

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**CONDICIONAMENTO TÉRMICO E IRRADIAÇÃO DE AMEIXAS ‘GULFBLAZE’  
FRIGORIFICADAS.**

**SÉRGIO MARQUES COSTA**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências  
Agronômicas da Unesp - Câmpus de Botucatu,  
para a obtenção do título de Doutor em  
Agronomia (Horticultura).

BOTUCATU-SP  
Junho – 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**CONDICIONAMENTO TÉRMICO E IRRADIAÇÃO DE AMEIXAS ‘GULFBLAZE’  
FRIGORIFICADAS.**

**SÉRGIO MARQUES COSTA**

Orientador: Prof. Dr. Rogério Lopes Vieites

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp - Câmpus de Botucatu, para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Horticultura).

BOTUCATU-SP  
Junho – 2011

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

Costa, Sérgio Marques, 1979-  
C837s      Condicionamento térmico e irradiação de ameixas 'Gulfblaze'  
            frigorificadas / Sérgio Marques Costa. - Botucatu : [s.n.],  
            2011  
            xiv, 70 f. : gráfs. color., tabs., fots. color.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2011  
Orientador: Rogério Lopes Vieites  
Inclui bibliografia

1. Ameixa - Armazenamento. 2. *Prunus salicina* (Lindl.).  
3. Radiação gama. 4. Termotolerância. I. Vieites, Rogério  
Lopes. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita  
Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas.  
III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU  
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "CONDICIONAMENTO TÉRMICO E IRRADIAÇÃO GAMA DE AMEIXAS  
'GULFBLAZE' FRIGORIFICADAS".

ALUNO: SÉRGIO MARQUES COSTA

ORIENTADOR: PROF. DR. ROGÉRIO LOPES VIEITES

Aprovado pela Comissão Examinadora



---

PROF. DR. ROGÉRIO LOPES VIEITES



---

PROF.ª DR.ª REGINA MARTA EVANGELISTA



---

PROF. DR. BEN-HUR MATTIUZ



---

PROF.ª DR.ª LUCIANA MANOEL



---

DR. ANDRÉ JOSÉ DE CAMPOS

*Veni vidi vici*

Julio César 47 a. C.

À minha querida família

RAIMUNDO JUAREZ COSTA FILHO

MARLY MARQUES DA COSTA

FÁBIO MARQUES COSTA

Por tudo, sempre.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP, Câmpus de Botucatu, por ter propiciado condições para a realização deste trabalho.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa.

À Dr<sup>a</sup> Luciana Costa Lima, grande idealizadora desta conquista.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Rogério Lopes Vieites, pela motivação, oportunidade, compreensão e pelos ensinamentos transmitidos.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Regina Marta Evangelista, pela tradicional acolhida mineira, pela amizade, parceria e esclarecimentos bioquímicos.

Aos meus bons amigos paulistas, por toda ajuda prestada e principalmente pelo companheirismo, em especial às Serjetes: Juliana, Luciana, Viviane, Erika e Márcia, sem essa ajuda nada teria acontecido. E também, Maria Rosa, Márcia e Joana.

À família Simon, que é a minha família paulista.

Aos amigos mineiros que mesmo de longe sempre estiveram presentes, Julio, Alice, Orlando, Izabela e Raquel Melo.

Às funcionárias da Seção de Pós-Graduação da FCA/UNESP, Marilena (*in memoriam*) e Marlene, pela simpatia e por toda consideração com que sempre me atenderam.

Aos funcionários da Biblioteca do campus, especialmente à Jana e a Dê.

Ao Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), por permitir a irradiação dos frutos.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS.....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	XI
1. RESUMO .....	1
2. SUMMARY .....	3
3. INTRODUÇÃO.....	5
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	8
4.1. Características da cultura.....	8
4.2. Atributos de qualidade .....	12
4.3. Armazenamento de frutos.....	19
4.4. Irradiação de alimentos .....	22
5. MATERIAL E MÉTODOS .....	26
5.1. Aquisição dos frutos.....	26
5.2. Experimentos.....	27
5.3. Análises efetuadas.....	31
5.3.1. Grupo Controle.....	31
5.3.1.1. Perda de massa fresca.....	31
5.3.1.2. Taxa de respiração.....	31
5.3.2. Grupo Parcela.....	32
5.3.2.1. Potencial hidrogeniônico (pH).....	32
5.3.2.2. Sólidos solúveis (SS).....	32
5.3.2.3. Acidez titulável (AT).....	32
5.3.2.4. Índice de Maturação ‘Ratio’ (SS/AT) .....	33
5.3.2.5. Firmeza .....	33
5.3.2.6. Açúcares redutores e açúcares totais .....	33
5.3.2.7. Vitamina C total .....	33
5.3.2.7. Compostos fenólicos totais.....	34
5.3.2.7. Pigmentos .....	34



5.4. Delineamento experimental e Análise estatística.....	35
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	36
6.1. Experimento 1 .....	36
6.2. Experimento 2 .....	47
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
8. CONCLUSÕES.....	61
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela</b>	<b>Página</b>
1. Variação média do teor de sólidos solúveis (°Brix) obtida em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e sem condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a $0\pm 2^{\circ}\text{C}$ com $90\pm 5\%$ de UR, por 35 dias.....	39
2. Variação média do teor de acidez titulável ( $\text{mg ac.cítrico } 100\text{g}^{-1}$ de polpa) obtida em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e sem condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a $0\pm 2^{\circ}\text{C}$ com $90\pm 5\%$ de UR, por 35 dias.....	40
3. Variação média da relação sólidos solúveis/acidez titulável “Ratio” obtida em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e sem condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a $0\pm 2^{\circ}\text{C}$ com $90\pm 5\%$ de UR, por 35 dias.....	41
4. Variação média do pH obtido em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e sem condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a $0\pm 2^{\circ}\text{C}$ com $90\pm 5\%$ de UR, por 35 dias.....	41
5. Variação média da firmeza (N) obtida em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e sem condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a $0\pm 2^{\circ}\text{C}$ com $90\pm 5\%$ de UR, por 35 dias.....	42
6. Variação média do teor de açúcares redutores (%) e açúcares totais (%) obtida em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e sem condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a $0\pm 2^{\circ}\text{C}$ com $90\pm 5\%$ de UR, por 35 dias.....	43
7. Variação média do teor de vitamina C total ( $\text{mg ac. ascórbico } 100\text{g}^{-1}$ de polpa) obtida em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e sem condicionamento térmico,	

	armazenadas em B.O.D. a $0\pm 2^{\circ}\text{C}$ com $90\pm 5\%$ de UR, por 35 dias.....	44
<b>8.</b>	Varição média do teor de compostos fenólicos totais (mg ácido gálico $100\text{g}^{-1}$ de polpa) obtida em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e sem condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a $0\pm 2^{\circ}\text{C}$ com $90\pm 5\%$ de UR, por 35 dias.....	45
<b>9.</b>	Varição média do teor de carotenóides ( $\mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$ de polpa) e antocianinas ( $\mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$ de polpa) obtidas em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e sem condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a $0\pm 2^{\circ}\text{C}$ com $90\pm 5\%$ de UR, por 35 dias.....	47
<b>10.</b>	Varição média do teor de sólidos solúveis ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) obtida em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e com condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a $0\pm 2^{\circ}\text{C}$ com $90\pm 5\%$ de UR, por 35 dias.....	50
<b>11.</b>	Varição média do teor de acidez titulável (mg ac.cítrico $100\text{g}^{-1}$ de polpa) obtida em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e com condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a $0\pm 2^{\circ}\text{C}$ com $90\pm 5\%$ de UR, por 35 dias.....	51
<b>12.</b>	Varição média da relação sólidos solúveis/acidez titulável “Ratio” obtida em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e com condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a $0\pm 2^{\circ}\text{C}$ com $90\pm 5\%$ de UR, por 35 dias.....	51
<b>13.</b>	Varição média do pH obtido em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e com condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a $0\pm 2^{\circ}\text{C}$ com $90\pm 5\%$ de UR, por 35 dias.....	52
<b>14.</b>	Varição média da firmeza (N) obtida em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e com condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a $0\pm 2^{\circ}\text{C}$ com	

	90±5% de UR, por 35 dias.....	53
<b>15.</b>	Varição média do teor de açúcares redutores (%) e açúcares totais (%) obtida em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e com condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a 0±2°C com 90±5% de UR, por 35 dias.....	54
<b>16.</b>	Varição média do teor de vitamina C total (mg ac. ascórbico 100g <sup>-1</sup> de polpa) obtida em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e com condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a 0±2°C com 90±5% de UR, por 35 dias.....	55
<b>17.</b>	Varição média do teor de compostos fenólicos totais (mg ácido gálico 100g <sup>-1</sup> de polpa) obtida em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e com condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a 0±2°C com 90±5% de UR, por 35 dias.....	56
<b>18.</b>	Varição média do teor de carotenóides (ug 100g <sup>-1</sup> de polpa) e antocianinas (ug 100g <sup>-1</sup> de polpa) obtidas em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e com condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a 0±2°C com 90±5% de UR, por 35 dias.....	58

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
<b>1</b>	Ameixas ‘Gulfblaze’ provenientes de pomar comercial, Holambra II .....	27
<b>2</b>	Irradiador Multipropósito - IPEN (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares).....	28
<b>3</b>	Ameixas ‘Gulfblaze’ em B.O.D. a $0\pm 2^{\circ}\text{C}$ com $90\pm 5\%$ de UR .....	29
<b>4</b>	Ameixas ‘Gulfblaze’ – Grupo Parcela.....	30
<b>5</b>	Ameixas ‘Gulfblaze’ – Grupo Controle.....	30
<b>6</b>	Variação média da perda de massa fresca (%) obtida em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e sem condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D a $0\pm 2^{\circ}\text{C}$ com $90\pm 5\%$ de UR, por 35 dias.....	37
<b>7</b>	Variação média da taxa respiratória ( $\text{mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) obtida em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e sem condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D a $0\pm 2^{\circ}\text{C}$ com $90\pm 5\%$ de UR, por 35 dias.....	38
<b>8</b>	Variação média da perda de massa fresca (%) obtida em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e com condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D a $0\pm 2^{\circ}\text{C}$ com $90\pm 5\%$ de UR, por 35 dias.....	48
<b>9</b>	Variação média da taxa respiratória ( $\text{mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) obtida em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e com condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D a $0\pm 2^{\circ}\text{C}$ com $90\pm 5\%$ de UR, por 35 dias.....	49

## 1. RESUMO

Este trabalho teve como objetivo prolongar a vida útil de ameixas cv. Gulfbreeze, provenientes de Holambra II – SP, com o emprego da irradiação gama, embalagem e o uso de condicionamento térmico em frutos refrigerados. Foram realizados dois experimentos: Experimento 1 - frutos irradiados (0,0; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0kGy) submetidos à atmosfera modificada passiva e Experimento 2 - frutos submetidos ao condicionamento térmico ( $10\pm 2^{\circ}\text{C}$  por 2 dias), irradiados (0,0; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0kGy) submetidos à atmosfera modificada passiva. Os frutos foram selecionados e embalados para então serem irradiados no IPEN, localizado em São Paulo – SP. Logo após seguiram para o Laboratório de Frutas e Hortaliças, pertencente ao Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, da Faculdade de Ciências Agrônomicas – UNESP – Câmpus de Botucatu, SP. Nos dois experimentos, os frutos após os tratamentos, foram armazenados em B.O.D. a  $0\pm 2^{\circ}\text{C}$  e com  $90\pm 5\%$  de UR por 35 dias. As avaliações foram realizadas a cada cinco dias, durante 35 dias de armazenamento. As alterações na qualidade pós-colheita foram detectadas por meio das análises de perda de massa fresca, firmeza, pH, acidez titulável, sólidos solúveis, razão SS/AT “Ratio”, açúcares redutores, açúcares totais, vitamina C total, pigmentos, compostos fenólicos totais e taxa de respiração. O delineamento

estatístico empregado foi inteiramente casualizado com três repetições por tratamento para cada um dos oito tempos de avaliação, utilizando-se o Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Nas condições em que os experimentos foram realizados, os resultados permitem concluir que, os frutos da ameixeira 'Gulfb blaze' são resistentes à refrigeração ( $0\pm 2^{\circ}\text{C}$ ), não apresentando sintomas de injúria até os 35 dias de armazenamento. O condicionamento levou a uma aceleração do amadurecimento, mostrando-se não recomendável para essa variedade de ameixas. O uso da radiação gama não proporcionou melhorias, independente da dose aplicada.

---

**Palavras-chave:** *Prunus salicina* (Lindl.), termotolerância, radiação gama, armazenamento.

COLD STORAGE OF IRRADIATED 'GULFBLAZE' PLUM WITH AND WITHOUT THE USE OF THERMAL CONDITIONING. Botucatu, 2011. 71p. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: Sérgio Marques Costa

Adviser: Dr. Rogério Lopes Vieites

## **2. SUMMARY**

The present work aims at protracting the lifespan of plums cv. Gulfblaze, originating from Holambra II, São Paulo, by application of gamma irradiation, packaging and the use of thermal conditioning on cold fruits. Two experiments were made: Experiment 1. irradiated fruits (0,0; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0KGy) undergo a passive modified atmosphere and Experiment 2. fruits undergo thermal conditioning ( $10\pm 2^{\circ}\text{C}$  for 2 days), irradiation (0,0; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0KGy), and are subjected to passive modified atmosphere. The fruits were selected and packed, and then irradiated at IPEN, located in São Paulo – SP. Thereupon, they were directed to the Laboratory of Fruit and Vegetables from the Department of Management and Agribusiness Technology of the Agronomic Sciences Faculty - UNESP - Botucatu, Brazil. In both experiments, after the treatment the fruits were stored in B.O.D at  $0\pm 2^{\circ}\text{C}$  with  $90\pm 5\%$  RH for 35 days. Evaluations were conducted every five days, for the 35 days of storage. Alterations on post-harvest quality were detected by means of analysis of fresh mass loss, consistency (firmness), pH, total titratable acidity, soluble solids, 'Ratio' (SS/TTA), reducing sugar content, total reducing sugar, vitamin C total, pigment, phenolic compounds and respiratory rates. The employed statistical design was thoroughly randomized with three



replications per treatment for each of the eight evaluations using the Turkey's Test to 5% of probability. Under the circumstances in which the experiments were performed, the results allow for the conclusion that 'Gulfblaze' plum fruits are resistant to refrigeration ( $0\pm 2^{\circ}\text{C}$ ), with no symptoms of injury during the 35 days at storage. The conditioning led to ripening acceleration, proving to be not advisable for this sort of plum. The use of gamma radiation did not lead to improvement, regardless of the applied dose.

---

**Keywords:** *Prunus salicina* (Lindl.), thermal tolerance, gamma radiation, storage.

### 3. INTRODUÇÃO

Em São Paulo e nas regiões de ecologia similar dos Estados vizinhos, a ameixeira *Prunus salicina* (Lindl.) é uma das frutíferas de maior difusão nos últimos anos. A produção de ameixas destina-se, na quase totalidade, ao consumo *in natura*, no mercado interno, porém com boas perspectivas de exportação. Os frutos prestam-se também ao aproveitamento industrial, em forma de passas, geléias, licores e destilados (CHAGAS et al., 2006).

Após a colheita do fruto, os processos de amadurecimento e senescência continuam e mantêm suas funções vitais em plena atividade, à custa das reservas energéticas obtidas durante seu crescimento e desenvolvimento. Essas alterações podem reduzir a qualidade, depreciar a aparência e diminuir seu valor comercial. Associados a isso, existem também as perdas quantitativas e qualitativas ocasionadas pelo desenvolvimento de agentes patogênicos, muitas vezes inviabilizando o aproveitamento do produto (LUNARDI et al., 2009).

O armazenamento em baixas temperaturas, logo em seguida à colheita, é a técnica mais utilizada para prolongar a conservação dos frutos. A redução da temperatura

faz com que as reações enzimáticas, especialmente às associadas à respiração e senescência, ocorram mais lentamente. Essa diminuição da atividade respiratória é o principal processo fisiológico pós-colheita, e propicia na sua decorrência, menores perdas de características físicas e físico-químicas, tais como aroma, sabor, textura, cor e outros atributos de qualidade dos frutos (BRON et al., 2002).

Um dos principais problemas que ocorrem durante o armazenamento refrigerado de ameixas japonesas e que impede o prolongamento de sua conservação e comercialização é a elevada ocorrência do colapso de polpa ou “internal breakdown”. O colapso de polpa em ameixas é caracterizado pelo escurecimento dos tecidos do mesocarpo, tornando-o com aspecto e sabor desagradáveis (KLUGE, 1997).

O condicionamento da temperatura ou termotolerância é a exposição do produto a temperaturas levemente acima da variação crítica, podendo aumentar a sua tolerância ao frio, como já observado em manga, mamão tomate e limão. Por exemplo, o decréscimo da temperatura de armazenamento para bananas, de 21°C para 5°C, com 12 horas de intervalo, resulta em redução de sintomas, se comparado à passagem direta dos frutos de 21°C para 5°C (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Além disso, surgiram algumas técnicas complementares ao armazenamento refrigerado de ameixas que visam minimizar a injúria pelo frio e conseqüentemente aumentar sua vida útil de comercialização. Dentre elas a utilização de sacos ou filmes de polietileno ou PVC, que visa manter a qualidade da fruta através da modificação passiva do ar atmosférico que a rodeia, com elevação na concentração de CO<sub>2</sub> e diminuição nos níveis de O<sub>2</sub> (KLUGE et al., 1996), existe ainda um outro processo de tratamento tecnológico, desenvolvido nos últimos 67 anos e que promete ajudar na redução de perdas pós-colheita e estender a vida de prateleira de frutos e hortaliças: a irradiação de alimentos. A viabilidade econômica, tecnológica e de segurança da irradiação de alimentos tem sido comprovada em países do mundo inteiro (VIEITES, 2009).

O conhecimento das características de cada produto, condições específicas de manuseio, acondicionamento e armazenamento são essenciais para o sucesso do controle do amadurecimento (SILVA et al., 2004).

