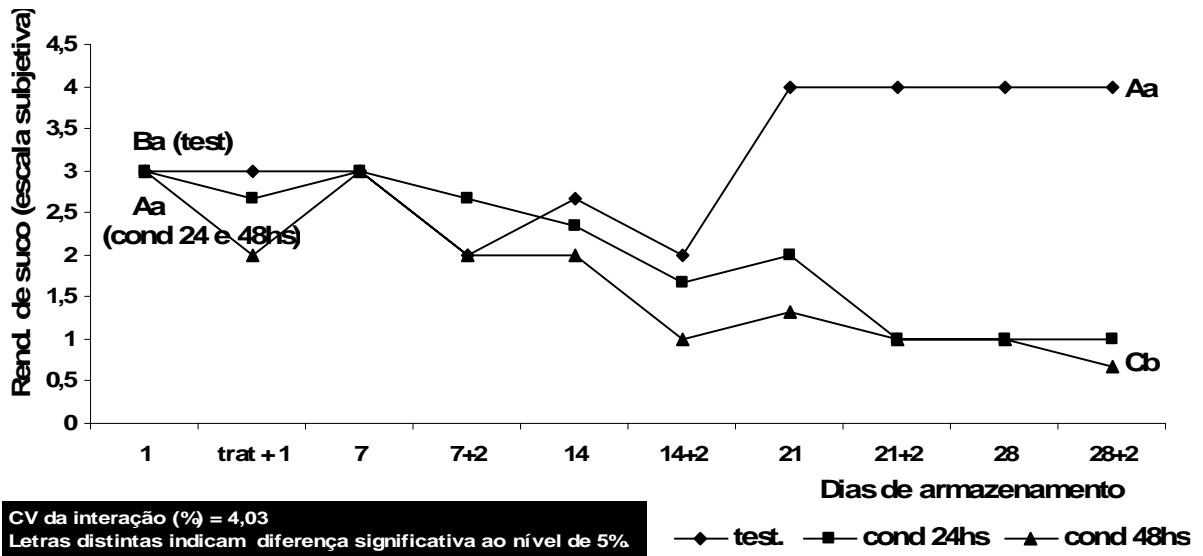
Figura 3.5.3.2: Variação média da quantidade de suco em pêssegos, nas safras 2003 e 2004, em pêssegos tardios condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS. Cultivares Peach (A) e Chimarrita (B).

(A)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

(B)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

Figura 3.5.3.3: Variação média da quantidade de suco em pêssegos, nas safras 2003 e 2004, em pêssegos tardios condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS. Cultivares Marli (A) e Chiripá (B).

Desta forma, os pêssegos lanosos ou com retenção de firmeza, apresentaram-se sem qualquer suco ao final do período experimental. Ou seja, esses frutos apresentaram a polpa com aspecto farinhento, além da completa ausência de suco. Luchsinger e Wash (1997b) e Luchsinger (2000b) citam que a falta de suco em pêssegos pode ser devido à elevada firmeza, associada ao distúrbio retenção de firmeza ou mesmo, devido à lanosidade, em firmezas de polpa não superiores a 10N (Ju et al., 2001). De acordo com Vitti (2004), pêssegos da cultivar Dourado-2 apresentaram-se moles, porém, com aparência seca e nenhuma ou pouca extração de suco, sintomas característicos de lanosidade, após serem armazenados por 30 dias a 10°C, seguidos de três dias fora da refrigeração. Segundo Lill et al. (1989) e Bron et al. (2002), o que explicaria essa aparente falta de suco é a presença de substâncias pécticas desesterificadas de elevado peso molecular, capazes de capturar a água livre e, conseqüentemente, formar estrutura de gel.

No entanto, observou-se que todos os pêssegos de polpa amarelada e os frutos condicionados das cultivares de polpa branca, apresentaram rendimento de suco máximo ao final dos 28 dias do armazenamento refrigerado mais dois dias em condições de temperatura e umidade relativa não controladas. Assim, caracterizando a importância do suco dos pêssegos frente aos diferentes segmentos mercadológicos, em entrevistas realizadas por Gutierrez (2005), com atacadistas e varejistas, revelou-se que a falta de qualidade global e a presença de danos fisiológicos em pêssegos, figuraram entre as principais reclamações. Essa situação pode contribuir, profundamente, na decisão do consumidor em comprar ou não esse tipo de fruto, principalmente, na disponibilidade de outros frutos similares em substituição ao pêssego.

Temporalmente, os frutos testemunha das cultivares de polpa branca, demonstrando retenção de firmeza (Chiripá) e lanosidade (Chimarrita e Marli), apresentaram, a partir da 2ª semana de armazenamento refrigerado, problemas quanto à ausência de suco. Embora, somente a partir da 3ª semana de friconservação, essa sintomatologia tenha se tornado definitiva, mesmo após os dois dias fora da refrigeração. Nesses frutos, com o início do dano a partir da 2ª semana de armazenamento refrigerado, observou-se padrão descontínuo, onde, na saída da câmara frigorífica, os frutos apresentaram ausência de suco, e após dois dias de simulação de comercialização, os frutos retomavam o metabolismo normal, voltando

a apresentar mediana disponibilidade de suco. Esses resultados são concordantes com Luchsinger & Walsh (1996 e 1998), nos quais, é descrito que os sintomas de lanosidade não são visualizados durante o armazenamento refrigerado, e sim, na saída da câmara, quando, após algumas horas, a temperatura sobe consideravelmente.

Em relação à retomada no aumento da quantidade de suco nesses frutos, pode-se explicar que no aparecimento das desordens fisiológicas, algumas mudanças prejudiciais ocorreriam nos tecidos. Esses efeitos prejudiciais são cumulativos, no entanto, podem ser parados e/ou reversíveis pela transferência dos frutos para temperaturas acima das de frigoconservação, normalizando assim, o amadurecimento dos frutos. Entretanto, os benefícios da reversibilidade dos sintomas da lanosidade e/ou retenção de firmeza, segundo alguns autores (Von Mollendorff et al., 1992; Luchsinger & Walsh, 1998, Zhou et al., 1999, 2000a), assim como visualizado no presente trabalho, podem ser comprometidos, conforme o tempo de exposição dos pêssegos a temperaturas críticas durante o armazenamento refrigerado, tornando, o dano irreversível. Aqui, a irreversibilidade foi detectada a partir da 3ª semana de armazenamento refrigerado. Sobre a reversibilidade dos danos provocados pelas baixas temperaturas nos pêssegos, os frutos testemunha da cultivar Maciel, contrariamente as demais cultivares de polpa amarelada, apresentaram certa perda de suco aos sete e 14 dias de experimentação. No entanto, diferentemente dos frutos testemunha das cultivares de polpa branca, os frutos testemunha da cultivar Maciel apresentaram, a partir da 2ª semana de armazenamento, com cada vez mais suco, comprovando desse modo, a reversibilidade mencionada.

Assim, o conteúdo de suco, ou melhor, a falta dele, é considerado importante reflexo do dano de frio em pêssegos, manifestando-se tanto na lanosidade como na retenção de firmeza, variando entre cultivares e condições de armazenamento (Luza et al., 1992). Desse modo, é possível dizer que a retenção de firmeza e a lanosidade influem, sensivelmente, na disponibilidade de suco aos frutos, e que, o condicionamento térmico, por inibir potencialmente o surgimento dessas desordens fisiológicas, atua, positivamente, na liberação do suco.

### 3.5.4 Quantidade de suco *versus* firmeza de polpa

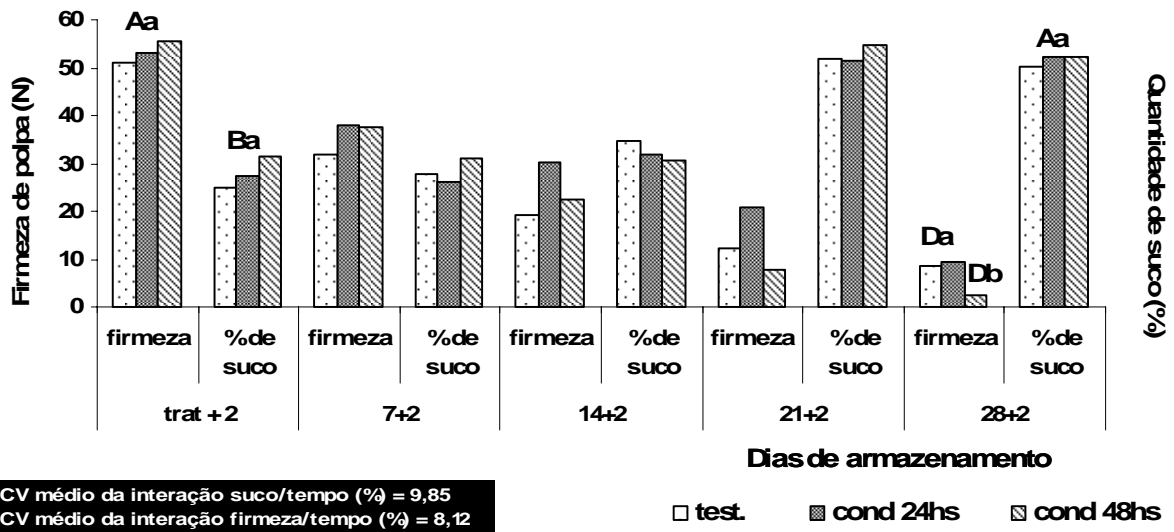
A presença dos sintomas de danos fisiológicos, como a lanosidade e a retenção de firmeza nos pêssegos, apresentou relação direta com a firmeza de polpa e a disponibilidade de suco, pelos dados apresentados nas análises de firmeza de polpa e quantidade de suco na polpa dos frutos, respectivamente. Essa afirmação também está de acordo com os estudos de Luza et al. (1992), Luchsinger e Walsh (1998) e Crisosto et al. (1999b, 2002 e 2004).

Neste sentido, a avaliação simultânea da firmeza de polpa e da disponibilidade de suco nos frutos, visualizados simultaneamente num gráfico e mensurados pontualmente numa curva (Figuras 3.5.4.1 – 6), permitiram a melhor constatação de que os frutos testemunha das cultivares de polpa branca, lanosos, como na cultivar Chimarrita e Marli e, com retenção de firmeza, como na cultivar Chiripá, apresentaram problemas no metabolismo normal durante o amadurecimento. Objetivamente, observou-se nesses frutos que a lanosidade aumentou continuamente desde a colheita, alcançando o ponto máximo aos 21 dias nos frutos testemunhas das cultivares Chimarrita e Marli. O mesmo acontecendo com a retenção de firmeza nos frutos testemunhas da cultivar Chiripá. Esses resultados, contribuíram para a diminuição na quantidade de suco desses pêssegos, e isso, seguramente, poderá influenciar negativamente a comercialização desses frutos.

Sendo assim, a constatação sintomática visual da lanosidade e da retenção de firmeza foram validadas pela relação entre o conteúdo de suco disponível e a firmeza de polpa dos frutos, observados conjuntamente na curva quantidade de suco *versus* firmeza de polpa. Desse modo, de acordo com as Figuras 3.5.4.1 – 3.5.4.3, pôde-se observar que os pêssegos de polpa amarelada das cultivares Maciel, Flordagrande e Peach, durante todo o período experimental, apresentaram decréscimos constantes da firmeza de polpa. Nos frutos submetidos ao tratamento térmico por 48 horas, as reduções da firmeza de polpa foram ainda mais drásticas, como já visualizado anteriormente. Nesse caso, a firmeza de polpa média que era de 49,5N, caiu para 2,3N, ao final experimento, comprovando assim, o efeito deletério do condicionamento térmico acima de 24 horas, quanto a qualidade física dos pêssegos.

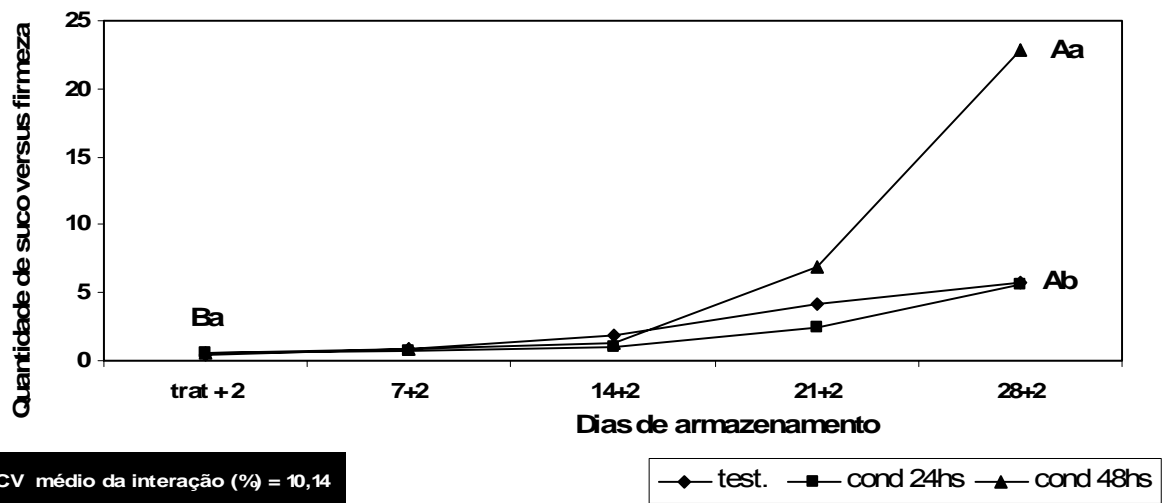


(A)



As médias seguidas da mesma letra entre tratamentos (minúscula), e entre os tempos de armazenamento (maiúscula), não diferem entre si ao nível de 5 % no teste de Tukey.

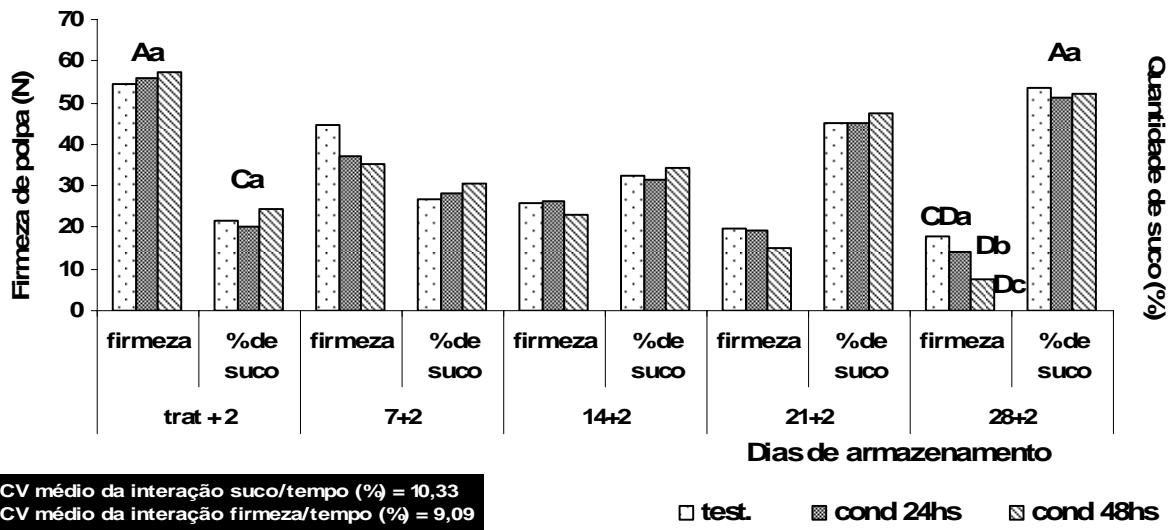
(B)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

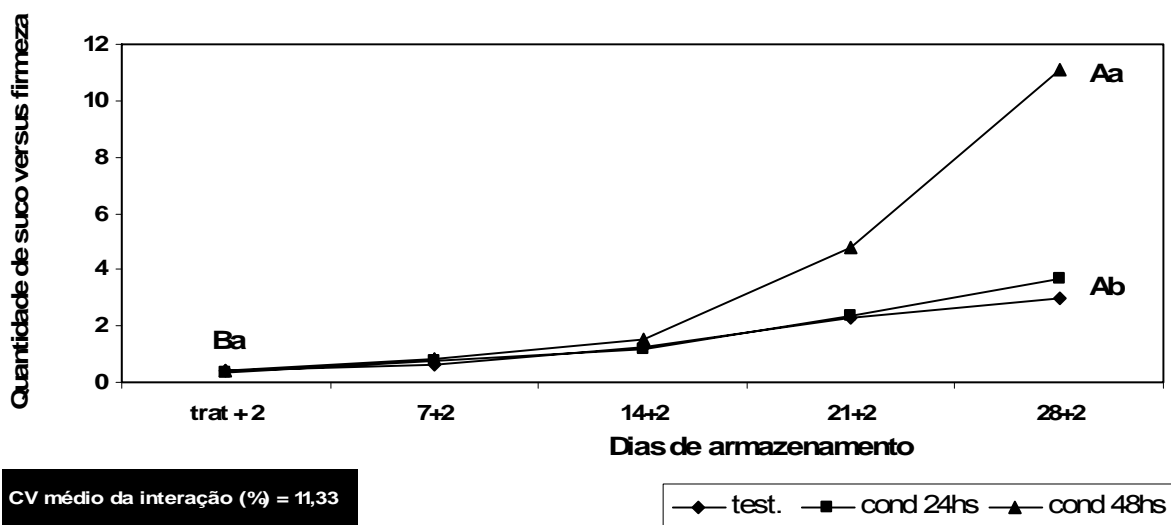
Figura 3.5.4.1: Variação média da firmeza de polpa e quantidade de suco (A) e relação média da curva quantidade de suco versus firmeza de polpa (B), nas safras 2003 e 2004, em pêssegos tardios cv. Maciel condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS.

(A)



As médias seguidas da mesma letra entre tratamentos (minúscula), e entre os tempos de armazenamento (maiúscula), não diferem entre si ao nível de 5 % no teste de Tukey.

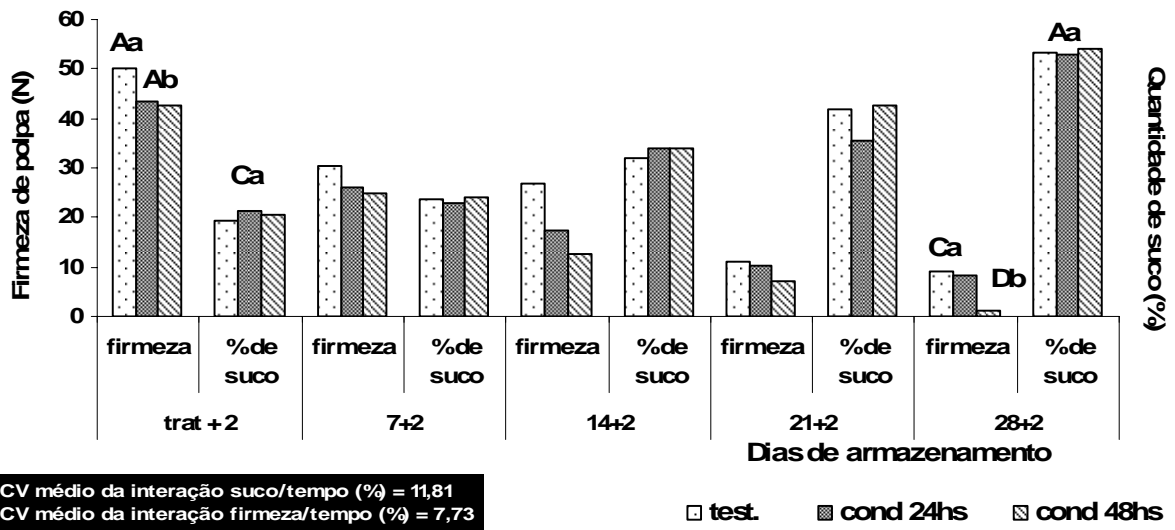
(B)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

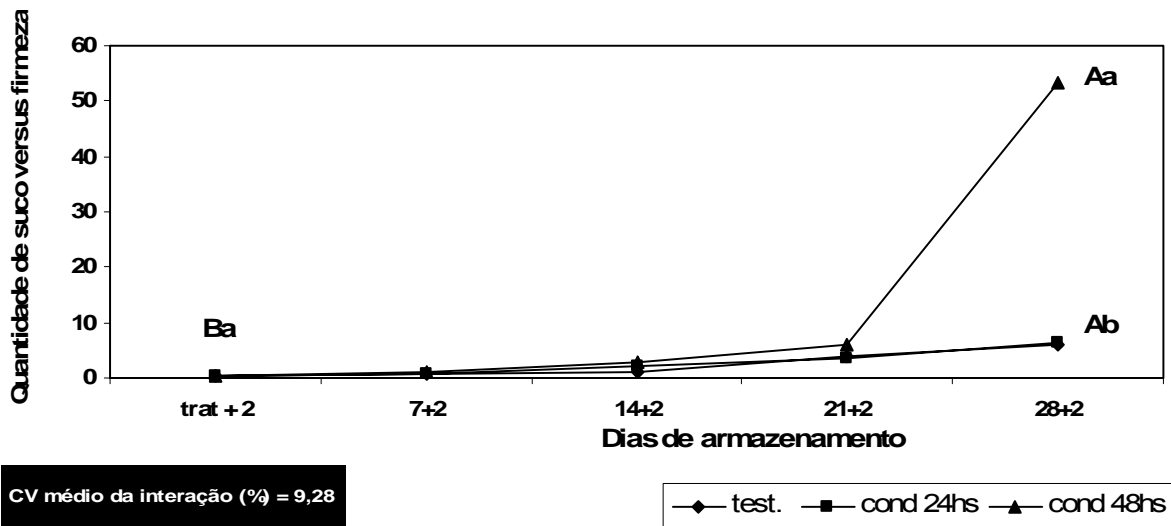
Figura 3.5.4.2: Variação média da firmeza de polpa e quantidade de suco (A) e relação média da quantidade de suco versus firmeza de polpa (B), nas safras 2003 e 2004, em pêsegos tardios cv. Flordagrande condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS.

(A)



As médias seguidas da mesma letra entre tratamentos (minúscula), e entre os tempos de armazenamento (maiúscula), não diferem entre si ao nível de 5 % no teste de Tukey.

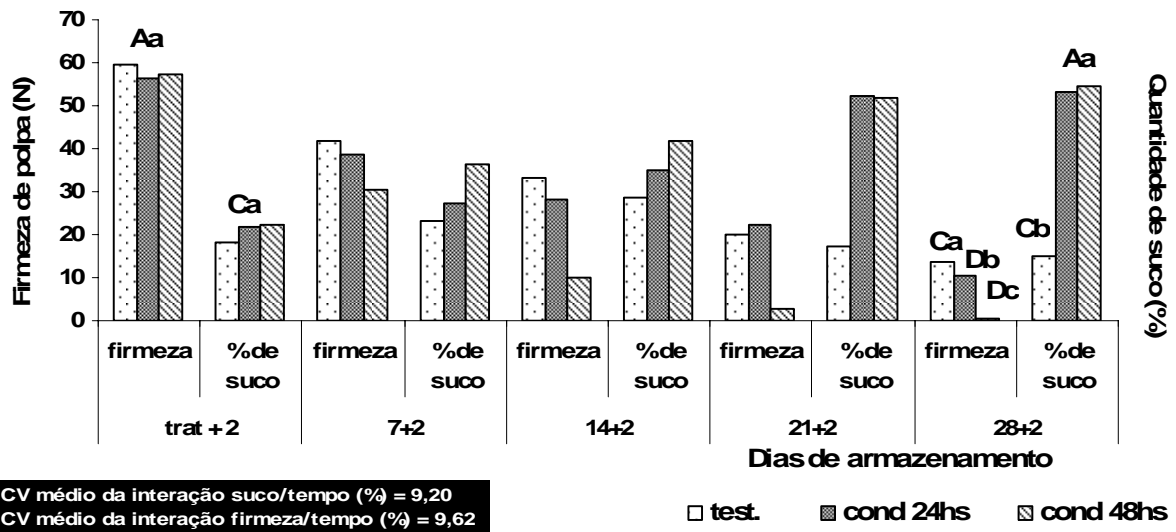
(B)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

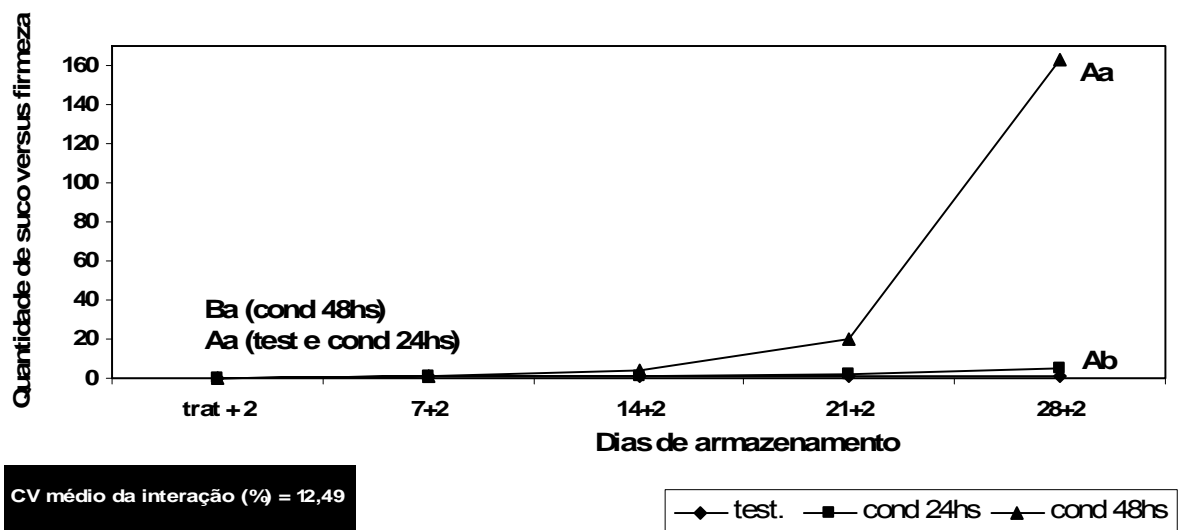
Figura 3.5.4.3: Variação média da firmeza de polpa e quantidade de suco (A) e relação média da quantidade de suco versus firmeza de polpa (B), nas safras 2003 e 2004, em pêssegos tardios cv. Peach condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS.

(A)



As médias seguidas da mesma letra entre tratamentos (minúscula), e entre os tempos de armazenamento (maiúscula), não diferem entre si ao nível de 5 % no teste de Tukey.

