

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

**MÉTODOS FÍSICOS NA CONSERVAÇÃO DE CAQUI CV. KIOTO *IN NATURA* E
MINIMAMENTE PROCESSADO**

VERIDIANA ZOCOLER DE MENDONÇA

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da Unesp – Campus de Botucatu,
para obtenção do título de Doutor em
Agronomia (Energia na Agricultura)

Botucatu - SP
Agosto - 2016

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

**MÉTODOS FÍSICOS NA CONSERVAÇÃO DE CAQUI CV. KIOTO *IN NATURA* E
MINIMAMENTE PROCESSADO**

VERIDIANA ZOCOLER DE MENDONÇA

Orientador: Prof. Dr. Rogério Lopes Vieites

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da Unesp – Campus de Botucatu,
para obtenção do título de Doutor em
Agronomia (Energia na Agricultura)

Botucatu - SP
Agosto - 2016

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

M539m Mendonça, Veridiana Zocoler de, 1986-
Métodos físicos na conservação de caqui cv. Kioto *in natura* e minimamente processado / Veridiana Zocoler de Mendonça. - Botucatu : [s.n.], 2016
xviii, 125 f. : fots. color., grafs., tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2016
Orientador: Rogério Lopes Vieites
Inclui bibliografia

1. Caqui - Conservação por radiação. 2. Caqui - Tecnologia pós-colheita. 3. Caqui - Processamento. 4. Radiação ionizante. I. Vieites, Rogério Lopes. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. III. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: MÉTODOS FÍSICOS NA CONSERVAÇÃO DE CAQUI CV. KIOTO IN NATURA E MINIMAMENTE PROCESSADO


AUTORA: VERIDIANA ZOCOLER DE MENDONÇA

ORIENTADOR: ROGÉRIO LOPES VIEITES

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AGRONOMIA (ENERGIA NA AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. ROGÉRIO LOPES VIEITES
Depto de Horticultura / Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP



Profa. Dra. ELISANGELA MARQUES JERONIMO TORRES
Pólo Regional Centro Oeste / APTA - JAÚ/SP



PESQUISADORA JULIANA SANCHES
Divisão de Engenharia Agrícola / Capta Engenharia e Automação / INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS



Profa. Dra. MARTA HELENA FILLET SPOTO
Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição / Escola Superior de Agricultura - USP



Prof. Dr. MARCO ANTONIO TECCHIO
Dep de Horticultura / Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu

Botucatu, 31 de agosto de 2016

A Deus pelo dom vida, oportunidades e ensinamentos!

Aos meus amados pais, Enoch Tadeu de Mendonça e Maria de Lourdes Zocoler de Mendonça, por estarem sempre ao meu lado, depositando amor e confiança para que eu pudesse seguir em frente.

Em meio as adversidades do caminho, me ensinaram que as dificuldades se dissipam frente a fé, a perseverança e o amor.

DEDICO

Aos meus pais, Enoch e Maria de Lourdes, minhas irmãs, Francine e Poliana, meus cunhados, Rodrigo e Mayk, e meus lindos sobrinhos, Laura e Heitor, que alegram meus dias e são meu porto seguro. Vocês são parte de mim!

Ao Fabinho, pelos anos de companheirismo e apoio em cada etapa da minha vida. Você é especial!

A toda minha família, meu bem maior!

“Penso que cumprir a vida seja simplesmente
Compreender a marcha e ir tocando em frente
Como um velho boiadeiro levando a boiada
Eu vou tocando os dias pela longa estrada eu vou
Estrada eu sou.”
(Tocando em frente, Renato Teixeira)

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus Botucatu, pela estrutura oferecida.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (Energia na Agricultura) pela oportunidade de cursar o doutorado, ao coordenador Prof. Dr. Adriano Wagner Ballarin e a secretária Débora Branco pela gentileza no atendimento e auxílio durante o curso.

A secretaria da Seção de Pós-graduação pelo suporte acadêmico.

Ao Prof. Dr. Rogério Lopes Vieites que me aceitou de prontidão, me concedeu a oportunidade de trabalhar com sua equipe e crescer profissionalmente.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa.

A equipe do Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças que tornaram os dias de trabalho mais animados.

Aos técnicos de laboratório Márcia Adriana Garcia e Edson Rosa pela ajuda, amizade e ensinamentos.

As amigas do laboratório, as pós-doutorandas, Érika Fujita, Érica R. Daiuto e Flávia A. C. Mariano-Nasser, aos pós-graduandos, Juliana A. Ramos, Karina A. Furlaneto, Priscilla K. Caetano, Giovanna A. Lundgren, Nathalie C. Cábia e Maurício D. Nasser, e ao graduando Eduardo Monteferrante, que disponibilizaram tempo, ensinamentos e paciência para o desenvolvimento do projeto.

Aos colegas de curso que pude conhecer e fazer novos laços de amizade, represento-os pela Aline, Carla, Luciana, Vitor, Natália, Lucas, Marcelo, Stefani, Bruno, Rafaelly, Wellington e Jackson.

A todos os amigos que estiveram ao meu lado, torcendo e contribuindo para que tudo desse certo, presentes nos momentos de trabalho e diversão. Aqueles que nem sempre puderam estar presentes fisicamente, mas sempre tinham uma mensagem de apoio e carinho. Todos estão no meu coração!

Ao Prof. Marco Antonio Tecchio pelo auxílio no contato dos produtores de aqui.

A Profa. Lídia Raquel de Carvalho pelo auxílio nas análises estatísticas.

Ao Centro de Tecnologia das Radiações (CTR) do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/USP) pelo uso do Irradiador Multipropósito de Cobalto-60.

A todos professores que contribuíram para a minha formação.

Aos professores e pesquisadores das Bancas de Qualificação e Defesa pela contribuição e melhoria do trabalho.

A todos que contribuíram e apoiaram, direta ou indiretamente, a realização deste trabalho permitindo que eu pudesse alcançar esta conquista.