Testar o uso do condicionamento ou atraso do armazenamento refrigerado associado ao emprego de radiação gama e modificação passiva da atmosfera em ameixas 'Gulfblaze' é importante uma vez que as informações existentes ainda não são conclusivas. Além disso, enquanto não se obtiver cultivares resistentes aos danos é preciso que os tratamentos preventivos sejam testados em diferentes condições de armazenagem antes de recomendar seu uso em geral.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos do condicionamento ( $10\pm 2^{\circ}\text{C}$  por 2 dias) térmico associado ao uso de radiação gama e atmosfera modificada passiva na a conservação pós-colheita de ameixas, 'Gulfblaze', quantificando as modificações físicas, físico-químicas e químicas, durante o armazenamento.

## **4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **4.1. Características da cultura**

Os primeiros escritos sobre a ameixeira datam dos anos 23 a 79 da era cristã. Muitos botânicos indicam ser a ameixeira o núcleo central de divergência do gênero *Prunus*, que por sucessivas variações originou as diferentes frutas da família das rosáceas. Não é muito claro o modo como a ameixeira se dispersou pelo mundo. Acredita-se, porém, que os romanos foram os primeiros introdutores das boas cultivares no continente europeu, sendo provável que as variedades melhoradas tenham surgido no período romano, dispersando-se rapidamente pela Itália. A sua grande adaptação neste território faz supor sua origem italiana. Entretanto, grandes nomes da história antiga não fazem menção sobre sua existência. A teoria mais racional é a que supõe que o centro-oeste da Ásia foi o local de origem das plantas de ameixeira onde se desenvolveram as primeiras variedades cultivadas, principalmente, porque ainda hoje, nos oasis de seus desertos, existe abundância de ameixeiras e os moradores nativos as comercializam secas, as quais são muito apreciadas (CASTRO et al., 2008).

A ameixeira da espécie *Prunus salicina* (Lindl.), originária do Extremo Oriente, e seus híbridos com espécies européias e norte-americanas são as mais cultivadas no Brasil, onde encontraram condições climáticas favoráveis a seu desenvolvimento. Essas ameixeiras suportam pouco o frio e toleram as elevadas temperaturas do verão. Já a ameixa européia, *Prunus domestica*, é muito importante em âmbito mundial, principalmente para comércio do produto em passa. É pouco plantada em nosso país, por sua alta exigência em número de horas de frio durante o inverno, com temperaturas iguais a 7,2°C, que ocorrem somente em regiões de altitudes elevadas nos estados do sul do Brasil. Ambas as espécies pertencem à família Rosaceae (CASTRO, 1994).

Simão (1998) afirma que a ameixeira *P. salicina* (Lindl) é comumente referida como japonesa, lembrando a sua origem. Frutíferas arbóreas de clima temperado, de folhas caducas, são árvores de porte elevado, atingindo 10 metros de altura, com casca grossa, pardo avermelhada e ramos oblíquos. Folhas lisas, assemelhando-se às do pessegueiro. Gemas pequenas com três as cinco flores. Frutos de forma e tamanho variáveis. Película fina adstringente, de coloração variando de amarela a avermelhada, com pouca pruína. Polpa firme amarela ou avermelhada, doce, aromática. Caroço mais ou menos preso.

A produção mundial de ameixas é liderada pela China, que em 2008 produziu mais de cinco milhões de toneladas e movimentou mais de um milhão de dólares neste país (FAO, 2011). O abastecimento da ameixa no Brasil é feito pela produção nas regiões mais altas das regiões sul e sudeste (65% do consumo) e pela importação do Chile e da Argentina (CASTRO et al., 2008).

Por ser uma frutífera que apresenta boas perspectivas como investimento, pois possui alta rusticidade, boa conservação de frutos e grande variabilidade de cultivares, é uma cultura de boa aceitação pelos agricultores, fazendo com que Centros de Pesquisa como Embrapa Clima Temperado dediquem esforços com essa cultura. A maioria das cultivares de ameixeira-japonesa é auto-incompatível, necessitando de polinização cruzada. É muito importante que se considere esse aspecto, na implantação do pomar, pois é um dos fatores críticos para que se obtenha uma boa colheita de ameixas (CARVALHO, 1989).

Além de uma infinidade de variações morfológicas, a ameixeira é uma das plantas frutíferas de maior difusão pelo mundo, sendo cultivada em diferentes condições climáticas devido às várias espécies existente e ao resultado de hibridações ocorridas ao longo do desenvolvimento da cultura. Pode-se dizer que a ameixeira espalha-se por todo o hemisfério norte, com exceção de zonas onde o elevado calor dos trópicos ou extremo frio da zona polar são obstáculos ao seu desenvolvimento (CASTRO, 1994).

Segundo Barbosa (2006), dentre as cultivares de ameixeira, introduzidas e plantadas atualmente no Estado de São Paulo, destacam-se a ‘Reubennel’ e a ‘Harry Pickestone’, sendo as mais cultivadas na década passada. Como apresentaram excelente adaptação ao clima paulista, tais cultivares alcançaram estrondoso sucesso em toda a cadeia produtiva frutícola. Nos moldes das décadas de 60 e 70, em continuidade ao projeto de melhoramento e obtenção de novas cultivares de frutas de caroço, o IAC introduziu outra série de ameixas, que foram incorporadas ao Banco Ativo de Germoplasma (BAG) e pesquisadas quanto às potencialidades genéticas e culturais. Dessas introduções, destacou-se pela precocidade de maturação e tipo de fruto a ameixa Fla 87-7, conhecida como ‘Gulfblaze’.

Enxertadas em pessegueiro ‘Okinawa’, as plantas dessa cultivar apresentam adequada afinidade entre copa e porta-enxerto e excelente adaptação ao clima do Sudoeste paulista. Com vigor médio e desenvolvimento pouco lento, as copas mostram tendência de formar ramos abertos e longos e densa folhagem. Quando adultas, em densidade de 667 plantas ha<sup>-1</sup>, suas copas atingem volumes médios de 19m<sup>3</sup>, com área transversal de tronco de 85cm<sup>2</sup> (BARBOSA et al., 2003).

O autor afirma ainda que, mesmo sendo cultivar de ciclo precoce, seus frutos apresentam-se grandes (massa média de 80 g), atraentes e pouco aromáticos; a maioria é globoso-cordiforme, ou globoso-oblongo e com presença média de pruína (cerosidade esbranquiçada). Os frutos maiores, a exemplo de ‘Gema-de-ouro’, atingem entre 100 e 120 g, correspondendo a cerca de 20% da produção. Salienta-se a coloração externa vermelho-escura em toda a superfície do fruto, salpicada de pontuações esparsas. A polpa é amarelo-alaranjada, semelhante à da ‘Santa Rosa’, textura carnosa, suculenta, meio fibrosa, bem aderente ao caroço.

Estudos de variações nas características físico-químicas de frutos de ameixa em pós-colheita comprovaram que a vida útil (tempo de prateleira) do fruto da ‘Gulfblaze’ apenas com o uso da refrigeração, poderá ser de até 28 dias (CHAGAS, 2008).

A qualidade de um fruto, seja para consumo fresco ou processado, depende de numerosos fatores que ocorrem tanto antes como após a colheita. Além das características genéticas de cada cultivar, do solo, clima e tratamentos fitossanitários, as condições de colheita e manuseio são igualmente importantes na manutenção das características do produto (COELHO, 1994).

A maturidade na colheita é o mais importante fator que determinará a vida de armazenamento e a qualidade final do fruto. Frutos imaturos estão mais sujeitos ao murchamento e injúria mecânica, e são de qualidade inferior quando maduros. Frutos muito maduros se tornam macios e insípidos logo após a colheita. Um fruto colhido muito cedo ou muito tarde na sua estação é mais susceptível a desordens fisiológicas e tem vida de armazenamento mais curta do que frutos colhidos na maturidade própria (KADER, 1999).

Uma série de desordens fisiológicas pode manifestar-se no armazenamento de frutos, sendo necessário um controle de qualidade eficiente e um monitoramento constante das condições utilizadas no armazenamento. Um dos aspectos mais problemáticos na exportação de frutas é o escurecimento dos tecidos, o que pode tornar o produto totalmente inadequado para a comercialização (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Em muitos estudos, os tratamentos aplicados visam à melhoria da qualidade. Embora essa expressão seja ampla, podem-se destacar alguns atributos facilmente perceptíveis: aparência, potencial de armazenamento, segurança alimentar, características físicas, químicas, fisiológicas e sensoriais. Em virtude do aumento da produção e da necessidade de abastecimento permanente de frutas no mercado, o interesse pela pós-colheita, nos últimos anos, tem aumentado no Brasil. Isso tem motivado a preocupação no que se refere à preservação da qualidade da fruta, visando ao prolongamento do período de comercialização e maior resistência ao ataque de patógenos e à ocorrência de distúrbios fisiológicos (MALGARIM et al., 2005).



## 4.2. Atributos de qualidade

Os atributos de qualidade dos frutos, estão na dependência de suas características físicas, físico-químicas e químicas, são peculiares a cada espécie e cultivar, estando também em função do clima, solo e tratos culturais. Dentro de cada cultivar, os frutos modificam estas características durante o processo de amadurecimento (ALVARENGA; FORTES, 1985; CHITARRA, 1998).

Peso, comprimento, diâmetro transversal, cor da casca, peso do caroço e textura são características físicas que refletem tanto a aceitação pelo consumidor como o rendimento industrial, enquanto que as físico-químicas e químicas reveladas pelos teores de sólidos solúveis, acidez titulável e açúcares, entre outras, são indicadores das características organolépticas, importantes tanto para o consumo *in natura* como para a indústria (ALVARENGA; FORTES, 1985).

De acordo com Kader (1999) o amadurecimento é o conjunto de processos que ocorrem do último estágio de crescimento e desenvolvimento até o estágio inicial de senescência e que resulta em características estéticas e/ou qualidade do alimento, evidenciado por mudanças na composição, cor, firmeza ou outros atributos sensoriais.

A produção de ameixas com elevado padrão de qualidade, com tamanho, aparência e sabor comercialmente aceitáveis, é fundamental para o êxito comercial de frutos para consumo *in natura*. O peso médio de frutos comercialmente aceito para ameixas japonesas varia conforme as condições de mercado e a cultivar (ILHA et al., 1999).

A firmeza e acidez em ameixas decrescem com o amadurecimento, enquanto que o pH e a relação sólidos solúveis/acidez titulável, normalmente aumentam com a maturidade de colheita e com o posterior amadurecimento (MALGARIM et al., 2005).

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

A modificação da cor na maioria dos frutos é a transformação mais clara do amadurecimento. Estas mudanças são primariamente devidas à destruição da clorofila

e à síntese de pigmentos de antocianina e carotenóides. Os frutos de pessegueiros e ameixeiras, em decorrência do amadurecimento, tendem à perda de coloração verde da casca, devido à degradação da clorofila e, concomitantemente ou posteriormente a este fenômeno, há síntese e acréscimo na concentração de carotenóides, pigmentos predominantes em frutos amadurecidos (ERAZ; FLORE, 1986).

Os três tipos principais de pigmentos que dão cor aos produtos vegetais são: clorofila, carotenóides e antocianinas e, em alguns produtos, também ocorre formação de antoxantinas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A perda de cor verde deve-se à decomposição estrutural da clorofila através de transformações no pH, ativação da enzima clorofilase e presença de sistemas oxidantes. Os carotenóides são, em geral, pigmentos de cor amarela a laranja, predominantes em frutos cítricos, manga, mamão e abacaxi, podendo também apresentar coloração vermelha, como no caso do licopeno, principal pigmento do tomate (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Ainda segundo os mesmos autores, as antocianinas constituem-se no maior grupo de pigmentos solúveis em água e corantes naturais importantes na produção de alimentos industrializados, devido à preferência dos consumidores por cores mais vivas. Estão presentes, sobretudo, no vacúolo das células da epiderme e são responsáveis pela coloração vermelha, púrpura, azul e violeta de muitos frutos.

O amadurecimento, em geral, conduz a uma maior doçura, devido ao aumento nos teores de açúcares simples, decorrentes de processos biossintéticos ou degradativos de polissacarídeos presentes nos frutos (GONÇALVES, 1998).

O sabor dos frutos corresponde a um balanço entre os constituintes doces e ácidos, frequentemente com pequenas proporções de amargor ou adstringência, devido aos taninos. Os principais compostos químicos responsáveis pelo sabor dos frutos são açúcares, ácidos orgânicos e compostos fenólicos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O teor de ácidos de um fruto é dado pela acidez titulável (AT), que é medida num extrato do fruto por titulação com hidróxido de sódio (uma base forte) de todos os ácidos presentes, podendo ser útil como referência ao estágio de amadurecimento ou como uma informação objetiva do sabor do fruto. Para alguns frutos, como pêssegos e ameixas, a

determinação do ponto de colheita pela AT é pouco confiável, devido ao fato de haver pouca variação nesta característica no processo de amadurecimento (KLUGE et al., 1997).

Os frutos apresentam uma quantidade de ácidos que, em balanço com os teores de açúcares, representam importante atributo de qualidade. Além disso, muitos deles são voláteis, contribuindo para o aroma característico de muitos frutos. Os ácidos orgânicos são encontrados nos vacúolos das células na forma livre e/ou combinados com sais, ésteres e glicosídeos, sendo fonte importante de energia para o fruto, durante o processo de amadurecimento (WILLS et al., 1981).

Os ácidos encontrados predominantemente nos frutos são o málico, o cítrico, o tartárico, o acético, o oxálico, dentre outros (KLUGE et al., 1997). Durante o amadurecimento e no armazenamento, alguns ácidos orgânicos sofrem oxidação no ciclo de Krebs, e, conseqüentemente, ocorre diminuição nos seus teores. Essa diminuição geralmente é devida ao consumo dos ácidos ou conversão em açúcares, pois os mesmos são considerados reserva de energia e são utilizados na atividade metabólica no processo de amadurecimento (WILLS et al., 1981).

Segundo Kramer (1973) os dois métodos mais comumente utilizados para medir a acidez de frutos são a acidez titulável (AT) e o potencial hidrogeniônico (pH), sendo que o primeiro representa todos os grupamentos ácidos encontrados (ácidos orgânicos livres e na forma de sais e compostos fenólicos), enquanto o segundo determina a concentração hidrogeniônica da solução.

Os ácidos orgânicos são produtos intermediários do metabolismo respiratório dos frutos, sendo muito importantes do ponto de vista do sabor e odor. A acidez orgânica total é a soma de todos os ácidos orgânicos livres e os presentes sob forma de sais, mediante titulação. Os ácidos orgânicos encontrados em pêssegos e nectarinas são principalmente succínico, tartárico, xiquímico, málico e cítrico, com predominância dos dois últimos (COELHO, 1994).

Os sólidos solúveis (SS) são compostos solúveis em água e importantes na determinação da qualidade do fruto, sendo obtidos através de refratômetro e expressos em °Brix. Como a solubilidade dos açúcares é dependente da temperatura, é necessário proceder a correção do teor de SS para a temperatura de 20°C (KLUGE et al.,

1997). O teor de SS dá um indicativo da quantidade de açúcares existentes no fruto, considerando que outros compostos, embora em reduzidas proporções, também fazem parte, como por exemplo, ácidos, vitaminas, aminoácidos e algumas pectinas. O teor de SS proporciona a doçura do fruto durante o amadurecimento e é um importante atributo na determinação do seu sabor (KAWAMATA, 1977).

Os SS geralmente aumentam com o transcorrer do processo de amadurecimento do fruto, seja por biossíntese, pela degradação de polissacarídeos ou pela perda de água dos frutos resultando em maior concentração dos mesmos. A perda varia com a taxa de respiração, já que os sólidos são substratos utilizados no processo respiratório (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Para Coelho (1994) a relação sólidos solúveis/acidez titulável é indicativa do nível de amadurecimento do fruto fresco. Um valor de 25 ou acima equivale à maturidade ótima comestível, ou seja, à do fruto mole, se a acidez titulável for inferior a 0,5%. De modo geral, a relação pode variar de 16,5 até 36,0, com um decréscimo correspondente na acidez. Fante et al. (2010) encontraram valores próximos a 35,1 em ameixas ‘Gulfblaze’.

A perda de firmeza da polpa é uma característica comum que ocorre durante o amadurecimento dos frutos e é muito importante do ponto de vista econômico, já que afeta a qualidade e a resistência dos produtos ao ataque de microrganismos (AWAD, 1993).

Das alterações na firmeza da polpa, dois processos podem ser determinantes: a perda excessiva de água dos tecidos, que causa diminuição da pressão de turgor, comum em situação de armazenamento em baixa umidade relativa do ar e as modificações observadas na lamela média e parede celular, principalmente devido à atividade enzimática (AWAD, 1993; KLUGE et al., 1997).

Durante o amadurecimento e amaciamento dos frutos, ocorre a liberação de vários compostos solúveis que faziam parte da estrutura molecular da parede celular e da lamela média, onde os mais frequentemente identificados são: ácidos urônicos, em vários graus de polimerização, galactose, arabinose, glucose, xilose e raminose. A presença de tais resíduos durante a perda de firmeza dos frutos é o resultado provável da atividade de

várias enzimas hidrolíticas. O maior problema consiste em determinar quais delas exercem um efeito significativo (AWAD, 1993).

Após a colheita dos frutos climatéricos, a respiração torna-se o seu principal processo fisiológico. Neste período os frutos passam a utilizar suas próprias reservas para continuar o seu desenvolvimento, porém a energia liberada pela respiração, pode ser utilizada, em alguns casos, para continuar a síntese de pigmentos, enzimas e outros materiais de estrutura molecular elaborada (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Todo e qualquer processo respiratório é sempre de natureza degradativa, tendo como função, produção de energia e intermediários metabólicos (GRIERSON, 1987).

De acordo com Kayes (1991), o período climatérico é o de reorganização e redobramento com alta demanda de energia para os diferentes processos bioquímicos, essa energia requerida é fornecida pela respiração através da degradação e oxidação do amido armazenado nos frutos. Outras substâncias, como hemicelulose e substâncias pécnicas, também podem ser utilizadas para esse fim (GRIERSON, 1987).