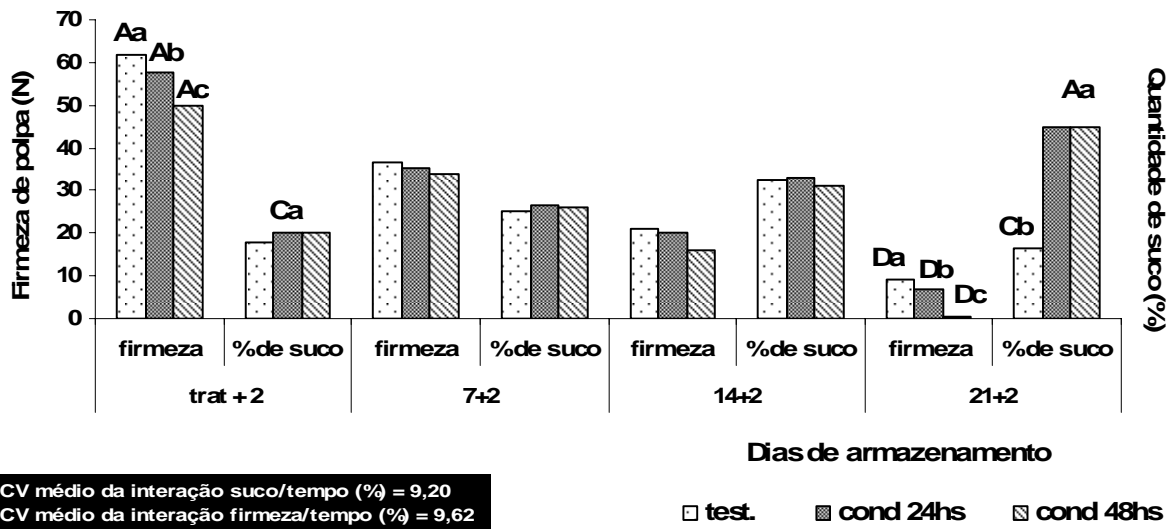
(B)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

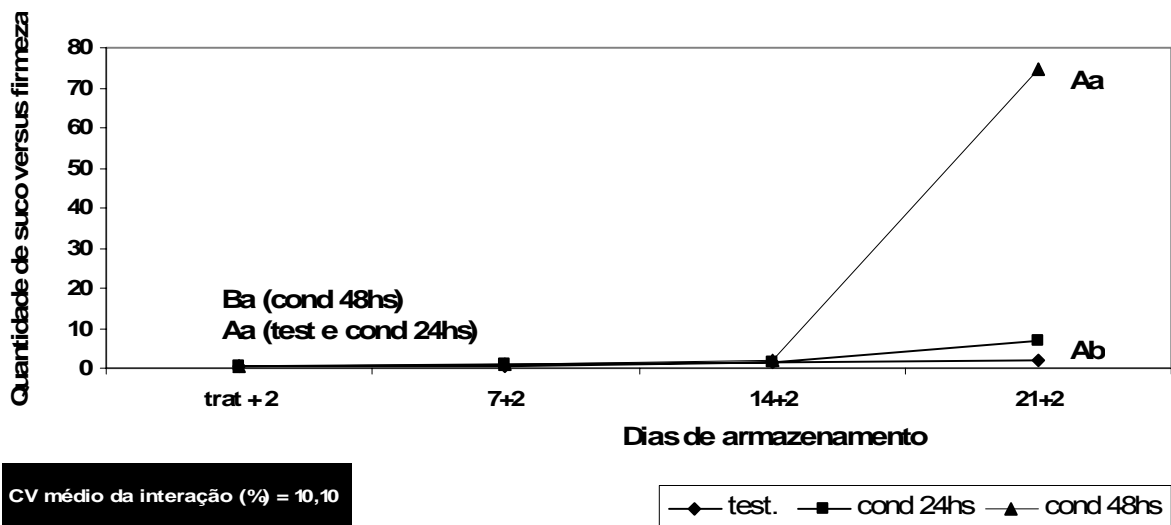
Figura 3.5.4.4: Variação média da firmeza de polpa e quantidade de suco (A) e relação média da quantidade de suco *versus* firmeza de polpa (B), nas safras 2003 e 2004, em pêssegos tardios cv. Chimarrita condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS.

(A)



As médias seguidas da mesma letra entre tratamentos (minúscula), e entre os tempos de armazenamento (maiúscula), não diferem entre si ao nível de 5 % no teste de Tukey.

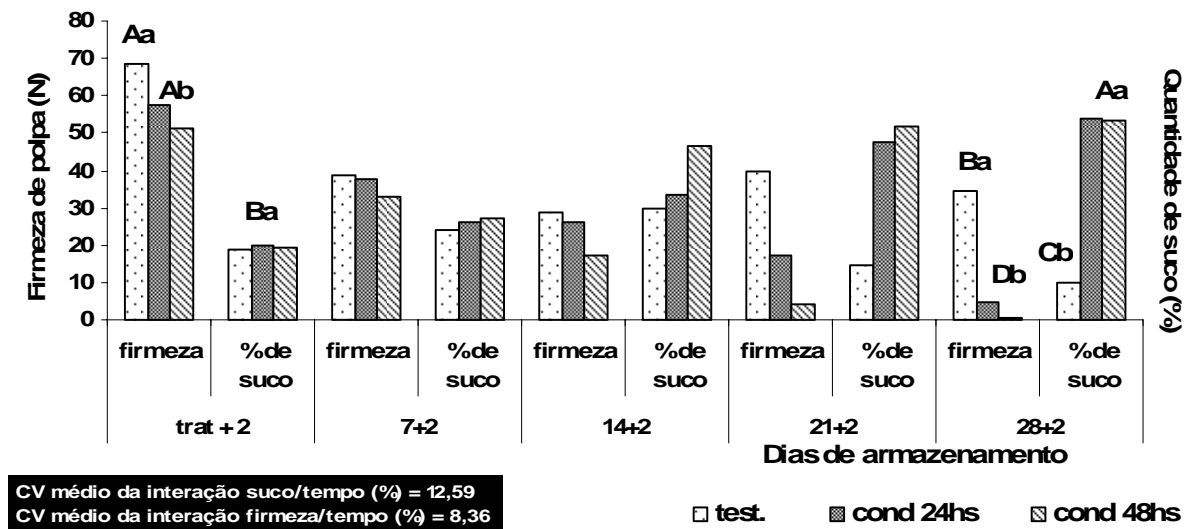
(B)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

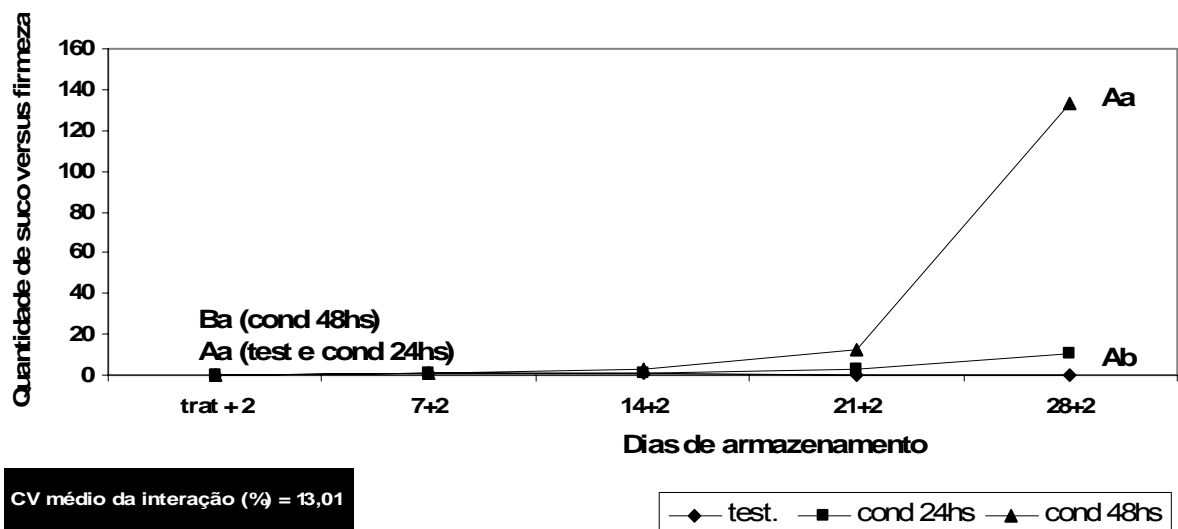
Figura 3.5.4.5: Variação média da firmeza de polpa e quantidade de suco (A) e relação média da quantidade de suco versus firmeza de polpa (B), nas safras 2003 e 2004, em pêssegos tardios cv. Marli condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS.

(A)



As médias seguidas da mesma letra entre tratamentos (minúscula), e entre os tempos de armazenamento (maiúscula), não diferem entre si ao nível de 5 % no teste de Tukey.

(B)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

Figura 3.5.4.6: Variação média da firmeza de polpa e quantidade de suco (A) e relação média da quantidade de suco versus firmeza de polpa (B), nas safras 2003 e 2004, em pêssegos tardios cv. Chiripá condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS.

Em contraposição, a quantidade de suco nos frutos de polpa amarelada foi inversamente proporcional. Após dois dias da aplicação do tratamento térmico, fora da refrigeração, os frutos de todas as cultivares de polpa amarelada apresentaram, em média, 27% de suco. Sendo que, ao final do experimento, esses mesmos frutos apresentaram, em média, 50,4% de suco. Esses resultados podem ser considerados plenamente satisfatórios, principalmente, frente a qualidade sensorial, onde, os consumidores de maneira geral têm preferência por frutos mais suculentos.

Quanto aos pêssegos de polpa branca (Figuras 3.5.4.4 – 3.5.4.6), a exceção dos frutos testemunha que apresentaram lanosidade ou retenção de firmeza, o mesmo padrão foi constatado. Ou seja, decréscimos contínuos da firmeza de polpa e sucessivos aumentos na quantidade de suco dos frutos. Nesse sentido, descartando-se os frutos tratados termicamente por 48 horas, que apresentaram valores inadequados de firmeza de polpa ao final do experimento, todos os frutos das cultivares Chimarrita e Chiripá submetidos ao condicionamento térmico, apresentaram valores médios de 54,3% de suco. No entanto, devido a termo-sensibilidade da cultivar Marli, a partir dos 21 dias de armazenamento refrigerado mais dois dias fora da refrigeração, a quantidade de suco nesses frutos atingiu valores médios de apenas 45,6% nesse período. Contudo, esses valores são, aproximadamente, 3,5 vezes superior a quantidade de suco encontrado nos frutos testemunhas dessa cultivar, nesse mesmo período.

Da mesma forma, observando os dados revelados na curva suco *versus* firmeza, demonstrados através da relação da quantidade de suco pela firmeza de polpa, constatou-se que os frutos de polpa amarelada, independentemente do tratamento térmico, apresentaram quantidade de suco adequada. Logicamente, as baixas firmezas de polpa detectadas nos frutos submetidos ao condicionamento térmico por 48 horas, refletiu em valores relativamente altos da relação em questão. No entanto, como mencionado, esses frutos não apresentaram qualidade satisfatória para a comercialização.

Nos frutos de polpa branca, a partir dos 21 dias de armazenamento refrigerado mais dois dias fora da câmara frigorífica, irreversivelmente, os frutos testemunha das cultivares Chimarrita, Marli e Chiripá apresentaram-se sem quaisquer condições de consumo e/ou comercialização. Nesse momento, os valores da relação entre a quantidade de suco e a firmeza de polpa nesses frutos variavam

entre 0,37 a 1,86. Enquanto que, ao final do experimento, as médias dessa relação, nesses mesmos frutos, não ultrapassavam a 1,12. Contudo, comparativamente, nos frutos de polpa branca submetidos ao condicionamento térmico por 24 horas, aos 21 dias de refrigeração mais dois fora dela, os valores da relação estavam entre 2,37 e 6,67. Entretanto, nesses mesmos frutos, os valores da relação entre a quantidade de suco e a firmeza de polpa aumentaram significativamente, atingindo valores de até 10,80 ao final do experimento. Com relação aos frutos de polpa branca condicionados por 48 horas, apesar do controle perante as desordens fisiológicas e da boa disponibilidade de suco, a baixa firmeza de polpa dos mesmos, dado o avançado amadurecimento, inviabilizou a conservação desses frutos com a manutenção satisfatória da qualidade final por mais do que 21 dias.

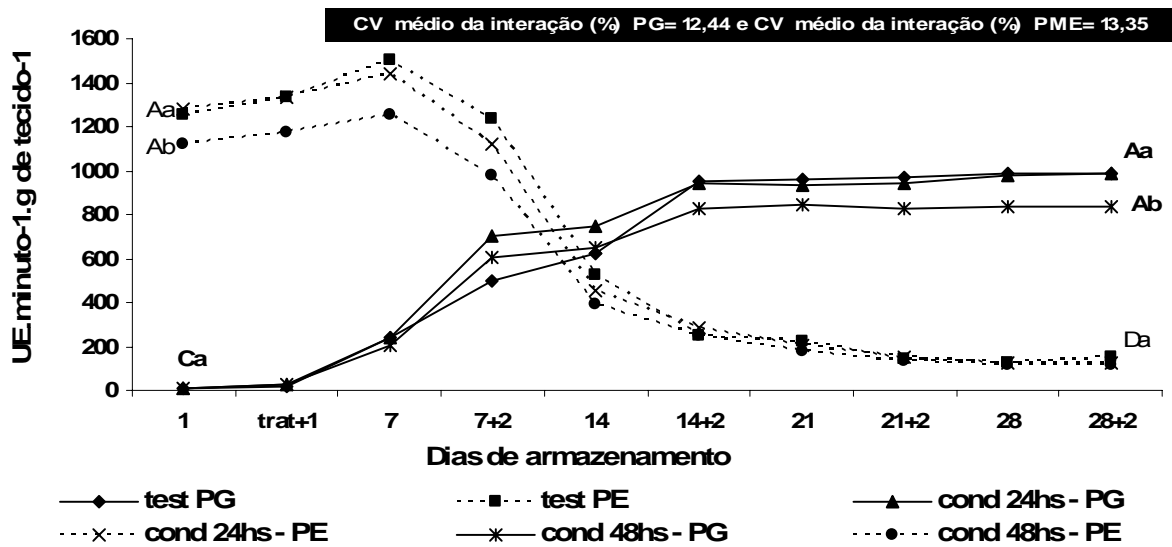
Assim sendo, confirmando os resultados anteriormente apresentados e discutidos nos subcapítulos 3.5.1. e 3.5.3., respectivamente, nas análises de firmeza de polpa e rendimento de suco, todos os frutos de polpa amarelada e os frutos de polpa branca condicionados por 24 horas, apresentaram máxima disponibilidade de suco ao final do experimento, apresentando, por sua vez, firmeza de polpa também considerada adequada, segundo Rombaldi et al. (2001). Portanto, fica evidenciado, desde que respeitado o limite de cada cultivar, o efeito positivo do condicionamento térmico na preservação dos atributos qualitativos em pêsegos de polpa branca, mais susceptíveis a ocorrência de danos fisiológicos ocasionados pelas baixas temperaturas durante a refrigeração.

### **3.5.5 Enzimas poligacturonase e pectinametilesterase**

Os resultados aqui apresentados permitem afirmar que a incidência do dano fisiológico denominado retenção de firmeza está diretamente ligado ao desbalanço no complexo enzimático formado entre a poligalacturonase e a pectinametilesterase (PG/PME) (Figuras 3.5.5.1 – 3.5.5.3). O mesmo não pode ser dito da lanosidade, pois, a atividade da poligalacturonase nos frutos lanosos é bem semelhante aos frutos sadios. Entretanto, os estudos desenvolvidos por Zhou et al. (2000a, 2000b); Seibert (2004) e Santos (2007) discordam dessa afirmação.

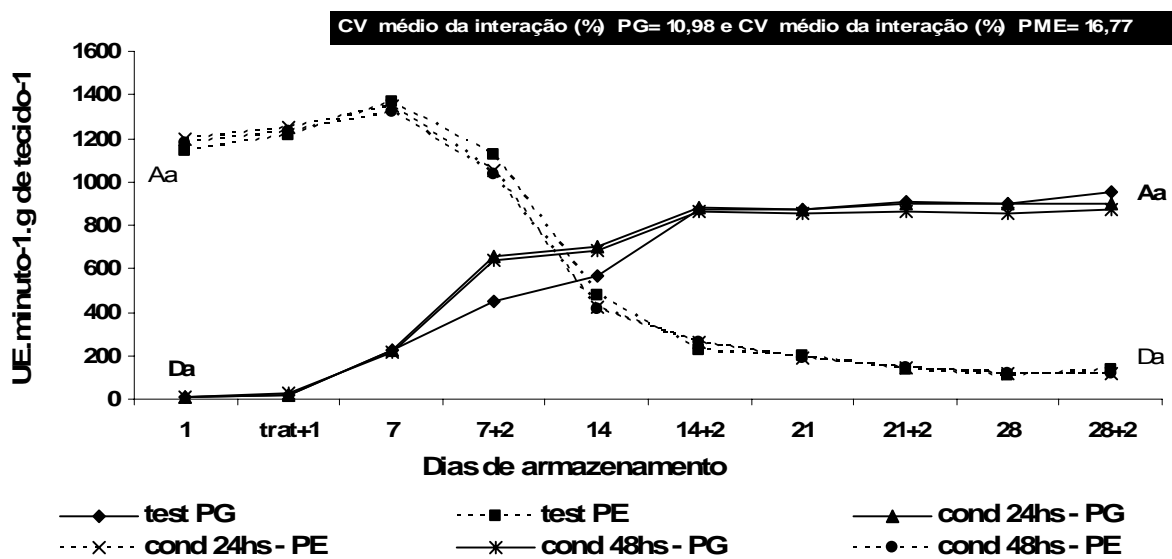
(A)





As médias seguidas da mesma letra entre tratamentos (minúscula), e entre os tempos de armazenamento (maiúscula), não diferem entre si ao nível de 5 % no teste de Tukey;  
 Letras em negrito representam a comparação de médias (Tukey  $P < 0,05$ ) da atividade da poligalacturonase (PG) em função do tempo de armazenamento e, letras normais entre da pectinametilesterase (PME) em função do tempo de armazenamento; e  
 PG – 378,110 n mols de glicose.g<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> X absorvâncias e K – Curva de glicose: 260,88.

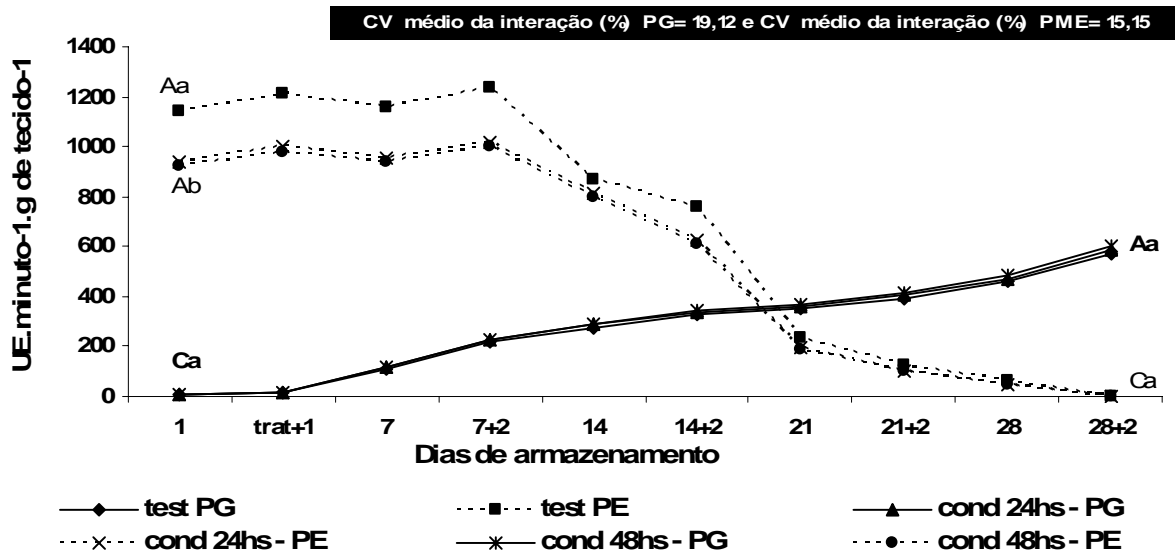
(B)



As médias seguidas da mesma letra entre tratamentos (minúscula), e entre os tempos de armazenamento (maiúscula), não diferem entre si ao nível de 5 % no teste de Tukey;  
 Letras em negrito representam a comparação de médias (Tukey  $P < 0,05$ ) da atividade da poligalacturonase (PG) em função do tempo de armazenamento e, letras normais entre da pectinametilesterase (PME) em função do tempo de armazenamento; e  
 PG – 372,035 n mols de glicose.g<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> X absorvâncias e K – Curva de glicose: 251,12.

Figura 3.5.5.1: Variação média da atividade das enzimas poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME), nas safras 2003 e 2004, em pêssegos tardios condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS. Cultivares Maciel (A) e Flordagrande (B).

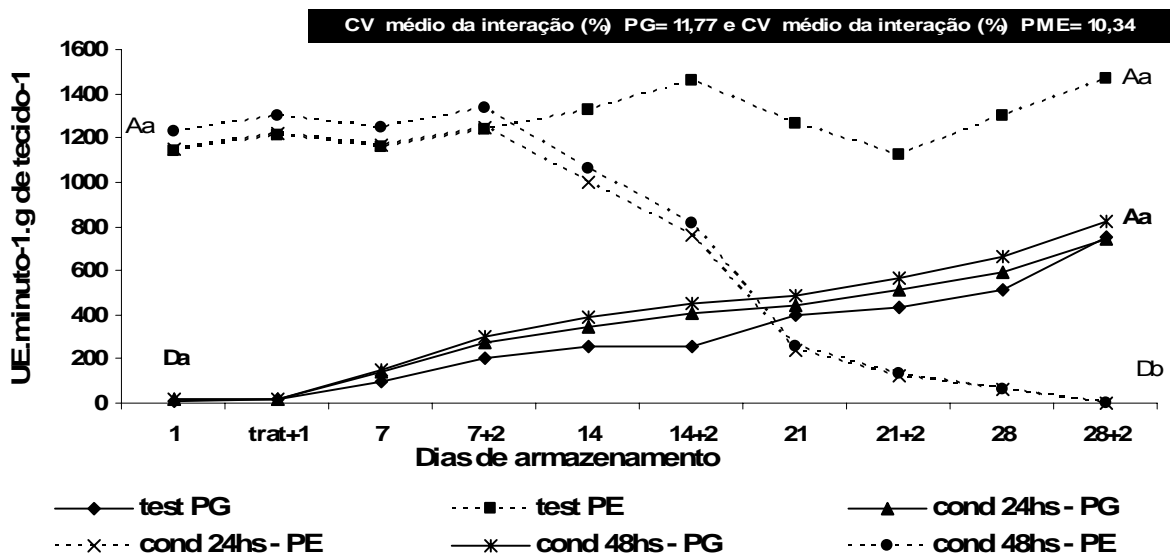
(A)



As médias seguidas da mesma letra entre tratamentos (minúscula), e entre os tempos de armazenamento (maiúscula), não diferem entre si ao nível de 5 % no teste de Tukey;

Letras em negrito representam a comparação de médias (Tukey  $P < 0,05$ ) da atividade da poligalacturonase (PG) em função do tempo de armazenamento e, letras normais entre da pectinametilesterase (PME) em função do tempo de armazenamento; e PG – 380,167 n mols de glicose.g<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> X absorvâncias e K – Curva de glicose: 256,64.

(B)

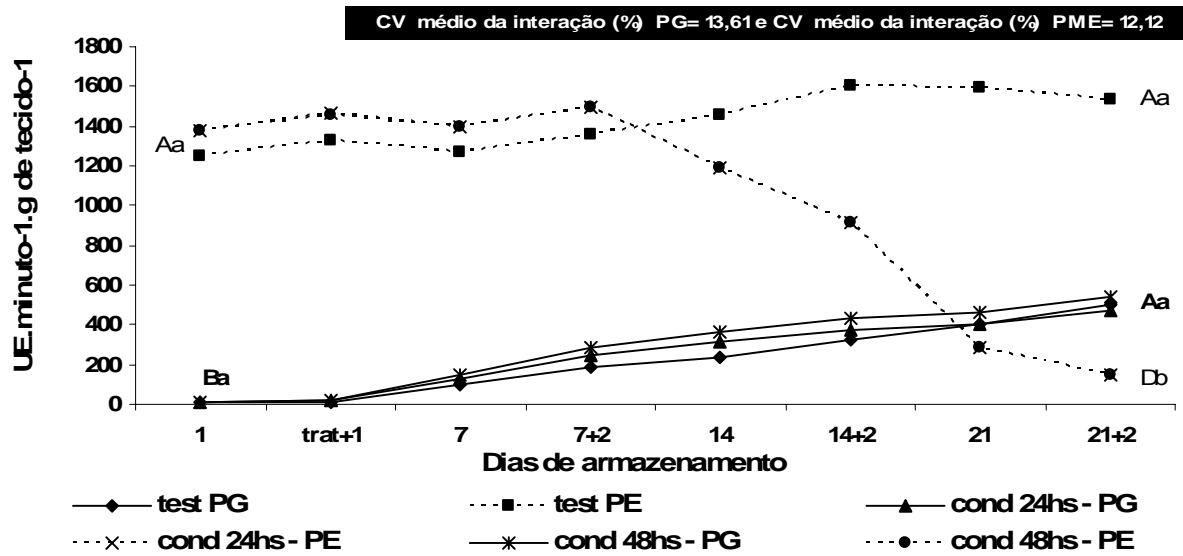


As médias seguidas da mesma letra entre tratamentos (minúscula), e entre os tempos de armazenamento (maiúscula), não diferem entre si ao nível de 5 % no teste de Tukey;

Letras em negrito representam a comparação de médias (Tukey  $P < 0,05$ ) da atividade da poligalacturonase (PG) em função do tempo de armazenamento e, letras normais entre da pectinametilesterase (PME) em função do tempo de armazenamento; e PG – 349,414 n mols de glicose.g<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> X absorvâncias e K – Curva de glicose: 235,88.

Figura 3.5.5.2: Variação média da atividade das enzimas poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME), nas safras 2003 e 2004, em pêssegos tardios condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS. Cultivares Peach (A) e Chimarrita (B).

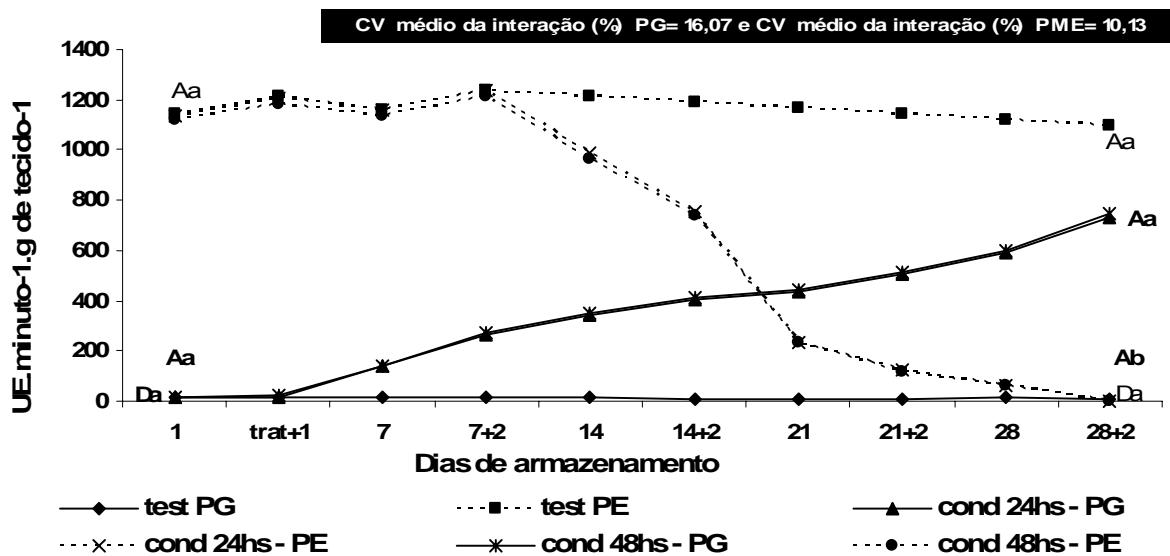
(A)



As médias seguidas da mesma letra entre tratamentos (minúscula), e entre os tempos de armazenamento (maiúscula), não diferem entre si ao nível de 5 % no teste de Tukey;

Letras em negrito representam a comparação de médias (Tukey  $P < 0,05$ ) da atividade da poligalacturonase (PG) em função do tempo de armazenamento e, letras normais entre da pectinametilesterase (PME) em função do tempo de armazenamento; e PG – 366,002 n mols de glicose.g<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> X absorvâncias e K – Curva de glicose: 232,35.

(B)



As médias seguidas da mesma letra entre tratamentos (minúscula), e entre os tempos de armazenamento (maiúscula), não diferem entre si ao nível de 5 % no teste de Tukey;

Letras em negrito representam a comparação de médias (Tukey  $P < 0,05$ ) da atividade da poligalacturonase (PG) em função do tempo de armazenamento e, letras normais entre da pectinametilesterase (PME) em função do tempo de armazenamento; e PG – 407,845 n mols de glicose.g<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> X absorvâncias e K – Curva de glicose: 277,71.

Figura 3.5.5.3: Variação média da atividade das enzimas poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME), nas safras 2003 e 2004, em pêssegos tardios condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS. Cultivares Marلیل (A) e Chiripá (B).