MUITO OBRIGADA!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	X
LISTA DE FIGURAS	XVI
RESUMO	1
SUMMARY	3
1 INTRODUÇÃO	5
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	8
2.1 A cultura do caquizeiro.....	8
2.2 Aspectos gerais na pós-colheita	10
2.3 Atmosfera modificada ativa	12
2.4 Radiação gama em alimentos.....	13
2.5 Processamento mínimo	15
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1 Matéria-prima.....	18
3.2 Experimento I: Conservação de caqui ‘Kioto’ em atmosfera modificada ativa associada ao armazenamento refrigerado	19
3.3 Experimento II: Conservação de caqui ‘Kioto’ submetido a radiação gama associada ao armazenamento refrigerado.....	20
3.4 Experimento III: Caquis ‘Kioto’ minimamente processado embalado em atmosfera modificada ativa e armazenado sob refrigeração	21
3.5 Variáveis analisadas.....	22
3.5.1 Análises físico-químicas.....	22
3.5.2 Compostos bioativos	23
3.5.3 Atividade enzimática.....	25
3.6 Preparo das amostras	26
3.7 Análise estatística	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27

4.1 Caracterização dos frutos	27
4.2 Experimento I: Conservação de caqui ‘Kioto’ em atmosfera modificada ativa associada ao armazenamento refrigerado	27
4.2.1 Perda de massa fresca.....	27
4.2.2 Sólidos solúveis, potencial hidrogeniônico e acidez titulável	29
4.2.3 “Ratio” e açúcar redutor	34
4.2.4 Coloração da casca.....	37
4.2.5. Coloração da polpa.....	41
4.2.6 Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante por DPPH	44
4.2.7. Vitamina C e flavonoides	46
4.2.8 Pigmentos: clorofila A, clorofila B, antocianinas e carotenoides	50
4.2.9 Atividade enzimática.....	55
4.3 Experimento II: Conservação de caqui ‘Kioto’ submetido a radiação gama associada ao armazenamento refrigerado.....	58
4.3.1 Perda de massa.....	58
4.3.2 Sólidos solúveis, potencial hidrogeniônico, acidez titulável	60
4.3.3 “Ratio” e açúcar redutor	63
4.3.4 Coloração da casca.....	65
4.3.5 Coloração da polpa.....	68
4.3.6 Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante por DPPH	69
4.3.7 Vitamina C e flavonoides	73
4.3.8 Pigmentos: clorofila A, clorofila B, antocianinas e carotenoides	76
4.3.9 Atividade enzimática.....	79
4.4 Experimento III: Caqui ‘Kioto’ minimamente processado, embalado em atmosfera modificada ativa e armazenado sob refrigeração	82
4.4.1 Perda de massa.....	82
4.4.2 Sólidos solúveis, potencial hidrogeniônico, acidez titulável	84

4.4.3 “Ratio” e açúcar redutor	88
4.4.4 Coloração da casca	91
4.4.5 Coloração da polpa.....	93
4.4.6 Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante por DPPH	94
4.4.7 Vitamina C e flavonoides	96
4.4.8 Pigmentos: clorofila A, clorofila B, antocianinas e carotenoides	98
4.4.9 Atividade enzimática.....	102
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	106
6 CONCLUSÕES	108
7 REFERÊNCIAS.....	109

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização bromatológica dos frutos de caqui cv. Kioto.....	27
Tabela 2. Perda de massa fresca (%) de caqui cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.....	28
Tabela 3. Sólidos solúveis (° Brix), potencial hidrogeniônico (pH) e acidez titulável (g ácido málico 100 g^{-1} polpa) de caquis cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	30
Tabela 4. Acidez titulável (g ácido málico 100 g^{-1} polpa) de caqui cv. Kioto nos tratamentos de atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	33
Tabela 5. “Ratio” e açúcar redutor (%) de caqui cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.....	34
Tabela 6. “Ratio” de caquis cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.....	36
Tabela 7. Luminosidade e ângulo Hue da casca de caqui cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	38
Tabela 8. Ângulo Hue da casca de caqui cv. Kioto nos tratamentos sob atmosfera modificada ativa e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	40
Tabela 9. Luminosidade e ângulo Hue da polpa de caqui cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	41
Tabela 10. Ângulo Hue da polpa de caqui cv. Kioto nos tratamentos sob atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	43
Tabela 11. Compostos fenólicos totais (mg de ácido gálico 100 g^{-1} polpa fresca) e atividade antioxidante por DPPH (%) de caqui cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.....	44
Tabela 12. Vitamina C (mg de ácido ascórbico 100 g^{-1} de polpa fresca) e flavonoides (mg de rutina 100 g^{-1} de polpa fresca) de caqui cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.....	48

Tabela 13. Vitamina C (mg de ácido ascórbico 100 g ⁻¹ de polpa fresca) de caqui cv. Kioto nos tratamentos com atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	49
Tabela 14. Flavonoides (mg de rutina 100 g ⁻¹ de polpa fresca) de caqui cv. Kioto nos tratamentos com atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	49
Tabela 15. Clorofila A, clorofila B, antocianinas e carotenoides (µg g ⁻¹ polpa) de caqui cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	50
Tabela 16. Clorofila A (µg g ⁻¹ polpa) em caqui cv. Kioto nos tratamentos de atmosfera modificada ativa e armazenamento em ambiente refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	52
Tabela 17. Clorofila B (µg g ⁻¹ polpa) em caqui cv. Kioto nos tratamentos de atmosfera modificada ativa e armazenamento em ambiente refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	52
Tabela 18. Antocianinas (µg g ⁻¹ polpa) em caqui cv. Kioto nos tratamentos de atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	53
Tabela 19. Carotenoides (µg g ⁻¹ polpa) em caqui cv. Kioto nos tratamentos de atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	53
Tabela 20. Atividade da pectinametilesterase (UE min ⁻¹ g tecido ⁻¹) e poligalacturonase (UE min ⁻¹ g tecido ⁻¹) em caqui cv. Kioto submetido a atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	55
Tabela 21. Atividade da pectinametilesterase (UE min ⁻¹ g tecido ⁻¹) em caqui cv. Kioto nos tratamentos com atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	57
Tabela 22. Atividade da poligalacturonase (UE min ⁻¹ g tecido ⁻¹) em caqui cv. Kioto nos tratamentos com atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	57
Tabela 23. Perda de massa fresca (%) de caqui cv. Kioto submetido a radiação gama e armazenamento refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	59