Os frutos climatéricos, assim como os demais órgãos vegetais vivos, apresentam intensidade respiratória intimamente dependente da temperatura. A utilização de baixas temperaturas reduz a taxa respiratória e a velocidade dos processos de amadurecimento e senescência, retardando também o desenvolvimento dos microorganismos eventualmente presentes (COELHO, 1994).

A manutenção da qualidade dos frutos, bem como outros produtos vegetais, também apresenta íntima relação com a transpiração, termo aplicado à evaporação da água dos tecidos vegetais. A perda de água acelera o amadurecimento de frutos climatéricos e sua conseqüente senescência. A água é perdida na forma de vapor através de estruturas como estômatos, lenticelas e cutículas (MITCHELL, 1986 citado por COELHO, 1994). Esta perda de água é determinada pelos fatores ambientais que afetam a taxa de transpiração, sendo a temperatura e a umidade relativa os principais fatores do meio (GRIERSON e WARDOWSKY, 1978 citados por COELHO, 1994).

Malgarim et al. (2005) trabalhando com ameixas ‘Reubennel’ observaram maior perda de massa fresca nos frutos mantidos sem embalagem quando comparados aos frutos embalados com filme de policloreto de vinila (PVC) de 12,5 ou 15mm.

O processo de amolecimento é parte integrante do amadurecimento de quase todos os frutos. Tem imensa importância comercial por causa da extensão da vida pós-colheita do fruto ser limitada pelo aumento do amolecimento, o qual traz com ele aumento na injúria física durante o manuseio e acréscimo na suscetibilidade à doença (BRADY, 1987).

Segundo Kluge et al. (1995), há uma perda na firmeza durante o armazenamento de ameixas. Os autores afirmam que a firmeza de polpa, varia no momento da colheita de 25N, para 15N após 30 dias de armazenamento refrigerado. Valores de 13 Newtons (3 libras pol<sup>2</sup>), ou menos, são considerados aceitáveis para o consumo *in natura*.

As classes de carboidratos em frutos e hortaliças são de açúcares simples. Glicose, frutose e sacarose são os principais açúcares presentes (SHEWFELT, 1990). Os frutos climatéricos, como a ameixa, podem apresentar consideráveis mudanças no conteúdo de açúcares totais que aumentam não só durante o período de sua maturação na árvore, como também durante o período entre a colheita e o ponto de amadurecimento para ser comestível. Há predominância de sacarose sobre os açúcares redutores (glicose + frutose), sendo o aumento mais rápido da concentração deste açúcar, nas últimas semanas de maturação (CHITARRA; CARVALHO, 1985).

O ácido ascórbico (Vitamina C) não é sintetizado pelo organismo humano, o que torna indispensável sua ingestão mediante dieta, sendo as frutas consumidas preferencialmente *in natura*, as principais fontes dessa vitamina (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A disponibilidade de frutos ricos em vitamina C é importante no tocante à prevenção e manifestação de doenças, tornando o mesmo um dos componentes nutricionais mais importantes, sendo utilizado como índice de qualidade dos alimentos (SILVA et al., 2008). De acordo com Costa (2008) o ácido ascórbico tende a diminuir durante o armazenamento refrigerado em pêssegos ‘Tropic Beauty’.

Nos últimos anos o consumo de frutas pelos brasileiros aumentou, devido ao aumento de seu poder aquisitivo e às novas descobertas sobre os benefícios do consumo de frutos e hortaliças para a saúde humana. A população mundial adquiriu a visão de

que alimentos não são apenas para nutrir, mas oferecem também compostos ou elementos biologicamente ativos, que proporcionam benefícios adicionais à saúde. Nasceu então o conceito de alimentos funcionais. Dentre os compostos bioativos estão os carotenóides, que além de serem corantes naturais dos alimentos, possuem também atividades biológicas (SENTANIN; AMAYA, 2007).

De acordo com Taiz; Zeiger (2009), os pigmentos dos vegetais são de dois tipos principais: os carotenóides e os flavonóides. Os carotenóides são compostos terpênicos de cores amarela, laranja e vermelha, que também atuam como pigmentos acessórios na fotossíntese. Os flavonóides, por sua vez, são compostos fenólicos que incluem um grande número de substâncias coloridas. O grupo mais comum dos flavonóides pigmentados consiste das antocianinas, as quais são responsáveis pela maioria das cores vermelha, rosa, roxa e azul observadas nos vegetais. Por colorir flores e frutos, as antocianinas são de importância vital como atrativo para polinizadores e dispersores de sementes.

Estes autores afirmam também que os compostos fenólicos, devido a sua diversidade química apresentam diversas funções nos vegetais, muitos agem como compostos de defesa contra herbívoros e patógenos, outros tem função atrativa aos polinizadores, ou mesmo de suporte mecânico e proteção contra a radiação solar. No que diz respeito à alimentação humana, frutas e vegetais podem fornecer quantidades significativas de compostos fenólicos que atuam de maneira a beneficiar a saúde.

Segundo Segantini (2010), os valores médios encontrados em cultivares de pêssegos após a colheita estão entre 191,63 $\mu\text{g}$  e 53,93 $\mu\text{g}$  100g de polpa<sup>-1</sup> de antocianinas e carotenóides, respectivamente. E a quantidade de compostos fenólicos totais em média encontrada foi igual a 87mg de ácido gálico 100g de polpa<sup>-1</sup>. Lima et al (2002) encontraram 10mg 100g de polpa<sup>-1</sup> de carotenóides, 26mg 100g de polpa<sup>-1</sup> de antocianinas, sendo a composição de compostos fenólicos totais, em média, igual a 257mg de catequina 100g de polpa<sup>-1</sup> em pitanga madura.

### 4.3. Armazenamento de frutos

A conservação de alimentos, tais como os frutos, através do uso de métodos físicos é conhecida desde longa data e mesmo há tempos pré-históricos. Assim, o frio é um dos primeiros a ser utilizado para prolongar a vida de prateleira de praticamente qualquer tipo de alimento (GERMANO et al., 1996).

Um dos principais problemas que ocorrem durante o armazenamento refrigerado de ameixas japonesas e que impede um maior prolongamento de sua conservação e comercialização, é a elevada ocorrência do colapso de polpa ou “internal breakdown”. Este colapso em ameixas se caracteriza pelo escurecimento dos tecidos do mesocarpo, tornando-o com aspecto e sabor desagradáveis. O distúrbio fisiológico é proveniente de mudanças na integridade e permeabilidade das membranas celulares que reduzem a atividade das enzimas que atuam nas membranas, sobretudo as oxidases. A alteração na coloração da polpa pode ser atribuída a danos causados às células por produtos intermediários tóxicos acumulados durante o armazenamento refrigerado e à atividade dos compostos fenólicos (KLUGE, 1997).

O papel do armazenamento de frutos é deter pelo maior tempo possível as modificações decorrentes do processo de amadurecimento. Nesse sentido, tem-se buscado associar fatores que contribuam para diminuir a atividade metabólica, como por exemplo, a refrigeração e a modificação da atmosfera de armazenamento. O emprego da refrigeração deve ser criterioso, pois muitos frutos são sensíveis à temperaturas baixas, podendo sofrer colapso de polpa. A sensibilidade ao frio é variável entre espécies e mesmo entre cultivares. Os sintomas de injúria pelo frio (*chilling injury*) são variados e se traduzem pela perda da organização celular, decorrente da instabilidade das membranas e paredes celulares (*internal breakdown*), e se manifestam após a transferência do fruto da câmara fria para ambiente com temperatura mais elevada (EKSTEEN, 1982 citado por FILGUEIRAS et al. (1996).

A desordem pelo frio tem sido um desafio constante aos fisiologistas cujo objetivo principal dos seus trabalhos tem sido a busca de meios para prolongar a vida pós-colheita, com manutenção da qualidade do produto. Evidentemente, a melhor forma de prevenção é evitar a temperatura de ocorrência do dano. Entretanto, como a refrigeração ainda é o meio mais fácil de ser utilizado quando se dispõe de recursos, justifica-se que as pesquisas



sejam feitas, principalmente, quando o período de armazenamento é de curto a médio prazos. Dessa forma, os principais meios utilizados para tentar minimizar a desordem pelo frio, são os seguintes: condicionamento do produto à baixa temperatura; aquecimento intermitente; armazenamento sob atmosfera modificada ou controlada; pré-tratamento com cálcio ou etileno; armazenamento hipobárico; uso de ceras para cobertura da superfície; aplicação de produtos químicos; manipulação genética e evitar exposição a temperaturas críticas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Em razão dos problemas encontrados durante o armazenamento refrigerado, é necessário o desenvolvimento de técnicas que os reduzam e que contribuam para o prolongamento do período de armazenamento e comercialização dos frutos. Os tratamentos químicos, potencialmente prejudiciais ao homem e ao ambiente, estão sendo cada vez menos utilizados. Assim, tratamentos físicos e alternativos estão sendo pesquisados em várias frutas e podem representar mudança nos tratamentos pós-colheita, além de ter boa receptividade entre os produtores e consumidores. Entre esses tratamentos, destacam-se os térmicos, como o condicionamento térmico e o aquecimento intermitente, com ar ou água quente, com diferentes métodos de aplicação. Esses tratamentos vêm sendo utilizados para aumentar a resistência dos frutos à baixa temperatura e de aumentar o benefício da refrigeração (KLUGE et al., 2006).

O condicionamento térmico consiste em expor os frutos a temperaturas moderadas ou elevadas, por curtos períodos, antes de refrigerá-los (VITTI, et al., 2007). Este tratamento reduziu os danos por frio em várias frutas e hortaliças, sendo eficiente no controle da injúria em laranjas 'Valência', tangor 'Murcott', lima ácida 'Thaiti' (KLUGE et al., 2006), pêssegos 'Dourado-2' (VITTI et al., 2007) e nêspersas 'Fukuhara' (EDAGI et al., 2009).

Para Mitchell et al. (1974), que trabalharam com pêssegos, nectarinas e ameixas, sob refrigeração, temperaturas acima de 5 °C resultaram num rápido amolecimento do tecido e rápido amadurecimento; o armazenamento entre 2,2 e 5 °C apresentou rápido desenvolvimento do escurecimento e lanosidade que se tornaram extremamente severos; temperaturas próximas de 0 °C mostraram os melhores resultados para o armazenamento dos frutos estudados; esta baixa temperatura é importante para redução da taxa de amolecimento

da polpa e é essencial para diminuir o desenvolvimento da lanosidade e escurecimento durante o armazenamento.

A utilização de embalagens adequadas juntamente com o armazenamento refrigerado para frutos *in natura*, ou minimamente processado, é de grande importância para amenizar as perdas pós-colheita, principalmente em países como o Brasil, com dimensões continentais e clima predominantemente tropical. Não existe uma embalagem que melhore a qualidade do produto: ela irá, se bem escolhida e dimensionada, retardar a perda da qualidade. Da mesma forma, ainda não foi desenvolvida uma embalagem que substitua a refrigeração nem os tratamentos culturais e fitossanitários na pré e pós colheita do produto, a embalagem é apenas mais um componente da cadeia de produção, transporte e comercialização de frutos. Mesmo utilizando embalagens de atmosfera modificada ou controlada, é necessário que o controle da temperatura seja semelhante ou mais exigente que para os produtos embalados convencionalmente (YAMASHITA, 2009).

A conservação de produtos hortícolas em condições de atmosfera modificada (AM) pode ser definida como o armazenamento realizado sob condições de composição da atmosfera diferente daquela presente na atmosfera normal. Na atmosfera normal o O<sub>2</sub> está presente na concentração de 21%, enquanto que o CO<sub>2</sub> apresenta-se com concentração de cerca de 0,03%. No armazenamento em atmosfera modificada há redução da concentração de O<sub>2</sub> e aumento do CO<sub>2</sub>. Os limites mínimos para a concentração final de O<sub>2</sub> e máximos para a de CO<sub>2</sub> são determinados pela fisiologia do produto em condições de anaerobiose parcial e sob injúria de CO<sub>2</sub> que podem se desenvolver durante o armazenamento (LANA; FINGER, 2000).

De acordo com os mesmos autores, em condições de atmosfera modificada, os níveis dos gases presentes no ar, não sofrem controle completo. A presença de uma barreira artificial à difusão de gases em torno do fruto ou hortaliça resulta em redução do nível de O<sub>2</sub>, aumento do nível de CO<sub>2</sub>, alteração das concentrações de etileno e vapor de água, e alterações de outros compostos voláteis. A magnitude dessas alterações é dependente da natureza e espessura da barreira, taxa respiratória do produto, relação entre massa do produto e área superficial da barreira, temperatura e umidade.

A atmosfera modificada passiva se estabelece quando o produto é colocado dentro de uma embalagem selada, permeável a gases, como resultado do consumo de  $O_2$  e produção de  $CO_2$  pela respiração, sem controle estrito sobre a atmosfera interna obtida. Para se atingir e manter a composição da atmosfera dentro dos limites desejados, a permeabilidade do filme deve permitir a entrada de  $O_2$  a uma taxa compensada pela respiração do produto. Do mesmo modo, a saída de  $CO_2$  deve permitir um equilíbrio com a quantidade de  $CO_2$  produzida pela respiração, havendo elevação inicial seguida por manutenção dos níveis de  $CO_2$  (ZAGORY; KADER, 1988).

Níveis reduzidos de  $O_2$  (abaixo de 8%) diminuem a produção de etileno em frutas e hortaliças frescas e reduzem a sua sensibilidade a ele, uma vez que a produção e ação desse gás são dependentes de  $O_2$ . O etileno regula muitos aspectos fisiológicos do crescimento e do desenvolvimento, além da maturação e senescência de plantas e/ou de seus órgãos. Tem a habilidade de elicitar respostas fisiológicas, tais como abscisão, amadurecimento, senescência, dormência, florescimento, entre outras (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

#### **4.4. Irradiação de Alimentos**

Irradiação de frutas é um processo básico de tratamento comparável à pasteurização térmica, ao congelamento ou ao enlatamento. O processo envolve a exposição do alimento, embalado ou não, a um tipo de energia ionizante. Isso é feito em uma sala ou câmara especial de processamento e por um tempo determinado. A fonte mais comum de raios gama, para processamento de alimentos, é o radioisótopo  $^{60}Co$ , a energia gama liberada por esse metal pode penetrar nas frutas causando pequenas e inofensivas mudanças moleculares. De fato a energia simplesmente passa pelo alimento que está sendo tratado e, ao contrário dos tratamentos químicos, não deixa resíduos. A irradiação é chamada de “processo frio” porque a variação de temperatura das frutas submetidas a este tratamento é insignificante. Os produtos irradiados podem ser transportados, armazenados ou consumidos imediatamente após o tratamento (VIEITES, 2009)

O tipo de radiação se limita às radiações procedentes dos raios gama de alta energia, raios X e os elétrons acelerados. Estas radiações também se denominam “radiações ionizantes”, porque sua energia é alta o bastante para desalojar os elétrons dos átomos e moléculas, e para convertê-los em partículas carregadas eletricamente, que se denominam íons. Os raios gama são semelhantes às ondas de rádio e de microondas, aos raios ultravioletas e de luz visível. Provém da desintegração espontânea de radionuclídeos ou isótopos radioativos que são instáveis e emitem radiação à medida que se desintegram espontaneamente até alcançar um estado estável. O Cobalto 60 e o Césio 137 são os radionuclídeos utilizados como fonte de radiação na irradiação de alimentos (GCIIA, 1991).

Somente estas duas fontes ( $^{60}\text{Co}$  ou  $^{137}\text{Cs}$ ) são consideradas para uso comercial, devido à produção de raios gama de energias adequadas, sendo que a fonte de  $^{60}\text{Co}$  é a que tem maior aceitação por se apresentar na forma metálica e ser insolúvel em água, proporcionando maior segurança ambiental (VIEITES, 1998 citado por CALORE, 2000).

A irradiação de frutas e hortaliças após a colheita tem como principal interesse a redução ou atraso nos danos causados por doenças ou por insetos, atuando como fungicida ou inseticida. Contudo, é também utilizada como método de conservação, prolongando o armazenamento pelo atraso do amadurecimento e do brotamento de alguns produtos. Dependendo da dose aplicada, pode provocar escurecimento, amaciamento, desenvolvimento de depressões superficiais e amadurecimento anormal (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O desenvolvimento da irradiação de alimentos vem sendo promovida pela Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA, Viena, Áustria), pela Organização Mundial de Saúde (OMS, Genebra, Suíça), e pela Organização de Alimentos e Agricultura (FAO, Roma, Itália), sendo que o Grupo Consultivo Internacional de Irradiação de Alimentos (ICGFI, Viena, Áustria) é seu órgão regulamentador para congregar estas três organizações, representando mais de quarenta países que se interessam por esse assunto, entre estes o Brasil. Desta forma, a humanidade está amplamente amparada com milhares de trabalhos, não apenas científicos, mas também tecnológicos, econômicos, sociais, etc., que visam à divulgação e introdução desta tecnologia em bases comerciais em todos os países, com amplas vantagens

sob o ponto de vista principalmente de salubridade e economia para os consumidores (GCIIA, 1991).

Associada aos procedimentos pós-colheita normalmente empregados, as radiações gama, em baixos níveis de dose, têm mostrado ser um excelente método para prolongar a vida comercial dos frutos, retardando os processos de amadurecimento e senescência, bem como reduzindo significativamente o apodrecimento causado por fungos e bactérias patogênicas (KÄFERSTEIN; MOY, 1993 citados por GERMANO et al., 1996).

De acordo com O'Beirne (1989), as doses de irradiação são quantificadas em termos de energia absorvida pelo produto irradiado. A dose de 1 gray (Gy) corresponde à absorção de um joule por quilograma. As doses normalmente aplicadas aos alimentos situam-se entre 0,1 a 7,0kGy. O CMEAI, Comitê Misto de Especialistas sobre Alimentos Irradiados, concluiu em 1980, que a radiação de qualquer alimento, com uma dose total média de até 10kGy não apresenta riscos toxicológicos adicionais, e não gera problemas nutricionais ou microbiológicos (GCIIA, 1991).

Segundo Kader (1986) muitos frutos e hortaliças podem suportar radiações ionizantes até 0,25kGy com mínimo efeito em sua qualidade; já para doses entre 0,25 e 1,0kGy muitos produtos podem ser prejudicados.