Contudo, segundo Artés et al. (1996), ainda não existe explicação clara deste mecanismo, haja vista, que em muitos trabalhos, inclusive neste experimento, alguns resultados podem estar destoando da atividade enzimática considerada como clássica (Ju et al., 2001).

Neste sentido, frutos lanosos apresentaram atividade relativamente elevada e constante da pectinametilesterase, mantendo-se equilibrada e normal a atividade da poligalacturonase. Assim, os frutos testemunhas das cultivares de polpa branca Chimarrita e Marli, que apresentaram-se indefinidamente lanosos a partir da 3ª semana de armazenamento refrigerado, apresentaram elevada atividade da pectinametilesterase. Quanto a poligalacturonase, esses mesmos frutos lanosos apresentaram atividade semelhante aos frutos não lanosos dessas cultivares. Esses dados estão concordando com Ju et al. (2001), que afirmaram que a influência da poligalacturonase nesse distúrbio não deve mesmo ser levada em conta, devendo então, ser considerada na avaliação da lanosidade, apenas a atividade da pectinametilesterase.

Entretanto, segundo Ju et al. (2001), o efeito do frio sobre a atividade da poligalacturonase ainda apresenta controvérsias. Em alguns trabalhos, a exposição dos pêssegos a baixas temperaturas inibe a atividade da poligalacturonase e reduz a degradação de pectinas. Exemplificando, Seibert (2004) constatou que em pêssegos 'Late Nos' e 'Sweet September', condicionados ou não, a atividade da enzima poligalacturonase diminuiu e a da pectinametilesterase aumentou, durante o armazenamento refrigerado. Em outros trabalhos, demonstrou-se que frutos com quantidade de suco adequada e frutos com lanosidade, contêm níveis similares na atividade da poligalacturonase. Em pêssegos 'Elegant Lady' armazenados a 0°C, Ju et al. (2001) observaram baixa retenção de firmeza, escurecimento de polpa e lanosidade, ao passo que, a 5°C, foi observada elevada incidência de lanosidade e escurecimento da polpa. Ju et al. (2001) também observaram em pêssegos 'Snow Giant' e 'Elegant Lady', que frutos com retenção de firmeza produziram menos etileno, mostraram menor atividade da poligalacturonase e apresentaram elevada firmeza de polpa, contendo mais pectinas insolúveis do que o suco de frutos lanosos. Nesse trabalho, entre frutos sadios e lanosos, também não foram encontradas diferenças na produção de etileno, na atividade da poligalacturonase e no conteúdo de pectinas insolúveis.

Ao contrário dos estudos de Ben-Arie & Sonego (1980), que

associaram a atividade reduzida da poligalacturonase e elevados níveis de pectina degradada sob temperaturas que causam dano de frio, Ju et al. (2001) também não encontraram tal relação entre a atividade da poligalacturonase, o conteúdo de pectinas insolúveis e o desenvolvimento de lanosidade em frutos de caroço. Como explicação, esses autores citam que lanosidade e a retenção de firmeza são desordens diferentes, mas, que muitas vezes, não são estudadas separadamente.

Assim, de acordo com os resultados obtidos da atividade enzimática (PG e PME), os pêssegos lanosos de polpa branca das cultivares Chimarrita e Marli, comparando com frutos normais e suculentos, apresentaram praticamente a mesma firmeza de polpa, menos suco e atividade semelhante da enzima poligalacturonase. Enquanto que, frutos com retenção de firmeza (testemunhas da cultivar Chiripá) apresentam baixa quantidade de suco e baixa atividade da poligalacturonase, além de elevadas perdas de umidade.

Segundo Ju et al. (2001), citado por Seibert (2004), em pêssegos com retenção de firmeza, os autores mediram pequenos traços de atividade da poligalacturonase após o 4º dia de amadurecimento, depois do armazenamento refrigerado. Mesmo após 8 dias a 20°C, a atividade da poligalacturonase nesses frutos ainda permaneceu baixa, sendo muito menor que a atividade dos frutos sadios suculentos e daqueles que apresentaram lanosidade. Resultados semelhantes foram aqui observados, onde, os frutos testemunha da cultivar Chiripá, caracteristicamente apresentando retenção de firmeza, revelaram atividade baixa e constante da poligalacturonase durante todo o período experimental.

Desta forma, pelos resultados obtidos, deve-se mesmo considerar a lanosidade e a retenção de firmeza como duas desordens fisiológicas distintas, confirmando a afirmação de Ju et al. (2001). Assim, a lanosidade envolve o amolecimento do fruto a valores de firmeza de polpa abaixo de 10N, mantendo, por sua vez, constante e normal a atividade da poligalacturonase. Enquanto que, na retenção de firmeza, o fruto apresentou falha no amadurecimento, mantendo a firmeza de polpa acima de 30N, elevadas perdas de umidade e baixa atividade da poligalacturonase durante o armazenamento refrigerado.

Os frutos das cultivares de polpa amarelada e os frutos de polpa branca submetidos ao condicionamento térmico, independentemente do tempo de exposição, não apresentaram qualquer sintoma fisiopático, seja a lanosidade ou a retenção de firmeza. Nesses frutos, observou-se a atividade elevada inicial da

pectinametilesterase (fase de preparação à ação da poligalacturonase), seguido do declínio e gradativo aumento da atividade da poligalacturonase, proporcionando assim, máxima liberação do suco e qualidade aos frutos.

### **3.6 CONCLUSÕES**

O condicionamento térmico, em qualquer tempo, não afetou a atividade das enzimas poligalacturonase e pectinametilesterase dos frutos nas cultivares de polpa amarelada (Maciel, Flordagrande e Peach);

No entanto, o condicionamento térmico, por 48 horas, tanto nas cultivares de polpa amarelada quanto nas de polpa branca aceleraram o amadurecimento desses frutos;

Os pêssegos testemunha das cultivares Chimarrita e Marli mostraram-se sensíveis à lanosidade. Nesses frutos, a atividade da poligalacturonase foi semelhante aos frutos normais e a firmeza de polpa foi menor que 10 N, ao final dos 28 dias de refrigeração mais dois dias em condições não controladas de temperatura e umidade relativa;

Os pêssegos testemunha da cultivar Chiripá mostraram-se sensíveis à retenção de firmeza. Nesses frutos, a atividade da poligalacturonase foi mais baixa que nas demais cultivares, havendo, no entanto, excessiva perda de massa fresca e a manutenção da firmeza de polpa acima de 30 N ao final do experimento;

Contudo, o condicionamento térmico a 20 °C, por 24 horas, foi eficiente no controle dessas desordens fisiológicas, em ambas as cultivares de polpa branca. Esse tratamento, inclusive, manteve a firmeza de polpa em níveis aceitáveis para a comercialização e posterior consumo.

## **4 ARTIGO B: INIBIÇÃO DO ESCURECIMENTO DA POLPA E MANUTENÇÃO DA QUALIDADE DE PÊSSEGOS DE CULTIVARES TARDIAS, SUBMETIDOS AO CONDICIONAMENTO TÉRMICO E, POSTERIORMENTE, AO ARMAZENAMENTO REFRIGERADO**

### **4.1 RESUMO**

Este estudo teve como objetivo caracterizar o efeito do condicionamento térmico na preservação da qualidade no controle do escurecimento da polpa durante o armazenamento refrigerado de pêssegos tardios. Cronologicamente, o trabalho foi realizado em duas safras (2002/2003 e 2003/2004), utilizando pêssegos de polpas amareladas (Maciel, Flordagrande e Peach) e de polpas brancas (Chimarrita, Marli e Chiripá). Os frutos, colhidos fisiologicamente maduros, foram adquiridos em propriedade agrícola localizada no município de Arroio dos Ratos/RS. Para a constituição dos tratamentos, os frutos de todas as cultivares foram expostos a temperatura de 20°C e 75 ± 3% de U.R., em B.O.D., durante 0, 24 e 48 horas. Após a constituição dos tratamentos, os frutos foram acondicionados em câmara frigorífica a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Os frutos foram avaliados quanto a: atividade enzimática da polifenoloxidase, o conteúdo de fenóis, a presença de podridões, o teor de sólidos solúveis e os níveis de acidez titulável. As análises, executadas de quatro a seis horas após a retirada dos frutos da câmara frigorífica, foram realizadas no momento da colheita (dia um – caracterização do ponto inicial), após um dia do tratamento térmico e, aos sete, 14, 21 e 28 dias, analisando-se também, dois dias após os mesmos (simulação de comercialização, ou seja, 7+2, 14+2, 21+2 e 28+2 dias). Após 28 dias de armazenamento refrigerado mais dois dias em condições não controladas de temperatura e umidade, os frutos das cultivares de polpa amarelada, independentemente do condicionamento térmico, não apresentaram qualquer sintoma de escurecimento interno. Ao mesmo tempo, esses frutos apresentaram-se, ao final do experimento, com qualidade adequada à comercialização e/ou consumo posterior. Nos frutos de polpa branca, quando não submetidos ao condicionamento térmico, verificou-se, depois de 14 dias de armazenamento refrigerado mais dois dias fora da refrigeração, os primeiros

sintomas de escurecimento da polpa. Quanto ao comportamento enzimático nos frutos que apresentaram o escurecimento de polpa, foi constatada elevada atividade da polifenoloxidase. O conteúdo de fenóis nesses frutos também foi superior aos demais. Pelos resultados observados nas análises de sólidos solúveis, acidez titulável e desenvolvimento microbiológico, pressupõem-se que esses frutos estariam em avançado estágio de amadurecimento. Da mesma forma, o condicionamento térmico nos frutos de polpa branca, por 48 horas, também acelerou o amadurecimento nesses frutos. O mesmo para os frutos de polpa amarelada. No entanto, o condicionamento térmico por 24 horas foi eficiente no controle do escurecimento da polpa e na manutenção da qualidade nos pêssegos das cultivares de polpa branca.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pós-colheita. *Prunus persica*. Distúrbios fisiológicos. Armazenamento.

## 4.2 ABSTRACT

This study aimed at identifying the effect of delayed storage in the preservation of the quality in the control of pulp browning during cold storage of late peaches. The research was realized in two years (2002/2003 and 2003/2004), using yellow pulp peaches (Maciel, Flordagrande and Peach) and white pulp peaches (Chimarrita, Marli and Chiripá). The fruits, harvested at mature-green stadium, were acquired from a rural property located at Arroio dos Ratos/RS. All the fruits were exposed to temperatures of 20°C and 75 ± 3% of U.R., in a B.O.D., for 0, 24 and 48 hours. The fruits were then kept in a cold chamber at 0 ± 0,5°C and 92 ± 3% of R.H., for 28 days. The fruits were evaluated regarding: enzymatic activity of polyphenoloxidase, content of phenol, rotten occurrence, soluble solids and level of titratable acidity. The analyses, upon four and six hours after removal of the fruits from the cold chamber, were carried out at harvest period (day one – initial stage), after one year of thermal treatment and, on seven, 14, 21 and 28 days, being also analyzed two days (commercialization simulation, that is 7+2, 14+2, 21+2 and 28+2 days). After 28 days of cold storage plus two days under no controlled temperature



and humidity, the yellow pulp cultivars, regardless of delayed storage, did not present any symptom of internal browning. In the same time, these fruits also presented in the end of experiment quality appropriate for commercialization and/or later consumption. The white pulp fruits, when not submitted to delayed storage, after 14 days of cold storage plus two days out of the cold chamber, already had presented some pulp browning. High activity of polyphenoloxidase was verified in the fruits with pulp browning. Phenol content was also higher in those fruits. From the results observed in the analyses of soluble solids, titratable acidity and microbiological development, we can assume that these fruits were in an advanced maturing stadium. Also, the delayed storage of white pulp fruits, for 48 hours, provided advance in maturing. Nevertheless, delayed storage for 24 hours was effective in controlling pulp browning and for the maintenance of quality of the white pulp peach cultivars.

**KEYWORDS:** Postharvest. *Prunus persica*. Chilling injury. Storage.

### 4.3 INTRODUÇÃO

Dentre as várias desordens associadas aos danos por frio em pêsegos, quando armazenados sob refrigeração, em longos períodos de tempo, estão a lanosidade, o escurecimento da polpa e a retenção da firmeza de polpa (Nava, 2001; Brackmann et al., 2003). Os reflexos sintomáticos dessas desordens fisiológicas são a incapacidade dos frutos para amadurecer, a perda ou aumento excessivo da firmeza da polpa, a elevada perda de umidade, a completa falta de suco e a senescência acelerada (Ceretta et al., 2000; Luchsinger, 2000b; Crisosto & Labavicht, 2002).

O escurecimento interno da polpa, citado por Kluge et al. (1996), é proveniente de mudanças na integridade e permeabilidade das membranas, que modificam o metabolismo normal do fruto e reduzem a atividade normal das enzimas ligadas às membranas, sobretudo, as oxidases. A alteração na coloração da polpa deve-se a danos causados às células por produtos intermediários tóxicos, acumulados durante a frigoconservação (Wang, 1991; Crisosto, 1994). O

aparecimento desse distúrbio varia em função da temperatura de armazenamento, do tempo de exposição a ela e a própria sensibilidade de cada cultivar (Ben-Arie & Sonogo, 1980).

A coloração do fruto é um dos fatores mais importantes que determinam a qualidade em frutos *in natura*, polpas, sucos, néctares e enlatados de pêssegos (Robertson & Meredith, 1988, Robertson et al. 1992 e 1993; Medeiros & Raseira, 1998). As alterações na coloração da epiderme e polpa dos frutos podem ocorrer devido a reações de origem não enzimática ou enzimática (Johnson et al., 1998; Garza et al., 2000). Nesse segundo caso, destaca-se a atividade das enzimas polifenoloxidasas (PFOs) e as peroxidases (POD) (Whitaker, 1994; Troiani et al., 2001). As enzimas polifenoloxidasas são citadas como as responsáveis pelo escurecimento enzimático em pêssegos (Cheng & Crisosto, 1995; Girner, 2002). Essas enzimas são conhecidas de longa data em pêssegos (Flurkey & Jen, 1978; Alba et al., 1996; Agarwal et al., 2001; Girner et al., 2002), entretanto, pouco tem sido reportado em relação a sua atividade em cultivares brasileiras (Torralles et al., 2004).

Segundo Souza et al. (1999), vários trabalhos indicaram que numerosas enzimas estão envolvidas nas respostas de defesa dos tecidos vegetais à injúria mecânica, fisiológica e/ou ao ataque de patógenos. Dentre elas, a enzima polifenoloxidase, responsável pelas reações de escurecimento durante o manuseio, o armazenamento refrigerado e no processamento de frutos de caroço (Bower & Cutting, 1988). Da mesma forma, também por reações oxidativas associadas com o escurecimento e a descoloração indesejáveis na polpa de frutos e hortaliças frescos injuriados (Siddiq et al., 1992). Assim, acredita-se que o escurecimento da polpa em pêssegos constitua-se, apenas, como a manifestação visual do sistema de defesa do próprio fruto, em virtude, possivelmente, de algum comprometimento físico e/ou fisiológico (Cantillano, 1998).

Quanto ao controle do escurecimento da polpa em pêssegos, além do condicionamento térmico, citado por Lurie & Crisosto (2005), Girardi et al. (2002) esses autores constataram que o emprego da embalagem de polietileno também proporcionou efeitos positivos na manutenção da qualidade de pêssegos da cultivar Chiripá, reduzindo a incidência desse sintoma, após o armazenamento refrigerado seguido de três dias fora da refrigeração. Feippe & Vilas Boas (2001) também verificaram menor escurecimento de polpa em pêssegos cultivar Marli, embalados

em polietileno e armazenados sob refrigeração por duas e três semanas e, posteriormente, mantidos de dois a quatro dias em condições de temperatura não controlada. Isso, provavelmente, tenha ocorrido devido à menor transpiração dos frutos acondicionados nas embalagens de polietileno, que diminuiu, por sua vez, as trocas gasosas do ambiente interno da embalagem e atmosfera externa. No entanto, os efeitos da atmosfera modificada na contenção de desordens fisiológicas, em frutos submetidos ao armazenamento refrigerado por períodos prolongados, ainda são difusos, sendo necessários mais estudos que comprovem tal efeito.

No trabalho de Ceretta et al. (2000), foi constatada pouca manifestação do escurecimento de polpa nos pêssegos da cv. Eldorado durante o armazenamento a 0,5°C. Entretanto, após a exposição desses frutos a 25°C, aumentou a incidência do escurecimento nesses frutos, evidenciando, segundo esses autores, não ser a temperatura baixa a causa desse distúrbio. Contudo, apesar dos sintomas de danos pelo frio em pêssegos aparecerem, de maneira mais pronunciadamente, após a retirada dos frutos do armazenamento refrigerado, o comprometimento dos tecidos são desencadeados durante a refrigeração, justamente, devido às baixas temperaturas utilizadas durante o armazenamento refrigerado.

Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo a caracterização do efeito do condicionamento térmico na preservação da qualidade, bem como, no controle do escurecimento de polpa durante o armazenamento refrigerado de pêssegos das cultivares Maciel, Flordagrande, Peach, Chimarrita, Marli e Chiripá.

#### **4.4 MATERIAL E MÉTODOS**

Os experimentos foram instalados em câmara frigorífica localizada no Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos (ICTA) e analisados nos laboratórios de Pós-Colheita do Departamento de Horticultura e Silvicultura – DHS e de Bioquímica de Alimentos (ICTA), todos pertencentes à Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, localizada na cidade de Porto Alegre, RS, Brasil. Para a realização do experimento foram utilizados pêssegos de cultivares tardias Maciel, Flordagrande, Peach (polpa amarelada), e Chimarrita, Marli e Chiripá (polpa branca).

Cronologicamente, o trabalho foi realizado em duas safras (02/03 e 03/04). Os frutos, colhidos em estágio de fisiologicamente maduros, foram adquiridos em propriedade agrícola localizada no município de Arroio dos Ratos/RS. Para a constituição dos tratamentos, os frutos de todas as cultivares foram expostos à temperatura de condicionamento térmico de 20°C e, 75 ± 3% de U.R., em B.O.D., durante 0, 24 e 48 horas. Após a constituição dos tratamentos, os frutos foram acondicionados em câmara frigorífica a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. As análises, executadas de quatro a seis horas após a retirada dos frutos da câmara frigorífica, foram realizadas no momento da colheita (dia um – caracterização do ponto inicial), após um dia do tratamento térmico e, aos sete, 14, 21 e 28 dias, analisando-se também dois dias após os mesmos (simulação de comercialização, ou seja, 7+2, 14+2, 21+2 e 28+2 dias).

Realizada a análise exploratória dos dados, constatou-se que os mesmos apresentam distribuição normal, os erros são independentes e apresentam homocedasticidade. Assim, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e a comparação de médias foi efetuada pelo teste de Tukey DMS a 5% de probabilidade. O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x10 (tipos de condicionamento térmico e épocas de amostragem), com três repetições e 15 amostras/repetição. Para as análises da atividade da polifenoloxidase, do conteúdo de fenóis, do teor de sólidos solúveis e do nível de acidez titulável, foram realizadas análises de regressão polinomial. O melhor ajuste foi feito pelo maior coeficiente de determinação. As variáveis analisadas foram as seguintes:

**(a) Incidência de escurecimento de polpa:** foi analisada seccionando-se ao meio todos os frutos da repetição e observando, visualmente, os sintomas encontrados, relacionando-os então, a escala subjetiva de graus (Tabela 4.4.1), sendo o resultado expresso através da média obtida em cada repetição;

**(b) Teor de fenóis:** foi determinado segundo a metodologia adaptada de Hyodo et al. (1978) e Singleton & Rossi (1965). Para tanto, preparou-se o extrato enzimático, que consistiu na fração insolúvel à acetona fria (- 20°C). Para a preparação desse extrato, homogeneizou-se 50g da amostra com 100mL de acetona (- 20°C), durante 60 segundos, com auxílio de um mixer, sendo a mistura, posteriormente, filtrada a vácuo. O material foi seco durante 24 horas a 4°C e estocado a -18°C até o momento das análises.

Tabela 4.4.1: Escala subjetiva na determinação dos graus de escurecimento na polpa dos pêssegos de polpa amarelada (Maciel, Flordagrande e Peach) e de polpa branca (Chimarrita, Marli e Chiripá).

| <b>Grau</b> | <b>Intensidade de escurecimento da polpa</b> | <b>Descrição do sintoma</b>   |
|-------------|--|---|
| 1           | Sadio  | Polpa normal  |
| 2           | Início da alteração                          | Setor afetado com escurecido translúcido  |
| 3           | Polpa levemente parda                        | Setor afetado difere de forma marcante, apresentado-se levemente escurecido     |
| 4           | Polpa moderadamente parda                    | Setor afetado difere de forma marcante, apresentado-se moderadamente escurecido |
| 5           | Escurecimento característico pronunciado     | Setor afetado difere de forma marcante, apresentado-se notavelmente escurecido  |

Uma fração de 0,2g desse material foi homogeneizada com 10mL de etanol 80%, com auxílio de um gral e pistilo. Após, centrifugou-se a 14.000 rpm, a 4 °C, durante 20 minutos. À 0,5g da amostra desse material agregou-se 5mL de reativo “C” (preparado com uma parte de A + 98 partes de B). O reativo “A” foi preparado com tartarato de NaK.4H<sub>2</sub>O e o reativo “B” com Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> em NaOH 0,1N. Em seguida, adicionou-se 0,5 mL do reativo Folin – Ciocalteau/água (1:1), deixando os tubos em banho-maria a 30°C, por 30 minutos. Após, determinou-se a absorbância a 760nm e estimou-se a concentração de fenóis a partir da curva de calibração preparada, usando-se o ácido *p*-cumárico como padrão e água destilada mais reativos como branco. Os resultados foram expressos em mg de fenóis.g de massa fresca<sup>-1</sup>;

**(c) Enzima Polifenoloxidase (PFO):** foi determinada segundo metodologia de Siriphanich & Kader (1985) e Flukey & Jen (1978). Foram pesados 0,2g da porção insolúvel à acetona, estocada a -18°C, ao que, agregou-se 7,5mL de tampão fosfato potássico 0,05M, pH 6,0, mais 0,25g de polivinil-polipirrolidona. O extrato enzimático foi centrifugado a 12.000 rpm, durante 20 minutos, a 4°C, e, logo depois, adicionado 2,0mL de catecol 0,02M, sendo então, mantido a 25°C, por 5 minutos. À 200mL do sobrenadante do extrato enzimático agregou-se 2,0mL de catecol 0,02M, a 25°C, agitando-se o preparado por 30 segundos. A atividade da polifenoloxidase foi determinada pelo incremento na leitura espectrofotométrica do

preparado a 420nm, realizado dois minutos depois de agregar o extrato enzimático. Uma unidade de atividade de polifenoxidase foi definida como o aumento de 0,01 unidade de absorbância a 420nm por minuto. A atividade foi expressa como unidades de PFO.min<sup>-1</sup>.g de massa fresca<sup>-1</sup>;

**(d) Podridões:** para essa análise foi considerada a percentagem da polpa apresentando sintomas típicos de podridões, relacionando-os então a escala subjetiva de índices (Tabela 4.4.2), sendo o resultado expresso pela percentagem média de podridões encontradas em cada repetição. Os frutos que apresentaram alguma sintomatologia, independentemente do nível de dano, foram submetidos a análises microbiológicas para a determinação somente do gênero do agente causal (Vanderzant & Splittstoesser, 1992), sendo, posteriormente, visualizadas através de fotografias de colônias;

Tabela 4.4.2: Escala subjetiva na quantificação da incidência de podridões em pêssegos de polpa amarelada (Maciel, Flordagrande e Peach) e de polpa branca (Chimarrita, Marli e Chiripá).

| Índice | Intensidade na incidência de podridões | Descrição do sintoma               |
|--------|--|------------------------------------|
| 1      | Leve                                   | Sem podridões                      |
| 2      | Baixa                                  | 25 a 50% do fruto comprometido     |
| 3      | Média                                  | 50 a 75% do fruto comprometido     |
| 4      | Elevada                                | Acima de 75% do fruto comprometido |

**(e) Sólidos solúveis (SS):** foram determinados por refratometria, usando o refratômetro Shimadzu®, com correção de temperatura, utilizando-se uma gota de suco puro de cada repetição, expressando-se o resultado em °Brix; e,

**(f) Acidez titulável (AT):** foi determinada com a diluição de 10 mL de suco puro em 30 mL de água destilada e titulação com NaOH 0,1N, até pH 8,2 expressando-se o resultado em mg de ácido cítrico.100g de polpa<sup>-1</sup>.

## 4.5 RESULTADOS E DISCUSÃO

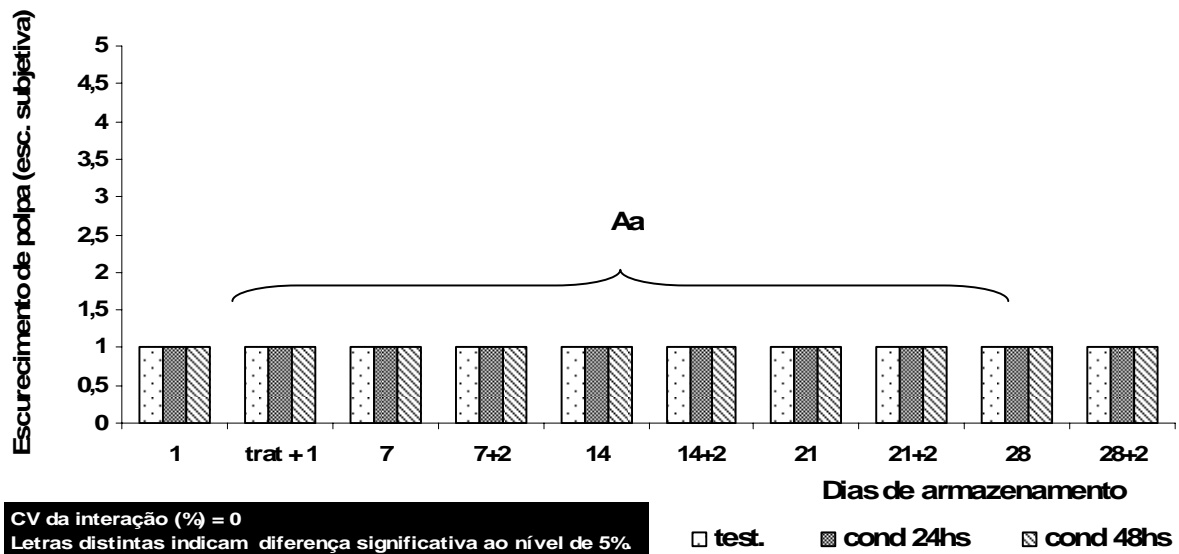
### 4.5.1 Escurecimento de polpa

O escurecimento da polpa (Figuras 4.5.1.1 – 4.5.1.3), pelos resultados apresentados e segundo Martins et al. (2004), apresentou relação direta com a atividade da polifenoloxidase e com o conteúdo de fenóis.

A exemplo dos demais danos fisiológicos ocasionados pela exposição dos pêssegos ao frio, como a lanosidade e a retenção de firmeza, os frutos de polpa amarelada, condicionados ou não, também quanto ao escurecimento da polpa, não apresentaram qualquer tipo de manifestação. Entretanto, segundo Schwarz et al. (2004), mesmo que a cultivar Maciel não tenha apresentado lanosidade, ela foi suscetível, com o avanço da armazenagem refrigerada, ao escurecimento interno após 14 dias de amadurecimento sob refrigeração, o que não aconteceu no presente experimento. Esses dados são explicados por Lurie & Crisosto (2005), afirmando que o papel da temperatura na expressão dos sintomas dos danos de frio é importante, mas, a carga genética, o estágio de maturação (Von Mollendorff et al., 1989) e os fatores do edafo-climáticos do próprio pomar também estão envolvidos na ocorrência de danos (Crisosto et al., 1994 e 1997; Lurie et al., 1996).