Tabela 24. Sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix), potencial hidrogeniônico (pH) e acidez titulável (g ácido málico 100 g^{-1} polpa) de caqui cv. Kioto submetido a radiação gama e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ UR) durante 35 dias.	60
Tabela 25. “Ratio” e açúcar redutor (%) de caqui cv. Kioto submetido a radiação gama e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ UR) durante 35 dias.....	63
Tabela 26. Luminosidade e ângulo Hue da casca de caqui cv. Kioto submetidos a radiação gama e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ UR) durante 35 dias.....	66
Tabela 27. Luminosidade e ângulo Hue da polpa de caquis cv. Kioto submetidos a radiação gama e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ UR) durante 35 dias.....	68
Tabela 28. Compostos fenólicos totais (mg de ácido gálico 100 g^{-1} polpa fresca) e atividade antioxidante por DPPH (%) de caquis cv. Kioto submetidos a radiação gama e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ UR) durante 35 dias.....	70
Tabela 29. Atividade antioxidante por DPPH (%) de caquis cv. Kioto nos tratamentos de radiação gama e armazenamento em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ UR) durante 35 dias.	72
Tabela 30. Vitamina C (mg de ácido ascórbico 100 g^{-1} de polpa fresca) e flavonoides (mg de rutina 100 g^{-1} de polpa fresca) de caquis cv. Kioto submetidos a radiação gama e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ UR) durante 35 dias.....	73
Tabela 31. Vitamina C (mg de ácido ascórbico 100 g^{-1} de polpa fresca) de caquis cv. Kioto nos tratamentos de radiação gama e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ UR) durante 35 dias.	75
Tabela 32. Flavonoides (mg de rutina 100 g^{-1} de polpa fresca) de caquis cv. Kioto nos tratamentos de radiação gama e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ UR) durante 35 dias.	75
Tabela 33. Clorofila A, clorofila B, antocianinas e carotenoides ($\mu\text{g g}^{-1}$ polpa) de caqui cv. Kioto submetido a radiação gama e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ UR) durante 35 dias.	76
Tabela 34. Clorofila A ($\mu\text{g g}^{-1}$ polpa) em caquis cv. Kioto nos tratamentos de radiação gama e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ UR) durante 35 dias.....	77
Tabela 35. Atividade da pectinametilesterase ($\text{UE min}^{-1}\text{ g tecido}^{-1}$) e poligalacturonase ($\text{UE min}^{-1}\text{ g tecido}^{-1}$) em caqui cv. Kioto submetido a irradiação gama e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ UR) durante 35 dias.	80

Tabela 36. Atividade da pectinametilesterase (UE min ⁻¹ g tecido ⁻¹) em caqui cv. Kioto nos tratamentos de irradiação gama e armazenamento refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	81
Tabela 37. Atividade da poligalacturonase (UE min ⁻¹ g tecido ⁻¹) em caqui cv. Kioto nos tratamentos de irradiação gama e armazenamento refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	81
Tabela 38. Perda de massa fresca (%) de caqui cv. Kioto minimamente processado sob atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.	83
Tabela 39. Sólidos solúveis (° Brix), potencial hidrogeniônico (pH) e acidez titulável (g ácido málico 100 g ⁻¹ polpa) de caqui cv. Kioto minimamente processado sob atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.	85
Tabela 40. Potencial hidrogeniônico (pH) de caqui cv. Kioto minimamente processado nos tratamentos sob atmosfera modificada ativa e do armazenamento refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.	86
Tabela 41. Acidez titulável (g ácido málico 100 g ⁻¹ polpa) de caqui cv. Kioto minimamente processado nos tratamentos sob atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.	87
Tabela 42. “Ratio” e açúcar redutor (%) de caqui cv. Kioto minimamente processado sob atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.	88
Tabela 43. “Ratio” de caquis cv. Kioto minimamente processados nos tratamentos sob atmosfera modificada ativa e armazenados em ambiente refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.	89
Tabela 44. Açúcar redutor (%) de caquis cv. Kioto minimamente processados nos tratamentos sob atmosfera modificada ativa e armazenados em ambiente refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.	90
Tabela 45. Luminosidade (L) e ângulo Hue (°Hue) da casca de caqui cv. Kioto minimamente processado sob atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.	91

Tabela 46. Luminosidade e ângulo Hue da polpa de caqui cv. Kioto minimamente processado sob atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.	93
Tabela 47. Compostos fenólicos totais (mg de ácido gálico 100 g^{-1} polpa fresca) e atividade antioxidante por DPPH (%) de caqui cv. Kioto minimamente processado sob atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.	95
Tabela 48. Vitamina C (mg de ácido ascórbico 100 g^{-1} de polpa fresca) e flavonoides (mg de rutina 100 g^{-1} de polpa fresca) de caqui cv. Kioto minimamente processado sob atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.	97
Tabela 49. Flavonoides (mg de rutina 100 g^{-1} de polpa fresca) de caquis cv. Kioto minimamente processados nos tratamentos de atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.	98
Tabela 50. Clorofila A, clorofila B, antocianinas e carotenoides ($\mu\text{g g}^{-1}$ amostra) de caqui cv. Kioto minimamente processado sob atmosfera modificada ativa e ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.	99
Tabela 51. Clorofila A ($\mu\text{g g}^{-1}$ amostra) em caquis cv. Kioto minimamente processados nos tratamentos de atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.	100
Tabela 52. Clorofila B ($\mu\text{g g}^{-1}$ amostra) em caquis cv. Kioto minimamente processados nos tratamentos de atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.	100
Tabela 53. Carotenoides ($\mu\text{g g}^{-1}$ amostra) em caquis cv. Kioto minimamente processados nos tratamentos de atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.	102
Tabela 54. Atividade da pectinametilesterase ($\text{UE min}^{-1} \text{ g tecido}^{-1}$) e poligalacturonase ($\text{UE min}^{-1} \text{ g tecido}^{-1}$) em caqui cv. Kioto minimamente processado em atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.	103
Tabela 55. Atividade da pectinametilesterase ($\text{UE min}^{-1} \text{ g tecido}^{-1}$) em caquis cv. Kioto minimamente processados nos tratamentos com atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.	105

Tabela 56. Atividade da poligalacturonase ($\text{UE min}^{-1} \text{ g tecido}^{-1}$) em caquis cv. Kioto minimamente processados nos tratamentos com atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5 \text{ \% UR}$) durante 10 dias..... 105