Chitarra; Chitarra (2005) afirmaram que a irradiação pode acarretar modificações em diferentes processos fisiológicos e bioquímicos, com extensão variando de acordo com a dose aplicada, com a idade dos tecidos e com o estresse fisiológico ao qual o tecido foi exposto. O principal efeito danoso é a perda de firmeza.

A United Fresh fruit – Vegetable Association (1986) relata que alguns critérios devem ser observados para a utilização de radiações ionizantes no manuseio pós-colheita de frutos e hortaliças: o tratamento requerido deve ser tão ou mais econômico que outros tratamentos efetivos; o tratamento deve ser compatível com os aspectos legais estabelecidos pelas autoridades sanitárias, ou seja, deverá ser inócuo à saúde do consumidor, observando a legislação vigente do país importador; o hospedeiro precisa ter tolerância mais elevada que o inseto ou microorganismo.

Segundo Vieites (2009) a irradiação não é capaz de transformar frutas deterioradas em frutas de alta qualidade. Além disso, nem todos os produtos serão apropriados

para serem irradiados, assim como nem toda fruta é apropriada para o congelamento, para sofrer desidratação ou outros tipos de processamentos conhecidos. Correlacionando as boas práticas agrícolas com a irradiação, podem ser obtidas frutas consideradas seguras do ponto de vista nutricional, microbiológico e tecnológico, diminuindo assim a ocorrência de doenças.

Costa (2008) observou que a radiação gama do cobalto-60 foi eficiente no controle do amadurecimento de pêssegos 'Tropic Beauty', sendo as doses 0,4 e 0,8kGy, mais indicadas. Assim como Calore (2000) observou resultados satisfatórios da manutenção da qualidade de pêssegos 'Biuti' irradiados e mantidos sob refrigeração, exceto na dose 0,5kGy. Com base nos objetivos de prolongamento da vida útil e caracterização dos parâmetros (físicos e nutricionais) de qualidade durante a frigoconservação da nectarina 'Sunred', Neves et al. (2002) concluíram que o uso da radiação gama, na dose de 0,4 kGy, foi útil quanto a uma melhor conservação dos atributos de qualidade da nectarina, prolongando seu período de conservação pós-colheita sem influência sobre os parâmetros nutricionais avaliados.

## **5. MATERIAL E MÉTODOS**

### **5.1. Aquisição dos frutos**

Foram utilizados ameixas da cultivar Gulfblaze (Figura 1), calibre 4, provenientes de pomar comercial, localizado no Distrito de Holambra II, município de Paranapanema, cujas coordenadas geográficas são: latitude de 23°02'40" S, longitude 48°44'17" W e 630 m de altitude, distante 76 km de Botucatu, SP.

Os frutos foram transportados via rodoviária ao Laboratório de Frutas e Hortaliças do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial da Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Botucatu, SP onde foram conduzidos os experimentos.



**Figura 1:** Ameixas ‘Gulfblaze’ provenientes de pomar comercial, Holambra II

Foto: Costa, S. M., 2009

## 5.2. Experimentos

Os experimentos foram instalados no dia 6 de novembro de 2009. As ameixas, assim que chegaram de Holambra II – SP foram divididas em dois lotes homogêneos.

Os frutos do primeiro lote foram acondicionados em bandejas de poliestireno expandido, embaladas com filme de policloreto de vinila 0,020mm (atmosfera modificada passiva) e armazenados em B.O.D a  $0\pm 2^{\circ}\text{C}$  com  $90\pm 5\%$  UR, por dois dias, constituindo o Experimento 1. No Experimento 2, as ameixas foram acondicionadas em bandejas de poliestireno expandido e embaladas por filme de policloreto de vinila 0,020mm (atmosfera modificada passiva), sendo então armazenados em B.O.D a  $10\pm 2^{\circ}\text{C}$  com  $90\pm 5\%$  UR, por dois dias (condicionamento térmico).

Transcorridos os dois dias do condicionamento térmico ao qual os frutos do Experimento 2 foram submetidos, os frutos de ambos os experimentos foram transportados, sem refrigeração, ao IPEN (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares), localizado em São Paulo – SP, onde receberam a aplicação de raios gama do irradiador Multipropósito (Figura 2), que têm como fonte o  $^{60}\text{Co}$ .





**Figura 2:** Irradiador Multipropósito - IPEN (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares)

Foto: Costa, S. M., 2009

Os dois experimentos foram divididos em 5 tratamentos, onde as doses de radiação gama diferenciavam cada tratamento. As doses utilizadas foram:  $T_1 - 0,0\text{kGy}$ ;  $T_2 - 0,4\text{kGy}$ ;  $T_3 - 0,6\text{kGy}$ ;  $T_4 - 0,8\text{kGy}$ ;  $T_5 - 1,0\text{kGy}$ . A dose aplicada em cada tratamento foi obtida em função da variação do tempo de exposição dos frutos à fonte irradiadora. Após aplicação das doses pré-determinadas, as ameixas foram transportadas de volta ao laboratório de Frutas e Hortaliças da Unesp, para serem armazenadas em B.O.D. a  $0\pm 2^\circ\text{C}$  com  $90\pm 5\%$  de UR (Figura 3), segundo recomendação de Chitarra e Chitarra (2005) por 35 dias.

Os frutos foram analisados quanto às características qualitativas após a colheita (dia zero) e na retirada da B.O.D (aos 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35 dias).



**Figura 3:** Ameixas ‘Gulfblaze’ em B.O.D. a  $0\pm 2^{\circ}\text{C}$  com  $90\pm 5\%$  de UR

Foto: Costa, S. M., 2009

As ameixas foram avaliadas quanto à qualidade pós-colheita com o intuito de se determinar a influência da irradiação, do condicionamento térmico e do tempo de armazenamento. Em cada um dos experimentos, para as análises destrutivas, grupo parcela, foram utilizadas três bandejas de cada tratamento contendo três frutos (Figura 4), realizadas a cada cinco dias. Outras cinco bandejas de cada tratamento, com oitos frutos cada, foram utilizadas para as análises não destrutivas, grupo controle (Figura 5).



**Figura 4:** Ameixas ‘Gulfblaze’ – Grupo Parcela

Foto: Costa S. M., 2009



**Figura 5:** Ameixas ‘Gulfblaze’ – Grupo Controle

Foto: Costa S. M., 2009

### 5.3. Análises efetuadas

#### 5.3.1. Grupo Controle

##### 5.3.1.1. Perda de Massa Fresca

Para análise de perda de massa foi utilizada uma balança Owlabor-carga máxima de 2000g e divisão de 10mg.

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

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

Onde:

PM = perda de massa (%);

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

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

##### 5.3.1.2. Taxa Respiração

A curva de respiração foi obtida pela avaliação dos frutos a cada 5 dias. A determinação da taxa de respiração feita de forma indireta foi efetuada em respirômetro, pela medida do CO<sub>2</sub> liberado, de acordo com metodologia adaptada de Bleinroth et al., (1976).

A taxa de respiração da ameixa ‘Gulf Blaze’, medida em respirômetro, foi calculada pela seguinte fórmula:

$TCO_2 = \frac{2.2 \times (B-A) \times V_1}{P \times T \times V_2}$ , onde:

$P \times T \times V_2$

TCO<sub>2</sub> = Taxa de respiração em mL de CO<sub>2</sub> Kg de fruta<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>;

B= Volume gasto em mL de HCl padronizado para a titulação de hidróxido de potássio-padrão antes da absorção de CO<sub>2</sub>;

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

$V_1$  = Volume de hidróxido de potássio usado na absorção de  $\text{CO}_2$  (mL);

P = Peso dos frutos (kg);

T = Tempo das reações metabólicas ( 1 hora);

$V_2$  = Volume de hidróxido de potássio utilizado na titulação (mL);

2.2 = devido ao equivalente de  $\text{CO}_2$  (44/2), multiplicado pela concentração do ácido clorídrico a 0,1 N.

### **5.3.2. Grupo Parcela**

#### **5.3.2.1 Potencial hidrogeniônico (pH)**

O pH foi mensurado na polpa triturada dos frutos utilizando-se um potenciômetro (Digital DMPH-2), segundo a técnica do Instituto Adolf Lutz (2008).

#### **5.3.2.2. Sólidos Solúveis (SS)**

A análise de sólidos solúveis foi realizada através de leitura refratométrica direta, em °Brix, em três amostras, com o refratômetro tipo Abbe, marca ATAGO – N1, de acordo com os procedimentos descritos pelo Instituto Adolf Lutz (2008).

#### **5.3.2.3. Acidez Titulável (AT)**

Determinada de acordo com metodologia recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (2008) utilizando-se 5 gramas de polpa homogeneizada e diluída em 95 mL de água destilada, seguida de titulação com solução padronizada de NaOH a 0,1N, tendo como indicador o ponto de viragem da fenolftaleína. Os resultados foram expressos em mg de ácido cítrico  $100\text{g}^{-1}$  da amostra.

#### **5.3.2.4. Índice de Maturação ‘Ratio’ (SS/AT)**

Foi calculado através da relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável.

#### **5.3.2.5. Firmeza**

Para avaliação da firmeza utilizou-se texturômetro (Stevens-LFRA Texture Analyser), com profundidade de penetração de 2,0 mm, velocidade de 2,0 mm s<sup>-1</sup> e ponteiro TA 9/1000. A leitura foi realizada nos frutos inteiros com casca, na região mediana. Os resultados obtidos foram expressos em Newtons (N) e referem-se a máxima força requerida para que uma parte do ponteiro penetre na ameixa.

#### **5.3.2.6. Açúcares redutores e açúcares totais**

Uma parte do extrato da polpa foi congelada para a determinação posterior dos teores de açúcares. A metodologia utilizada foi descrita por Somogy, adaptada por Nelson (1944). O aparelho utilizado foi o espectrofotômetro Micronal B 382, sendo a leitura realizada a 535 nm;

#### **5.3.2.7. Vitamina C total**

Foi determinada através da metodologia proposta por Terada et al. (1979). Para a obtenção do extrato, amostras de 150 mg de polpa de ameixa pulverizadas em nitrogênio líquido foram transferidas para tubos de centrífuga com 3 mL de ácido oxálico (0,5%), homogeneizadas e então centrifugadas a 5.000 rpm a 4°C por 30 minutos. Recolheu-se 1,0 mL do sobrenadante, o qual reagiu por 15 minutos em banho-maria juntamente com 3,0 mL de ácido oxálico (0,5%), 3 gotas de DCFI (0,25%), 1,0 mL de DNPH (2%) e uma gota de Tiouréia (10%), ao final do banho-maria as amostras foram acondicionadas em bandeja contendo gelo e aos poucos foram acrescentados 5,0 mL de ácido sulfúrico (85%). Após o resfriamento as amostras foram transferidas para cubetas de vidro e a leitura realizada em espectrofotômetro a 520 nm, sendo os valores expressos em mg de vitamina C por 100g de amostra.

### **5.3.2.8 Compostos fenólicos totais**

Foram determinados através da metodologia proposta por Singleton e Rossi (1999). Para a obtenção do extrato, amostras de 1 g de polpa de ameixa pulverizadas em nitrogênio líquido foram transferidas para tubos de ensaio e homogeneizadas com 4 mL de acetona (50%), levadas ao banho ultrassônico por 20 minutos e então centrifugadas a 5.000 rpm a 4°C por 30 minutos, recolheu-se o sobrenadante e este foi acondicionado em recipientes estoque em geladeira. Ao precipitado foi acrescentado mais 4 mL de acetona (50%) e os tubos levados novamente ao banho ultrassônico por mais 20 minutos e depois centrifugados por mais 30 minutos a 4°C e a 5.000 rpm, recolheu-se o segundo sobrenadante e este foi adicionado aos recipientes estoque que continham o primeiro sobrenadante. Do extrato obtido, foram utilizados 0,1 mL para reagir com 0,9 mL de água deionizada, 0,5 mL do reagente de Folin Ciocauteau e 2,5 mL de carbonato de sódio. Após uma hora de reação foram realizadas leituras em espectrofotômetro a 725 nm. Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico por 100 g de polpa.

### **5.3.2.9 Pigmentos**

Foram determinados através da metodologia proposta por Sims e Gamon (2002). Para a obtenção do extrato, amostras de 100 mg de polpa de ameixas pulverizadas em nitrogênio líquido foram transferidas para tubos de ensaio e homogeneizadas com acetona (80% tamponada TRIS pH 7,2). As amostras foram centrifugadas por 10 minutos a 4°C e a 2.000 rpm. Recolheu-se o sobrenadante e as leituras foram realizadas em espectrofotômetro para Clorofila 'A' a 663 nm, para Clorofila 'B' a 647 nm, para Antocianinas a 537 nm e para Carotenóides a 470 nm, sendo os resultados expressos em microgramas por 100 g de polpa. Todas as etapas foram realizadas em ambiente escuro.

#### **5.4 – Delineamento Experimental e Análise Estatística**

Os Experimentos 1 e 2 foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), compostos por cinco tratamentos e oito tempos de armazenamento, compondo um fatorial 5x8.

Para as avaliações destrutivas, cada tratamento foi composto de três repetições, estas formadas por três bandejas para cada dia de análise. Para as avaliações não-destrutivas, perda de massa fresca e taxa de respiração, foram utilizadas cinco repetições por tratamento ao longo do armazenamento.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.



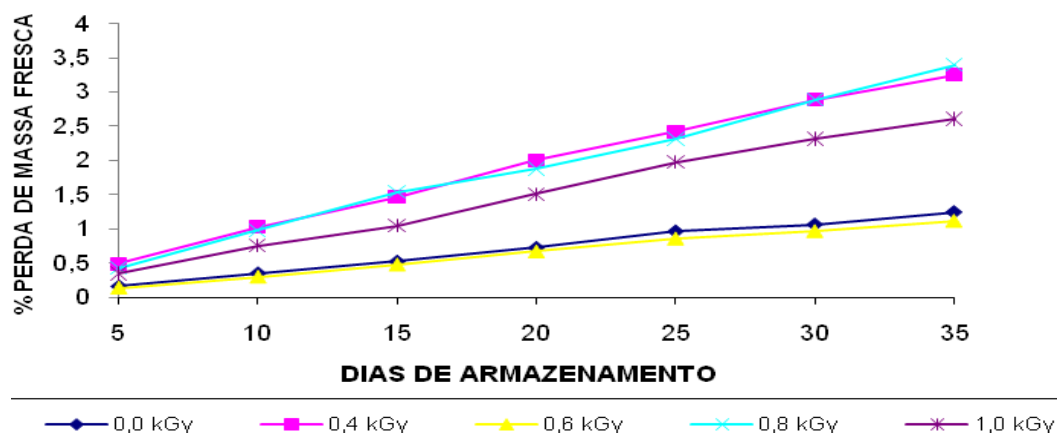
## **6. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **6.1. EXPERIMENTO 1**

De acordo com os resultados obtidos (Figura 6) observa-se aumento na perda de massa fresca durante o armazenamento nos frutos de todos os tratamentos. Segundo Brackmann et al., (2003) os processos de respiração e transpiração, os quais são responsáveis pela perda de peso das frutas aumentam em intensidade durante o amadurecimento.

Os frutos irradiados apresentaram maiores valores para perda de massa fresca, chegando a 3,4% nos frutos do tratamento 4, dose 0,8kGy. Porém, os frutos do tratamento 3, dose 0,6kGy, apresentaram perdas de massa fresca semelhantes ao tratamento 1, dose 0,0kGy, onde se observaram as menores perdas. Isso pode ser explicado pelo fato de que a irradiação gama, em doses acima ou abaixo de uma dose ideal, pode interferir nos processos fisiológicos, acelerando o metabolismo e acarretando amadurecimento dos frutos. Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Neves et al. (2002), que destacam que a eficiência da irradiação aplicada para conservação de nectarinas ‘Sunred’ é dependente da dose ideal. Os autores concluíram que 0,4 kGy, é a dose recomendada para melhor conservação dos atributos

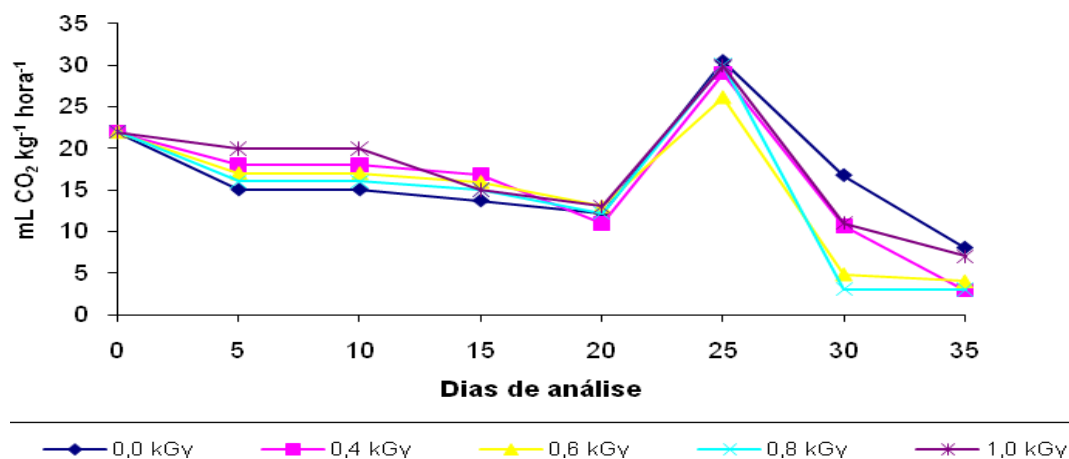
de qualidade da nectarinas. Calore (2000) obteve com a dose 0,3kGy as menores perdas de massa em pêsegos armazenados a  $0^{\circ}\text{C}\pm 1$  com  $90\pm 5\%$  de UR por duas semanas.



**Figura 6.** Variação média da perda de massa fresca (%) obtida em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e sem condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D a  $0\pm 2^{\circ}\text{C}$  com  $90\pm 5\%$  de UR, por 35 dias. Botucatu, UNESP, 2011.