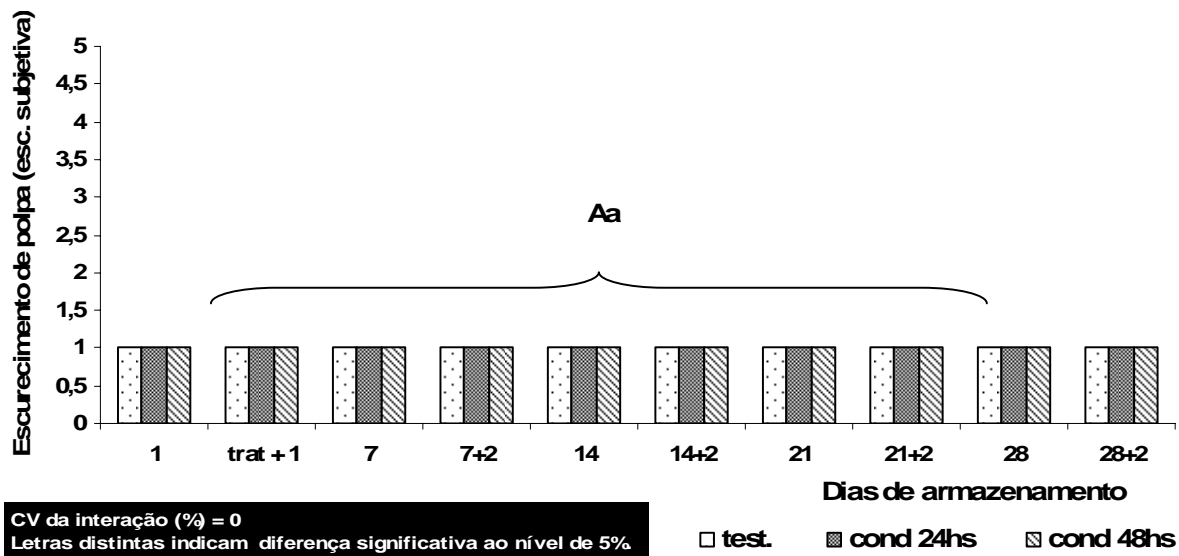
Pelos dados das Figuras 4.5.2.1 – 4.5.2.6, respectivamente da atividade da polifenoloxidase e o conteúdo de fenóis, os pêssegos de polpa amarelada apresentaram valores não superiores a 0,0624 unid PFO.min<sup>-1</sup>.g<sup>-1</sup> de massa fresca, enquanto que, os frutos testemunha das cultivares de polpa branca, apresentaram valores que chegaram a 0,2688 unid PFO.min<sup>-1</sup>.g<sup>-1</sup> de massa fresca. Da mesma forma, os frutos de polpa amarelada apresentaram valores não superiores a 0,0616 mg de fenóis.g de massa fresca<sup>-1</sup>, ao passo que, os frutos testemunhas das cultivares de polpa branca atingiram valores de até 1,7745 mg de fenóis.g de massa fresca<sup>-1</sup>. Esses valores também foram semelhantes aos descritos por Martins et al. (2004), com a diferença que, para os frutos fisiopáticos das cultivares Chimarrita, Marli e Chiripá, os quais manifestaram escurecimento na polpa, os valores foram, aproximadamente, de três a quatro vezes maiores para a polifenoloxidase, e de 25 a 28 vezes maiores para o conteúdo de fenóis.

(A)



As médias seguidas da mesma letra entre tratamentos (minúscula), e entre os tempos de armazenamento (maiúscula), não diferem entre si ao nível de 5 % no teste de Tukey.

(B)

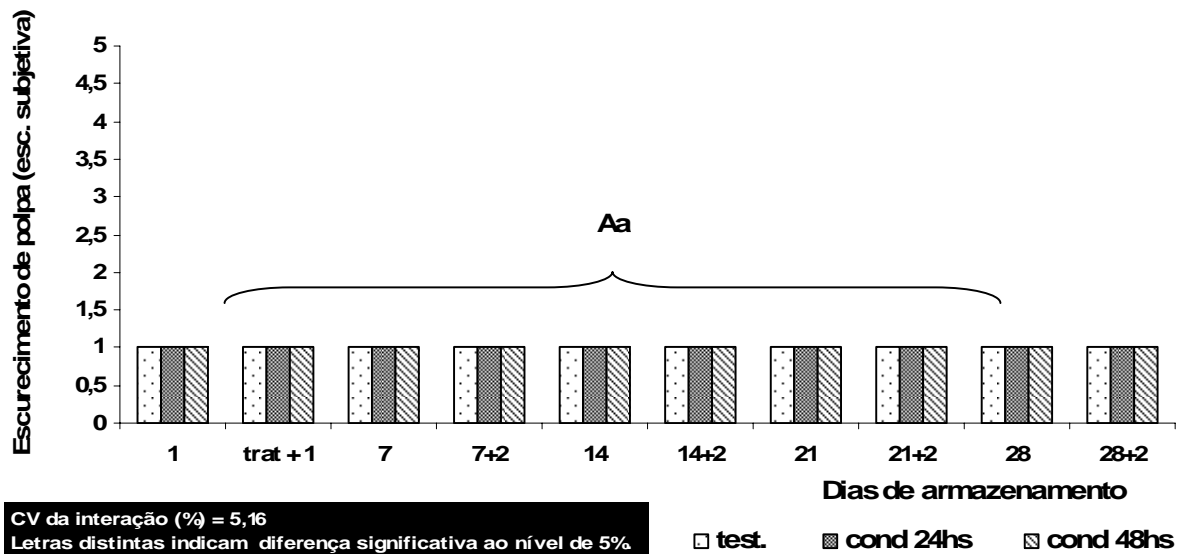


As médias seguidas da mesma letra entre tratamentos (minúscula), e entre os tempos de armazenamento (maiúscula), não diferem entre si ao nível de 5 % no teste de Tukey.

Figura 4.5.1.1: Variação média do escurecimento de polpa, nas safras 2003 e 2004, em pêssegos tardios condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS. Cultivares Maciel (A) e Flordagrande (B).

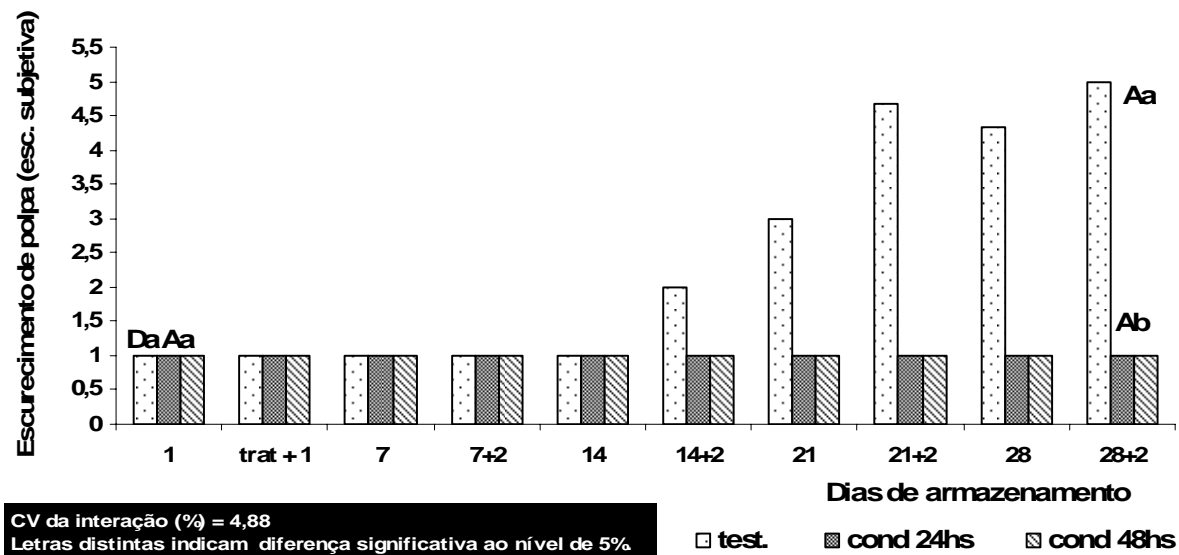


(A)



As médias seguidas da mesma letra entre tratamentos (minúscula), e entre os tempos de armazenamento (maiúscula), não diferem entre si ao nível de 5 % no teste de Tukey.

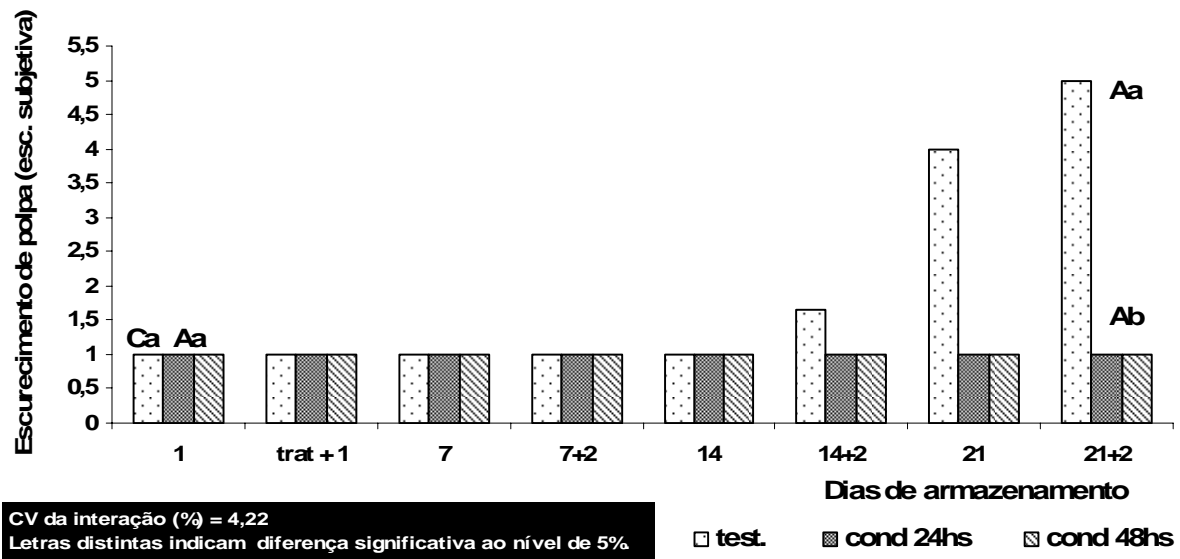
(B)



As médias seguidas da mesma letra entre tratamentos (minúscula), e entre os tempos de armazenamento (maiúscula), não diferem entre si ao nível de 5 % no teste de Tukey.

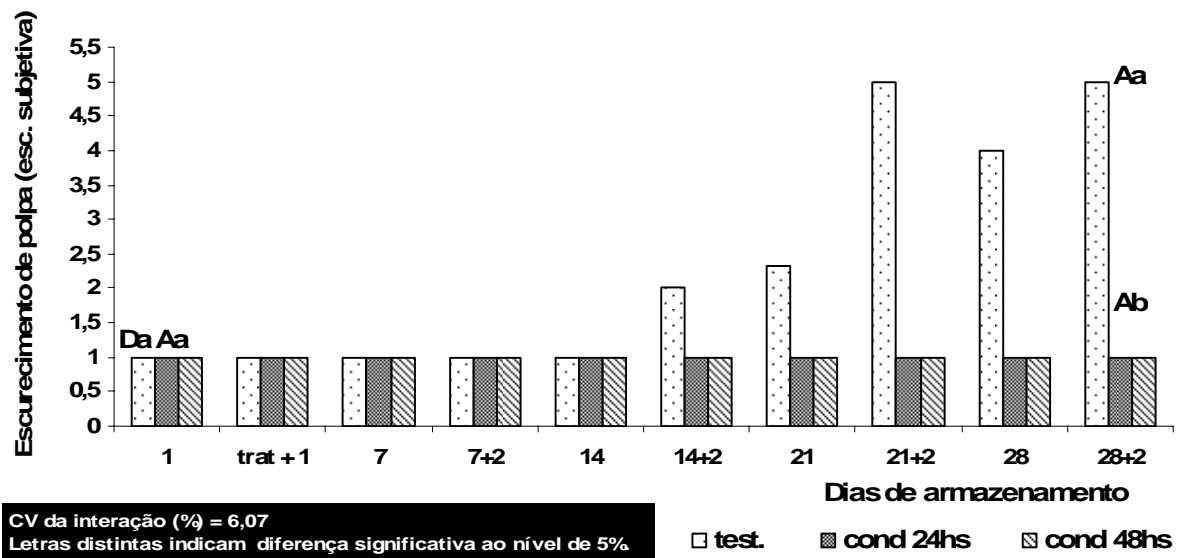
Figura 4.5.1.2: Variação média do escurecimento de polpa, nas safras 2003 e 2004, em pêsegos tardios condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS. Cultivares Peach (A) e Chimarrita (B).

(A)



As médias seguidas da mesma letra entre tratamentos (minúscula), e entre os tempos de armazenamento (maiúscula), não diferem entre si ao nível de 5 % no teste de Tukey.

(B)



As médias seguidas da mesma letra entre tratamentos (minúscula), e entre os tempos de armazenamento (maiúscula), não diferem entre si ao nível de 5 % no teste de Tukey.

Figura 4.5.1.3: Variação média do escurecimento de polpa, nas safras 2003 e 2004, em pêsegos tardios condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS. Cultivares Marli (A) e Chiripá (B).

Com isso, é possível supor que a atividade da polifenoloxidase e o conteúdo de fenóis estejam envolvidos na manifestação do escurecimento na polpa de pêssegos, durante e após a frigoconservação por mais de duas semanas.

Desta maneira, de acordo com Siddiq et al. (1992), pode-se dizer que o potencial dessa desordem fisiológica depende da quantidade de compostos fenólicos e do nível de atividade da enzima polifenoloxidase, a qual catalisa o escurecimento enzimático na polpa dos frutos.

Apesar de não ter sido constatado problemas com distúrbios fisiológicos no experimento de Martins et al. (2004), em especial o escurecimento da polpa, nos pêssegos das cultivares Riograndense e Cerrito, o aparecimento desse distúrbio, segundo esses autores, ainda estaria relacionado com a quantidade de compostos fenólicos e com a atividade da enzima polifenoloxidase presentes nos frutos (Lee et al., 1990; Brady, 1993). Nesse caso, os pêssegos das cultivares citadas acima, mesmo tendo apresentando atividade da polifenoloxidase e fenóis, não apresentaram escurecimento interno ou qualquer outro distúrbio. Pressupõe-se então, que esse comportamento deveu-se à manutenção da estrutura e da integridade biológica das células desses frutos, bem como, pelos valores reduzidos encontrados durante os 18 dias de armazenamento refrigerado. Porém, segundo Martins et al. (2004), com o prolongamento do período de armazenamento, esses distúrbios poderiam aparecer nos pêssegos com maiores conteúdos de fenóis e atividade da polifenoloxidase.

Assim sendo, vale ressaltar que até os 14 dias de armazenamento refrigerado no presente experimento, quando os valores da atividade da polifenoloxidase não ultrapassavam  $0,0861 \text{ unid PFO} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$  de massa fresca e  $0,8525 \text{ mg de fenóis} \cdot \text{g de massa fresca}^{-1}$  (Figuras 4.5.2.1 – 4.5.2.6), os frutos não apresentaram sinal algum de escurecimento na polpa. Além do que, a partir dos 14 dias de armazenamento refrigerado mais dois dias de simulação de comercialização, quando então os valores da atividade da polifenoloxidase e do conteúdo de fenóis elevaram-se, os frutos testemunha de polpa branca já davam indícios da sintomatologia em questão.

Outra situação, remete ao fato de que, pêssegos de polpa branca condicionados termicamente, independentemente do tempo de exposição, não manifestaram o sintoma de escurecimento na polpa desses frutos. Contudo, como discutido anteriormente, os frutos condicionados por 48 horas, pelo demais

resultados encontrados nas análises qualitativas e microbiológicas, não apresentaram qualidade tecnológica para serem comercializados satisfatoriamente.

Estes resultados, mais uma vez, revelam a ação do condicionamento térmico na contenção dos danos causados pela exposição dos frutos a temperaturas críticas durante o armazenamento refrigerado, principalmente, no caso da lanosidade, da retenção de firmeza e do escurecimento de polpa, quando esse período passa de 14 a 21 dias.

Sob possíveis ações tecnológicas visando o controle das desordens fisiológicas em pêssegos, Girardi et al. (2002) constataram que também o emprego da embalagem de polietileno proporcionou efeitos positivos na manutenção da qualidade de pêssegos da cultivar Chiripá, reduzindo, por sua vez, a perda de massa fresca, mantendo a firmeza da polpa, diminuindo a ocorrência de lanosidade e escurecimento da polpa, após o armazenamento refrigerado seguido de três dias em condições não controladas de temperatura. Feippe & Vilas Boas (2001) verificaram menor escurecimento de polpa nos pêssegos cultivar da Marli embalados em polietileno e armazenados em refrigeração por duas e três semanas, mantendo-os, posteriormente, de dois a quatro dias fora da refrigeração. Isso, provavelmente, tenha ocorrido devido à menor transpiração dos frutos acondicionados nas embalagens de polietileno, que diminuiu, por sua vez, as trocas gasosas do ambiente interno da embalagem e atmosfera externa. Verificou-se então, que o uso do filme plástico, durante o armazenamento refrigerado, poderia ser utilizado como meio de minimizar o déficit de pressão de vapor entre os frutos e a atmosfera de armazenamento, limitando as perdas por transpiração, reduzindo assim, as perdas de massa fresca nos frutos. No entanto, como já citado, os efeitos da atmosfera modificada na contenção dos danos fisiológicos em frutos submetidos ao armazenamento refrigerado, por períodos prolongados, ainda são difusos, sendo necessários mais estudos que comprovem tal efeito.

Todavia, os frutos testemunhas das cultivares de polpa branca não condicionados mostraram-se lanosos ou com retenção de firmeza a partir dos 21 dias e, com escurecimento da polpa, a partir dos 14 dias de armazenamento refrigerado. Dados semelhantes foram obtidos por Peano et al. (2000, 2001), os quais verificaram que a cultivar 'Elegant Lady' apresentou elevada perda de brilho e acentuado escurecimento na coloração da polpa, após o armazenamento refrigerado seguido de três dias fora dela. Fernández-Trujillo et al. (1998a, 1998b, 1998c, 2000)

observaram, em pêssegos 'Miraflores' mantidos a 15 e 20°C, que o ângulo da coloração diminuiu quando comparado com os frutos não refrigerados, sendo maior nos frutos amadurecidos a 15°C do que nos frutos mantidos a 20°C. Girardi et al. (2002) também observaram que os frutos da cultivar Chiripá apresentaram alteração na coloração da polpa, após longos períodos de armazenamento refrigerado.

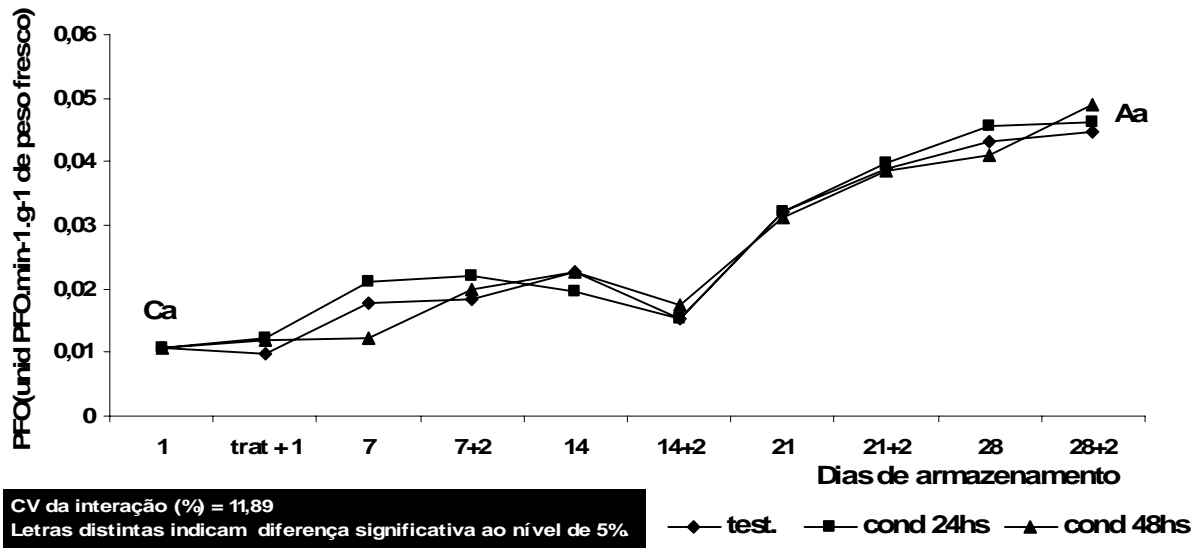
Ainda, segundo Kailasapathy & Melton (1993), aliada a falta de suco, que caracteriza a textura seca, lanosa ou farinhenta, as desordens fisiológicas em pêssegos são associadas, posteriormente, com grande frequência, ao escurecimento interno da polpa junto ao caroço, embora, externamente, possam ter a aparência de maduros e sadios. Portanto, segundo os resultados obtidos neste experimento, e as afirmações acima descritas, frutos que desenvolveram algum tipo de desordem fisiológica relacionada à perda de massa fresca e a elevação abrupta da firmeza de polpa, também estariam propensos ao desenvolvimento ao escurecimento de polpa. A exemplo do controle das demais desordens fisiológicas, o condicionamento térmico pode também prevenir o surgimento do escurecimento de polpa em pêssegos.

#### **4.5.2 Enzima polifenoloxidase e conteúdo de fenóis**

De acordo com os dados observados nas análises da atividade da polifenoloxidase e do conteúdo de fenóis (Figuras 4.5.2.1 – 3 e 4.5.2.4 – 6), pode-se observar que a atividade da polifenoloxidase, assim como o conteúdo de fenóis, respectivamente, aumentaram com a progressão do amadurecimento dos frutos.

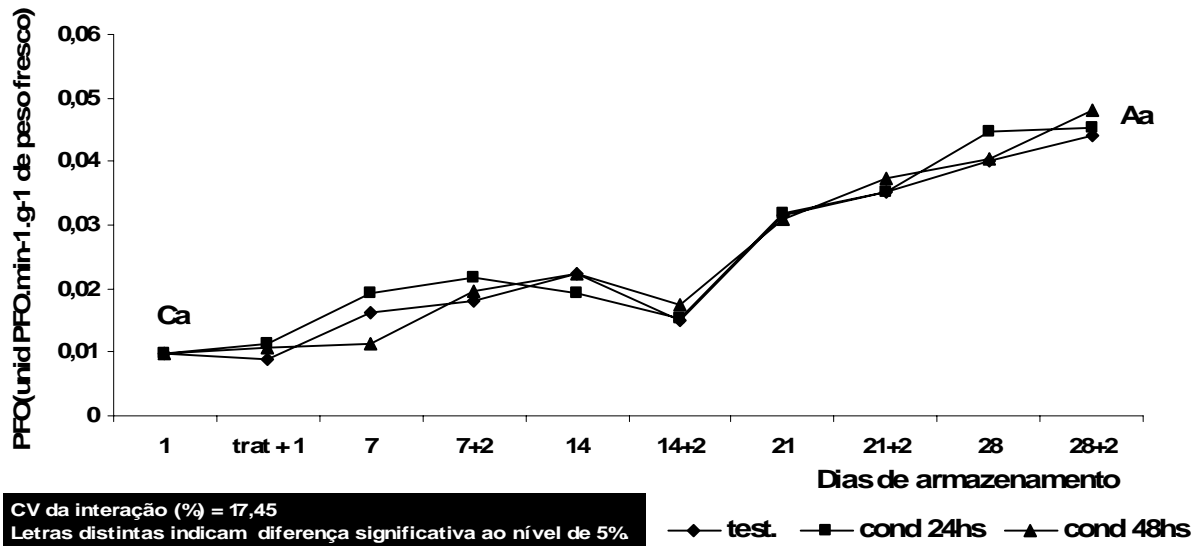
Entretanto, somente nos frutos testemunhas das cultivares de polpa branca, devido aos elevados valores detectados, esses incrementos corroboraram para a manifestação do escurecimento na polpa desses frutos. Assim, os frutos testemunhas de polpa branca apresentaram valores entre 0,1024 e 0,1155 unid PFO.min<sup>-1</sup>.g<sup>-1</sup> de massa fresca, aos 14 dias de armazenamento refrigerado mais dois dias fora da refrigeração, justamente, quando detectou-se os primeiros sintomas de escurecimento na polpa desses frutos. Enquanto que, ao final do experimento, esses valores situaram-se entre 0,2526 e 0,2688 unid PFO.min<sup>-1</sup>.g<sup>-1</sup> de massa fresca.

(A)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

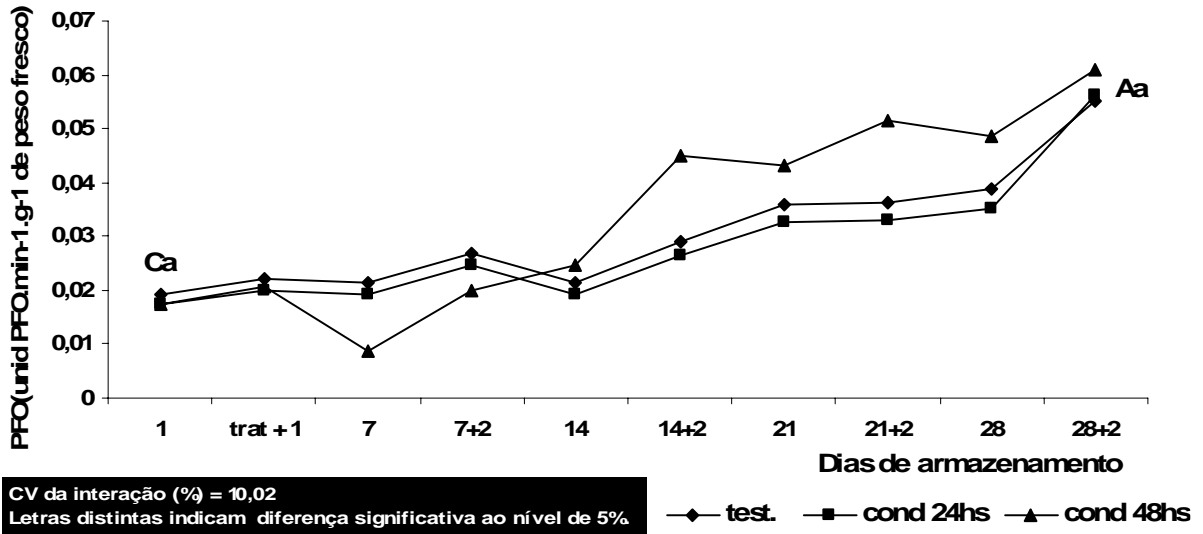
(B)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

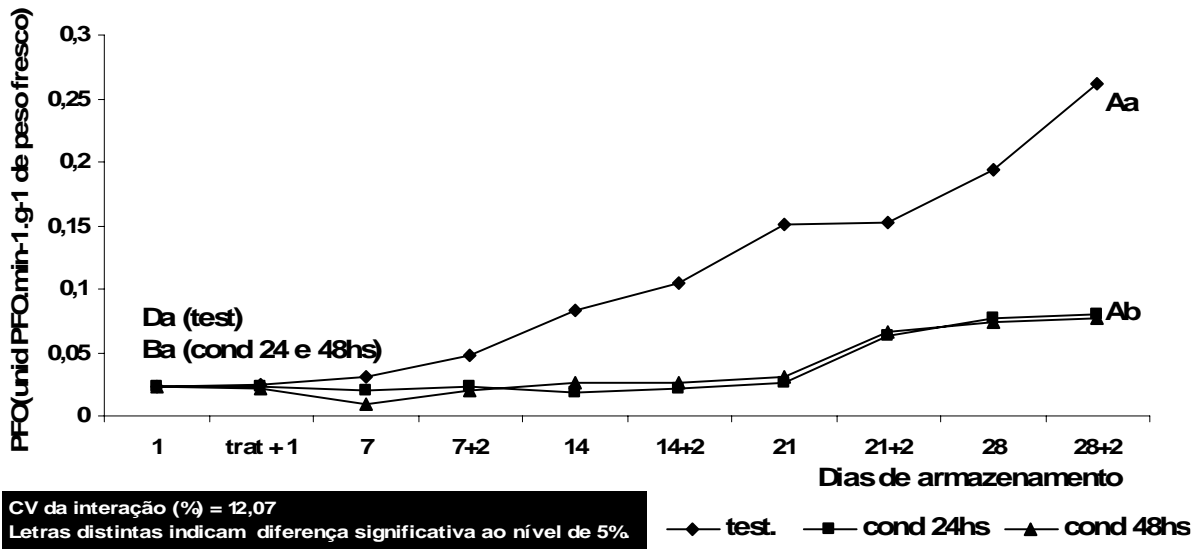
Figura 4.5.2.1: Variação média da atividade da polifenoloxidase, nas safras 2003 e 2004, em pêssegos tardios condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS. Cultivares Maciel (A) e Flordagrande (B).