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Frutos de caquizeiro cv. Kioto (A) e corte transversal (B).	18
Figura 2. Frutos de caquizeiro cv. Kioto em embalagem de nylon-polietileno com atmosfera modificada ativa.....	19
Figura 3. Irradiador Multipropósito de Cobalto-60, Centro de Tecnologia das Radiações (CTR) do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/USP).	20
Figura 4. Frutos de caquizeiro cv. Kioto irradiados e armazenados em câmara fria ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR).	21
Figura 5. Frutos de caquizeiro cv. Kioto fatiados (A) e embalados em atmosfera modificada ativa em embalagem de nylon-polietileno (B).	22
Figura 6. Perda de massa fresca (%) de caquis cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	29
Figura 7. Sólidos solúveis (° Brix) de caquis cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	31
Figura 8. Potencial hidrogeniônico (pH) de caquis cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	32
Figura 9. Açúcar redutor (%) de caquis cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	37
Figura 10. Luminosidade da casca de caquis cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	38
Figura 11. Luminosidade da polpa de caqui cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa no tempo de armazenamento em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	42
Figura 12. Compostos fenólicos totais (mg de ácido gálico 100 g^{-1} polpa fresca) de caquis cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.....	45
Figura 13. Atividade antioxidante por DPPH (%) de caquis cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	46
Figura 14. Perda de massa fresca (%) de caquis cv. Kioto submetidos a radiação gama e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	59

Figura 15. Sólidos solúveis (° Brix) de caquis cv. Kioto submetidos a radiação gama e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	61
Figura 16. Potencial hidrogeniônico (pH) de caquis cv. Kioto submetidos a radiação gama e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	62
Figura 17. Acidez titulável (g ácido málico 100 g^{-1} polpa) de caquis cv. Kioto submetidos a radiação gama e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	62
Figura 18. “Ratio” de caquis cv. Kioto submetidos a radiação gama e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	64
Figura 19. Açúcar redutor (%) de caquis cv. Kioto submetidos a radiação gama e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	65
Figura 20. Luminosidade da casca de caquis cv. Kioto submetidos a radiação gama e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	67
Figura 21. Ângulo Hue da casca de caquis cv. Kioto submetidos a radiação gama e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	67
Figura 22. Luminosidade da polpa de caqui cv. Kioto submetidos a radiação gama e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	69
Figura 23. Ângulo Hue da casca de caqui cv. Kioto submetidos a radiação gama e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante dias.	69
Figura 24. Compostos fenólicos totais (mg de ácido gálico 100 g^{-1} polpa fresca) de caquis cv. Kioto submetidos a radiação gama e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	71
Figura 25. Antocianinas ($\mu\text{g g}^{-1}$ polpa) em caquis cv. Kioto nos tratamentos de radiação gama e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	78
Figura 26. Carotenoides ($\mu\text{g g}^{-1}$ amostra) em caquis cv. Kioto nos tratamentos de radiação gama e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.	79
Figura 27. Sólidos solúveis (° Brix) de caquis cv. Kioto minimamente processados sob atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.	85

Figura 28. Luminosidade da casca de caquis cv. Kioto minimamente processados sob atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.	92
Figura 29. Ângulo Hue da casca de caquis cv. Kioto minimamente processados sob atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.	92
Figura 30. Atividade antioxidante por DPPH (%) de caquis cv. Kioto minimamente processados sob atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.	96
Figura 31. Vitamina C (mg de ácido ascórbico 100 g^{-1} de polpa fresca) de caquis cv. Kioto minimamente processados sob atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.	97
Figura 32. Antocianinas ($\mu\text{g g}^{-1}$ polpa) em caquis cv. Kioto minimamente processados nos tratamentos de atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.	101

RESUMO

O caqui 'Kyoto' desperta interesse dos produtores por apresentar polpa de coloração chocolate e não taninosa, uma vez que os frutos, normalmente, são consumidos *in natura*. No entanto, a safra se concentra nos meses de março a maio, o que acarreta maior oferta que demanda nesse período. Com a utilização de técnicas pós-colheita é possível conservar os frutos e atingir melhores preços na entressafra da cultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização da atmosfera modificada ativa e da radiação gama na qualidade pós-colheita de frutos de caqui cv. Kioto *in natura* e minimamente processado. No primeiro experimento os frutos foram embalados em sacos de nylon-polietileno e submetidos à atmosfera modificada ativa (0,03 % CO₂ + 21 % O₂, 5 % CO₂ + 4 % O₂, 6 % CO₂ + 4 % O₂, 7 % CO₂ + 4 % O₂ e 8 % CO₂ + 4 % O₂). No segundo experimento os frutos foram embalados em bandejas de poliestireno expandido (EPS) cobertos com filme plástico de policloreto de vinila e submetidos a doses de radiação gama (0,0 kGy, 0,3 kGy, 0,6 kGy, 0,9 kGy e 1,2 kGy). Nos experimentos I e II, as análises foram realizadas a cada sete dias durante 35 dias. O terceiro experimento foi realizado com frutos minimamente processados em corte longitudinal, embalados em sacos de nylon-polietileno e submetidos à atmosfera modificada ativa (0,03 % CO₂ + 21 % O₂, 6 % CO₂ + 4 % O₂, 7 % CO₂ + 4 % O₂ e 8 % CO₂ + 4 % O₂). As análises foram realizadas a cada dois dias durante dez dias. O armazenamento, nos três experimentos, se deu em ambiente refrigerado a $5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % de umidade relativa e foram avaliados quanto a perda de massa fresca, pH, acidez titulável, índice de maturação, sólidos solúveis, açúcares, coloração, ácido ascórbico, vitamina C total, compostos fenólicos totais, avaliação da atividade sequestrante de radical DPPH, pigmentos, flavonoides e

atividade das enzimas poligalacturonase e pectinametilesterase. Os experimentos foram executados em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial com três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância, Teste F ($p < 0,05$), e as médias comparadas pelo Teste de Tukey e regressão polinomial ($p < 0,05$). A utilização de atmosfera modificada ativa combinada com armazenamento refrigerado é um método físico viável para a conservação de caqui 'Kioto', destacando-se a atmosfera composta por 7 % CO_2 + 4 % O_2 . A radiação gama pode ser utilizada como técnica de conservação pós-colheita para caqui 'Kioto', no entanto, por período superior a 21 dias pode ocorrer perda da qualidade e doses mais baixas, 0,3 e 0,6 kGy mostraram-se mais adequadas para aplicação nos frutos. O caqui 'Kioto' tem potencial para o processamento mínimo e possibilidade de comercialização por até dez dias de armazenamento sob atmosfera modificada ativa. As atmosferas compostas por 6 % CO_2 ou 7 % CO_2 + 4 % O_2 apresentaram melhores resultados quanto à conservação e manutenção da qualidade deste produto.

Palavras-chave: *Diospyros kaki* L.; atmosfera modificada ativa; processamento mínimo; pós-colheita; radiação gama.