Os dados da taxa respiratória de ameixas ‘Gulfblaze’ estão apresentados na Figura 7, na qual se observou um padrão climatérico de respiração. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), após a colheita dos frutos, a respiração torna-se o seu principal processo fisiológico. Neste período os frutos passam a utilizar suas próprias reservas para continuar o seu desenvolvimento, porém a energia liberada pela respiração pode ser utilizada, em alguns casos, para continuar a síntese de pigmentos, enzimas e outros materiais de estrutura molecular elaborada.

O pico de respiração aconteceu aos 25 dias de armazenamento nos frutos de todos os tratamentos sem diferenças estatísticas.



**Figura 7.** Variação média da taxa respiratória ( $\text{mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) obtida em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e sem condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D a  $0\pm 2^\circ\text{C}$  com  $90\pm 5\%$  de UR, por 35 dias. Botucatu, UNESP, 2011.

Os teores de sólidos solúveis nos frutos não foram influenciados pelos tratamentos durante os 35 dias de armazenamento, como demonstrado na Tabela 1. Verificou-se que os valores permaneceram constantes durante o decorrer do amadurecimento, possivelmente, a perda de açúcares pelo processo respiratório tenha sido contrabalanceada pela concentração no teor de açúcares em decorrência da perda de massa fresca. Esses resultados concordam com os encontrados por Costa (2008), que trabalhou com pêssegos ‘Tropic Beauty’ irradiados e armazenados por 25 dias a  $0^\circ\text{C}$ . Resultados semelhantes também foram encontrados por Kluge et al. (1996), que trabalharam com ameixas ‘Reubennel’ armazenadas a  $0^\circ\text{C}$  por 42 dias. Segundo os autores, a perda de peso, normalmente, aumenta a concentração de açúcares nos tecidos da fruta.

No último dia de armazenamento, embora não tenha sido observadas diferenças estatísticas, os frutos de todos os tratamentos apresentaram os menores valores nos teores de SS, o que pode ser explicado pelo amadurecimento natural dos frutos.

O teor de sólidos solúveis encontrados foi, em média, de  $8,62^\circ\text{Brix}$ , dado inferior ao encontrado por Kluge et al. (1995), que trabalhando com ameixas

'Reubennel' observaram em média valores iguais a 15,10°Brix, e 15,18°Brix, respectivamente, após 30 e 40 dias de armazenamento refrigerado a 0°C. Calore (2000), trabalhando com pêssegos 'Biuti' irradiados, mantidos sob refrigeração, observou variação entre 12,89° e 17,86°Brix.

**Tabela 1.** Variação média do teor de sólidos solúveis (°Brix) obtida em ameixas 'Gulfblaze' irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e sem condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a 0±2°C com 90±5% de UR, por 35 dias. Botucatu, UNESP, 2011.

Tratamentos	Dias de análise							
	0	5	10	15	20	25	30	35
0,0 kGy	9,56 a A	9,10 a A	8,80 a A	8,90 a A	8,40 a A	8,30 a A	8,83 a A	7,53 a A
0,4 kGy	9,56 a A	9,16 a A	9,03 a A	8,36 a A	9,86 a A	8,70 a A	9,20 a A	7,23 a A
0,6 kGy	9,56 a A	8,70 a A	9,06 a A	8,10 a A	8,16 a A	8,70 a A	9,10 a A	7,93 a A
0,8 kGy	9,56 a A	8,70 a A	8,26 a A	8,26 a A	8,60 a A	7,56 a A	8,93 a A	7,80 a A
1,0 kGy	9,56 a A	8,50 a A	8,43 a A	7,86 a A	8,30 a A	8,70 a A	7,96 a A	7,93 a A
CV(%)	9,42							
Média	8,62							

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

A acidez titulável nos frutos não foi influenciada significativamente pelos tratamentos (Tabela 2), porém, ocorreu decréscimo nos teores durante o período de armazenamento, dados estes concordantes com Chitarra e Chitarra (2005), onde relataram que com o amadurecimento, a maioria dos frutos perde rapidamente a acidez, geralmente devido ao consumo dos ácidos ou da conversão em açúcares, pois os mesmos são considerados reserva de energia e são utilizados na atividade metabólica no processo de amadurecimento. Resultados semelhantes também foram encontrados por Costa e colaboradores em 2008 quando trabalharam com pêssegos 'Tropic Beauty' irradiados e armazenados a 0°C por 25 dias.

O valor médio de acidez titulável encontrado em ameixas 'Gulfblaze' neste experimento foi de 501mg de ácido cítrico por 100 gramas de polpa, dados estes inferiores aos encontrados por Malgarim et al. (2005), que foram, em média, 900mg de ácido cítrico por 100 gramas de polpa, quando trabalharam com ameixas 'Reubennel' armazenadas sob refrigeração 0°C por 30 dias.

**Tabela 2.** Variação média do teor de acidez titulável (mg ac.cítrico 100g<sup>-1</sup> de polpa) obtida em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e sem condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a 0±2°C com 90±5% de UR, por 35 dias. Botucatu, UNESP, 2011.

Tratamentos	Dias de análise							
	0	5	10	15	20	25	30	35
0,0 kGy	766,0 a A	886,0 a A	496,0 a B	496,0 a B	416,0 ab A	436,0 a B	380,0 a B	376,0 a B
0,4 kGy	766,0 a A	773,0 ab A	473,0 a B	441,0 a B	610,0 a AB	476,0 a B	373,0 a B	373,0 a B
0,6 kGy	766,0 a A	825,0 ab A	427,0 a B	427,0 a B	363,0 b B	520,0 a B	397,0 a B	390,0 a B
0,8 kGy	766,0 a A	660,0 bc AB	447,0 a BC	367,0 a B	320,0 b C	430,0 a BC	397,0 a C	350,0 a C
1,0 kGy	766,0 a A	527,0 c AB	580,0 a B	377,0 a B	407,0 ab B	410,0 a B	377,0 a B	353,0 a B
CV(%)	18,9							
Média	501,0							

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

A relação SS/AT “Ratio” é uma das formas mais utilizadas para avaliação do sabor, sendo mais representativa que a medição isolada de açúcares ou da acidez titulável (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Como demonstra a Tabela 3, nesta relação observou-se elevação durante o armazenamento nos frutos de todos os tratamentos sem diferenças estatísticas, o que indica o amadurecimento, onde há acentuado aumento nos teores de SS e diminuição da acidez.

Os resultados obtidos variam de 12,43, após a colheita, a aproximadamente, 20, após 35 dias de armazenamento. Esses valores médios são semelhantes aos encontrados por Kluge et al.(1995), que observaram, em ameixas armazenadas por 30 dias a 0°C, valores de “Ratio” entre 18 e 19. E diferentes dos encontrados por Fante e colaboradores (2010) que encontraram valores de “Ratio” superiores a 30 em ameixas ‘Gulfblaze’ após a colheita. Costa (2008), relatou valores de “Ratio” variando de 12,4 no primeiro dia de armazenamento a 20, no último dia de refrigeração em pêssegos ‘Tropic Beauty’ irradiados.

**Tabela 3.** Variação média da relação sólidos solúveis/acidez titulável “Ratio” obtida em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e sem condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a  $0\pm 2^{\circ}\text{C}$  com  $90\pm 5\%$  de UR, por 35 dias. Botucatu, UNESP, 2011.

Tratamentos	Dias de análise							
	0	5	10	15	20	25	30	35
0,0 kGy	12,43 a BC	10,26 a C	17,94 a ABC	20,67 a ABC	21,56 a AB	19,04 a ABC	23,23 a A	19,95 a ABC
0,4 kGy	12,43 a B	11,86 a B	19,80 a AB	20,88 a AB	21,23 a AB	18,67 a AB	24,81 a A	19,46 a AB
0,6 kGy	12,43 a AB	10,53 a B	21,80 a A	18,98 a AB	22,81 a A	16,94 a AB	22,97 a A	20,92 a AB
0,8 kGy	12,43 a B	14,23 a B	18,52 a AB	22,63 a AB	26,65 a A	18,20 a AB	22,85 a AB	22,41 a AB
1,0 kGy	12,43 a B	16,41 a AB	17,76 a AB	22,08 a AB	22,82 a AB	21,37 a AB	21,15 a AB	23,28 a A
CV(%)	21,98							
Média	18,92							

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

Os resultados referentes ao pH dos frutos são encontrados na Tabela 4, na qual se observa aumento nestes valores durante o armazenamento, diferindo entre os tratamentos apenas no 20° dia. Os resultados obtidos concordam com Costa (2008) que relatou aumento nos valores de pH de pêssegos ‘Tropic Beauty’ irradiados em decorrência do amadurecimento sob refrigeração. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), o pH dos frutos aumenta com a redução da acidez titulável.

Neste experimento, foram encontrados valores médios de pH variando de 2,88 no início do armazenamento, a 3,07 no 35° dia de armazenamento, valores estes, semelhantes aos encontrados por Fante (2010) em ameixas ‘Gulfblaze’ após a colheita, onde o valor médio de pH relatado pelos autores foi de 3,30.

**Tabela 4.** Variação média do pH obtido em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e sem condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a  $0\pm 2^{\circ}\text{C}$  com  $90\pm 5\%$  de UR, por 35 dias. Botucatu, UNESP, 2011.

Tratamentos	Dias de análise							
	0	5	10	15	20	25	30	35
0,0 kGy	2,88 a C	2,89 a C	2,93 a BC	2,97 a ABC	3,01 b AB	2,97 a ABC	3,04 a A	3,04 a A
0,4 kGy	2,88 a C	2,93 a BC	2,95 a ABC	2,94 a BC	3,03 b AB	2,99 a AB	3,04 a AB	3,05 a A
0,6 kGy	2,88 a C	2,93 a C	2,95 a BC	2,95 a BC	3,04 ab AB	3,04 a AB	3,08 a A	3,07 a A
0,8 kGy	2,88 a D	2,96 a BCD	2,95 a CD	2,96 a BCD	3,13 a A	3,05 a ABC	3,05 a ABC	3,06 a AB
1,0 kGy	2,88 a C	2,90 a C	2,94 a C	2,95 a BC	3,04 ab AB	3,07 a A	3,08 a A	3,06 a AB
CV(%)	1,44							
Média	2,99							

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

Como demonstram os resultados da Tabela 5, houve redução nos valores de firmeza de ameixas ‘Gulfblaze’, em todos os tratamentos, ao longo do período de armazenamento. Ocorreram diferenças estatísticas entre os tratamentos nos dias 5, 10 e 15, onde os frutos do tratamento testemunha mantiveram-se mais firmes do que os frutos tratados com irradiação independente da dose. Estes dados são concordantes com Costa (2008), que relatou diminuição dos valores de firmeza de pêssegos ‘Tropic Beauty’ irradiados e armazenados sob refrigeração 0°C por 25 dias e com Chitarra e Carvalho (1985) quando afirmaram ser a perda de firmeza decorrente de modificações na estrutura e na composição da parede celular, pela ação de enzimas como as pectinases e celulases.

A perda da firmeza ao longo do armazenamento foi em média 20N. Os valores encontrados neste experimento oscilaram entre 32,75N no início do armazenamento e 12,10N no 35º dia de armazenamento, ocorrendo perda acentuada da firmeza, dados concordantes com os encontrados por Barbosa (2006), quando afirmou que a ameixa ‘Gulfblaze’ possui firmeza igual a 31N no início do amadurecimento e quando bem maduros, a firmeza baixa para 4,5N.

**Tabela 5.** Variação média da firmeza (N) obtida em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e sem condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a 0±2°C com 90±5% de UR, por 35 dias. Botucatu, UNESP, 2011.

Tratamentos	Dias de análise							
	0	5	10	15	20	25	30	35
0,0 kGy	32,75 a AB	28,10 a ABC	29,67 a ABC	35,55 a A	21,01 a BCD	19,18 a CD	15,90 a D	12,47 a D
0,4 kGy	32,75 a A	20,18 ab B	15,63 b B	21,55 b AB	17,31 b B	11,45 a B	15,99 a B	12,10 a B
0,6 kGy	32,75 a A	14,84 b B	16,30 b B	15,67 b B	17,53 b B	16,38 a B	13,91 a B	17,00 a B
0,8 kGy	32,75 a A	12,62 b B	23,33 ab AB	16,45 b B	12,60 b B	14,32 a B	14,45 a B	11,60 a B
1,0 kGy	32,75 a A	18,76 ab BC	23,38 ab AB	19,12 b BC	14,60 b BC	11,33 a C	14,35 a BC	14,90 a BC
CV(%)	18,21							
Média	16,62							

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey 5% de probabilidade.

Assim como o que foi discutido com os resultados pertinentes aos teores de sólidos solúveis deste experimento, não foram encontradas variações estatísticas significantes nos teores de açúcares redutores e açúcares totais nos frutos (Tabela 6), provavelmente o consumo de açúcar via atividade respiratória pode ter sido balanceado pela

perda de massa fresca. Dados estes semelhantes aos de Siqueira (2007), que observou em melões Cantaloupe irradiados, que as doses utilizadas não influenciaram o teor de açúcares redutores e açúcares redutores totais.

A média dos valores encontrados neste trabalho foi 4,57% para açúcares redutores e 5,21% para açúcares totais, dados estes inferiores aos encontrados por Fante e colaboradores (2010) que observaram valores superiores a 8% de açúcares totais em ameixas ‘Gulflaze’ após a colheita.

**Tabela 6.** Variação média do teor de açúcares redutores (%) e açúcares totais (%) obtida em ameixas ‘Gulflaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e sem condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a  $0\pm 2^{\circ}\text{C}$  com  $90\pm 5\%$  de UR, por 35 dias. Botucatu, UNESP, 2011.

Tratamentos	Dias de análise							
	Açúcar redutor							
	0	5	10	15	20	25	30	35
0,0 kGy	5,05 a A	5,23 a A	4,02 a A	5,10 a A	4,09 a A	4,48 a A	5,11 ab A	4,63 a A
0,4 kGy	5,05 a AB	4,73 ab AB	4,01 a B	4,87 a AB	5,01 a AB	4,71 a AB	5,45 a A	4,21 a B
0,6 kGy	5,05 a AB	4,40 ab AB	3,88 a B	4,26 a AB	4,03 a AB	4,75 a AB	5,23 ab A	4,63 a AB
0,8 kGy	5,05 a A	4,20 ab AB	3,17 a B	4,95 a A	4,57 a A	4,10 a AB	5,11 ab A	4,65 a A
1,0 kGy	5,05 a A	3,87 b AB	3,44 a B	4,82 a A	4,31 a AB	4,60 a AB	4,33 b AB	4,85 a A
CV(%)	10,37							
Média	4,57							
Tratamentos	Dias de análise							
	Açúcar total							
	0	5	10	15	20	25	30	35
0,0 kGy	5,74 a AB	5,10 a AB	4,39 a B	5,76 a AB	5,08 ab AB	5,00 a B	6,49 a A	5,02 a B
0,4 kGy	5,74 a ABC	4,96 a BC	4,39 a C	5,21 a BC	6,07 a AB	5,07 a BC	6,76 a A	5,26 a BC
0,6 kGy	5,74 a AB	4,41 a B	4,39 a B	5,30 a B	4,65 b B	5,12 a B	6,79 a A	5,42 a AB
0,8 kGy	5,74 a AB	4,33 a BC	3,67 a C	5,14 a B	5,34 ab AB	4,54 a BC	6,75 a A	5,31 a B
1,0 kGy	5,74 a A	4,20 a BC	3,73 a C	4,91 a ABC	4,81 ab ABC	5,18 a AB	5,38 a AB	5,86 a A
CV(%)	10,83							
Média	5,21							

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

Os teores de vitamina C total permaneceram constantes nos frutos de todos os tratamentos, sem que se observassem diferenças estatísticas, durante todo o armazenamento (Tabela 7). Segundo Chitarra e Chitarra (2005), os valores de vitamina C total tendem a diminuir com o amadurecimento e com o armazenamento de muitos hortícolas, devido à atuação direta da enzima ácido ascórbico oxidase (ascorbinase). Estes resultados



podem indicar a eficiência do armazenamento refrigerado na manutenção da qualidade de ameixas ‘Gulblaze’ por até 35 dias.

Em média as ameixas apresentaram teor de vitamina C total igual a 133,95mg de ácido ascórbico 100g de polpa<sup>-1</sup>, podendo a cultivar ‘Gulblaze’ ser reconhecida como rica em Vitamina C, assim como a ameixa silvestre (*Ximenia americana* L.), estudada por Silva e colaboradores (2006) quando observaram valores superiores a 200mg de ácido ascórbico 100g de polpa<sup>-1</sup>. Segundo Yamashita e Benassi (2000), goiabas ‘Pedro Sato’ também podem ser consideradas como sendo uma boa fonte de vitamina C, devido a alta concentração de ácido ascórbico (88,60mg 100g de polpa<sup>-1</sup>) encontrada inicialmente no fruto. No entanto, Fante et al. (2010) encontrou valores inferiores (22mg 100g de polpa<sup>-1</sup>) em ameixas ‘Gulblaze’ logo após a colheita. É importante ressaltar que o método para obtenção dos teores de vitamina C total utilizado neste experimento foi diferente do método utilizado por Fante e colaboradores (2010).

**Tabela 7.** Variação média do teor de vitamina C total (mg ac. ascórbico 100g<sup>-1</sup> de polpa) obtida em ameixas ‘Gulblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e sem condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a 0±2°C com 90±5% de UR, por 35 dias. Botucatu, UNESP, 2011.

Tratamentos	Dias de análise							
	0	5	10	15	20	25	30	35
0,0 kGy	104,55 a A	140,00 a A	145,62 a A	126,38 a A	154,41 a A	156,36 a A	131,03 a A	130,00 a A
0,4 kGy	104,55 a A	160,00 a A	142,00 a A	113,66 a A	129,04 a A	160,00 a A	128,44 a A	112,00 a A
0,6 kGy	104,55 a A	176,00 a A	147,20 a A	129,97 a A	121,96 a A	170,00 a A	101,49 a A	139,29 a A
0,8 kGy	104,55 a A	140,00 a A	143,00 a A	100,00 a A	121,27 a A	137,14 a A	130,00 a A	134,33 a A
1,0 kGy	104,55 a A	170,00 a A	140,00 a A	140,13 a A	122,42 a A	170,00 a A	143,20 a A	128,84 a A
CV(%)	17,32							
Média	133,95							

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

O conteúdo de compostos fenólicos totais está apresentado na Tabela 8. Observou-se aumento nos teores até o 25° dia de armazenamento sem diferenças estatísticas nos frutos de todos os tratamentos. A partir do 30° dia de refrigeração houve queda nestes teores, também, nos frutos de todos os tratamentos sem diferenças significativas. Estes resultados concordam com os encontrados por Oogaki e colaboradores que em 1990 observaram aumento no conteúdo de compostos fenólicos aos 15/20 dias de armazenamento

refrigerado (0°C) em ameixas com posterior decréscimo independente do estágio de maturação.