(A)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

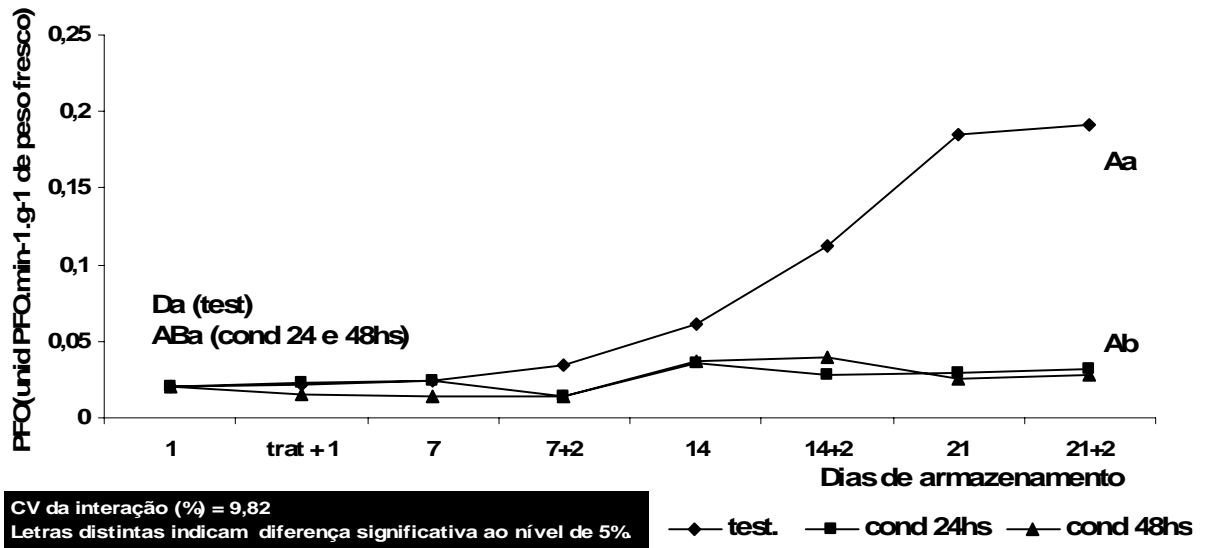
(B)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

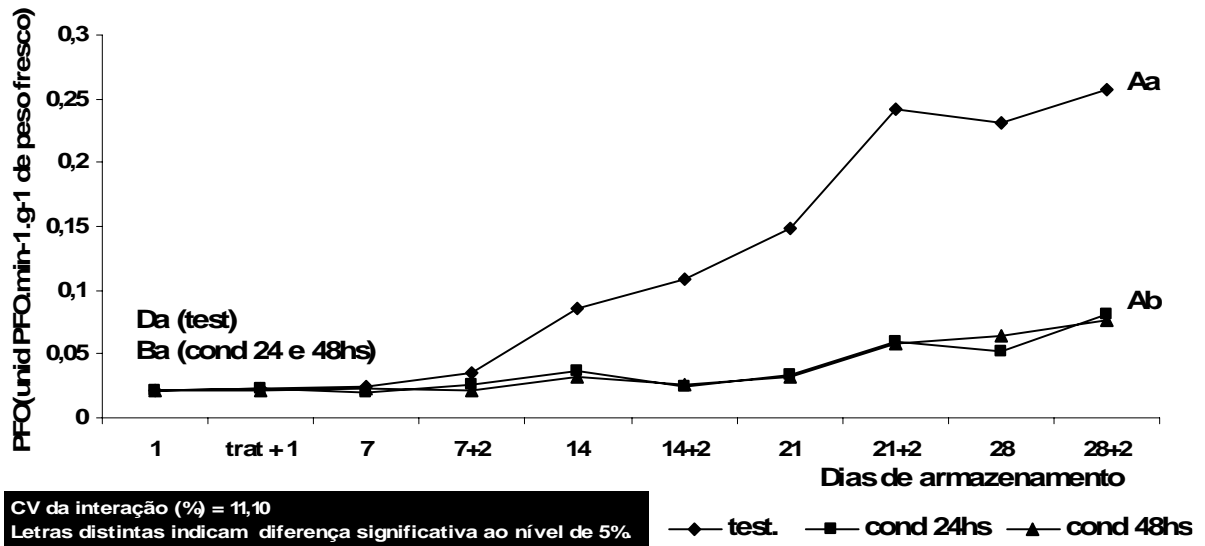
Figura 4.5.2.2: Variação média da atividade da polifenoloxidação, nas safras 2003 e 2004, em pêsegos tardios condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS. Cultivares Peach (A) e Chimarrita (B).

(A)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

(B)

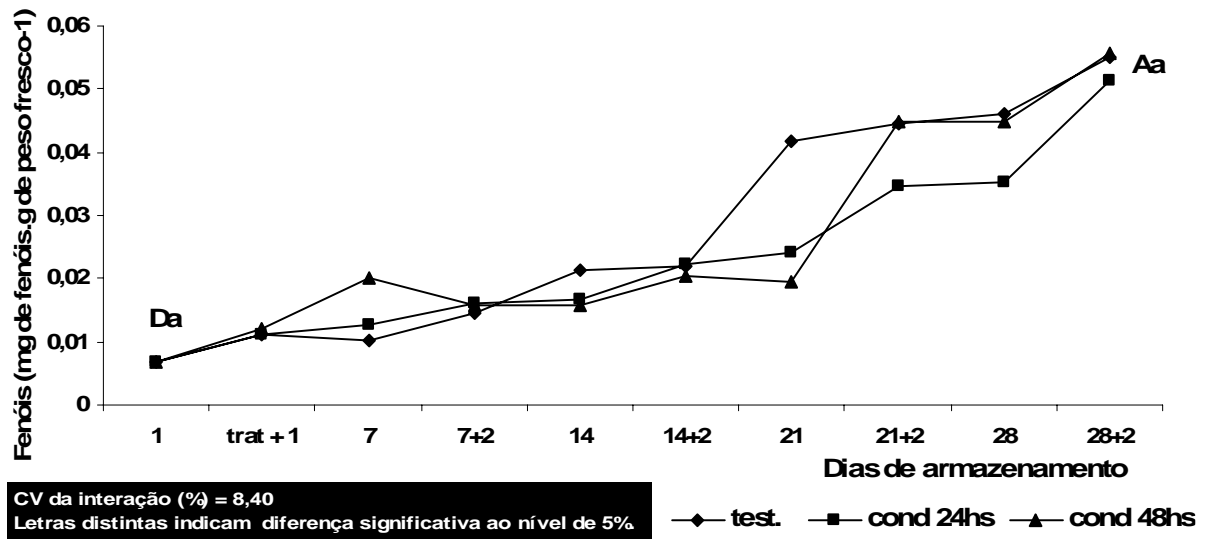


T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

Figura 4.5.2.3: Variação média da atividade da polifenoloxidase, nas safras 2003 e 2004, em pêsegos tardios condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS. Cultivares Marli (A) e Chiripá (B).

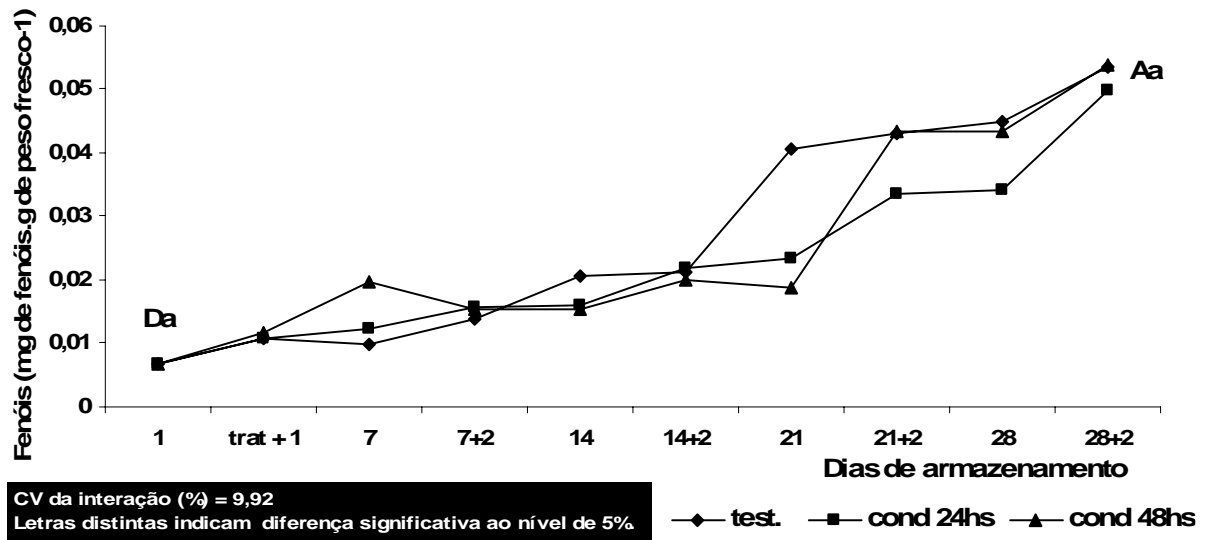


(A)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

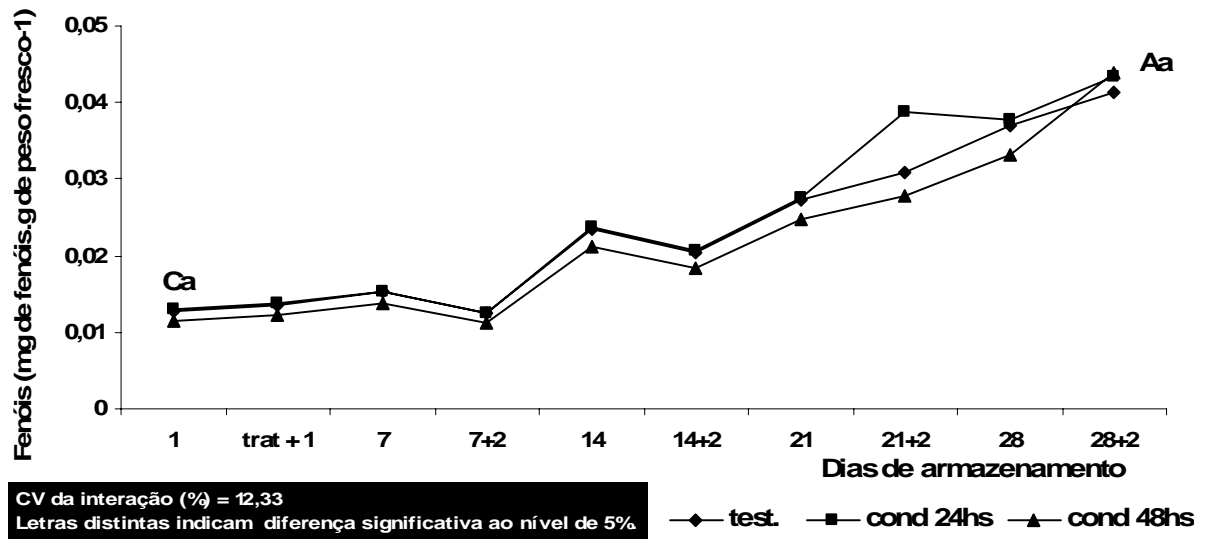
(B)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

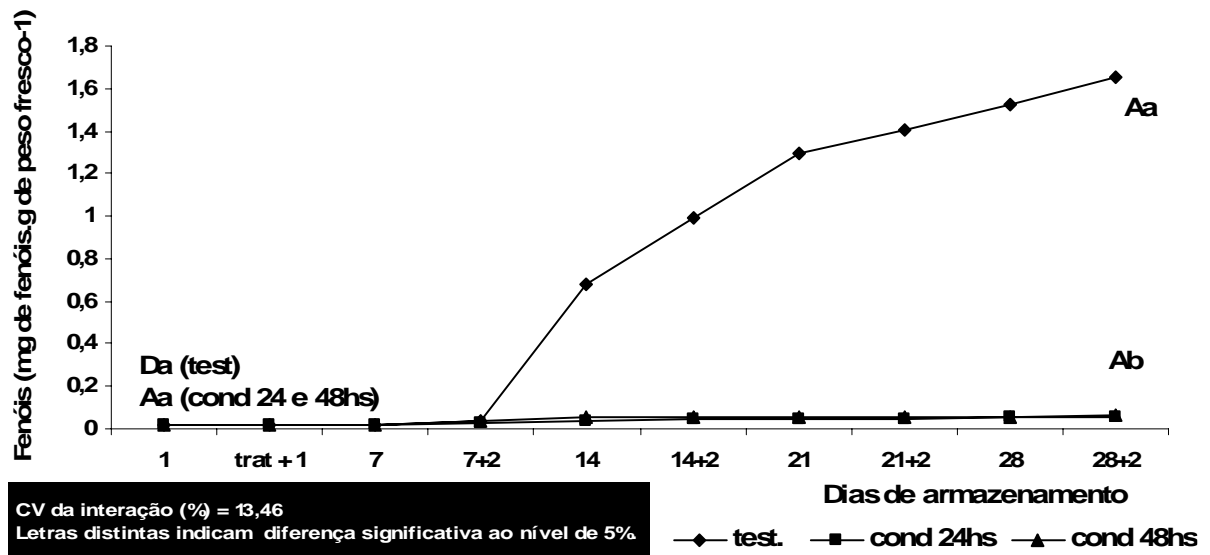
Figura 4.5.2.4: Variação média do conteúdo de fenóis, nas safras 2003 e 2004, em pêsegos tardios condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS. Cultivares Maciel (A) e Flordagrande (B).

(A)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

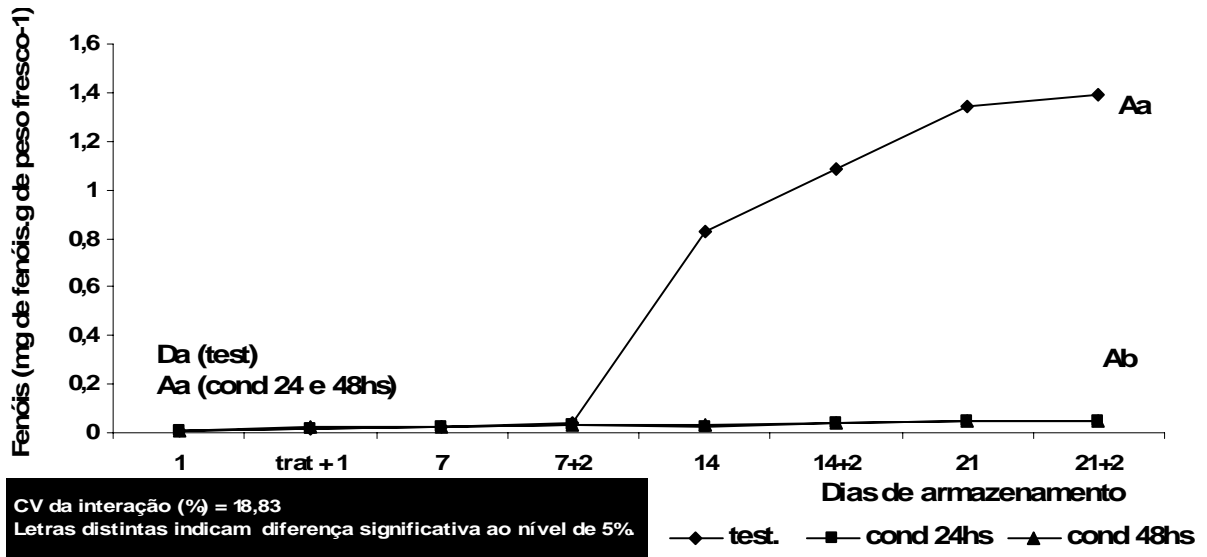
(B)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

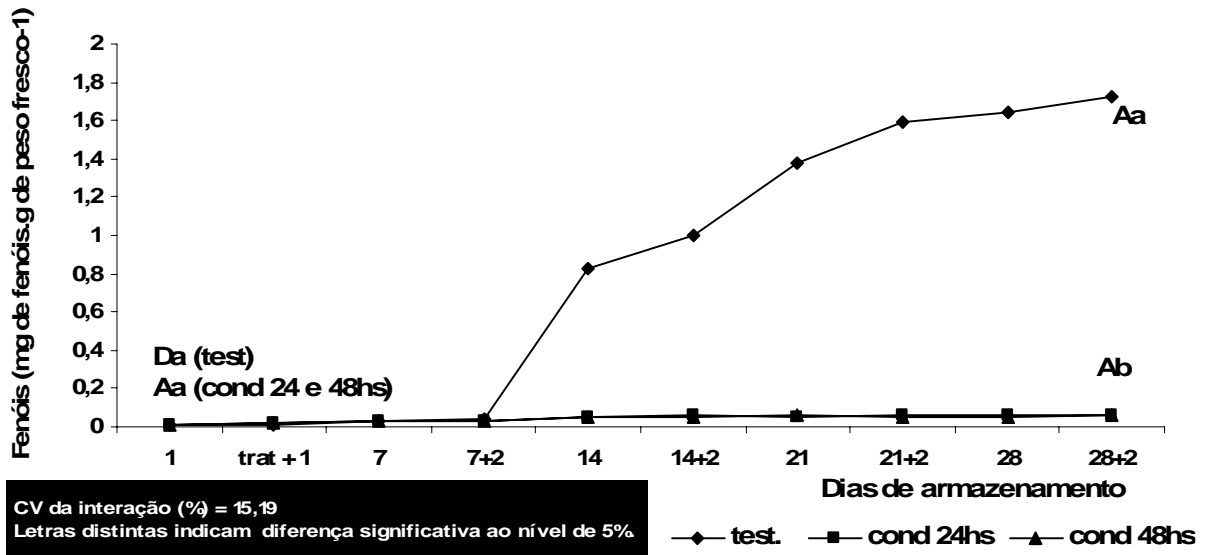
Figura 4.5.2.5: Variação média do conteúdo de fenóis, nas safras 2003 e 2004, em pêsegos tardios condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS. Cultivares Peach (A) e Chimarrita (B).

(A)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

(B)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

Figura 4.5.2.6: Variação média do conteúdo de fenóis, nas safras 2003 e 2004, em pêsegos tardios condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS. Cultivares Marli (A) e Chiripá (B).

Quanto ao conteúdo de fenóis nestes frutos, também aos 14 dias de armazenamento refrigerado mais dois dias fora da refrigeração, os valores variavam entre 0,9765 e 1,1130 mg de fenóis.g de massa fresca<sup>-1</sup>. Ao final dos 28 dias de refrigeração mais dois dias fora dela, o conteúdo de fenóis variavam entre 1,5540 e 1,7745 mg de fenóis.g de massa fresca<sup>-1</sup>. Esses resultados estão dentro do padrão estabelecido por Robertson et al. (1993), onde, os pêssegos são considerados de baixa qualidade quando possuem elevados conteúdos de fenóis, ou seja, acima de 1,2 mg de fenóis.g de massa fresca<sup>-1</sup>.

Este comportamento indica uma espécie de resposta imunológica dos frutos frente ao desenvolvimento destas desordens fisiológicas (Cantillano, 1998), principalmente, quanto ao escurecimento de polpa, que nada mais é do que o dano visível em resposta a algum tipo de comprometimento dos tecidos, como cortes e/ou exposição a baixas temperaturas. Nesse caso, existe o envolvimento na atuação das enzimas polifenoloxidasas sobre os compostos fenólicos, desencadeando, por sua vez, o escurecimento dos tecidos (Miller, 1998). Segundo Miller (1998) e Von Mollendorff et al. (1992b, 1992c), quando há danos mecânicos, ou em casos de dano de frio nos tecidos vegetais, permite-se que a enzima polifenoloxidase e seus substratos (compostos fenólicos), tenham contato direto, causando, dessa forma, o escurecimento na polpa dos frutos. Outros autores (Espin et al. 1997; Brady 1993; Lee et al., 1990), também relacionam o surgimento de desordens fisiológicas, em especial o escurecimento de polpa, ao aumento do conteúdos de compostos fenólicos e da atividade da enzima polifenoloxidase.

Nas cultivares de polpa branca, o condicionamento térmico por 24 e 48 horas foi eficiente para a inibição do desenvolvimento do escurecimento na polpa desses frutos, o mesmo com relação a lanosidade e a retenção de firmeza. Dessa forma, os valores da atividade da polifenoloxidase e do conteúdo de fenóis, ao final do experimento, nesses frutos, não ultrapassaram a 0,0888 unid PFO.min<sup>-1</sup>.g<sup>-1</sup> de massa fresca e 0,0692 mg de fenóis.g de massa fresca<sup>-1</sup>, respectivamente, ou seja, muito aquém dos valores observados nos frutos testemunha das cultivares Chimarrita, Marli e Chiripá. Diante disso, esses resultados estão de acordo com o relato de Lurie & Crisosto (2005), no qual é mencionado o efeito benéfico do tratamento térmico na preservação da integridade dos frutos frente a manifestação das desordens fisiológicas durante e após o armazenamento refrigerado de frutos de caroço.

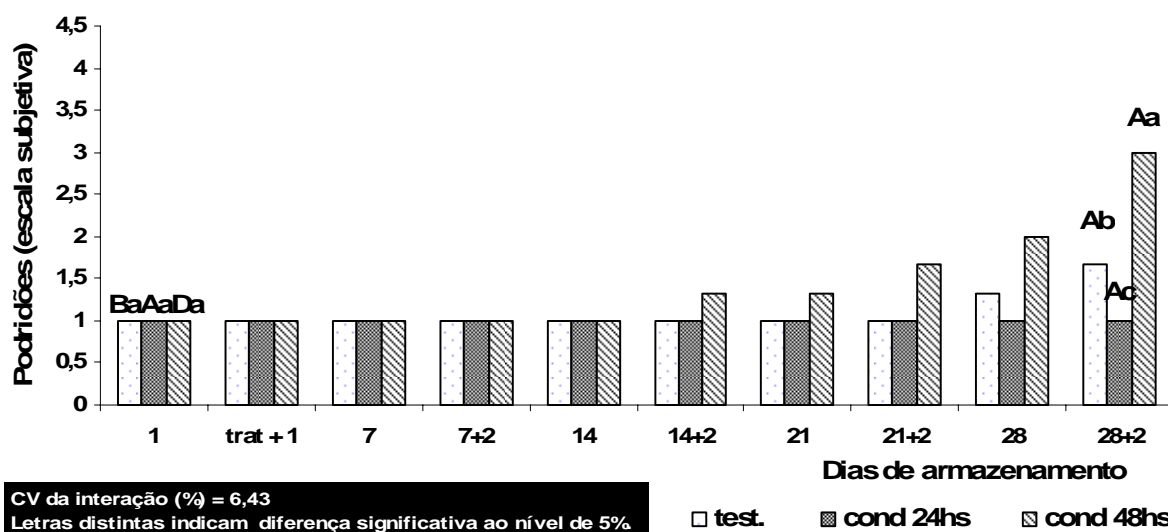
Nos frutos de polpa amarelada, independentemente do condicionamento térmico e do tempo de exposição dos frutos ao mesmo, não foram detectados quaisquer sintomas fisiopáticos de escurecimento na polpa, mesmo sendo contabilizada a atividade da polifenoloxidase e do conteúdo de fenóis. Todavia, diante dos baixos valores observados para esses dois compostos nos frutos de polpa amarelada, o escurecimento de polpa não foi desencadeado durante o período experimental. Nesse sentido, os mecanismos de ação dos tratamentos térmicos ainda são pouco conhecidos (Vitti, 2004). Entretanto, tem sido proposto que os tratamentos térmicos, como por exemplo o condicionamento térmico, podem promover a manutenção da estabilidade dos tecidos celulares dos frutos e diminuir a atividade de enzimas oxidativas, como a peroxidase, a polifenoloxidase e a fenilalanina amônia-liase, fazendo com que o fruto suporte as baixas temperaturas, por mais tempo (Wang, 1993 e 1994). Além disso, segundo Crisosto et al. (1997), a incidência de escurecimento de polpa em pêssegos, depende, também, de fatores como a época de colheita, cultivar e das práticas culturais em pré-colheita, como a irrigação e o manejo do solo.

#### **4.5.3 Podridões**

O comprometimento de doenças dos frutos, refletindo por sua vez, na qualidade e na potencialidade da conservação desses, está apresentado nas Figuras 4.5.3.1 – 4.5.3.3. Assim, os frutos testemunhas de todas as cultivares testadas apresentaram alguma incidência de podridão.

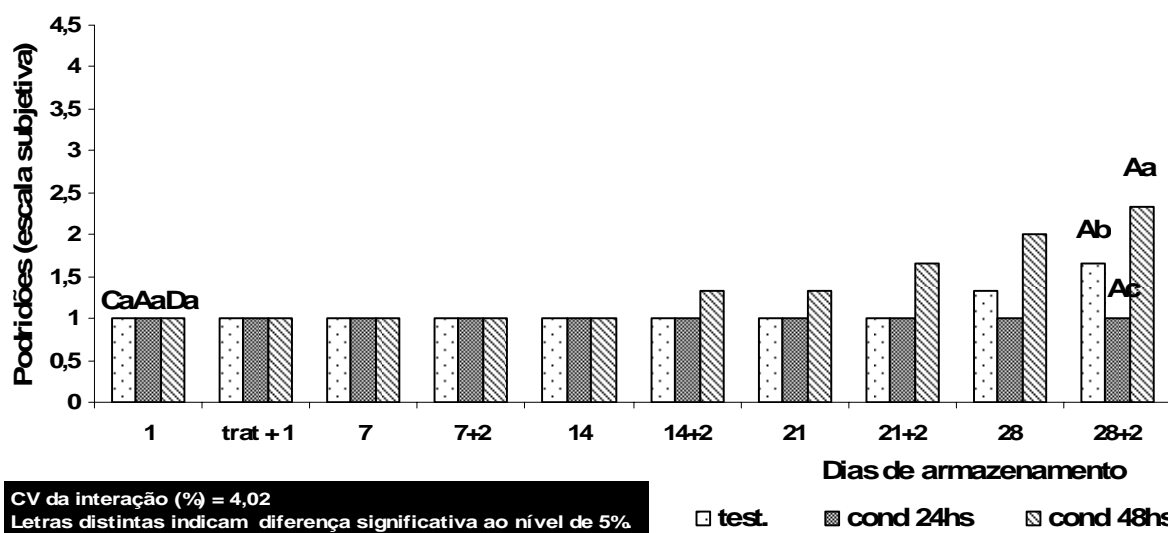
Estes sintomas, apesar de surgirem somente aos 28 dias de frigoarmazenamento, a exceção da cultivar Marli, que manifestou indícios de podridões aos 21 dias, influenciaram, na qualidade desses frutos. Assim, a comercialização desses pêssegos seria inviabilizada. Esses resultados estão de acordo com Martins et al. (2004), na qual é descrito que as principais causas das perdas pós-colheita em pêssegos são a ocorrência de distúrbios fisiológicos e o desenvolvimento de podridões. Confirmando, Gutierrez (2005), em entrevistas realizadas no CEAGESP, afirmou que as podridões, com aproximadamente 17% das respostas, consistem numa das principais causas de desvalorização dos pêssegos.