PHYSICAL METHODS TO CONSERVATION OF PERSIMMON CV. KIOTO *IN NATURA* AND FRESH CUT. Botucatu, 2016. 125p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: VERIDIANA ZOCOLER DE MENDONÇA

Adviser: ROGÉRIO LOPES VIEITES

SUMMARY

Persimmon 'Kioto' arouses interest of producers to present color pulp chocolate and not tannin, since the fruits are usually consumed fresh. However, the crop is concentrated in the months of February to May, which entails greater supply than demand in this period. With the use of post-harvest techniques can preserve fruits and achieve better prices in the cultural season. The objective of this study was to evaluate the use of the active modified atmosphere and gamma radiation on fruit postharvest quality of persimmons cv. Kioto fresh and minimally processed. In the first experiment the fruits were packed in nylon-polyethylene bags and subjected to active modified atmosphere (0.03 % CO₂ + 21 % O₂, 5 % CO₂ + 4 % O₂, 6 % CO₂ + 4 % O₂, 7 % CO₂ + 4 % O₂ and 8 % CO₂ + 4 % O₂). In the second experiment the fruits were packed in polystyrene trays (EPS) covered with plastic film of polyvinyl chloride and subjected to gamma radiation doses (0.0 kGy, 0.3 kGy, 0.6 kGy, 0.9 kGy and 1.2 kGy). In the experiments I and II, the analyzes were performed every seven days for 35 days. The third experiment was performed with minimally processed fruit longitudinal sectional packed in nylon-polyethylene bag and subjected to active modified atmosphere (0.03 % CO₂ + 21 % O₂, 6 % CO₂ + 4 % O₂, 7 % CO₂ + 4 % O₂ and 8 % CO₂ + 4 % O₂). The analyzes were performed every other day for ten days. The storage in the three experiments, occurred under refrigeration at 5 ± 0.5 ° C and $85 \pm 5\%$ relative humidity and analyzed fresh mass loss, pH, titratable acidity, maturation index, soluble solids, sugars, coloring, ascorbic acid, vitamin C, total phenolic compounds, evaluation of scavenging activity of DPPH radical, pigments, flavonoids and activity of enzymes polygalacturonase and pectinametilsterase. The experiments were performed in a completely randomized

design in a factorial design with three replications. Data were subjected to analysis of variance, F test ($p < 0.05$), and the averages compared by Tukey test and polynomial regression ($p < 0.05$). The use of the combined active modified atmosphere refrigerated storage is a viable physical method for storage persimmons Kioto, highlighting the atmosphere containing 7 % CO₂ and 4 % O₂. Gamma radiation can be used as post-harvest conservation technique for persimmon "Kyoto", however, for a period over 21 days can result in loss of quality and lower doses, 0.3 and 0.6 kGy, were more suitable for application in fruits. Persimmon 'Kioto' has the potential to minimal processing and marketability within ten days of storage under active modified atmosphere. The atmospheres composed of 6 % CO₂ or 7 % CO₂ and 4% O₂ showed better results regarding the conservation and maintenance of the quality of this product.

Key words: *Diospyros kaki* L.; active modified atmosphere; fresh cut; post harvest; gamma radiation.

1 INTRODUÇÃO

A cultura do caquizeiro, dentre as frutíferas de clima temperado, foi a que apresentou maior crescimento entre os anos de 1999 e 2009. A produção cresceu 167,65 %, e a área colhida, 48,42 %. Além disso, as exportações também cresceram nesse período, de 155 toneladas em 1998 para 1.724 toneladas em 2008, aumentando a importância da cultura para o agronegócio brasileiro (FACHINELLO et al., 2011).

A oferta de caqui varia de três a cinco meses no ano dependendo do local de produção, da variedade cultivada e do período de armazenamento. Deste modo, o consumo é concentrado durante a safra pois o fruto é consumido, geralmente, na forma *in natura*. Durante a safra a oferta é maior que a demanda, o que ocasiona baixo preço e perdas da produção que não é colhida por falta de mercado e perdas no sistema de distribuição e comercialização. Em contrapartida, na maior parte do ano, ocorre um desabastecimento do produto que pode provocar o encarecimento da fruta (DONAZZOLO; BRACKMANN, 2002, NEUWALD et al., 2005).

O sucesso da cultura do caquizeiro é devido à possibilidade de obtenção de boa produtividade com pouca utilização de insumos, uma vez que o caquizeiro apresenta relativa rusticidade em relação ao ataque de pragas e doenças, adaptação aos diversos tipos de clima e possibilidade de exportação (FACHINELLO et al., 2011).

A utilização de práticas que retardam a colheita dos frutos e prolongam o armazenamento podem ser alternativas para aumentar a rentabilidade da cultura (VIEITES; PICANÇO; DAIUTO, 2012) e regular o controle de preços.

Os tratamentos utilizados para prolongar a conservação pós-colheita de caquis visam retardar a maturação do fruto. Durante a maturação, ocorrem algumas mudanças que podem ser avaliadas por métodos físico-químicos e são utilizadas como indicadores para monitorar o progresso da maturação. A avaliação conjunta de variáveis, tais como teor de sólidos solúveis, pH, acidez e firmeza, serve para identificar o estágio de maturação em que se encontra a fruta, bem como acompanhar o processo de amadurecimento após a colheita (BLUM et al., 2008).

Segundo Donazzolo e Brackmann (2002), a conservação do caqui depende principalmente das condições de armazenamento, sendo que a temperatura e umidade relativa das câmaras frias estão entre os fatores mais importantes.

Combinados com a refrigeração, diferentes técnicas pós-colheita são utilizadas para prolongar o período de armazenamento dos produtos hortícolas. A atmosfera modificada ativa é uma delas e pode ser definida como o armazenamento realizado sob condições de composição da atmosfera diferente da encontrada no ar atmosférico (LANA; FINGER, 2000), é realizada para reduzir o metabolismo e, conseqüentemente, o amadurecimento do vegetal (RICO et al., 2007).

A irradiação também é um processo básico de tratamento pós-colheita e pode ser comparável a pasteurização térmica, ao congelamento ou ao enlatamento. Sua ação na conservação de vegetais se dá pela interrupção dos processos orgânicos que levam o fruto à rápida senescência. Neste processo, o alimento é exposto a um tipo de energia ionizante, seja raios gama, raios X ou feixe de elétrons. A energia passa pelo alimento que está sendo irradiado e, diferentemente dos tratamentos químicos, não deixa resíduos. Sendo assim, os produtos irradiados podem ser transportados, armazenados ou consumidos imediatamente após o tratamento (VIEITES, 2009).