Selvaraj e Kumar (1989) também relataram diminuição no teor de compostos fenólicos durante o armazenamento refrigerado de mangas. De outra forma, Martins e colaboradores (2004) observaram que durante o amadurecimento de pêssegos ‘Cerrito’ e ‘Chimarrita’ armazenados a 0°C, 90% ± 5 de umidade relativa, houve aumento no conteúdo de compostos fenólicos. A média encontrada pelos autores foi 419mg ácido gálico 100g de polpa<sup>-1</sup>.

Neste experimento o teor de compostos fenólicos totais variou em média de 330mg ácido gálico 100g de polpa<sup>-1</sup>, no primeiro dia de armazenamento, para 725mg ácido gálico 100g de polpa<sup>-1</sup>, no 25° dia de armazenamento quando observou-se decréscimo chegando a 308mg ácido gálico 100g de polpa<sup>-1</sup> no 35° dia de refrigeração.

**Tabela 8.** Variação média do teor de compostos fenólicos totais (mg ácido gálico 100g<sup>-1</sup> de polpa) obtida em ameixas ‘Gulflaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e sem condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a 0±2°C com 90±5% de UR, por 35 dias. Botucatu, UNESP, 2011.

Tratamentos	Dias de análise							
	0	5	10	15	20	25	30	35
0,0 kGy	330,02 a C	389,44 a C	420,00 a BC	458,63 a BC	487,10 a B	725,83 a A	490,50 a B	335,54 a C
0,4 kGy	330,02 a C	399,12 a C	421,73 a C	450,32 a BC	564,83 a B	717,92 a A	534,84 a B	350,93 a C
0,6 kGy	330,02 a CD	385,92 a C	400,53 a C	493,02 a BC	555,01 a AB	626,34 b A	511,24 a B	308,73 a D
0,8 kGy	330,02 a D	401,22 a C	402,00 a C	587,92 a AB	622,00 a AB	661,01 ab A	490,34 a B	334,00 a D
1,0 kGy	330,02 a D	391,81 a C	415,02 a C	481,90 a BC	578,95 a AB	625,11 b A	504,22 a B	340,43 a C
CV(%)	9,27							
Média	462,64							

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

A variação do teor de carotenóides está apresentada na Tabela 9. Observou-se redução nos valores do início ao final do armazenamento sem que diferenças significativas fossem encontradas entre os frutos de todos os tratamentos após o 15° de avaliação. As diferenças encontradas entre as doses de irradiação nos frutos no 5°, 10° e 15° dia de refrigeração podem ser atribuídas uma provável desuniformidade de amadurecimento. Segundo Uenojo et al. (2007), a energia das radiações, o oxigênio e a luz são conhecidos como catalisadores das reações de degradação de carotenóides nos alimentos.

Ao contrário das frutas tropicais, muitas das quais ricas em carotenóides, as frutas de clima temperado são normalmente ricas em antocianinas e pobres em carotenóides. Praticamente, as únicas frutas carotenogênicas de clima temperado são pêsego, nectarina e damasco (SENTANIN; AMAYA, 2007).

Os resultados são semelhantes aos relatados por Paludo et al. (2008), quando observaram mudanças pós-colheita e estabilidade de carotenóides em figos-da-índia durante o armazenamento refrigerado (50 dias a 6°C), em média, a composição de carotenóides encontrada pelos autores caiu de 42µg para 36µg 100g de polpa<sup>-1</sup>.

Neste experimento a composição dos carotenóides encontrados na polpa dos frutos decaiu em média de 35µg (primeiro dia de armazenamento) para 23µg 100g de polpa<sup>-1</sup> (último dia de armazenamento), valor próximo ao encontrado por Segantini (2010) que quantificou carotenóides em sete cultivares de pêsegos em estágio inicial de amadurecimento e relatou valores próximos a 50µg 100g de polpa<sup>-1</sup>.

Na Tabela 9 também está disposta a variação média do teor de antocianinas em ameixas. Diferenças estatísticas entre os tratamentos foram observadas no 5°, 10°, 15° e 20° dia de armazenamento onde, aparentemente, os frutos tratados com a maior dose apresentaram maiores perdas nos teores de antocianinas. Segundo Francia-Aricha et al. (1997), durante o armazenamento podem ocorrer mudanças no aroma e sabor dos frutos devido à redução na concentração de antocianinas monoméricas e formação de pigmentos poliméricos. As melaninas são pigmentos poliméricos responsáveis pela coloração escura (Porte; Maia, 2011).

Neste experimento a concentração média de antocianinas variou de 114µg a 36µg 100g de polpa<sup>-1</sup>, resultados semelhantes aos encontrados por Segantini (2010) quando quantificou o teor de antocianinas em sete variedades de pêsegos após a colheita e encontrou valores médios iguais a 190µg 100g de polpa<sup>-1</sup>. Os resultados também estão de acordo com os encontrados por Ferreira e colaboradores (2010), quando identificaram compostos bioativos em frutos de amoreira-preta após a colheita, o teor médio encontrado pelos autores foi 104µg 100g de polpa<sup>-1</sup>.

**Tabela 9.** Variação média do teor de carotenóides ( $\mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$  de polpa) e antocianinas ( $\mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$  de polpa) obtidas em ameixas 'Gulfblaze' irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e sem condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a  $0\pm 2^\circ\text{C}$  com  $90\pm 5\%$  de UR, por 35 dias. Botucatu, UNESP, 2011.

Tratamentos	Dias de análise							
	Carotenóides							
	0	5	10	15	20	25	30	35
0,0 kGy	35,10 a A	33,32 b A	31,54 a A	29,32 a A	26,92 a AB	24,21 b B	24,02 a B	23,81 a B
0,4 kGy	35,10 a AB	40,81 a A	40,85 b A	30,32 a AB	29,72 a AB	27,43 a B	24,63 a C	24,14 a C
0,6 kGy	35,10 a A	26,52 d AB	26,51 c AB	25,84 a B	26,23 a AB	24,91 b B	24,72 a B	23,23 a B
0,8 kGy	35,10 a A	34,34 b A	34,02 a A	26,44 a B	27,21 a B	23,22 b C	23,52 a C	23,04 a C
1,0 kGy	35,10 a A	30,40 c B	30,01 a B	27,14 a C	26,92 a C	27,92 a C	23,61 a D	23,02 a D
CV(%)	2,83							
Média	24,64							

Tratamentos	Dias de análise							
	Antocianinas							
	0	5	10	15	20	25	30	35
0,0 kGy	114,45 a A	107,80 ab A	82,41 ab AB	92,20 a B	80,10 a AB	40,00 a C	40,00 a C	38,50 a C
0,4 kGy	114,45 a B	135,00 a A	95,00 a B	94,00 a B	80,20 a C	40,00 a D	39,80 a D	38,92 a D
0,6 kGy	114,45 a A	109,00 ab A	84,51 ab AB	80,00 b B	80,20 a B	36,90 a C	36,90 a C	38,00 a C
0,8 kGy	114,45 a A	113,80 a A	84,52 ab B	42,03 c C	42,00 b C	39,00 a C	36,90 a C	36,92 a C
1,0 kGy	114,45 a A	84,82 b B	81,22 b B	40,10 c C	40,00 b C	38,93 a C	37,00 a C	36,92 a C
CV(%)	2,95							
Média	69,82							

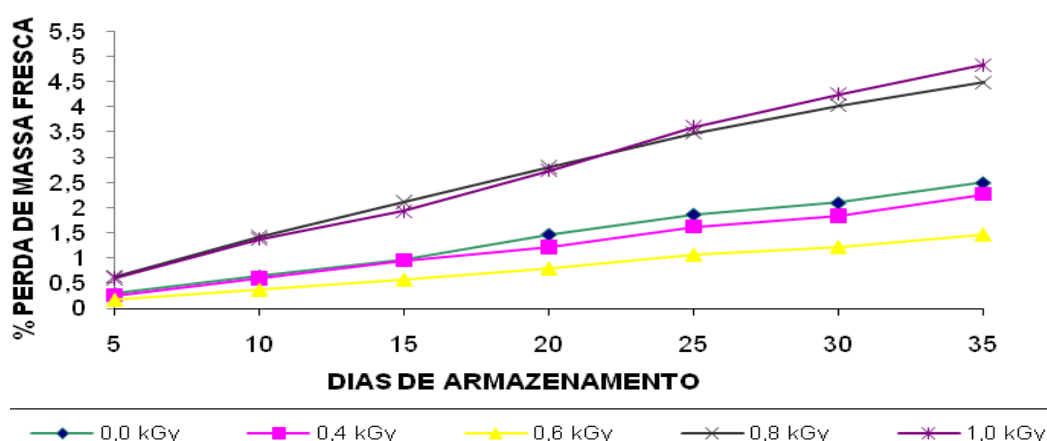
Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 6.2. EXPERIMENTO 2

Os resultados obtidos para a porcentagem de perda de massa fresca do experimento 2 estão na Figura 8. Pode-se notar aumento progressivo da perda em todos os frutos de todos os tratamentos durante o armazenamento. Segundo Brackmann et al., (2003) os processos de respiração e transpiração, os quais são responsáveis pela perda de peso das frutas, aumentam em intensidade durante o amadurecimento.

Assim como no experimento 1, os frutos irradiados apresentaram maiores valores para perda de massa fresca, sendo que as maiores doses (0,8 e 1kGy) apresentaram as maiores perdas 4,48% e 4,83%, respectivamente. Contudo, a menor perda foi atribuída ao tratamento 3 (dose 0,6kGy). Neste experimento foi observado maiores

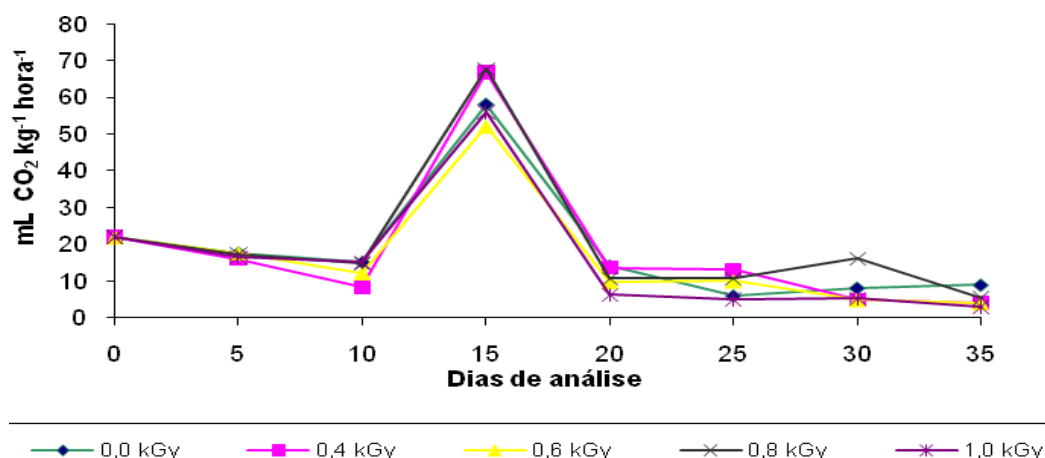
porcentagens de perda de massa fresca do que o experimento 1, dados semelhantes foram encontrados por Seibert e colaboradores (2010), quando avaliaram os efeitos do condicionamento (20°C por dois dias) na qualidade pêssegos ‘Maciel’ armazenados a 0°C e encontraram em média 5,3% de perda de massa fresca.



**Figura 8.** Variação média da perda de massa fresca (%) obtida em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e com condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D a  $0\pm 2^{\circ}\text{C}$  com  $90\pm 5\%$  de UR, por 35 dias. Botucatu, UNESP, 2011.

Os dados da taxa respiratória das ameixas do Experimento 2 estão apresentados na Figura 9. Os frutos apresentaram comportamento climatérico de desenvolvimento. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), após a colheita dos frutos, a respiração torna-se o seu principal processo fisiológico. Neste período os frutos passam a utilizar suas próprias reservas para continuar o seu desenvolvimento.

O pico de respiração se deu no 15º dia de armazenamento nos frutos de todos os tratamentos, diferente do experimento 1, onde o pico ocorreu apenas no 25º de armazenamento refrigerado, demonstrando que o condicionamento térmico leva a uma antecipação do pico respiratório. Resultados semelhantes foram encontrados por Vitti et al. (2007), quando mediram a taxa respiratória de pêssegos submetidos a condicionamento térmico (2 dias a 20°C) e armazenados a 0°C.



**Figura 9.** Variação média da taxa respiratória ( $\text{mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) obtida em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e com condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D a  $0\pm 2^\circ\text{C}$  com  $90\pm 5\%$  de UR, por 35 dias. Botucatu, UNESP, 2011.

Os teores de sólidos solúveis nos frutos não foram influenciados pelos diferentes tratamentos durante os 35 dias de armazenamento, como demonstrado na Tabela 10. Esse resultado é idêntico ao encontrado no experimento 1 e concorda com os resultados encontrados por Seibert e colaboradores que em 2008 trabalharam com ameixas ‘Constanza’ submetidas ao condicionamento térmico ( $20^\circ\text{C}$  por 6 dias), porém tais autores observaram valores superiores ( $16,1^\circ\text{Brix}$ ) aos encontrados neste experimento, onde os teores de sólidos solúveis encontrados se mantiveram entre  $8$  e  $9^\circ\text{Brix}$ .

Resultados semelhantes também foram encontrados por Vitti et al. (2007), que não observaram diferenças significativas nos teores de sólidos solúveis em frutos de pessegueiro ‘Dourado-2’ armazenados a  $0^\circ\text{C}$  previamente submetidos a dois tipos de condicionamento térmico,  $50^\circ\text{C}$  por duas horas e  $20^\circ\text{C}$  por 48 horas.

**Tabela 10.** Variação média do teor de sólidos solúveis (°Brix) obtida em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e com condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a  $0\pm 2^{\circ}\text{C}$  com  $90\pm 5\%$  de UR, por 35 dias. Botucatu, UNESP, 2011.

Tratamentos	Dias de análise							
	0	5	10	15	20	25	30	35
0,0 kGy	9,56 a A	9,13 a A	9,53 a A	8,36 a A	9,63 a A	8,96 a A	9,80 a A	8,23 a A
0,4 kGy	9,56 a A	8,23 a A	8,73 a A	7,70 a A	8,50 a A	9,53 a A	8,96 a A	8,63 a A
0,6 kGy	9,56 a A	8,43 a A	9,23 a A	8,66 a A	8,46 a A	9,36 a A	8,10 a A	8,10 a A
0,8 kGy	9,56 a A	8,96 a A	8,76 a A	8,03 a A	8,40 a A	9,53 a A	8,66 a A	9,13 a A
1,0 kGy	9,56 a A	9,06 a A	8,43 a A	8,56 a A	8,76 a A	9,50 a A	8,97 a A	8,13 a A
CV(%)	8,77							
Média	8,87							

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

A acidez titulável nos frutos (Tabela 11) foi influenciada significativamente pelos tratamentos apenas no 15° dia. Ocorreu decréscimo nos teores durante o período de armazenamento, dados estes concordantes com Brody (1996), o qual mostra em seus trabalhos que o teor de ácidos orgânicos com poucas exceções, tende a diminuição com o amadurecimento dos frutos, em decorrência do processo respiratório ou da sua conversão em açúcares. Vale ressaltar que no último dia de armazenamento, os menores valores de acidez encontrados nos tratamentos 1, 2 e 3 (doses, 0,0; 0,4 e 0,6kGy) indicam provavelmente maior grau de amadurecimento.

O valor médio de acidez titulável encontrado nas ameixas ‘Gulfblaze’ foi 468mg de ácido cítrico 100 gramas de polpa<sup>-1</sup>, dados estes também inferiores, como no experimento 1, aos encontrados por Kluge et al., 1995 que obtiveram em média valores próximos a 1g de ácido cítrico 100 gramas de polpa<sup>-1</sup>, quando trabalharam com ameixas ‘Reubennel’ armazenadas por 30 dias sob refrigeração (0°C).

**Tabela 11.** Variação média do teor de acidez titulável (mg ac.cítrico 100g<sup>-1</sup> de polpa) obtida em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e com condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a 0±2°C com 90±5% de UR, por 35 dias. Botucatu, UNESP, 2011.

Tratamentos	Dias de análise							
	0	5	10	15	20	25	30	35
0,0 kGy	766,0 a A	606,0 a AB	593,0 a AB	453,0 b BC	423,0 a BC	440,0 a BC	423,0 a BC	263,0 a C
0,4 kGy	766,0 a A	576,0 a AB	443,0 a BCD	343,0 b CD	383,0 a BCD	520,0 a BC	520,0 a CD	277,0 a D
0,6 kGy	766,0 a A	477,0 a BC	490,0 a B	523,0 a B	377,0 a BC	427,0 a BC	427,0 a BC	287,0 a C
0,8 kGy	766,0 a A	647,0 a AB	463,0 a BC	400,0 ab C	380,0 a C	460,0 a BC	460,0 a BC	400,0 a C
1,0 kGy	766,0 a A	547,0 a B	350,0 a BC	333,0 ab C	357,0 a BC	403,0 a BC	403,0 a BC	350,0 a BC
CV(%)	16,54							
Média	468,0							

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

De acordo com a Tabela 12, observou-se aumento do “Ratio” durante o armazenamento, indicando uma tendência de amadurecimento onde houve pouca variação nos teores de SS e diminuição da acidez. No último dia de armazenamento, os maiores valores de “Ratio” nos tratamentos 1 e 2 (doses 0,0 e 0,4kGy) foram 31,44 e 31,78 respectivamente e indicam um maior grau de amadurecimento. Valores semelhantes aos encontrados por Fante et al. (2010), que quantificaram “Ratio” em ameixas ‘Gulfblaze’ após a colheita, o valor encontrado pelos autores é da ordem de 33.