(A)



As médias seguidas da mesma letra entre tratamentos (minúscula), e entre os tempos de armazenamento (maiúscula), não diferem entre si ao nível de 5 % no teste de Tukey.

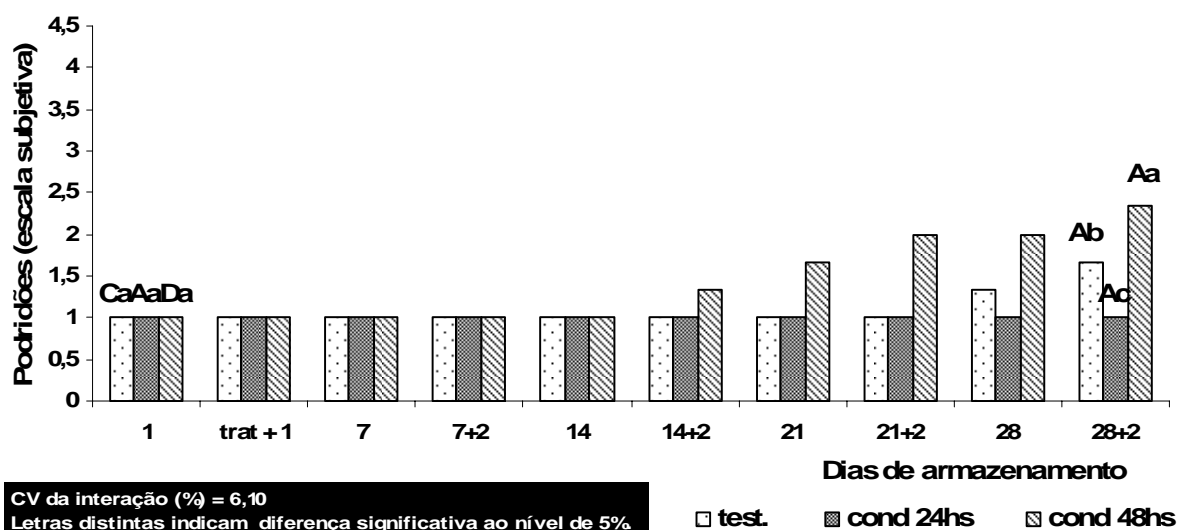
(B)



As médias seguidas da mesma letra entre tratamentos (minúscula), e entre os tempos de armazenamento (maiúscula), não diferem entre si ao nível de 5 % no teste de Tukey.

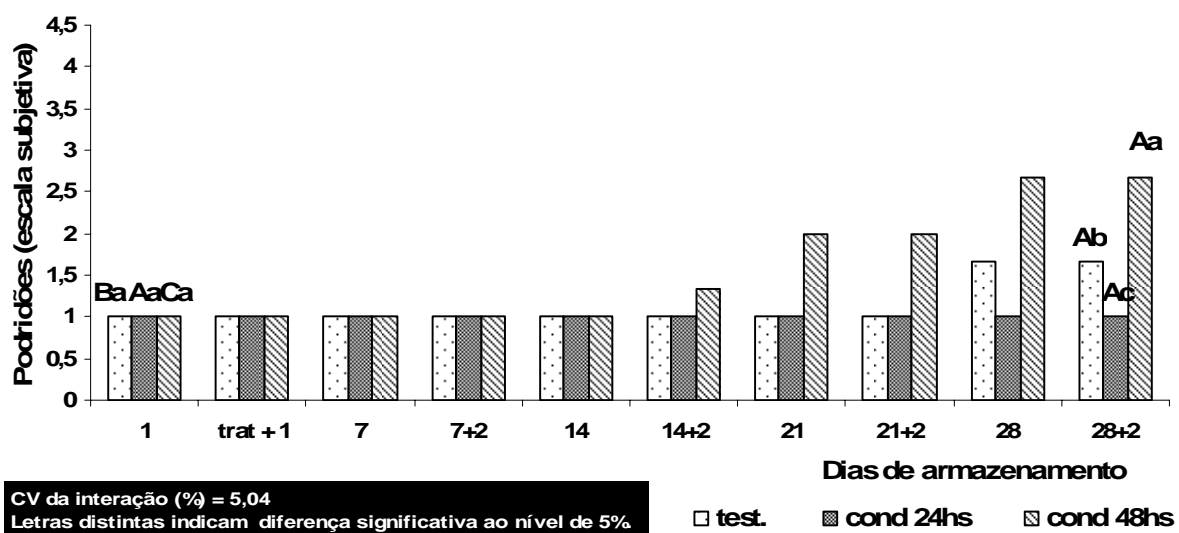
Figura 4.5.3.1: Variação média da presença de podridões, nas safras 2003 e 2004, em pêssegos tardios condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS. Cultivares Maciel (A) e Flordagrande (B).

(A)



As médias seguidas da mesma letra entre tratamentos (minúscula), e entre os tempos de armazenamento (maiúscula), não diferem entre si ao nível de 5 % no teste de Tukey.

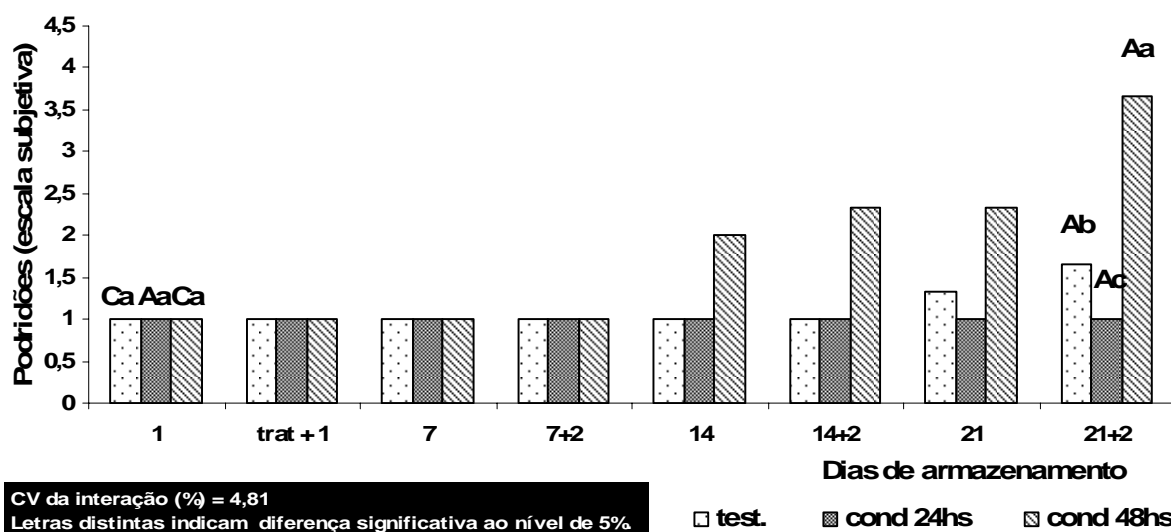
(B)



As médias seguidas da mesma letra entre tratamentos (minúscula), e entre os tempos de armazenamento (maiúscula), não diferem entre si ao nível de 5 % no teste de Tukey.

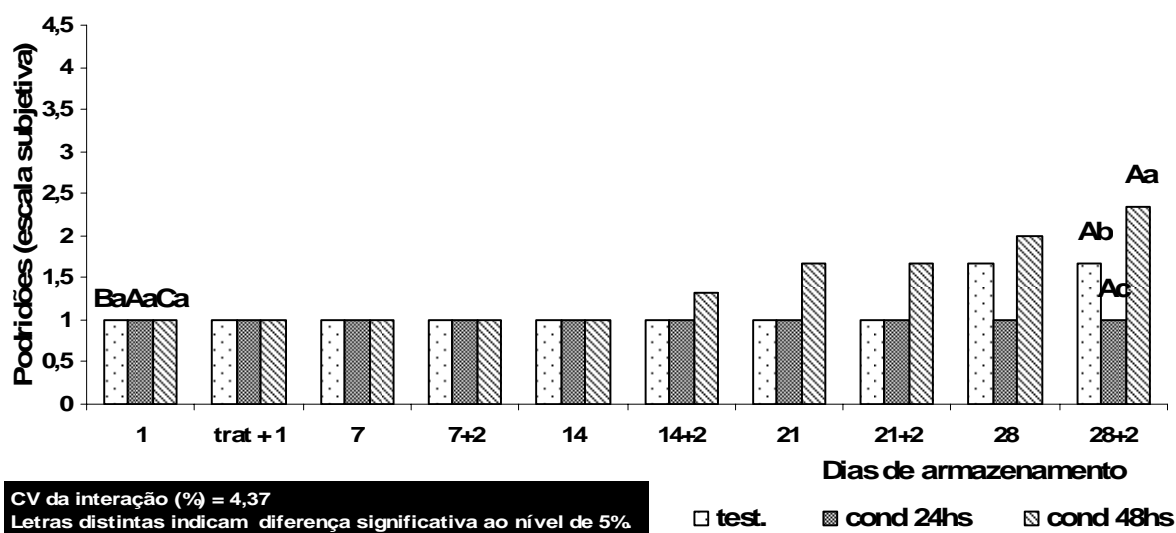
Figura 4.5.3.2: Variação média da presença de podridões, nas safras 2003 e 2004, em pêssegos tardios condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS. Cultivares Peach (A) e Chimarrita (B).

(A)



As médias seguidas da mesma letra entre tratamentos (minúscula), e entre os tempos de armazenamento (maiúscula), não diferem entre si ao nível de 5 % no teste de Tukey.

(B)



As médias seguidas da mesma letra entre tratamentos (minúscula), e entre os tempos de armazenamento (maiúscula), não diferem entre si ao nível de 5 % no teste de Tukey.

Figura 4.5.3.3: Variação média da presença de podridões, nas safras 2003 e 2004, em pêssegos tardios condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS. Cultivares Marli (A) e Chiripá (B).



Outros autores, inclusive, mencionam que durante o armazenamento refrigerado de pêssegos, além da perda excessiva da firmeza de polpa (Sonogo et al., 1994, Taylor et al., 1994) e da manifestação de distúrbios fisiológicos (Lurie, 1993; Luchsinger et al., 1996), a ocorrência de podridões (Gottinari et al., 1998) também são responsáveis pela depreciação qualitativa dos frutos durante e após a comercialização. Com isso, de acordo com Lurie & Crisosto (2005), torna-se cada vez mais preponderante a conscientização tecnológica de toda a cadeia produtiva de frutos de caroço, de modo a disponibilizar ao mercado consumidor frutos com a qualidade adequada.

Observou-se ainda, a partir dos 14 dias de armazenamento refrigerado mais dois dias de comercialização simulada, e no caso da cultivar Marli, já aos 14 dias, que o condicionamento térmico acima de 24 horas acarretou excessiva aceleração dos processos metabólicos envolvidos no amadurecimento dos frutos, dentre eles, a rápida perda de firmeza de polpa, a elevada perda de massa fresca e o surgimento de podridões. Portanto, mesmo que benéficamente caracterizado para algumas cultivares de pêssegos, o condicionamento térmico a 20 °C, por 48 horas, nas cultivares aqui avaliadas, foi considerado problemático quanto ao avanço precoce do amadurecimento. De acordo com os relatos de Seibert (2004), a elevada desidratação e a rápida perda de firmeza de polpa, associadas ao aumento no percentual de podridões, indica que esses frutos poderiam estar em processo de senescência, denotando-se também, que o ponto ideal de comercialização dos mesmos já havia sido ultrapassado.

No experimento de Vitti (2004), a incidência de podridões, de maneira geral, variou entre 0 e 5% da área afetada nos frutos, o que poderia ser considerada baixa, segundo Akbudak & Eris (2004). Nessa situação, esses pesquisadores analisaram a incidência de danos em pêssegos e ameixas, classificando-os, levando-se em consideração o tamanho do dano no fruto, semelhantemente como procedido no presente trabalho, onde, foi utilizado porcentagens para mensurar a área comprometida com o sintoma. Nesse sentido, mesmo que informalmente, e confirmando os resultados aqui apresentados, as podridões, quando detectadas, foram medidas e apresentaram diâmetro de 2,5 até 4,1cm, com formato semi-circular. Esses danos foram ainda maiores nos pêssegos condicionados por 48 horas, atingindo, em média, 3,4cm de diâmetro, chegando a 4,8cm em alguns casos. Segundo Akbudak & Eris (2004), frutos com incidência

severa de danos apresentam lesões com diâmetro superior a 2,5 cm.

Desta forma, levando em consideração que o condicionamento térmico possa estimular os eventos bioquímicos ligados ao amadurecimento (Kader, 1992; Luchsinger & Walsh, 1998), a elevada perda de firmeza de polpa e de massa fresca e o surgimento de podridões, estariam claramente exemplificados no presente trabalho. Contudo, se bem estabelecido o binômio tempo x temperatura para a aplicação do tratamento térmico, esse tratamento poderia aumentar a termotolerância dos frutos ao frio, sem contudo, acelerar a senescência dos pêssegos, com adequada manutenção da qualidade (Jomori, 2005).

Isto foi justamente observado em todos os pêssegos condicionados por 24 horas, onde, em nenhum momento, detectou-se podridões nesses frutos. Esses resultados também foram comprovados, levando em consideração a contenção dos danos fisiológicos e a desaceleração metabólica proporcionada por esse tratamento aos frutos submetidos a temperatura de 20°C, por 24 horas.

Neste sentido, é possível afirmar que o condicionamento térmico por 24 horas tenha sido suficiente para, além do controle dos danos de frio, a desinfecção satisfatória frente a possíveis contaminantes presentes nos frutos. Sob esse aspecto, Von Mollendorff & Villiers (1988) mencionam em seu experimento, a diminuição da incidência de podridões após o condicionamento térmico de pêssegos a temperaturas de 20 a 23°C. Jomori (2005) também menciona que os tratamentos térmicos, embora possam, eventualmente, promover algum estresse oxidativo, podem, sobretudo, ser utilizados como tratamentos desinfetantes em frutos. Assim, o condicionamento térmico, que já tem reduzido os danos causados pelas baixas temperaturas em diversas espécies intolerantes ao armazenamento em temperaturas reduzidas (Jomori, 2005), também pode evitar a contaminação microbiana, como citado por Porat et al. (1999) e Rodov et al. (2000).

Quanto a caracterização dos focos de doenças detectados nos frutos testemunhas e naqueles condicionados por 48 horas, em todas as cultivares, o gênero *Monilinia* foi responsável por 100% das sintomatologias. Esses resultados podem ser considerados normais, visto que, na safra 2001 de pêssegos da cultivar Diamante, em Pelotas/RS, entre os danos avaliados nos frutos, aqueles provocados pela podridão parda foram os mais importantes, chegando a 80% na produção convencional (Fachinello et al., 2003). Na safra 2004, Bassetto (2006) constatou 51% dos pêssegos com sintomas de podridão parda no pedúnculo do fruto, e 24%

apresentaram sintomas no fruto todo. Segundo Santos (2007), a incidência de *Monilinia fruticola* em pêssegos Douradão foi constatada a partir dos 21 dias de armazenamento refrigerado. Após 28 dias de armazenamento refrigerado, mais que 20% dos frutos apresentaram sintomas de podridão parda na saída da câmara frigorífica.

#### 4.5.4 Sólidos solúveis

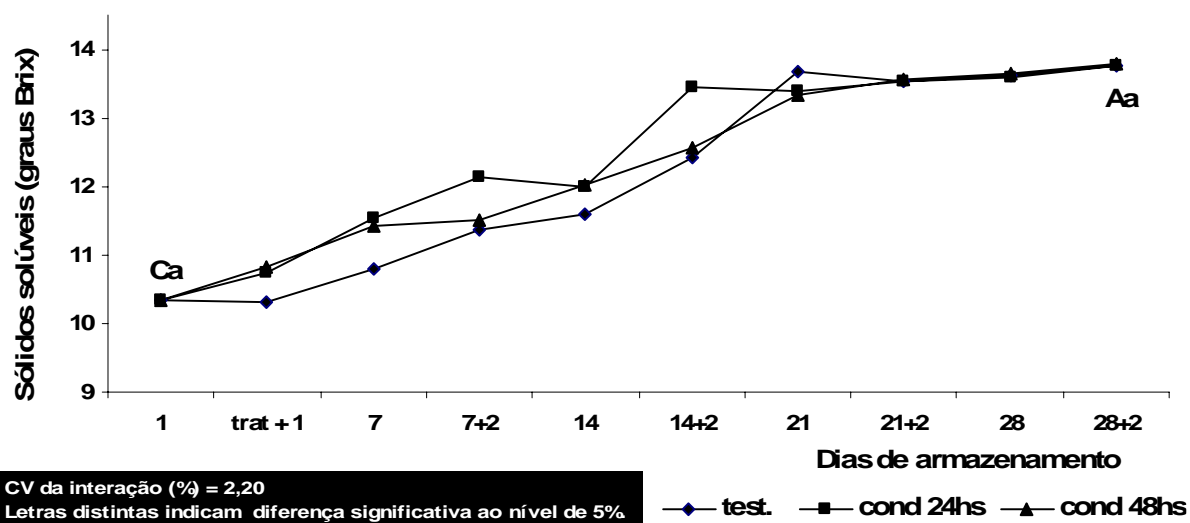
Os sintomas dos danos fisiológicos, no presente trabalho, foram caracterizados pela polpa seca e farinhenta, perda de umidade e firmeza, ausência de suco e alterações no sabor dos frutos. Assim, nas Figuras 4.5.4.1 – 4.5.4.3, está apresentado os teores de sólidos solúveis nos pêssegos de polpa amarelada e branca, submetidos ou não ao condicionamento e, frigoconservados por 28 dias.

Numa análise temporal, os teores de sólidos solúveis nos frutos que apresentaram amadurecimento normal revelaram pequenos e constantes acréscimos. Isso pode ser considerado padrão para os frutos climatéricos, como é o caso do pêssego e, importante perante a integridade desses, visto que, essas substâncias, dependendo do estágio fisiológico dos frutos, poderiam estar sendo utilizadas como substrato respiratório (Kluge et al., 2002; Jomori, 2005).

Assim, estes resultados indicam que todos os frutos de polpa amarelada e os frutos de polpa branca condicionados por 24 horas, apresentaram-se ainda em pleno amadurecimento, pressupondo-se, melhor potencial qualitativo e maior potencial de conservação que os demais.

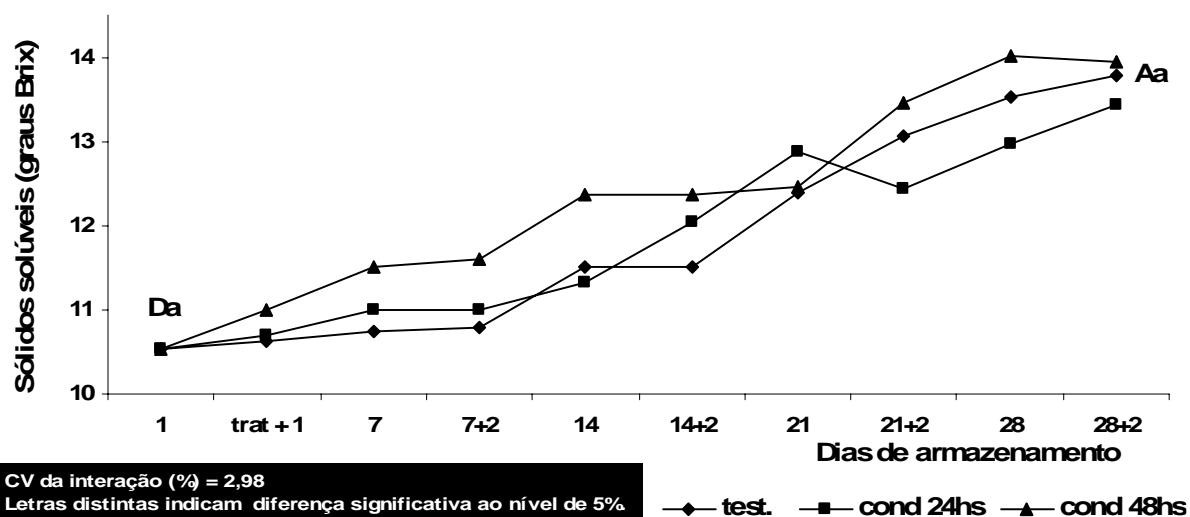
O teor de sólidos solúveis nos pêssegos de polpa amarelada variaram de 9,2, no momento da colheita, para 14,2°Brix, ao final dos 28 dias de armazenamento refrigerado mais dois dias em condições não controladas de temperatura e umidade. Da mesma forma, os frutos das cultivares de polpa branca, condicionados por 24 horas, a 20°C, também apresentaram aumentos da colheita (10°Brix) ao final do experimento (14,6°Brix), o que comprova o comportamento climatérico dos mesmos. Em ambos os casos, como citado anteriormente, esses frutos apresentaram ótimas condições de comercialização e consumo, ao final do experimento.

(A)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

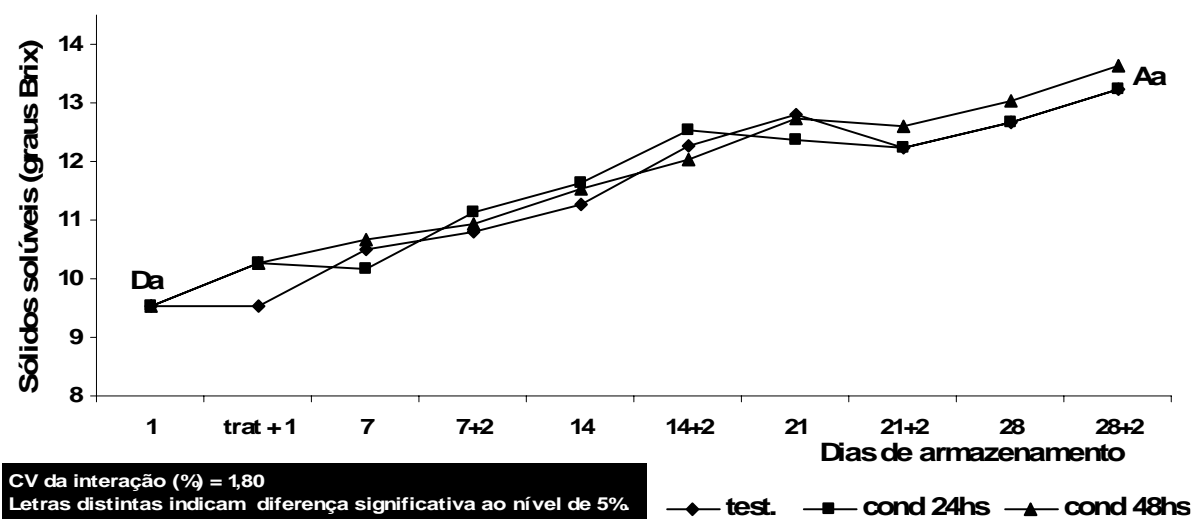
(B)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

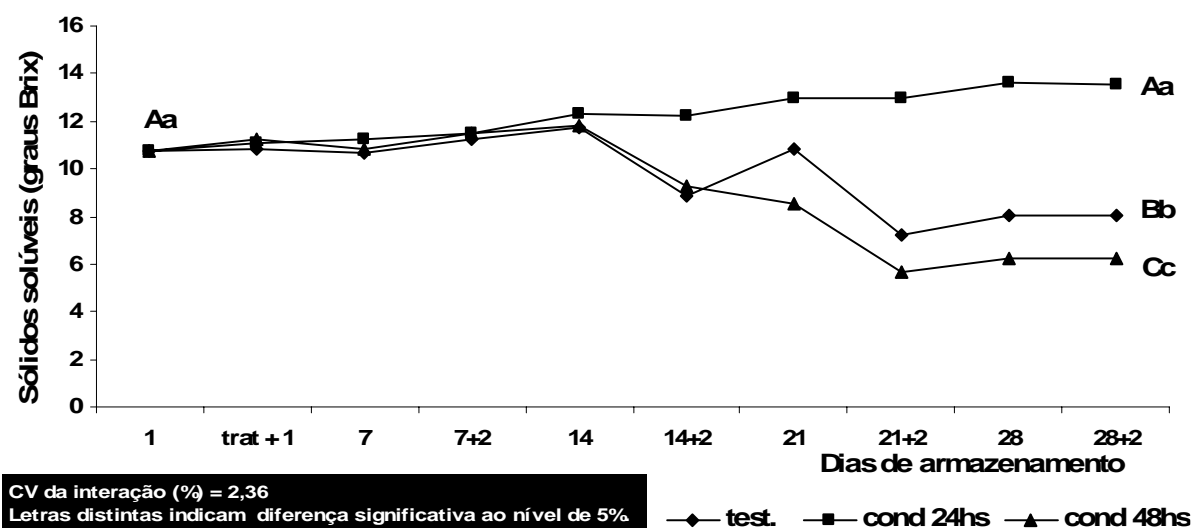
Figura 4.5.4.1: Variação média dos teores de sólidos solúveis, nas safras 2003 e 2004, em pêssegos tardios condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS. Cultivares Maciel (A) e Flordagrande (B).

(A)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

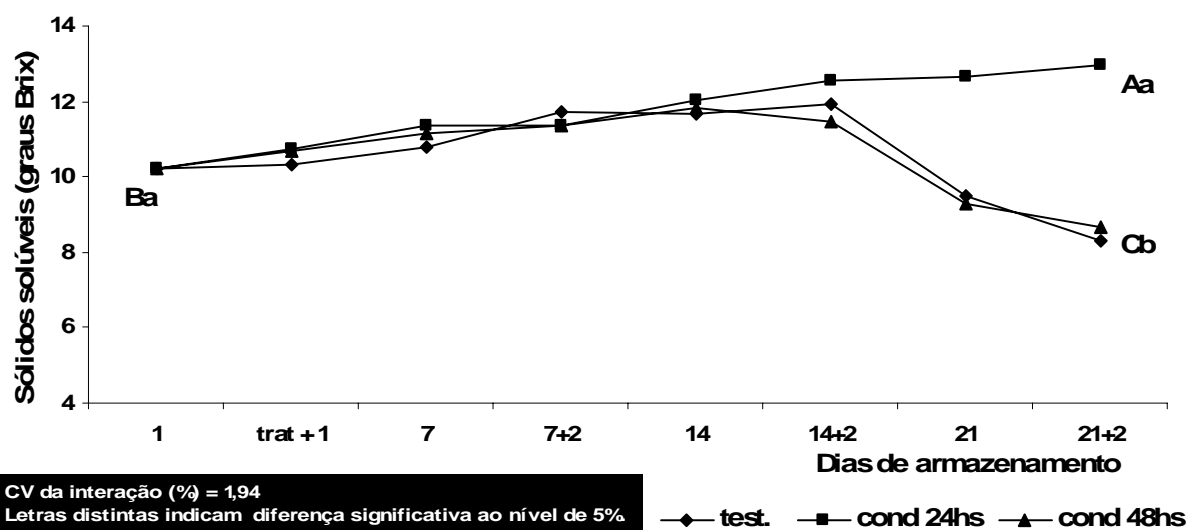
(B)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

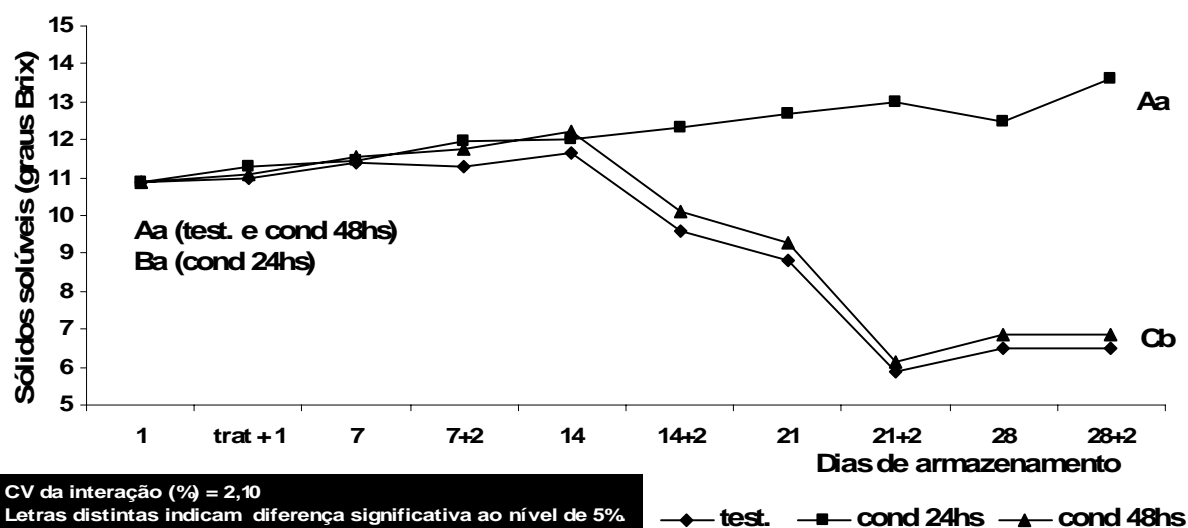
Figura 4.5.4.2: Variação média dos teores de sólidos solúveis, nas safras 2003 e 2004, em pêssegos tardios condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS. Cultivares Peach (A) e Chimarrita (B).