Os alimentos minimamente processados cresceram em popularidade (GARRETT, 2002) e representam uma alternativa para refeições mais saudáveis, com menor tempo de preparo além de constituir uma forma de estimular o consumo de vegetais (SIRGIST; BUENO, 2009). No entanto, o processamento mínimo de frutas é menor quando comparado ao de hortaliças. Diante do aumento da produção de caqui acarretando em excesso de produção durante a safra, o desenvolvimento de novos produtos faz-se necessário além da oferta da fruta *in natura*, sendo os produtos minimamente processados um dos principais segmentos em ascensão no ramo alimentar (IGUAL et al., 2008).

O uso da atmosfera modificada ativa e da radiação gama destacam-se como tecnologias possíveis de prolongar a vida pós-colheita dos frutos e constituem importante técnica para estender o período de comercialização aliados ao armazenamento refrigerado, bem como o processamento mínimo pode ser uma técnica promissora para estimular o consumo de caqui.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar o uso da atmosfera modificada ativa, da radiação gama e do processamento mínimo na qualidade pós-colheita de caqui cv. Kioto sob armazenamento refrigerado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do caquizeiro

O caqui, *Diospyros kaki* L., conhecido como alimento dos deuses (dios = Deus e pyrus = alimento), pertence à família Ebenaceae, é um fruto nativo da China, onde foi cultivado por séculos e existiam mais de duzentas variedades diferentes. A cultura se expandiu para a Coreia e Japão, onde foram desenvolvidas novas cultivares (PARK e al., 2004). A fruta foi introduzida no Brasil em 1890, no estado de São Paulo, porém a expansão da cultura só ocorreu a partir de 1920, com a chegada de imigrantes japoneses que trouxeram, além da diversificação das cultivares, o domínio da produção (BRACKMANN, 2003; LORENZI et al., 2006).

O caquizeiro é uma planta caducifolia, portanto necessita de um período de repouso para completar seu ciclo anual, que ocorre durante o inverno. Possui porte arbóreo e copa arredondada, bastante ramificada podendo atingir até 12 m de altura. Apresenta lento desenvolvimento inicial, levando de 7 a 8 anos para atingir a produtividade máxima em sistemas de baixa densidade, é relativamente tardio quanto às primeiras colheitas, mas efetivamente perene com longevidade de várias dezenas de anos (MARTINS; PEREIRA, 1989).

As folhas do caquizeiro são alternadas, curto-pecioladas, pubescentes na página inferior, glabras e lustrosas na face superior. A biologia floral do caquizeiro é muito particular e diversa entre as cultivares. As flores podem ser masculinas, femininas e hermafroditas, podendo ocorrer os três tipos na mesma planta. Geralmente, o

caquizeiro se comporta como uma espécie dioica, flores masculinas e femininas em plantas diferentes. As flores são de coloração branco-creme, surgem junto as axilas das folhas dos ramos novos, logo após a brotação que sucede ao período de repouso hibernar. Por ser uma planta perene, de porte arbóreo, o caquizeiro entra em produção a partir do quarto ano e pode durar dezenas de anos. A planta adulta produz cerca de 100 a 150 kg de frutas por árvore (MARTINS; PEREIRA, 1989).

O caqui é uma baga com forma e tamanho bastante variável entre as cultivares. Pode-se encontrar frutos de forma arredondada até quase quadrangular, globosos ou achatados (RAGAZZINI, 1985). A partenocarpia é muito comum no caquizeiro. Quando polinizados, os frutos normais podem conter até oito sementes. O caqui é um fruto rico em tanino, cujo metabolismo varia entre as cultivares, originando uma classificação em três grupos. Os caquis podem ser classificados em taninosos, não taninosos (ou doces) e variáveis. Os caquis taninosos possuem polpa amarela e são sempre taninosos, independente da presença de sementes. Os caquis doces possuem polpa amarela e são sempre doces, sem adstringência, independente da presença de sementes. E os caquis variáveis podem apresentar polpa escura (café ou chocolate) e não adstringente quando apresentam sementes, e polpa amarela e taninosa quando não possuem sementes (MARTINS; PEREIRA, 1989).

O fruto verde é rico em tanino e com a maturação se transforma em açúcar ou é consumido na respiração (RAGAZZINI, 1985). O fruto maduro, praticamente não apresenta acidez, é rico em amido e açúcares, notadamente glicose, sais minerais e vitaminas A e C. É fonte de cálcio, fósforo e sódio, contém vitaminas hidrossolúveis B1 e B2 e apresenta baixo teor de lipídeos e proteínas (CORSATO, 2004). O caqui também auxilia no funcionamento intestinal devido ao seu teor de fibras e, por ser rico em betacaroteno, possui ação sobre os dentes, pele, olhos, unhas, cabelos e na defesa do organismo (MELO; ALMEIDA, 2016).

A cultura do caqui vem ganhando importância no Brasil, tanto pela área plantada quanto pelo aumento da produção, que tem propulsionado o aumento da oferta do produto para o mercado interno e, conseqüentemente, impulsionando os produtores para que parte da produção seja exportada (SILVA et al., 2011). As regiões Sul e Sudeste são as principais produtoras, por apresentarem condições edafoclimáticas adequadas (SATO; ASSUMPCÃO, 2002).

O Brasil é o terceiro produtor mundial de frutas com 37,6 milhões de toneladas, distribuídos em área de 2,43 milhões de hectares, precedido por China e Índia.

A produção mundial de caqui, em 2012, foi liderada pela China, maior produtora, com cerca de 3,5 milhões de toneladas produzidas, seguida da República da Coreia com 352 mil toneladas e o Japão com 214,7 mil toneladas. O Brasil ocupou o quarto lugar no ranking mundial com 173,2 mil toneladas (FAOSTAT, 2015), com área plantada de 8,2 mil hectares, rendimento médio de 19,4 t ha⁻¹ e exportações na ordem de 257 mil t (IBGE, 2012).

Dentre as cultivares existentes, ocorre especial interesse por aquelas que possuem os frutos não-taninosos, uma vez que a produção de caqui se destina, na sua maior parte, ao consumo *in natura* (FACHINELLO et al., 2011). O caqui 'Kyoto' desperta interesse dos produtores devido à sua colheita tardia, depois da cv. Fuyu, e por apresentar polpa com cor chocolate e não taninosa se polinizados. A polpa é firme e permite o transporte a longas distâncias. Seus frutos são redondo-alongados de tamanho médio, normalmente de 180 a 240 g, pertencentes ao grupo variável com altos índices de autopolinização e com a característica de apresentar sementes (DONAZZOLO; BRACKMANN, 2002).