**Tabela 12.** Variação média da relação sólidos solúveis/acidez titulável “Ratio” obtida em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e com condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a 0±2°C com 90±5% de UR, por 35 dias. Botucatu, UNESP, 2011.

Tratamentos	Dias de análise							
	0	5	10	15	20	25	30	35
0,0 kGy	12,43 a C	15,29 a BC	16,98 a BC	19,52 ab BC	22,90 a AB	20,51 a BC	23,15 a AB	31,44 ab A
0,4 kGy	12,43 a D	14,61 a BCD	19,71 a BCD	22,66 b BC	22,40 a BC	18,30 a BCD	25,20 a AB	31,78 a A
0,6 kGy	12,43 a C	19,19 a BC	18,93 a BC	17,62 ab BC	23,07 a AB	22,23 a AB	21,36 a AB	20,66 abc A
0,8 kGy	12,43 a B	14,53 a AB	20,35 a AB	20,53 ab AB	22,25 a A	20,91 a AB	22,71 a A	23,14 c A
1,0 kGy	12,43 a C	16,60 a BC	24,58 a AB	24,58 a A	24,83 a AB	23,63 a AB	24,06 a AB	23,57 bc AB
CV(%)	16,82							
Média	20,63							

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



Os resultados referentes ao pH dos frutos são encontrados Tabela 13, onde se observou aumento nestes valores durante o armazenamento, sem diferir entre os tratamentos. Os resultados são semelhantes aos encontrados no experimento 1 e concordam com os resultados obtidos por Oliveira (2000), que relatou aumento nos valores de pH de pêssegos ‘Biuti’ em decorrência do amadurecimento sob refrigeração e Costa (2008), que observou o mesmo aumento em pêssegos ‘Tropic Beauty’ irradiados e armazenados sob refrigeração 0°C por 25 dias.

Neste experimento, foram encontrados valores de pH variando de 2,88 (início do armazenamento) a 3,11 (35º dia de armazenamento), valores estes, próximos aos encontrados por Fante et al. (2010), que foram em média 3,30 em ameixas ‘Gulfblaze’ após a colheita.

**Tabela 13.** Variação média do pH obtido em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e com condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a 0±2°C com 90±5% de UR, por 35 dias. Botucatu, UNESP, 2011.

Tratamentos	Dias de análise							
	0	5	10	15	20	25	30	35
0,0 kGy	2,88 a C	2,82 a C	2,91 a BC	2,95 a BC	3,00 a ABC	3,04 a AB	3,05 a AB	3,10 a A
0,4 kGy	2,88 a B	2,82 a B	2,98 a AB	2,96 a AB	3,04 a A	3,08 a A	3,08 a A	3,05 a A
0,6 kGy	2,88 a B	2,81 a B	2,99 a AB	2,99 a Ab	3,08 a A	3,08 a A	3,08 a A	3,09 a A
0,8 kGy	2,88 a B	2,83 a B	2,97 a AB	2,98 a AB	3,05 a A	3,02 a AB	3,02 a AB	3,12 a A
1,0 kGy	2,88 a B	2,84 a B	3,00 a AB	2,96 a AB	3,10 a A	3,07 a A	3,07 a A	3,11 a A
CV(%)	2,08							
Média	2,99							

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

Assim como no primeiro experimento, ocorreu queda nos valores de firmeza no decorrer do armazenamento (Tabela 14), indicando o amadurecimento natural dos frutos, porém, neste experimento, o condicionamento térmico ocasionou redução da firmeza quando comparado ao experimento 1. A partir do segundo dia de análise (10º dia de armazenamento) os valores já apresentavam perdas médias de 20N e ao final do armazenamento as perdas chegaram, em média, a 30N. Dados estes semelhantes aos encontrados por Zhou et al., (2000) que trabalharam com nectarinas submetidas ao condicionamento térmico (48h a 20°C) seguido de armazenamento a 0°C por seis semanas e

observaram menor firmeza em frutos condicionados. Os resultados também são semelhantes aos relatados por Seibert et al. (2008), que trabalharam com ameixas ‘Constanza’ submetidas ao condicionamento térmico (6 dias a 20°C) e observaram perdas de 20N na firmeza das ameixas aos 28 dias de armazenamento refrigerado (0°C).

**Tabela 14.** Variação média da firmeza (N) obtida em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e com condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a  $0\pm 2^\circ\text{C}$  com  $90\pm 5\%$  de UR, por 35 dias. Botucatu, UNESP, 2011.

Tratamentos	Dias de análise							
	0	5	10	15	20	25	30	35
0,0 kGy	32,75 a A	20,77 ab B	14,00 a C	6,53 a D	4,40 a D	4,03 a D	3,80 ab D	4,07 a D
0,4 kGy	32,75 a A	21,53 a B	9,27 b C	5,40 ab D	4,20 a D	4,20 a D	3,97 ab D	4,17 a D
0,6 kGy	32,75 a A	21,87 a B	9,27 b C	5,60 ab D	4,13 a D	3,50 a D	6,33 a CD	4,00 a D
0,8 kGy	32,75 a A	18,47 b B	10,33 b C	3,30 b D	4,07 a D	4,93 a D	2,70 b D	2,90 a D
1,0 kGy	32,75 a A	12,33 c B	8,73 b C	3,87 ab D	4,27 a D	3,90 a D	4,27 ab D	4,43 a D
CV(%)	12,65							
Média	10,43							

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

Não foram encontradas variações estatísticas significantes nos teores de açúcares redutores e açúcares totais (Tabela 15), provavelmente o consumo de açúcar via atividade respiratória pode ter sido balanceado pela perda de massa fresca. Dados estes semelhantes aos de Siqueira (2007), que observou em melões Cantaloupe irradiados, que as doses utilizadas não influenciaram o teor de açúcares redutores e açúcares totais.

A média dos valores encontrados neste trabalho foi 4,46% para açúcares redutores e 5,47% para açúcares redutores totais, dados estes inferiores aos encontrados por Fante e colaboradores (2010), que observaram valores superiores a 8% de açúcares redutores totais em ameixas ‘Gulfblaze’ após a colheita.

**Tabela 15.** Variação média do teor de açúcares redutores (%) e açúcares totais (%) obtida em ameixas ‘Gulflaze’ irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e com condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a  $0\pm 2^{\circ}\text{C}$  com  $90\pm 5\%$  de UR, por 35 dias. Botucatu, UNESP, 2011.

Tratamentos	Dias de análise							
	Açúcar Redutor							
	0	5	10	15	20	25	30	35
0,0 kGy	5,05 a A	4,04 a BC	3,78 a C	4,93 a AB	4,77 a AB	4,54 a ABC	5,00 a AB	4,43 a ABC
0,4 kGy	5,05 a A	4,60 a AB	3,55 a C	4,27 a ABC	3,96 a BC	4,62 a AB	4,38 a ABC	4,82 a AB
0,6 kGy	5,05 a A	4,20 a AB	3,95 a B	4,95 a A	4,32 a AB	4,59 a AB	4,34 a AB	4,55 a AB
0,8 kGy	5,05 a A	4,46 a AB	3,34 a C	4,59 a AB	4,01 a A	5,03 a A	4,49 a AB	4,60 a AB
1,0 kGy	5,05 a A	4,25 a ABC	3,27 a C	4,69 a AB	4,94 a A	5,01 a A	4,54 a AB	4,43 a AB
CV(%)	8,72							
Média	4,46							

Tratamentos	Dias de análise							
	Açúcar Total							
	0	5	10	15	20	25	30	35
0,0 kGy	5,74 a AB	4,69 a B	5,04 a B	5,66 a AB	5,73 a AB	5,57 a AB	6,77 a A	5,54 a AB
0,4 kGy	5,74 a AB	5,08 a AB	5,52 a AB	4,80 a B	5,00 a AB	5,73 a AB	6,36 a A	5,64 a AB
0,6 kGy	5,74 a A	4,99 a A	5,26 a A	5,49 a A	5,16 a A	5,50 a A	5,50 a A	5,24 a A
0,8 kGy	5,74 a AB	4,84 a AB	4,67 a B	5,70 a AB	4,82 a AB	6,05 a AB	6,23 a A	6,00 a AB
1,0 kGy	5,74 a A	4,97 a AB	4,55 a B	5,48 a AB	4,93 b AB	6,10 a A	6,20 a A	5,17 a AB
CV(%)	10,80							
Média	5,47							

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

De maneira diferente ao que foi observado no experimento 1, os teores de vitamina C total deste experimento decaíram durante o armazenamento. Observou-se que os frutos do tratamento testemunha (dose 0,0kGy) apresentaram queda do teor de ácido ascórbico antes que os frutos tratados com irradiação, independente da dose, apontando a eficiência da irradiação em retardar o amadurecimento (Tabela 16). Tais resultados concordam com os observados por Costa (2008), que relatou declínio nos valores de ácido ascórbico em pêssegos ‘Tropic Beauty’ irradiados e armazenados sob refrigeração e também Santos et al. (2006), que observaram diminuição nos teores de ácido ascórbico em pitangas, independentemente da temperatura de armazenamento e do estágio de amadurecimento quando armazenadas sob atmosfera modificada.

Os resultados ainda estão de acordo com os encontrados por Nogueira e colaboradores (2002), que observaram diminuição no teor de vitamina C durante o amadurecimento de acerolas. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), os valores de vitamina C

tendem a diminuir com o amadurecimento devido à atuação direta da enzima ácido ascórbico oxidase (ascorbinase).

O teor de vitamina C observado neste experimento caiu em média de 104,56mg ácido ascórbico 100g polpa<sup>-1</sup> no primeiro dia de armazenamento, para 80,11mg 100g polpa<sup>-1</sup> no 35º dia. A queda na concentração de Vitamina C e a possível aceleração do amadurecimento deste experimento podem ser atribuídas ao condicionamento térmico que os frutos foram submetidos.

**Tabela 16.** Variação média do teor de vitamina C total (mg ac. ascórbico 100g<sup>-1</sup> de polpa) obtida em ameixas 'Gulfblaze' irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e com condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a 0±2°C com 90±5% de UR, por 35 dias. Botucatu, UNESP, 2011.

Tratamentos	Dias de análise							
	0	5	10	15	20	25	30	35
0,0 kGy	104,56 a BCD	135,42 a A	104,81 ab BCD	116,02 a ABC	100,30 d CD	89,00 c D	89,61 a D	80,11 a D
0,4 kGy	104,56 a C	142,93 a B	111,63 ab BC	134,61 a AB	175,00 b A	143,50 ab B	87,20 a C	83,92 a C
0,6 kGy	104,56 a C	124,82 a BC	120,62 a BC	134,03 a B	143,01 c AB	163,61 a A	91,11 a C	86,11 a C
0,8 kGy	104,56 a D	145,74 a B	118,70 ab CD	137,11 a BC	219,41 a A	126,61 b BC	95,24 a D	89,50 a D
1,0 kGy	104,56 a DE	125,51 a CD	147,44 a BC	134,72 a BC	211,52 a A	141,62 ab BC	95,60 a E	86,30 a E
CV(%)	8,09							
Média	118,21							

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

Na Tabela 17 encontram-se a variação dos compostos fenólicos totais durante 35 dias de armazenamento refrigerado. Como já foi discutido anteriormente, o condicionamento térmico acelerou o amadurecimento nos frutos de todos os tratamentos, independente da dose de irradiação empregada. De forma semelhante ao ocorrido no experimento 1, observou-se aumento do conteúdo de compostos fenólicos totais nos frutos de todos os tratamentos, sem diferenças significativas, durante o armazenamento. Porém, neste experimento tal aumento foi observado mais cedo, já no 20º dia de armazenamento, sendo que aos 25 dias de refrigeração já era possível detectar declínio nas concentrações dos compostos fenólicos e que continuou até o último dia de refrigeração. Os resultados estão de acordo com os obtidos por Oogaki et al. (1990), que relataram acréscimo no conteúdo de compostos fenólicos totais aos 15/20 dias de refrigeração (0°C) em ameixas com posterior decréscimo durante o armazenamento.

Antunes e colaboradores (2006), também observaram que o conteúdo de compostos fenólicos totais em amoras-pretas refrigeradas a 2°C por 12 dias, apresentaram ligeiro incremento até o 9º dia, partindo de 400mg 100g polpa<sup>-1</sup>, no 1º dia, até atingir 467,86mg 100g polpa<sup>-1</sup>, havendo posteriormente um pequeno decréscimo até o último dia de armazenamento.

Neste experimento o teor de compostos fenólicos totais variou em média de 330mg ácido gálico 100g<sup>-1</sup> de polpa, no primeiro dia de armazenamento, para 740mg ácido gálico 100g<sup>-1</sup> de polpa, no 20º dia de armazenamento quando se observou decréscimo chegando a 415mg ácido gálico 100g<sup>-1</sup> de polpa no 35º dia de refrigeração.

**Tabela 17.** Variação média do teor de compostos fenólicos totais (mg ácido gálico 100g<sup>-1</sup> de polpa) obtida em ameixas 'Gulfblaze' irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e com condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a 0±2°C com 90±5% de UR, por 35 dias. Botucatu, UNESP, 2011.

Tratamentos	Dias de análise							
	0	5	10	15	20	25	30	35
0,0 kGy	330,02 a C	432,16 a BC	500,48 a B	642,14 a A	733,43 a A	668,73 a A	506,10 a B	515,62 a B
0,4 kGy	330,02 a D	460,85 a C	467,42 a C	624,19 a B	740,96 a A	588,77 b BC	514,75 a BC	484,84 a C
0,6 kGy	330,02 a D	417,58 a C	477,22 a C	593,69 a AB	688,88 a A	649,25 ab A	506,78 a B	415,75 a C
0,8 kGy	330,02 a D	471,56 a C	435,02 a C	724,64 a A	650,66 a AB	648,03 ab AB	594,62 a B	475,02 a C
1,0 kGy	330,02 a C	388,16 a C	431,62 a BC	645,29 a A	663,20 a A	660,00 a A	549,00 a B	460,21 a BC
CV(%)	6,65							
Média	526,92							

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

A variação do teor de carotenóides está apresentada na Tabela 20. Neste experimento o condicionamento térmico acelerou o amadurecimento nos frutos, porém, assim como no experimento 1, observou-se aqui redução na composição de carotenóides até o último dia de armazenamento, sendo detectada diferenças significativa entre os frutos de todos os tratamentos apenas no 25º dia. Segundo Uenojo et al. (2007), a energia das radiações, o oxigênio e a luz são conhecidos como catalisadores das reações de degradação de carotenóides nos alimentos.

Ao contrário das frutas tropicais, muitas das quais ricas em carotenóides, as frutas de clima temperado são normalmente ricas em antocianinas e pobres em

carotenóides. Praticamente, as únicas frutas carotenogênicas de clima temperado são pêssego, nectarina e damasco (SENTANIN; AMAYA, 2007).

Os resultados são semelhantes aos relatados por Paludo et al. (2008), quando observaram mudanças pós-colheita e estabilidade de carotenóides em figos-da-índia durante o armazenamento refrigerado (50 dias a 6°C), em média, a composição de carotenóides encontrada pelos autores caiu de 42µg para 36µg 100g de polpa<sup>-1</sup>.

Neste experimento a composição dos carotenóides encontrados na polpa dos frutos decaiu em média de 35µg (primeiro dia de armazenamento) para 15µg 100g de polpa<sup>-1</sup> (último dia de armazenamento), redução essa consideravelmente maior do que no experimento 1. Segantini (2010), quantificou carotenóides em sete cultivares de pêssegos em estágio inicial de amadurecimento e relatou valores semelhantes aos encontrados neste experimento, em torno de 50µg 100g de polpa<sup>-1</sup>. Por outro lado, Ferreira et al. (2010), observaram valores de carotenóides superiores em amora-preta recém colhida, neste fruto a composição de carotenóides foi em média igual a 86,5µg 100g de polpa<sup>-1</sup>.

Na tabela 18 também encontra-se a variação média do teor de antocianinas em ameixas. Houve decréscimo na concentração das antocianinas ao longo do armazenamento, foram detectadas diferenças estatísticas entre dos frutos irradiados no 15°, 20°, 25° e 30° dia. Aparentemente o tratamento testemunha (dose 0,0 kGy) manteve maior concentração de antocianinas até o vigésimo dia de armazenamento, porém, também se observou queda nessa concentração durante a refrigeração. Segundo Francia-Aricha et al. (1997), durante o armazenamento podem ocorrer mudanças no aroma e sabor dos frutos devido à redução na concentração de antocianinas monoméricas e formação de pigmentos poliméricos. As melaninas são pigmentos poliméricos responsáveis pela coloração escura (Porte; Maia, 2011).

Neste experimento a concentração média de antocianinas variou de 114µg a 34µg 100g de polpa<sup>-1</sup>, resultados semelhantes aos encontrados por Segantini (2010), quando quantificou o teor de antocianinas em sete variedades de pêssegos após a colheita e encontrou valores médios iguais a 190µg 100g de polpa<sup>-1</sup>. Os resultados também estão de acordo com os encontrados por Ferreira e colaboradores (2010), quando identificaram

compostos bioativos em frutos de amoreira-preta após a colheita, o teor médio encontrado pelos autores foi  $104\mu\text{g } 100\text{g de polpa}^{-1}$ .

**Tabela 18.** Variação média do teor de carotenóides ( $\mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$  de polpa) e antocianinas ( $\mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$  de polpa) obtidas em ameixas 'Gulfblaze' irradiadas, submetidas à atmosfera modificada passiva e com condicionamento térmico, armazenadas em B.O.D. a  $0\pm 2^\circ\text{C}$  com  $90\pm 5\%$  de UR, por 35 dias. Botucatu, UNESP, 2011.