(A)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

(B)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

Figura 4.5.4: Variação média dos teores de sólidos solúveis, nas safras 2003 e 2004, em pêssegos tardios condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS. Cultivares Marli (A) e Chiripá (B).

Estes valores também estão em acordo com o índice mínimo de sólidos solúveis, que é de 8°Brix, para os pêssegos colhidos não serem considerados imaturos pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Pêssego e Nectarina (Hortibrasil, 2007). Assim como, segundo Crisosto et al. (1997), pêssegos e nectarinas com 11°Brix ou mais de sólidos solúveis são, preferencialmente, aceitos pelos consumidores. Portanto, os pêssegos de polpa amarelada e os de polpa branca, tratados termicamente por 24 horas, antes do armazenamento refrigerado, enquadravam-se nos padrões de qualidade desde o momento da colheita, até o final do período experimental.

Nas cultivares de polpa branca, os frutos testemunha e os submetidos ao condicionamento por 48 horas, apresentaram aumentos e decréscimos em relação aos teores de sólidos solúveis. Dessa forma, esses frutos apresentaram valores crescentes até o 14º dia de armazenamento refrigerado, onde, a partir daí, decresceram linearmente, atingindo valores até mesmo inferiores em relação à condição inicial dos mesmos, no momento da colheita. Inclusive, segundo os resultados anteriormente apresentados, é possível associar o início desses decréscimos com o início dos sintomas de dano de frio nesses frutos. À exceção dos frutos condicionados por 48 horas, que não apresentaram qualquer sintoma referente ao dano de frio. No entanto, esses frutos apresentaram durante e após o armazenamento refrigerado, aceleração nos processos metabólicos que envolvem o amadurecimento e/ou senescência.

As mudanças durante o amadurecimento dos pêssegos envolveram o desenvolvimento do sabor (Robertson et al, 1989; 1990; 1991 e 1992), bem como, o aumento e/ou diminuição dos teores de sólidos solúveis (Liverani & Cangini, 1991). Com isso, diante dos resultados aqui apresentados, essas mudanças são crescentes e positivas quando os frutos apresentam-se em pleno amadurecimento e/ou em condições ideais de consumo e, decrescentes, quando iniciam a senescência e já não apresentam condições para a comercialização e/ou consumo.

Resultados semelhantes foram relatados por Oliveira et al. (2001), no qual foi quantificado o teor de açúcares em pêssegos da cultivar Biuti, armazenados sob refrigeração a  $4 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $90 \pm 5\%$  de U.R., durante 35 dias. Nessas condições, verificou-se que os pêssegos estavam em condições de consumo no 12º dia de armazenamento refrigerado, com elevados teores de açúcares. Entretanto, após 35 dias, a característica visual já não era adequada devido ao escurecimento

na epiderme e na polpa. Dados esses concordantes com Santos (2007), onde, o autor afirma que os teores de sólidos solúveis em pêssegos Aurora-1 é influenciado, de modo significativo, pelo período e temperatura de armazenamento.

#### **4.5.5 Acidez titulável**

A acidez titulável (Figuras 4.5.5.1 – 4.5.5.3), de maneira geral, em todos os frutos e tratamentos testados, foi decrescente, comprovando a afirmação de Fernanda et al. (1996) e Jomori (2005), onde, a diminuição da acidez titulável nos frutos pode ocorrer naturalmente, considerando que os ácidos, a exemplo dos sólidos solúveis, podem também servir de substratos para a respiração.

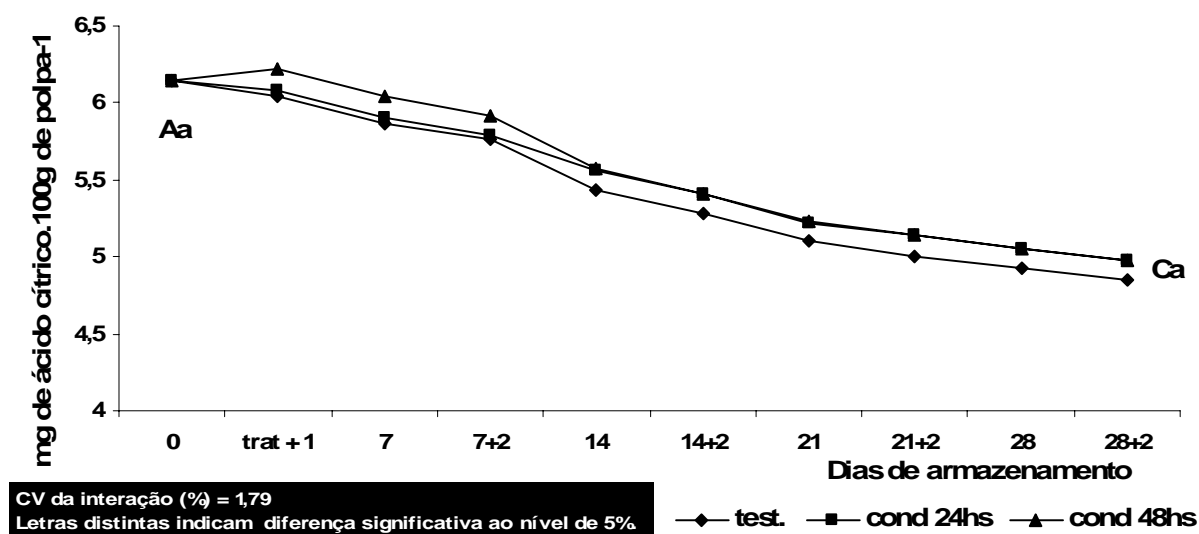
No entanto, a velocidade com que ocorrem esses processos metabólicos, podem dar a idéia do amadurecimento dos frutos. Assim, frutos que preservam a acidez e o teor de sólidos solúveis por maior espaço de tempo, podem ser considerados fisiologicamente ativos, enquanto que, frutos que apresentam rápido declínio da acidez, e dos teores de sólidos solúveis, podem estar apresentando algum comprometimento metabólico.

Segundo Wang et al. (1993), há o declínio dos ácidos málico e cítrico durante o desenvolvimento dos frutos, coincidente assim, com o decréscimo da acidez titulável durante o amadurecimento do pêssegos observados no presente trabalho, independente da cultivar e do tratamento térmico empregado.

As diferenças nos níveis de acidez titulável no final do período experimental foram pequenas, porém, suficientes para a diferenciação estatística entre os frutos de polpa branca, condicionados por 24 horas, e os frutos testemunhas dessas cultivares. Da mesma forma, para com os frutos submetidos ao condicionamento térmico por 48 horas, nas cultivares Chimarrita, Marli e Chiripá. Nesses frutos, a acidez titulável variou entre 4,08 e 4,28mg de ácido cítrico.100g de polpa<sup>-1</sup>. Nos frutos das cultivares de polpa branca, condicionados por 24 horas, esses valores variam entre 4,56 e 4,79mg de ácido cítrico.100g de polpa<sup>-1</sup>, ou seja, em média, aproximadamente, esses frutos apresentaram-se com 5% a mais de acidez que os frutos testemunhas e os frutos condicionados por 48 horas.

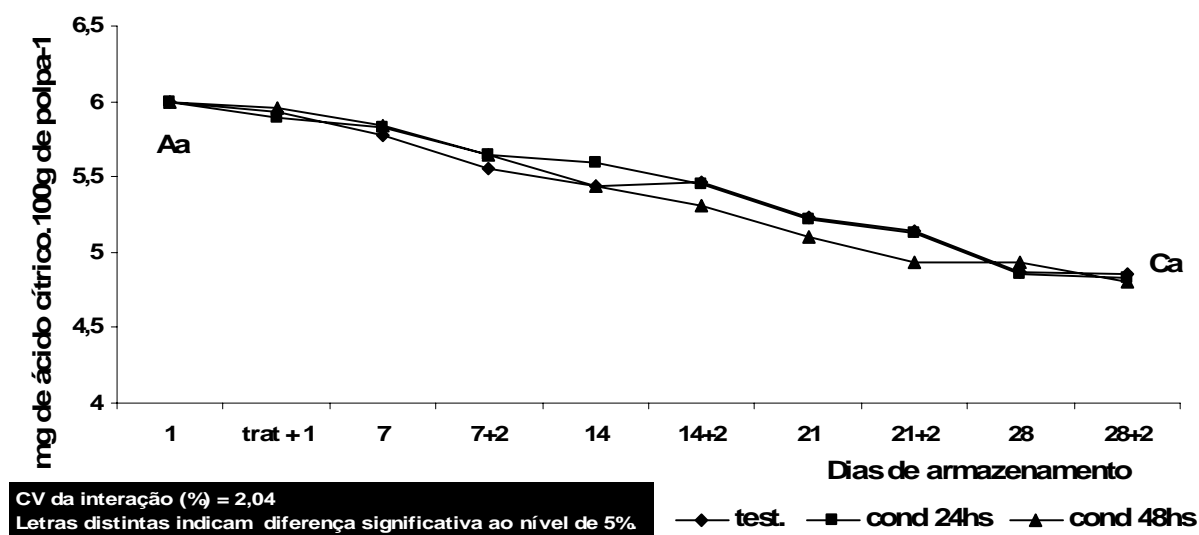


(A)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

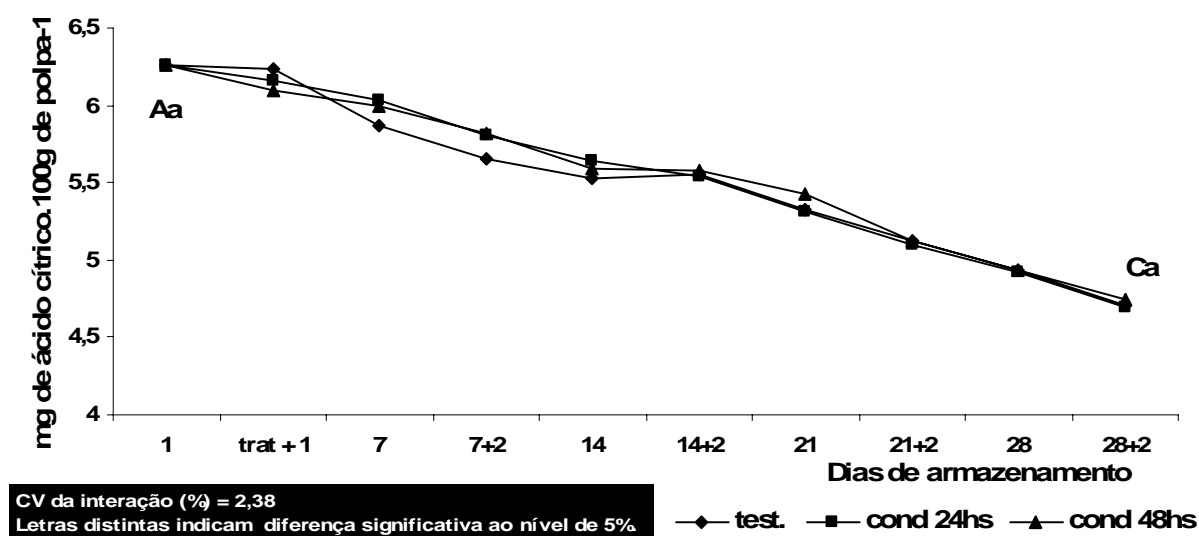
(B)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

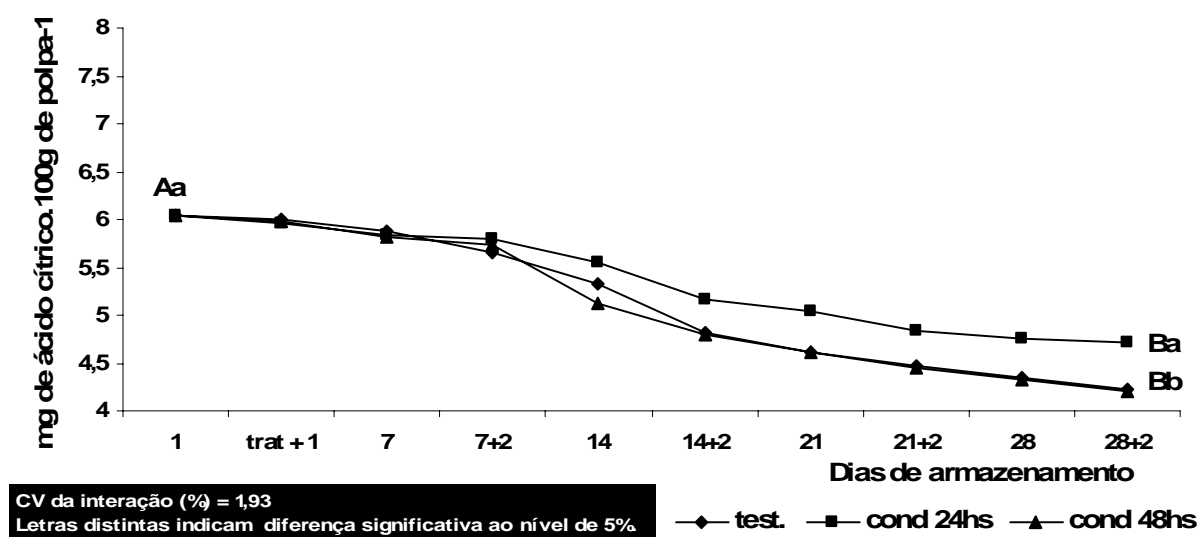
Figura 4.5.5.1: Variação média da acidez titulável, nas safras 2003 e 2004, em pêsegos tardios condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS. Cultivares Maciel (A) e Flordagrande (B).

(A)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

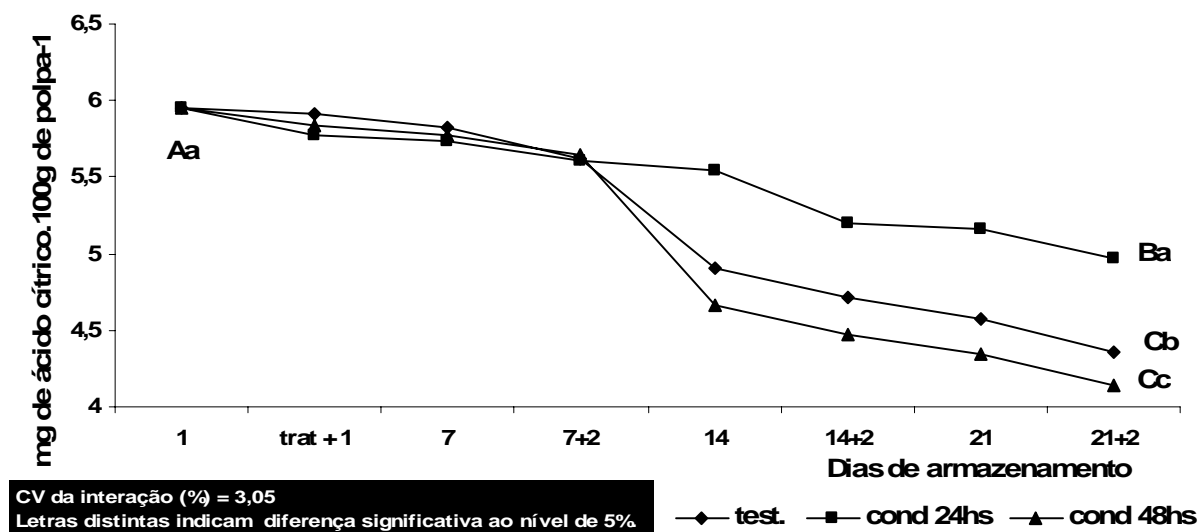
(B)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

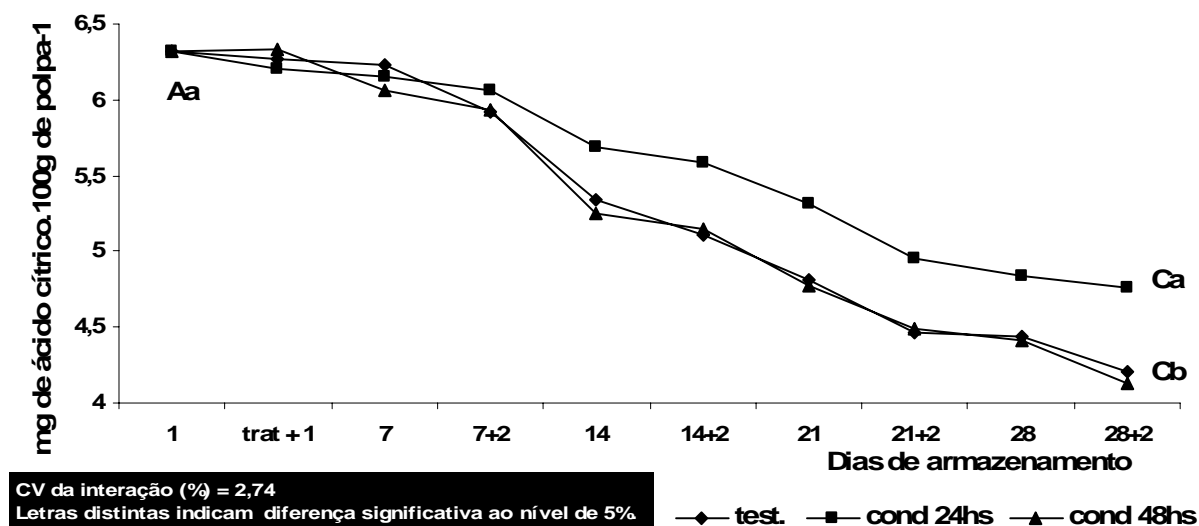
Figura 4.5.5.2: Variação média da acidez titulável, nas safras 2003 e 2004, em pêsegos tardios condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS. Cultivares Peach (A) e Chimarrita (B).

(A)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

(B)



T1: testemunha; T2: frutos condicionados a 20°C, por 24 horas; T3: frutos termicamente a 20°C, por 48 horas.

Figura 4.5.5.3: Variação média da acidez titulável, nas safras 2003 e 2004, em pêsegos tardios condicionados a 20°C e 75 ± 3% de U.R. e armazenados a 0 ± 0,5°C e 92 ± 3% de U.R., por 28 dias. Porto Alegre/RS. Cultivares Marli (A) e Chiripá (B).

Desta forma, pode-se considerar que os frutos de polpa branca, condicionados por 24 horas, estavam em estágio menos avançado de amadurecimento que os frutos testemunhas e os frutos submetidos ao condicionamento térmico por 48 horas. Houve, portanto, a desaceleração do amadurecimento dos frutos de polpa branca condicionados por 24 horas, indicada, pelo elevado teor de acidez titulável e, supostamente, pelos teores de sólidos solúveis anteriormente apresentados. Portanto, para as cultivares de polpa branca, a acidez titulável foi afetada pelos tratamentos tanto após o armazenamento refrigerado, quanto durante a comercialização simulada.

Resultados semelhantes foram obtidos em todos os frutos das cultivares de polpa amarelada, onde, os mesmos variaram entre 4,58 a 5,03mg de ácido cítrico.100g de polpa<sup>-1</sup>, confirmando assim, a qualidade dos frutos de polpa amarelada e dos condicionados por 24 horas nas cultivares de polpa branca, quando em comparação aos demais.

Contudo, a variação do teor de sólidos solúveis e da acidez titulável é muito grande entre pomares e, até mesmo, na mesma planta. Sendo assim, de acordo com Crisosto (1994), não podem ser utilizados como indicadores precisos e definitivos da maturação dos frutos, e sim, apenas como instrumento da qualidade global dos frutos durante o período de experimentação.

#### **4.6 CONCLUSÕES**

Nas cultivares de polpa amarelada, a ação do condicionamento térmico na inibição da manifestação do escurecimento interno, não foi significativa;

O condicionamento térmico por 48 horas, em todas as cultivares testadas, foi danoso por acelerar, excessivamente, o amadurecimento desses frutos;

Os pêssegos de polpa branca, quando não submetidos ao condicionamento térmico, apresentaram-se susceptíveis ao escurecimento de polpa;

Nos frutos que apresentaram o escurecimento de polpa, observou-se elevada atividade da polifenoloxidase e do conteúdo de fenóis.

O condicionamento térmico por 24 horas foi eficiente no controle do escurecimento da polpa e manutenção da qualidade dos pêssegos de polpa branca.

## 5 CONCLUSÕES GERAIS

As diferentes manifestações dos sintomas de danos pelo frio em pêssegos, afetaram, comercialmente, a qualidade visual e o sabor dos frutos das cultivares aqui trabalhadas, conseqüentemente, limitando a comercialização e o consumo desses frutos. O início dos sintomas das desordens fisiológicas ocasionadas pelo frio, em cultivares suscetíveis, se deram após o armazenamento refrigerado, quando os frutos foram transportados e expostos a temperaturas elevadas, por volta dos 14 aos 21 dias, dificultando, dessa forma, a detecção desses distúrbios fisiológicos antes do consumidor.

Para manter a qualidade dos frutos durante a pós-colheita, análises periódicas, visando caracterizar a suscetibilidade das cultivares ao dano de frio, devem ser realizadas, e cada vez mais, estratégias tecnológicas individualizadas para cada cultivar devem ser trabalhadas, como o condicionamento térmico antes do armazenamento refrigerado, de modo a disponibilizar ao mercado consumidor, frutos com qualidade adequada.

No entanto, deve-se pensar em alternativas para a aplicabilidade prática dos tratamentos térmicos, visto que, muitos produtores não possuem nem mesmo uma câmara frigorífica para o armazenamento refrigerado dos frutos. Nesse sentido, a adoção de medidas de controle dessas desordens fisiológicas junto a cooperativas, permissionários, centrais varejistas e atacadistas, podem solucionar os problemas quanto o desenvolvimento da lanosidade, da retenção de firmeza e do escurecimento da polpa antes do consumidor, três das principais desordens fisiológicas desencadeadas devido o armazenamento refrigerado de pêssegos, em temperaturas próximas a 0°C, por períodos superiores a 14 e 21 dias.

## REFERÊNCIAS

ABREU, C.M.P.; SANTOS, C.D.; COSTA, L. Efeito da embalagem de polietileno e da refrigeração no escurecimento interno e na atividade de peroxidase e polifenoloxidase, durante a maturação de abacaxi (*Ananas comosus* L. Mess.) cv. 'Smooth Cayenne'. **Ciência e Tecnologia Brasileira**, Campinas, v. 22, n. 4, p. 454-465, 1998.

AGARWAL S., NATH A.K., SHARMA, D. R. Characterization of peach (*Prunus persica*, L.) cultivars using isozymes as molecular markers. **Scientia Horticulture**, Amsterdam, v. 90, p.227-242, 2001.

AKBUDAK, B.; ERIS, A. Physical and chemical changes in peaches and nectarines during the modified atmosphere storage. **Food Control**, Oxford, v.15, n.4, p-307-313, 2004.

ALBA C.M., de FORCHETTI S.M., TIGIER H.A. Peroxidase and phenoloxidase activities in peach endocarp. In: C. OBINGER, U. BURNER, R EBERMANN, C PENELI & H GREPPIN (Ed.) **Plant Peroxidases: Biochemistry and Physiology**, University of Geneva, 1996. p. 243-246.

APPEZZATO-DA-GLORIA, B.; BRON, I.U.; MACHADO, S.R. Lanosidade em cultivares de pêssigo (*Prunus pérsica* (L.) Batsch): estudos anatômicos e ultra-estruturais. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.27, n.1, p.55-61, 2004.

ARTÉS, F.; CANO, A.; FERNANDEZ-TRUJILLO, J. P. Pectolytic enzyme activity during intermittent warning storage of peaches. **Journal of Food Science**, New York, v.61, n.2. p. 311-321. 1996.

BASSETTO, E. Quantificação de danos ao longo da cadeia produtiva de pêssigos e avaliação de métodos alternativos de controle de doenças pós-colheita. Piracicaba, 2006. 126p. **Tese** (Doutorado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas), Universidade Estadual de São Paulo, 2006.

BEN-ARIE, R.; LAVEE, S. Pectic changes occurring in Elbert peaches suffering from wooly breakdown. **Phytochemistry**. s/l. v. 10. p. 531-538, 1971.

BEN-ARIE, R.; SONEGO, L. Pectolytic enzyme activity involved in wooly breakdown of stored peaches. **Phytochemistry**, Oxford, v.19, n.12, p.2553-2555, 1980.

BOWER, J.P.; CUTTING, J.G.M. Avocado fruit development and ripening physiology. **Horticultural Reviews**, New York, v.10, p.229-271, 1988.

BRACKMANN, A. Frigoconservação contínua e Intermitente de pêssegos, cv. Convênio e Capdebosc, em atmosfera normal e modificada. Pelotas, 95p. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Pelotas, 1984.

BRACKMANN, A.; SAQUET, A. Efeito das condições de atmosfera controlada sobre a ocorrência de degenerescência de maçãs "Fuji". **Scientia Agricola**. Piracicaba, v.52. n.2. p.263-267. 1998.

BRACKMANN, A.; FREITAS, S.T.; MELLO, A.M. de; 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.

BRADY, J. C. **Biochemistry of fruit ripening**. Chapman & Hall London-Seymour, p. 314, 1993.

BRAMLAGE, W. J. Chilling injury of crops of temperate origin. **HortScience**, Alexandria, v. 17, n. 2, p. 165-168, 1982.

BRON, I.U.; JACOMINO, A.P.; APPEZATO-DA-GLÓRIA, B. Alterações anatômicas e físico-químicas associadas ao armazenamento refrigerado de pêssegos 'Aurora-1' e 'Dourado-2'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.10, p.1349-1358, 2002.

BRUHN, C.M. FELDMAN, N.; FARLITZ, C.; HARDWOOD, J.; IVAN, E.; MARSHALL, M.; RILEY, A.; THURBER, D.; WILLIAMSON, E. Consumer perceptions of quality: Apricots, cantaloupes, peaches, pears, strawberries and tomatoes. **Journal of Food Quality**, Trumbull, v.14, n.2, p.187-195, 1991.

BRUMMELL, D.A.; HARPSTER, M.H. Cell wall metabolism in fruit softening and quality and its manipulation in transgenic plants. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v.47, p.311-340, 2001.

CANTILLANO, R. F. F. Estudio del efecto de las atmosferas modificadas durante el almacenamiento y comercialización de algunas frutas y hortalizas. Valencia, 1998, 205p. **Tese (Doutorado em Agronomia)**, Universidad Politecnica de Valencia, 1998.

CARVALHO, P. S. Aspectos fisiológicos e bioquímicos do pêsego [Prunus persica (L.) Batsch] cvs. Riograndense e eldorado sob regime de frigoconservação em embalagens com filmes de PVC. Pelotas, 1998. 145p. **Dissertação** (Mestrado em Agonomia), 1998.

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

CHENG, W. C.; CRISOTO, C. H. Browning potential, phenolic composition, and polyphenoloxidase activity of buffer extracts of peach and nectarine skin tissue. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v.120, n.5, p.835-838, 1995.

CHITARRA, A. B. Qualidade, colheita e manuseio pós-colheita de frutos do pessegueiro e da ameixeira. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte: EPAMIG, v.18, n.189, p. 68-74, 1997.