A safra do caqui ocorre nos meses de fevereiro a maio, dependendo da cultivar e local de produção. Ou seja, o curto período de colheita faz com que, neste período, haja maior oferta do que demanda, conseqüentemente, os preços se tornam pouco rentáveis aos produtores. Após o mês de junho, quando os preços se tornam mais atrativos ao produtor, estes têm dificuldade para conservar a qualidade dos frutos até esta época devido a sua alta perecibilidade (DONAZZOLO; BRACKMANN, 2002; FERRI et al., 2002). O baixo consumo *per capita* no Brasil e o mercado regionalizado também contribuem para que a oferta do caqui no período de safra seja maior que a demanda (DONAZZOLO; BRACKMANN, 2002).

Como alternativa, os produtores vêm buscando soluções como cultivos tardios, manejo da cultura e/ou técnicas de armazenamento visando prolongar a vida útil do fruto com qualidade, tentando alcançar melhores preços na entressafra (PICANÇO, 2009).

2.2 Aspectos gerais na pós-colheita

A maioria dos produtos perecíveis necessitam ser armazenados para balancear as flutuações de mercado entre a colheita e a comercialização diária, podendo ser armazenados por longos períodos afim de estender o período de comercialização e obter

melhores preços de mercado fora do período da safra, no qual a oferta do produto supera sua demanda.

Após a colheita, os vegetais continuam vivos, ou seja, continuam o metabolismo respiratório por meio do consumo de suas próprias reservas o que resulta na sua deterioração. A demanda de energia para essas atividades fisiológicas provém dos processos degradativos da hidrólise de amido, sendo a principal transformação quantitativa ocorrida durante o amadurecimento dos frutos (CORRÊA; PINTO; ONO, 2007).

A senescência é responsável pelo envelhecimento e morte dos tecidos. Portanto, é fundamental o conhecimento das diferentes fases da vida do fruto, tanto para que a colheita seja realizada na época mais apropriada, como para utilização de tecnologias que proporcionem a manutenção da qualidade com aumento da vida útil do produto (JACOMINO et al., 2002, ARROUCHA et al., 2012).

Na maturação dos frutos carnosos, como o caqui, os tecidos imaturos do parênquima sofrem transformações irreversíveis, desenvolvendo as características de qualidade ótimas para o consumo. Dentre as principais transformações durante a maturação dos frutos estão a elevação da atividade respiratória, síntese de etileno, degradação das clorofilas, síntese de carotenoides e flavonoides, solubilização das pectinas e hidrólise de polissacarídeos estruturais da parede celular, interconversão de açúcares, síntese e/ou degradação de ácidos orgânicos, polimerização de fenólicos e síntese de compostos voláteis (aromáticos) (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O caqui é um fruto climatérico muito sensível, pois apresenta elevação na taxa respiratória e na produção de etileno que desencadeia o amadurecimento, dificultando a sua comercialização em locais mais distantes dos centros de produção (PINHEIRO et al., 2007, PINTO, 2010). O amadurecimento é acompanhado por uma redução significativa na firmeza da polpa, tornando-se um fruto frágil e suscetível a danos mecânicos. O amolecimento ocorre devido ao aumento da atividade de enzimas de degradação de paredes celulares, tais como a celulase, a pectinametilesterase e a poligalacturonase (TAIRA; ONO; MATSUMOTO, 1997).

Durante o amadurecimento, as modificações de coloração dos caquis estão relacionadas aos processos degradativos, como a degradação da clorofila, e processos sintéticos, como por exemplo a síntese de carotenóides, responsáveis pelas colorações amarelas, laranja e vermelha, como a α -criptoxantina, zeaxantina e licopeno (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2011).

Em caquis submetidos à refrigeração, as principais alterações indesejáveis observadas durante o armazenamento são a perda de firmeza de polpa, a ocorrência de escurecimento epidérmico e de podridões. Tais danos são acentuados quando os frutos são removidos das câmaras frias e mantidos em condições ambientais com temperaturas acima de 15 °C (WOOLF; BALL; SPOONER, 1997; FERRI; ROMBALDI, 2004). Embora tenham ocorrido progressos nos processos de armazenamento, a perda de firmeza de polpa e o escurecimento epidérmico ainda são fatores limitantes para o armazenamento de caquis (FERRI et al., 2007).

2.3 Atmosfera modificada ativa

A comercialização da maioria dos vegetais frescos pode ser estendida pelo armazenamento imediato desses produtos, em condições atmosféricas que mantenham a sua qualidade. Nesse sentido, o armazenamento em condições ideais visa minimizar a intensidade do processo metabólico sem, no entanto, alterar a fisiologia do produto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O armazenamento sob baixas temperaturas constitui o meio mais efetivo na extensão da vida útil pós-colheita de frutos e hortaliças pois é o fator que mais reduz o metabolismo. No entanto, o uso de técnicas combinadas a refrigeração pode prolongar ainda mais a vida pós-colheita comparado ao uso isolado da refrigeração. Como complemento, a modificação da atmosfera vem sendo utilizada com sucesso (SOUZA et al., 2008).

A atmosfera modificada ativa é usada para prolongar a vida pós-colheita do produto fazendo com que a atmosfera em seu interior atinja um equilíbrio com concentrações ótimas de O₂ e CO₂ para aumentar a vida útil da fruta ou hortaliça, permitindo ao processador um tempo adicional para comercializar o alimento sem prejudicar sua qualidade ou frescor, e representa uma alternativa que visa incrementar o efeito do frio no armazenamento de frutos, sendo uma técnica bastante prática e menos onerosa que a atmosfera controlada (STEFFENS et al., 2009).

A atmosfera modificada ativa trata-se da introdução de uma nova atmosfera, diferente da composição do ar, em uma embalagem alimentícia, sem controle posterior da concentração dos gases. As concentrações de O₂ e CO₂ são conhecidas no

momento da injeção dos gases na embalagem, no entanto, não são controladas posteriormente e variam em função da temperatura, tipo de embalagem, taxa respiratória do produto e do tempo. Os gases a serem modificados são o oxigênio e o gás carbônico, já o nitrogênio é utilizado para o balanço da composição por ser um gás inerte (GAVA; SILVA; FRIAS, 2008).