Tratamentos	Dias de análise							
	Carotenóides							
	0	5	10	15	20	25	30	35
0,0 kGy	35,10 a A	29,50 a A	20,92 a D	25,60 a C	27,21 a B	25,80 a C	22,00 a D	17,11 a E
0,4 kGy	35,10 a A	28,10 a A	20,33 a D	23,73 a C	26,21 a B	25,55 a B	24,00 a C	15,50 a E
0,6 kGy	35,10 a A	30,40 a A	19,60 a C	25,43 a B	26,10 a B	25,41 a B	25,11 a B	15,50 a C
0,8 kGy	35,10 a A	29,70 a A	20,52 a C	23,90 a C	25,62 a C	23,00 a C	24,80 a C	15,50 a D
1,0 kGy	35,10 a A	28,00 a A	20,33 a C	25,80 a B	25,62 a B	24,92 b B	24,29 a B	15,00 a D
CV(%)	3,70							
Média	25,04							

Tratamentos	Dias de análise							
	Antocianinas							
	0	5	10	15	20	25	30	35
0,0 kGy	114,45 a A	87,00 a B	86,40 a B	47,10 a C	44,20 a C	44,90 a C	33,92 a D	34,20 a D
0,4 kGy	114,45 a A	88,20 a B	86,22 a C	34,82 b D	35,42 b D	38,00 b D	34,10 a D	35,12 a D
0,6 kGy	114,45 a A	87,00 a B	85,00 a C	33,00 b D	35,00 b D	36,90 b D	33,92 a D	33,92 a D
0,8 kGy	114,45 a A	89,00 a B	86,11 a B	32,20 b C	32,80 b C	34,00 b C	33,82 a C	34,12 a C
1,0 kGy	114,45 a A	86,44 a B	86,20 a B	34,90 b C	34,92 b C	34,00 b C	33,90 a C	34,55 a C
CV(%)	1,87							
Média	58,34							

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

## 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A demanda sempre intensa, por novas cultivares de frutíferas de clima temperado, no Estado de São Paulo, vem merecendo especial atenção dos meios científico e técnico. Isso porque, a velocidade com que o material geneticamente superior se torna disponível, apresenta-se aquém da ansiedade atual do mercado. Mesmo havendo grande diversidade de tipos, há sempre muita procura por novas opções varietais, especialmente para antecipação de safra e melhoria da qualidade do produto final. Ressalte-se que, quanto mais precoces são as safras, menores os custos de produção e a competição pelas frutas de época, provenientes de outras regiões produtoras; daí o interesse contínuo e imediatista do mercado por cultivares mais vantajosas.

Neste intuito, a ameixeira ‘Gulfblaze’ foi desenvolvida com o objetivo de ser resistente aos problemas fitossanitários atuais existentes nos pomares comerciais. O resultado desse melhoramento, que visava uma planta resistente a doenças e com precocidade de ciclo, foi a geração de frutos, também resistentes, ao ataque de fungos e bactérias prejudiciais na pós-colheita, como a podridão parda e podridão mole. Os frutos do tratamento testemunha deste experimento (dose 0,0kGy) não apresentaram sintomas destas doenças.



Além disso, diferente da maioria das cultivares de ameixas existentes hoje em dia, a ‘Gulfblaze’ mostrou-se resistente ao armazenamento refrigerado, não apresentando colapso de polpa durante 35 dias de avaliação ( $0\pm 2^{\circ}\text{C}$  com  $90\pm 5\%$  de UR).

O uso da radiação gama em frutas e hortaliças após a colheita tem como principal interesse a redução ou atraso nos danos causados por doenças ou por insetos, atuando como fungicida ou inseticida, neste experimento, não foi observado o desenvolvimento de patógenos responsáveis por doenças, mesmo nos frutos sem irradiação (tratamento testemunha). Talvez pela resistência apresentada pelas ameixas ‘Gulfblaze’ a doenças, talvez pela boa sanidade do pomar no qual as frutas foram colhidas, o uso da irradiação não mostrou-se necessário para melhor conservação destes frutos.

O condicionamento térmico, indicado para amenizar as possíveis injúrias causadas pelo frio em frutos temperados, neste experimento mostrou-se desnecessário, uma vez que os frutos não submetidos a tal condicionamento não apresentaram sintomas da injúria, assim como os frutos submetidos. No caso, os frutos submetidos ao condicionamento térmico apresentaram aceleração no amadurecimento, sugerindo que o condicionamento de dois dias a  $10\pm 2^{\circ}\text{C}$  em ameixas ‘Gulfblaze’ não é indicado para essa cultivar, uma vez que este diminuiu o período de armazenamento.

## 8 – CONCLUSÃO

Nas condições em que os experimentos foram realizados, os resultados permitem concluir que:

- Os frutos da ameixeira ‘Gulfblaze’ foram resistentes à refrigeração (0°C), não apresentando sintomas de injúria até os 35 dias de armazenamento.
- O condicionamento térmico (10±2°C por dois dias) acelerou o amadurecimento dos frutos, mostrando-se não recomendável para essa cultivar avaliada.
- O uso da radiação gama não proporcionou melhorias nas condições de armazenamento, independente da dose aplicada.

## 9 – REFERÊNCIAS

ALVARENGA, L. R.; FORTES, J. M. Cultivares de fruteiras de clima temperado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n.124, p. 3-24, 1985.

ANTUNES, L. E. C. et al. Alterações de compostos fenólicos e pectina em pós-colheita de frutos de amora preta. **Revista Brasileira Agrocência**, Pelotas, v. 12, n. 1, p. 57-61, jan./mar. 2006.

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114 p.

BARBOSA, W. **Gulfblaze**: nova opção de ameixa para o Estado de São Paulo. 2006. Disponível em: <<http://www.infobibos.com/Artigos/Ameixa/Ameixa.htm>>. Acesso em: 6 abr 2011.

BARBOSA, W. et al. Caracterização da nectarina 'Nova Rubro-sol' e da ameixa 'Gulfblaze', introduzidas da Flórida. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2003, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: CBMP, 2003. 1 CD-ROM.

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

BRADY, C. J. Fruit ripening. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 38, p. 155-178, 1987.

BRODY, A. L. **Envasado de alimentos en atmosferas controladas, modificadas y a vacio**. Zaragoza: Acribia, 1996. 220 p.

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

CALORE, L.; VIEITES, R. L. Conservação de pêssegos 'Biuti' por irradiação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, p. 53-57, dez. 2003. Suplemento.

CARVALHO, T. C. P. **Comportamento de algumas cultivares de ameixeira japonesa (Prunus salicina) quanto à polinização no Rio Grande do Sul**. 1989. 72 p. Dissertação (Mestrado em Fruticultura de Clima Temperado)-Escola de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1989.

CASTRO, L. A. S. de et al. **A cultura da ameixeira**. Brasília, DF: EMBRAPA, SPI, 1994. 67 p. (Coleção plantar, 9).

CASTRO, L. A. S. de et al. Ameixa. In: \_\_\_\_\_. **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v. 1, p. 485-491.

CHAGAS, E. A. et al. A. Aspectos técnicos do cultivo da ameixeira. 2006. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2006\\_3/ameixeira/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2006_3/ameixeira/index.htm)>. Acesso em: 6 abr. 2011.

CHAGAS, P. C. **Cultivares de ameixas de baixa exigência em frio para regiões subtropicais do Estado de São Paulo**. 2008. 90 p. (Mestrado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

- CHITARRA, M. I. F. Fisiologia e qualidade de produtos vegetais. In: BOREM, F. M. (Coord.). **Armazenamento e processamento de produtos agrícolas**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. **Trabalhos apresentados...** Lavras: UFLA; SBEA, 1998. p. 1-58.
- CHITARRA, M. I. F.; CARVALHO, V. D. Frutos temperados: pêssegos, ameixas e figos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 125, p. 56-66, 1985.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.
- COELHO, A. H. R. Qualidade pós-colheita de pêssegos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 180, p. 31-39, 1994.
- COSTA, S. M. **Conservação frigorificada de pêssegos ‘Tropic Beauty’ irradiados com e sem a utilização de permanganato de potássio**. 2008. 60 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.
- EDAGI, F. K. et al. Aumento do potencial de armazenamento refrigerado de nêspersas 'Fukuhara' com o uso de tratamento térmico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 44, n. 10, out. 2009.
- ERAZ, A.; FLORE, J. A. The quantitative effect of solar radiation on 'Redhaven' peach fruit skin color. **HortScience**, Alexandria, v. 21, p. 1424-1426, 1986.
- FANTE, C. A. et al. Qualidade pós-colheita de ameixas gulfbreeze (fla 87-7) produzidas em Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal. **Anais...** Natal: CBF, 2010. 1 CD-ROM.
- FERREIRA, D. S.; ROSSO, V. V.; MERCADANTE, A. Z. Compostos bioativos presentes em amora-preta (*Rubus* spp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 3, set. 2010. 11 p.

FILGUEIRAS, H. A. C.; CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Armazenamento de ameixas sob refrigeração e atmosfera modificada. 1. Textura e solubilização de pectinas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 18, n. 1, p. 115-127, 1996.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 5 maio 2011.

FRANCIA-ARICHA, F. M. et al. New anthocyanin pigments formed after condensation with flavonols. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, Washington, DC, v. 45, p. 2262-2266, 1997.

GERMANO, R. M. de A. et al. Conservação pós-colheita de abacates *Persia americana* Mill., variedades Fortuna e Quintal, por irradiação. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 53, n. 2-3, 1996.

GONÇALVES, N. B. **Efeito da aplicação de cloreto de cálcio associado ao tratamento hidrotérmico sobre a composição química e sustentabilidade ao escurecimento interno do abacaxi cv, Smooth Cayenne**, 1998. 101 p. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

GRIERSON, D. Senescence in fruits. **HortScience**, Alexandria, v. 22, n. 5, p. 859-862, 1987.

GRUPO CONSULTIVO INTERNACIONAL SOBRE IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS. **A irradiação de alimentos: ficção ou realidade**. Roma, 1991. 38 p.

ILHA, L. H. et al. Efeito do raleio e do anelamento do tronco no crescimento, produção e qualidade da ameixeira japonesa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 12, dez. 1999.

KADER, A. A. Fruit maturity, ripening and quality relationships. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 485, p. 203-208, 1999.

KADER, A. A. Potential applications of ionizing radiation in postharvest handling of fresh fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 40, n. 5, p. 117-121, 1986.

KAWAMATA, S. Studies on sugar component for fruits by gas-liquid chromatography. **Bulletin Tokyo Agricultural Experiment Station**, Tokyo, n. 10, p. 53-63, 1977.

KAYES, J. S. **Post-harvest physiology of perishables plants products**. New York: Avi, 1991. 543 p.

KLUGE, R. A. et al . Qualidade de ameixas (*Prunus salicina*, Lindl.) 'Reubennel' após armazenamento refrigerado. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 3, p. 476-481, dez. 1995.

KLUGE, R. A. et al. Efeitos de tratamentos térmicos aplicados sobre frutas cítricas armazenadas sob refrigeração. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 1388-1396, out. 2006.

KLUGE, R. A.; BILHALVA, A. B.; CANTILLANO, R. F. F. Armazenamento refrigerado de ameixas 'Reubennel' (*Prunus salicina* Lindl.): efeitos do estágio de maturação e do polietileno. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 53, n. 2-3, p. 226-231, maio 1996.

KLUGE, R. A.; CANTILLANO, R. F. F.; BILHALVA, A. B. Colapso de polpa em ameixas 'santa rosa' armazenadas em diferentes regimes de temperatura. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 3, n. 3, p. 125-130, set./dez. 1997a.

KLUGE, R.A. et al. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. Pelotas: UFPEL, 1997b. 163 p.

KRAMER, A. Fruits and vegetables. In: KRAMER, A.; TWIGG, B. A. **Quality control for the food industry**. Connecticut: Avi, 1973. v. 2, p. 157-227.

LANA, M. M.; FINGER, F. L. **Atmosfera modificada e controlada**: aplicação na conservação de produtos hortícolas. Rio de Janeiro: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Rio de Janeiro: Embrapa Hortaliças, 2000. 34 p.

LIMA, V. L. A. G. de et al. Fenólicos e carotenóides totais em pitanga. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 3, p. 447-450, set. 2002.

LUNARDI, R.; TERUEL, B.; NEVES, L. C. Armazenamento refrigerado e boas práticas na conservação de frutos. In: NEVES, L. C. (Org.). **Manual pós-colheita da fruticultura brasileira**. Londrina: Eduel, 2009. p. 61-86.

MALGARIM, M. B. et al. Modificação da atmosfera na qualidade pós-colheita de ameixas cv. Reubennel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 373-378, dez. 2005.

MARTINS, C. R. et al. Atividade polifenoloxidase e compostos fenólicos em pós-colheita de pêssegos cultivado em pomar com cobertura vegetal e cultivo tradicional. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 3, p. 749-754, jun. 2004.

MITCHELL, F. G. et al. Cold storage effects on fresh market peaches, nectarines e plums. **California Agriculture**, Berkeley, v. 28, n. 10, p. 12-14, 1974.

NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of Glucose. **The Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v. 153, p. 375-80, 1944.

NEVES, L. C.; MANZIONE, R. L.; VIEITES, R. L. Radiação gama na conservação pós-colheita da nectarina (*Prunus persica* var. Nucipersica) frigoconservada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 676-679, 2002.

NOGUEIRA, R. J. M. C. et al. Efeito do estágio de maturação dos frutos nas características físico-químicas de acerola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 4, p. 463-470, abr. 2002.

O'BEIRNE, D. Irradiation of fruits and vegetables: applications and issues. **Professional Horticulture**, Oxford, v. 3, n. 1, p. 12-19, 1989.

OLIVEIRA, M. A. de **Comportamento pós-colheita de pêssegos (*Prunus persica* L (Batsch) revestidos com filme a base de amido como alternativa à cera comercial**. 2000. 93p. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.



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

PALUDO A. et al. Mudanças pós-colheita e estabilidade de carotenóides no figo-da-índia (*Opuntia ficus-indica*) durante armazenamento refrigerado. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO CERRADO, 9., 2008, Brasília DF. **Anais...** Brasília, DF: SNC, 2008. 1 CD-ROM.

PORTE, A.; MAIA, L. H. Alterações fisiológicas, bioquímicas e microbiológicas de alimentos minimamente processados. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 19, p. 105-118, 2001.

SANTOS, A. F.; SILVA, S. M.; ALVES, R. E. Armazenamento de pitanga sob atmosfera modificada e refrigeração I: transformações químicas em pós-colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 36-41, 2006.

SEGANTINI, D. M. **Fenologia, produção e qualidade dos frutos de cultivares de pessegueiro (*Prunus persica* L.Bastch) em São Manuel – SP.** 2010. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

SEIBERT, E. et al. Efecto del acondicionamiento previo al almacenaje refrigerado sobre la calidad de ciruelas 'Constanza'. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 1, p. 233-242, 2008.

SEIBERT, E. et al. Efeitos do condicionamento na qualidade de pêsegos 'Maciel'. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 3, p. 477-483, 2010.

SELVARAJ, Y.; KUMAR, R. Studies on fruit softening enzymes and polyphenol oxidase activity in ripening mango (*Mangifera indica* L.) fruit. **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v. 26, n. 4, p. 218-222, 1989.

SENTANIN, M. A; AMAYA, D. B. R. Teores de carotenóides em mamão e pêsego determinados por cromatografia líquida de alta eficiência. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 13-19, 2007.

SILVA, G. G. et al. Caracterização do fruto de ameixa silvestre (*Ximenia americana* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 311-314, jun. 2008.

SILVA, P. M. et al. Produção integrada de frutas – PIF. Fortaleza: Instituto Frutal, 2004. 105 p.

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. São Paulo: Ceres, 1998. 530 p.

SIMS D. A.; GAMON J. A. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 81, p. 337-354, 2002.

SINGLETON V. L.; ORTHOFER R.; LAMUELA-RAVENTOS R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods Enzymology**, Livermore, v. 299, p. 152-178, 1999.

SIQUEIRA, A. A. Z. C. **Utilização da radiação gama em melões Cantaloupe (*Cucumis melo* L. var. *Cantaloupensis*) como técnica de conservação pós-colheita**. 2007. 108 f. Tese (Doutorado em Ciências/Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente)-Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p.

TERADA, M. et al. Differential rapid analysis ascorbic acid and ascorbic acid 2-sulfate by dinitrophenylhydrazine method. **Annals of Biochemistry**, Calcutta, v. 4, p. 604-608, 1979.

TRESSLER, D. J.; JOSLYN, M. A. **Fruits and vegetable juice processing**. Westport: AVI, 1961. 1028 p.

UENOJO, M.; MARÓSTICA JÚNIOR, M. R.; PASTORE, G. M. Carotenóides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 616-622, 2007.

UNITED FRESH FRUIT VEGETABLE ASSOCIATION. **Food irradiation for the produce industry**. Alexandria, 1986. 11 p.

VIEITES R. L. Conservação pós-colheita de frutos com a utilização de irradiação. In: NEVES, L. C. (Org.). **Manual pós-colheita da fruticultura brasileira**. Londrina: Eduel, 2009. p. 189-212.

VITTI, D. C. C. et al. Tratamento térmico para controle da lanosidade em pêssegos 'Dourado-2' refrigerados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 12, p. 1705-1713, dez. 2007.

WILLS, R.H et al. **Post harvest**: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. London: Granada, 1981. 162 p.

YAMASHITA, F. Embalagem pós-colheita. In: NEVES, L. C. (Org.). **Manual pós-colheita da fruticultura brasileira**. Londrina: Eduel, 2009. p. 165-187.

YAMASHITA, F.; BENASSI, M. T. Influência da embalagem de atmosfera modificada e do tratamento com cálcio na cinética de degradação de ácido ascórbico e perda de massa em goiabas (*Psidium guajava* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 27-31, abr. 2000.

ZAGORY, D.; KADER, A.A. Modified atmosphere packaging of fresh produce. **Food Technology, Chicago**, v. 42, n. 9, p. 70-77, 1988.

ZENEBON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. (Coords.). **Métodos físicos e químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolf Lutz, 2008. 1020 p.

ZHOU, H-W. et al. Delayed storage and controlled atmosphere storage of nectarines: two strategies to prevent woolliness. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 18, n. 2, p. 133-141, 2000.