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

COSETENG, M.Y.; LEE, C.Y. Changes in apple polyphenoloxidase and polyphenol concentrations in relation to degree of browning. **Journal Food Science**. New York. v. 52, n. 4, p. 985-989. 1987.

CRISOSTO, C. H. Factores que afectan la calidad de la fruta y su deterioro en postcosecha. In: **Curso Internacional de Frutales de Carozo**, General Roca, Rio Negro. **Anais...** cap. 7.1, p.1-10, 1994.

CRISOSTO, C.H.; JOHNSON, R.S.; DeJONG, T.; DAY, K.R. Orchard factors affecting postharvest stone fruit quality. **HortScience**, Alexandria, v.32, n.5, p.820-823, 1997.

CRISOSTO, C.H.; GARNER, D.; CID, L.; DAY, K.R. Peach size affects storage, market life. **California Agriculture**, Davis, v.53, n.5, p.33-36, 1999a.

CRISOSTO, C. H.; MITCHELL, F. G.; JU, Z. Susceptibility to chilling injury of peach, nectarine, and plum cultivars grown in California. **HortScience**, Alexandria, v.34, n. 6, p. 1116-1118, 1999b.



CRISOSTO, C.H., CRISOSTO, G.M., BOWERMAN, E.,. Searching for consumer satisfaction: newtrend in the California peach industry. In: Marra, F., Sottile, F. (Eds.), **Proceedings of the First Mediterranean Peach Symposium**. Agrigento, Italy, 10 September, p.113–118, 2003.

CRISOSTO, C.H.; LABAVITCH, J.M. Developing a quantitative method to evaluate peach (*Prunus persica*) flesh mealiness. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.25, n.2, p.151-158, 2002.

CRISOSTO, C.H.; GARNER, D.; ANDRIS, H.L.; DAY, K.R. Controlled delayed cooling extends peach market life. **HortTechnology**. Alexandria, v.14, n.1, p.99-104, 2004.

DAREZZO, H.M. Conservação pós-colheita de pêsegos 'Aurora-1' e 'Biuti' acondicionados em diferentes embalagens e armazenados sob condições de ambiente e refrigeração. Jaboticabal, 1998. 129 p. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, 1998.

DAWSON, D.M.; MELTON, L.D.; WATKINS, C.B. Cell wall changes in nectarines (*Prunus persica* var. *nucipersica*): Solubilization and despolimerization of pectic and neutral polymers during ripening and mealy fruit. **Plant Physiology**, Washington, n.100, p.1203-1210, 1992.

ESPIN, J. C.; MORALES, M.; VÀRON, R.; TUDELA, J.; GARCIA, C. F.; Monophenolase activity of poliphenol oxidase from Blanquilla pear. **Phytochemistry**, Elmsford, v. 44. n. 1, p. 17-22, 1997.

FACHINELLO, J.C.; TIBOLA, C.S.; VICENZI, M.; PARISOTTO, E.; PICOLOTTO, L.; MATTOS, M.L.T. Produção integrada de pêsegos: três anos de experiência na região de Pelotas – RS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.2, p. 256-258, 2003.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Peaches and Nectarines Production**. Statistical Databases. 2005. Disponível em: <<http://www.fao.org>> Acesso em: 03 julho 2007.

FEIPPE, M.A.; VILAS BOAS, E.V.B. Estudio de la actividad enzimatica post-cosecha de polifenoloxidasas y peroxidasa en durazno. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, Hermosillo, v.3, n.2, p.179-184, 2001.

FERNANDA, C. **Calidad de los frutos cítricos**. Tecnidex, Técnicas de Desinfección, S.A. y Ediciones de Horticultura, 1996, 154p.

FERNÁNDEZ-TRUJILLO, J.P.; MARTÍNEZ, J.A.; ARTÉS, F. Efectos de la conservación frigorífica en la fisiología y calidad del melocotón Sudanell. **Food Science and Technology International**, Frederick, v.4, n.4, p.245-255, 1998a.

FERNÁNDEZ-TRUJILLO, J.P.; ARTÉS, F. Chilling injuries in peaches during conventional and intermittent warming storage. **International Journal of Refrigeration**, Surrey, v.21, n.4, p.265-272, 1998b.

FERNÁNDEZ-TRUJILLO, J.P., CANO, A., ARTES, F. Physiological changes in peaches related to chilling injury and ripening. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.13, p.109-119, 1998c.

FERNÁNDEZ-TRUJILLO, J.P., CANO, A., ARTÉS, F. Interactions among cooling, fungicide and postharvest ripening temperature on peaches. **International Journal of Refrigeration**, March, v.23, n.6, p.457-465, 2000.

FLURKEY, W.; JEN, J. Peroxidase and polyphenol oxidase actives in developing peaches. **Journal of Food Science**, New York, v. 43, p.1826-1831, 1978.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **Agrianual 2006: anuário da agricultura brasileira**. São Paulo, 2005. p.439-442.

GARZA, S; IBARAZ, A.; PAGAN, J; GINER, J. Non-enzimatic in peach pure during heating. **Food Research International**, Amsterdam, v.32, n. 5, p. 335-343, 2000.

GATTI, R.; ESCUDERO, P. Pardeamiento interno en frutales de carozo. **Revista Frutícola**. Curicó, v.6, n.2, p.45-48, 1985.

GIRARDI, C.L.; DANIELLI, R. Ponto de colheita e periodo de armazenamento refrigerado na qualidade de pêssegos de mesa, cv. Chiripá. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.1, p.19-25, 2001.

GIRARDI, C.L.; PARUSSOLO, A.; DANIELI, R.; CORRENT, A.; ROMBALDI, C.V. Armazenamento de pêssegos [*Prunus persica* (L) Batsch] cv. Chiripá em atmosfera modificada. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, Hermosillo, v.4, n.2, p.128-133, 2002.

GIRNER, J.; ORTEGA, M.; MESEGUÉ, M.; GIMENO, V.; BARBOSA-CANOVAS, G. V.; MARTIN, O. Inactivation of peach polyphenoloxidase by exposure to pulsed electric fields. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 37, n. 4, p. 264-267, 2002.

GOTTINARI, R.; ROMBALDI, C. V.; ARAÚJO, P. J. Frigoconservação de pêssegos da cultivar BR1. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas. v.4. n.1. p.47-54, 1998.

GUTIERREZ, A.S.D. Danos mecânicos pós-colheita em pêssego fresco. Piracicaba, 2005. 123 f. **Tese** (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Estadual de São Paulo, 2005.

HARDENBURG, R. E.; WATADA, A. E.; WANG, C. Y. The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks. U.S.D.A. **Agriculture Handbook**, Washington, n.66, 136p., 1986.

HARKER, R.F.; LAU, K.; GUNSON, A.F. Juiciness of fresh fruit: a time-intensity study. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.29, n.1, p.55-60, 2003.

HEDGE, S.; MANESS, N.O. Changes in apparent molecular mass of pectin and hemicellulose extracts during peach softening. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.123, n.3, p.445-456, 1998.

HORTIBRASIL. Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura. **Classificação**. Disponível em: <<http://www.hortibrasil.org.br>> Acesso em: 04 de fevereiro de 2007.

HYODO, H.; KURODA, H.; YANG, S. F. Induction of phenylalanine ammonialyase and increase in phenolics in lettuce leaves in relation to the development of russet spotting caused by ethylene. **Plant Physiology**. Baltimore, v. 62, p. 31-35, 1978.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Peaches – Guide to cold storage**. Switzerland, 1980. 5p. (International Standard 873).

JEN, J.J.; ROBINSON, M.L.P. Pectolytic enzymes in sweet bell peppers (*Capsicum annuum* L.) **Journal of Food Science**, Chicago, v.49, n.4, p.1085-1087, 1984.

JOHNSON, J. R.; BRADDOCK, R. J.; CHEN, C. S. Kinetics of ascorbic acid loss and nonenzymatic browning in orange juice serum: experimental rate constants. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v.60, n.3, p.502-505, 1998.

JOMORI, M.L.L Resistência de lima-ácida Tahiti à baixa temperatura: tratamentos térmicos e envolvimento do etileno. 2005, Piracicaba. **Dissertação** (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas), Universidade Estadual de São Paulo, 116p., 2005.

JU, Z.; DUAN, Y.; JU, Z.; GUO, A. Different responses of 'Snow Giant' and 'Elegant Lady' peaches to fruit maturity and storage temperature. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Ashford, v.76, n.5, p.575-580, 2001.

KADER, A. A. **Postharvest Technology of Horticultural Crops** (2ª ed.), University of California, Berkeley, 1992.

KAILASAPATHY, K.; MELTON, L.D. Wooliness in stone fruits. In: Postharvest News and Information, 1993, London. **Abstracts...** London, v.4, n.5, p.270, 1993.

KAYS, S.J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1993. 532p.

KLUGE, R. A.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; BILHALVA, A. B.; FACHINELLO, J. C. Aquecimento intermitente em pêssegos BR-6 frigoconservados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.3, n.8, p.543-547, 1996.

KLUGE, R. A., NACHTIGAL, J. C., FACHINELLO, J. C., BILHALVA, A. B. **Fisiologia e manuseio pós-colheita de frutos de clima temperado**. Pelotas: Editora Universitária – UFPEL, 1997, 163p.

KLUGE, R.A.; SCARPARE FILHO, J.A.; JACOMINO, A.P.; MARQUES, C. Embalagens plásticas para pêssegos 'Flordaprince' refrigerados. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.4, p.843-850, 1999.

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

LAGOS, L. L. Avanços na conservação de frutos de caroço. In: Simpósio internacional de frutos de caroço pêssegos, nectarinas e ameixas, 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, 2000. p. 95-104.

LEE, C. Y.; KAGAN, V.; JAWORSKI, A.W.; BROW, S.K. Enzymatic browning in relation to phenolic compounds and polyphenoloxidase activity among various peach cultivars. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. s/l. v.38, n.1, p.99-101. 1990.

LILL, R.E.; VAN der MESPEL, G.J. A method for measuring the juice content of mealy nectarines. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.36, p.267-271, 1988.

LILL, R.E.; O'DONEGHUE, E.M.; KING, G.A. Postharvest physiology of peaches and nectarines. **Horticultural Review**, Portland, n.11, p. 413-452, 1989.

LIVERANI, A.; CANGINI, A. Ethylene evolution and changes in carbohydrates and organic acid during maturation of two white and two yellow fleshed peach cultivars. **Advances in Horticultural Science**, Florence, v.5, p.59-63, 1991.

LUCHSINGER, L. E.; WALSH, C. S; SMITH, M. Chilling injury of peach fruits during storage. **Horticulture Science**, Wellesbourne, v.25, n,5, p. 31-36, 1996.

LUCHSINGER, L.; WALSH. C.S. Problemática de la exportación de duraznos, nectarines y ciruelas. I Parte: Indices de cosecha. **Aconex**, Santiago, v.55, n.2, p.5-10, 1997a.

LUCHSINGER, L.; WALSH, C.S. Problemática de la exportación de duraznos, nectarines y ciruelas. II Parte: Desórdenes fisiológicos. **Aconex**, Santiago, v.56, n.3, p.27-32, 1997b.

LUCHSINGER, L.; WALSH, C.S. Chilling injury of peach fruit during storage. **Acta Horticulture**, Wageningen, n.464, p. 473-477, 1998.

LUCHSINGER, L. Determinación objetiva de la harinosidad en frutos de carozo mediante la relación entre el contenido de jugo y firmezaq del fruto. **Simiente**, Santiago, v.70, n.3-4, p.127-128, 2000a.

LUCHSINGER, L. Avanços na conservação de frutos de caroço In. Simpósio Internacional de Frutos de Caroço - Pêssegos, Nectarinas e Ameixas. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2000b. p. 95-105.

LURIE, S.; KLEIN, J.D. Acquisition of low-temperature tolerance in tomatoes by exposure to high temperature stress. **Journal American Society Horticultural Science**, Alexandria, v. 116, p. 1007-1012, 1991.

LURIE, S. Modified atmosphere storage of peaches and nectarines to reduce storage disorders. **Journal of Food Quality**, Oxford, v.16, p.56-65, 1993.

LURIE, S.; LEVIN, A.; GREVE, L.C.; LABAVITCH, J.M. Pectin polymer changes in nectarines during normal and abnormal ripening. **Phytochemistry**, Elmsford, n.36, p.11-17, 1994.

LURIE, S.; ZILKAH, S.; DAVID, I.; LAPSKER, Z.; BEN-ARIE, R. Quality of 'Flamekist' nectarine fruits from an orchard irrigated with reclaimed sewage water. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.71, n.2, p.313-319, 1996.

LURIE, S.; ZHOU, H-W.; LERS, A.; SONEGO, L.; ALEXANDROV, S.; SHOMER, I. Study of pectin esterase and changes in pectin methylation during normal and abnormal peach ripening. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.119, n.2, p.287-294, 2003.

LURIE, S.; CRISOSTO, C.H. Chilling injury in peach and nectarine. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 37, p.195-208, 2005.

LUZA, J.G.; GORSEL, R.V.; POLITO, V.S.; KADER, A.A. Chilling Injury in paches: A Cytochemical and Ultrastructural Cell Wall Study. **Journal American Society Horticultural Science**, Alexandria, v.117, n.1, p.114-118, 1992.

MANESS, N. O.; CHRIZ, D.; HEDGE, S. Cell wall changes in ripening peach fruit from cultivar differing in softening rate. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.343, p.200-203, 1993.

MARKHART, A. H. Chilling injury: A review of possible causes. **HortScience**, Alexandria, v.26, n.6, p. 1329-1333, 1996.

MARTINS, C.R.; CANTILLANO, R.F.F.; FARIAS, R. de M.; ROMBALDI, C. V.. Atividade polifenoloxidase em pós-colheita de pêssegos de pomares de produção integrada e convencional. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 3, p. 749-754, 2004.

MEDEIROS, C. A.; RASEIRA, M. C. **A cultura do pessegueiro**. Brasília: Embrapa SPI, 1998. 350 p.

MEREDITH, I. I.; ROBERTSON, A. J.; HORVAT, R. Changes in physical and chemical parameters associated with quality and postharvest ripening of harvested peaches. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, n. 37, p.1210-1214, 1989.

MILLER, D.D. **Food Chemistry**: A laboratory manual. New York: Wiley-Interscience Publication, 1998, 153p.

MITCHELL, F.G. Postharvest handling systems: Small fruits (table grapes, strawberries, kiwifruit). In: KADER, A.A. **Postharvest technology of horticultural crops**. Publ. 3311, p.223-231, 1992.

MITCHELL, F.G.; CRISOSTO, C.H. The use of cooling and cold storage to stabilize and preserve fresh stone fruits. In: VENBRELL, M., AUDERGON, J.M. **Post-harvest quality and derived products in stone-fruits**. Leida : IRTA, 1995. p.125-137.

MORRIS, L. L. Chilling injury of horticultural crops: an overview. **HortScience**, Alexandria, v. 17, n. 2, p. 161-162, 1982.

NANOS, G.D.; MITCHELL, F.G. High-temperature conditioning to delay internal breakdown development in peaches and nectarines. **HortScience**, Alexandria, v.26, n.7, p.882-885, 1991.

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, 2001.

NELSON, N.A. A photometric adaptation of Somogyi-method for determination of glucos. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v.153, p.375-380, 1944.

NUNES, E.E.; VILAS BOAS, B.M.; CARVALHO, G.L.; SIQUEIRA, H.H.; LIMA, L.C.O. Vida útil de pêssegos 'Aurora-2' armazenados sob atmosfera modificada e refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.3, p.438-440, 2004.

OLIVEIRA, M.A.; CEREDA, M.P.; CABELLO. C. URBANO, L.H. Quantificação de açúcares em pêssegos da variedade Yibuti, armazenados sob condições de ambiente e refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.2, p.424-427, 2001.

OOGAKI, C.; WANG, H.G.; GEMMA, H. Physiological and biochemical characteristics and keeping qualities of temperate fruits during chilled storage. **Acta Horticulturae**. s/l, v. 279, p. 541-558. 1990.

ORTIZ, C.; BARREIRO, P.; RUIZ-ALTISENT, M; RIQUELME, F. Na identification procedure for woolly soft-flesh peaches by instrumental assessment. **Journal of Agricultural Engeeniring Research**, Boca Raton, v.76, n.4, p.355-362, 2000.

PEANO C., GIACALONE G., BOUNOUS G. Changes in fruit quality of peach and nectarine from transport to shelf. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 553, p.739-740, 2000.

PEANO C.,GIACALONE G., BOUNOUS G. Influence of hail netting on fruit quality in nectarines. Proceedings V International Peach Symposium Davis (USA). **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 592, p.413-419, 2001.

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, n.2, p.155-163, 1999.

PRESSEY, R.; AVANTS, J.K. Separation and characterization of exopolygalacturonase e endopolygalacturonase from peaches. **Plant Physiology**, Baltimore, v.52, n. 3, p. 252-256, 1973.

RETAMALES, J.; COOPER, T.; STREIF, J.; KANIA, J. C. Preventing cold storage disorders in nectarines. **Journal Horticultural Science**. s/l. v. 67, n. 5, p. 619-626. 1992.

RETAMALES, J.; CAMPOS, R.; HERRERA, P.; CAMUS, J.M. High CO<sub>2</sub> modified atmosphere can be effective in preventing woolliness in nectarienes. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 7, 1997, Davis. **Proceedings...** Davis: University of California, v.3, p.46-53, 1997.

ROBERTSON, J. A.; MEREDITH, F. I. Physical, chemical and sensory evalution of flordaking peaches stored under different conditions. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Gainesville, v. 101, p. 272-275, 1988.

ROBERTSON, J.A.; MEREDITH, F.I.; SCORZA, R. Physical, chemical and sensory evaluation of high and low quality peaches. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 254, p.155-159, 1989.



ROBERTSON, J.A.; MEREDITH, F.I.; HORVAT, R.J.; SENTER, S.D. Effect of cold storage and maturity on the physical and chemical characteristics and volatile constituents of peaches (cv. Cresthaven). **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington D.C., v.38, p.620-624, 1990.

ROBERTSON, J.A.; MEREDITH, F.I.; FORBUS, W.R. Changes in quality characteristics during peach (cv. Majestic) maturation. **Journal of Food Quality**, Georgia, v.14, n. 3, p. 197- 207, 1991.

ROBERTSON, J.A.; MEREDITH, F.I.; LYON, B.G.; CHAPMAN, G.W.; SHERMAN, W.B. Ripening and cold storage changes in the quality characteristics of nonmelting clingstone peaches (FLA 9-20C). **Journal of Food Science**, New York, v. 57, n. 2, p. 462-465, 1992.

ROBERTSON, J. A.; MEREDITH, F. I.; FORBUS, W. R. Changes in quality characteristics during peach (cv. "Majestic") maturation. **Journal Food Quality**. Georgia, v. 14. p. 197-207. 1993.

RODOV, V.; AGAR, T.; PERETZ, J.; NAFUSSI, B.; KIM, J.J.; BEN-YEHOSHUA, S. Effect of combined application of heat treatments and plastic packaging on keeping quality of "Oroblanco" fruit (*Citrus grandis* L. x *C. paradisi* Macf.). **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.20, p.287-294, 2000.

ROMBALDI, C.V.; SILVA, J.A.; MACHADO, L.B.; PARUSSOLO, A.; KASTER, L.C.; GIRARDI, C.L.; DANIELLI, R. Ponto de colheita e periodo de armazenamento refrigerado na qualidade de pêssegos de mesa, cv. Chiripá. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n.1, p. 19-25, 2001.

SANTOS, C.A.A. Uso de quitosana e embalagem plástica associado à refrigeração na conservação da qualidade de pêssegos 'douradão' e 'aurora-1', Campinas, 2007, 62 f. **Dissertação** (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical), Instituto Agrônômico de Campinas, 2007.

SCHWARZ, L.L.; SEIBERT, E.; CASALI, M.E.; LEÃO, M.L.; BRANELLI, A.; BENDER, R.J. Efeito do pré-resfriamento em água sobre a qualidade de pêssegos da cv. Maciel. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., Florianópolis, 2004. **Anais...** Florianópolis: SBF, 2004. [CD-ROM].

SEIBERT, E. Danos de frio e atividade enzimática em pêssegos submetidos ao condicionamento, resfriamento rápido e armazenamento refrigerado. Porto Alegre, 2004, 155p., **Tese** (Doutorado em Agronomia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.

SEIBERT, E.; CASALI, M.E.; LEÃO, M.L.; CORRENT, A.R.; BENDER, R.J. Determinação de danos de frio em pêssegos da cultivar Chimarrita colhidos em dois estádios de maturação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., Florianópolis, 2004. **Anais...**Florianópolis: SBF, 2004. [CD-ROM].

SEIBERT, E.; LUCHSINGER, L.; ORELLANA, A.; BENDER, R.J. Pectinmethylesterase and polygalacturonase activities in 'Late Nos' and 'Sweet September' peaches with woolliness. In: International Peach Symposium, 6, Santiago, Chile, **Abstracts...**, p.87, 2005.

SIDDIQ, M.; SINHA, N.K.; CASH, J.N. Characterization of polyphenoloxidase from "Stanley" plums. **Journal Food Science**. s/l, v. 57, n.5. p.1177-1179, 1992.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdi-phosphotungstic acid reagents. **American Journal Enology Viticulture**, Davis, v.16, n.3, p.144-157, 1965.

SIRIPHANICH, J.; KADER, A.A. Effects of CO<sub>2</sub> on total phenolics, phenylalanine ammonia lyase and polyphenol oxidase in lettuce, **Journal American Society Horticultural Science**. Alexandria, v.110, n.2 p. 249-253, 1985.

SONEGO, L., BEN-ARIE, R., RAYNAL, J. Biochemical and physical evaluation of textural characteristics of nectarines exhibiting woolly breakdown. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.54, p. 58-62, 1994.

SOUTY, M.; AUDERGON, J. M.; CHAMBROY, Y. Les critères de qualité. **L'arboriculture fruitière**, Paris-France, n.430, p. 18-24, 1990.

SOUZA, A.L.B. de; CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B.; MACHADO, J. da C. Respostas bioquímicas em tecidos de pêssego ferido mecanicamente e tratado com CaCl<sub>2</sub> no local da injúria. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.3, p.658-666, 1999.

STREIF, J.; RETAMALES, J.; COOPER, T. Preventing cold disorders in nectarines. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.368, p.160-166, 1994.

TAYLOR, M; A., RABE, E.; GOOD, M. C. Effect of storage regimes on pectolytic enzymes, pectic substances, internal conductivity and gel breakdown in cold storage Songold plums. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.69, p. 527-534, 1994.

THARKUR, B.R.; SINGH, R.K. & HANDA, A..K. Chemistry and uses of pectin – A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 37, n.1, p. 47-73, 1997.

TONINI, G.; BRIGATIS, S.; CACCIONI, D. C. A storage of nectarines: influence of cooling delay, ethylene removal, low O<sub>2</sub> and hydrocooling on rots, overripening, internal breakdown and taste of fruit. **Acta Horticultural**, Wageningen, n.254, p. 335-340, 1989.

TONUTTI, P; BONGHI, C.; VIDRICH, R. Molecular and biochemical effects of anoxia, hypoxia and CO<sub>2</sub>-enriched atmosphere on Springcrest peaches. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.2, n. 465. p. 439-446, 1998.

TORALLES, R.P.; VENDRUSCOLO, J. L.; HAAS, L.I.R.; FERRI, N.L.; DEL PINO, F.A.B.; ANTUNES, P. L. Caracterização parcial do escurecimento enzimático pela polifenoloxidase em pêssegos das cv. Granada, Jade, Esmeralda e Maciel. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.10, n.2, p.241-244, 2004.

TROIANI; E. P., TROPIANI; C. T.; CLEMENTE, E. Atividade de peroxidase e polifenoloxidase em uva. In: Encontro Sul de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 7. **Anais...** Curitiba, SBCTA. 2001. p. ABQ5-09.

VANDERZANT, C., SPLITTSTOESSER, D.F. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. American Public Health Association, Washington, 1992, 600p.

VENDRELL, M. CARRASQUER, A. M. Fisiologia postcosecha de frutos de hueso. IN: VENDRELL, M. AUDERGON, J. M. **Calidad post-cosecha y productos derivados en frutos de hueso**. Lleida. p. 37-55, 1994.

VITTI, D.C.C. Controle de injúrias pelo frio em pêssegos 'Dourado-2' submetidos ao tratamento térmico. Piracicaba, 2004, 75 f. **Dissertação** (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas), Universidade de São Paulo, 2004.

VON MOLLENDORFF, L. J.; VILLIERS, O. T. de. Role of pectolytic enzymes in the development of woolliness in peaches. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 63, n.1, p.53-58, 1988.

VON MOLLENDORFF, L.J.; DE VILLIERS, O.T.; JACOBS, G. Effect of time of examination and ripening temperature on the degree of woolliness in nectarines. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.64, n.4, p.443-447, 1989.

VON MOLLENDORFF, L.J.; JACOBS, G.; DE VILLIERS, O.T. Cold storage influences internal characteristics of nectarines during ripening. **HortScience**, Alexandria, v.27, n.12, p.1295-1297, 1992a.

VON MOLLENDORFF, L. J.; JACOBS, G.; VILLIERS, O. T. The effects of storage temperature and fruit size on firmness, extractable juice, woolliness and browning in two nectarine cultivars. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.67, n.5, p.647-654. 1992b.

VON MOLLENDORFF, L.J.; JACOBS, G.; DE VILLIERS, O.T. Effect of temperature manipulation during storage and ripening on firmness, extractable juice and woolliness in nectarines. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.67, n.5, p.655-662, 1992c.

VON MOLLENDORFF, L.J.; DE VILLIERS, O.T.; JACOBS, G.; WESTRAAD, I. Molecular characteristics of pectic constituents in relation to firmness, extractable juice, and woolliness in nectarines. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Ashford, v.118, n.1, p.77-80, 1993.

WANG, C. Y. Reduction of chilling injury in fruits and vegetables. **Postharvest News and Information**, Wallingford, v.2, n.3, p. 165-168, 1991.

WANG, C.Y. Approaches to reduce chilling injury of fruits and vegetables. **Horticultural Reviews**, v.15, p.63-95, 1993.

WANG, C.Y. Chilling injury of tropical horticultural commodities **HortScience**, Alexandria, v.29, n.9, p.986-988, 1994.

WATADA, A.E. Chilling injury of horticultural crops: Introduction. **HortScience**, Alexandria, v.17, n.2, p.160, 1982.

WERNER, R.A.; HOUGH, F.L.; FRENKEL, C. Rehardening of peach fruit in cold storage. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.103, n.1, p.90-91, 1978.

WHITAKER, J. R. **Principles of enzymology for the food sciences**. 2.ed. New York: Marcel Dekker, 1994. 625 p.

ZHOU, H. W.; SONEGO, L.; BEM-AIRE, R.; LURIE, S. Analysis of cell wall components in juice of 'Flavortop' nectarines during normal ripening and woolliness development. **Journal American Society Horticultural Science**, Alexandria, v. 124, p. 424-249, 1999.

ZHOU, H.W.; LURIE, S.; LERS, A.; KHATCHITSKI, A.; SONEGO, L.; BEN-ARIE, R. Delayed storage and controlled atmosphere storage of nectarines: two strategies to prevent woolliness. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.18, p.133-141, 2000a.

ZHOU, H.W.; BEN-ARIE, R.; LURIE, S. Pectin esterase, polygalacturonase and gel formation in peach pectin fractions. **Phytochemistry**, Elmsford, n. 55, p.191-195, 2000b.

ZHOU, H-W.; LURIE, S.; BEN-ARIE, R.; DONG, L.; BURD, S.; WEKSLER, A.; LERS, A. Intermittent warming of peaches reduces chilling injury by enhancing ethylene production and enzymes mediated by ethylene. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Ashford, v.76, n.5, p.620-628, 2001.

ZORZELLA, C. A. Produção de "chips" de batata: Influencia das características físicas e químicas na qualidade do produto obtido. Rio Grande, 2000. 134p. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia de Alimentos), Fundação Universitária de Rio Grande, 2000.