Entre os principais benefícios da atmosfera modificada ativa destacam-se a inibição do início do amadurecimento e o retardamento do processo do amadurecimento e da senescência. A atmosfera modificada ativa, quando combinada com a refrigeração a baixa temperatura, pode ser utilizada para retardar a perda de qualidade durante o armazenamento, pois as altas concentrações de CO₂ inibem diversas enzimas do ciclo dos ácidos tricarbônicos, reduzindo o metabolismo e a respiração dos frutos contribuindo para a manutenção da qualidade do produto e, conseqüentemente, para a redução de perdas pós-colheita (BRACKMANN; CHITARRA, 1998, GAVA; SILVA; FRIAS, 2008, STEFFENS et al., 2009). Contudo, a atmosfera modificada pode provocar desordens fisiológicas, principalmente aquelas decorrentes da deficiência de O₂ e excesso de CO₂, aumento na susceptibilidade a doenças e desenvolvimento de *flavor* desagradável (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Trabalhos apontam que em diferentes vegetais, climatéricos e não climatéricos, a atmosfera modificada foi eficiente em reduzir a perda de massa, manter a aparência externa e ângulo Hue da casca em melões (SOUZA et al., 2008), aumentar o tempo de conservação e manter a qualidade em morangos (CALEGARO; PEZZI; BENDER, 2002), retardar o amadurecimento em ameixas (CORRÊA et al., 2011) e proporcionar baixo percentual de perda de massa e manutenção dos valores de firmeza em abacates (VIEITES; RUSSO; DAIUTO, 2014). Entretanto, em caqui, o emprego tanto da atmosfera modificada ativa quanto da controlada retardam o amolecimento e escurecimento epidérmico, porém ainda não foi possível estabelecer o período seguro de armazenamento, podendo ser variável em função da safra (FERRI et al., 2007).

2.4 Radiação gama em alimentos

A irradiação aplicada como tratamento de alimentos vem crescendo em todo mundo, no entanto, ainda é pouco difundida no Brasil. Alimentos como especiarias,

grãos, carnes, frutas e tubérculos já são tratados por esse processo há bastante tempo. A irradiação de alimentos consiste na exposição do material de origem vegetal ou animal à radiação ionizante, proveniente tanto de uma máquina de feixes de elétrons como de fontes radioativas (SILVA; ROZA, 2010).

As radiações ionizantes possuem alta frequência, capazes de quebrar ligações químicas quando absorvidas pelo alimento, podendo ocasionar a formação de íons, por isso chamada de ionizante (GAVA; SILVA; FRIAS, 2008).

A irradiação gama é eficaz na redução da contaminação bacteriana, na inativação de agentes patogênicos de origem alimentar de produtos frescos, bem como para retardar o amadurecimento de frutos climatéricos e evitar a utilização de conservantes químicos. O uso de irradiação gama pode aumentar a vida útil de frutas e hortaliças e garantir a segurança microbiológica (HUSSAIN et al., 2012).

Apenas as fontes de ^{60}Co e ^{137}Cs são consideradas para uso comercial, devido à produção de raios gama de energias adequadas, disponibilidade e custo, sendo que a fonte de ^{60}Co tem maior aceitação por apresentar-se na forma metálica e ser insolúvel em água, proporcionando assim maior segurança ambiental (SILVA; ROZA, 2010). A radiação é produzida em um reator nuclear mediante bombardeamento de nêutron de ^{60}Co , enquanto que o ^{137}Cs é resultado da fissão do urânio. Ambos emitem raios gama com alto poder de penetração que podem ser utilizados para tratar alimentos a granel ou embalados (STEWART, 2001), sendo que o ^{60}Co necessita de uma atividade quatro vezes menor que a do ^{137}Cs para conseguir irradiar o mesmo produto (EHLERMANN, 2001).

No processo de irradiação de alimentos apenas os raios gama entram em contato com o produto sem qualquer risco de contaminação radioativa. As doses de radiação são quantificadas em termos de energia absorvida pelo produto irradiado. A dose de 1 quilogray (kGy) corresponde à absorção de 1 quilojoule (kJ) por quilograma (kg) de produto irradiado. As doses normalmente aplicadas aos alimentos situam-se entre 0,1 a 10,0 kGy (NEVES; MANZIONE; VIEITES, 2002). Ao contrário dos métodos químicos convencionais, a irradiação não apresenta efeitos residuais, devendo-se preservar o alimento em condições assépticas após ser irradiado para evitar nova contaminação microbiana (SILVA; ROZA, 2010).

Em geral, os macronutrientes, proteínas, lipídeos, carboidratos e minerais não são afetados consideravelmente pela irradiação com doses baixas, desta forma o frescor é mantido e não são detectáveis mudanças sensoriais na maioria dos produtos

irradiados (VIEITES, 2009). No entanto, pode ocorrer a auto-oxidação de lipídeos produzindo hidroperóxidos que podem resultar em alterações desagradáveis no aroma e no sabor, por isso, alimentos com alta concentração de lipídeos, geralmente, não são recomendados para o processo de irradiação (GAVA; SILVA; FRIAS, 2008).

Uma das vantagens da radiação em alimentos está na possibilidade de ser realizada após a embalagem do produto, reduzindo o risco de posterior contaminação. Gladon et al. (1997) classificam as doses de radiação em três grupos: alta (superior a 10 kGy), média (1 a 10 kGy) e baixa (menor que 1 kGy). As doses baixas são capazes de eliminar insetos e outras formas superiores de vida e retardar o amadurecimento de vegetais, enquanto nas doses média e alta, o produto é pasteurizado e esterilizado, respectivamente. Segundo alguns autores, doses baixas de radiação gama como 0,2 kGy (ARTHUR; ARTHUR, 2000) e 0,3 kGy (PICANÇO, 2009) são mais indicadas para a conservação de caquis.

2.5 Processamento mínimo

Os produtos minimamente processados são aqueles cuja matéria-prima sofreu algum tipo de pré-preparo, sem modificações em sua estrutura natural, apresentando qualidade semelhante à do produto fresco e praticamente prontos para o consumo (GAVA; SILVA; FRIAS, 2008).

O processamento mínimo foi introduzido no Brasil nos anos 1990, sendo que sua expansão no mercado se deu em razão das mudanças dos hábitos alimentares e de fatores de conveniência, como redução de desperdício, praticidade e versatilidade. (MATTIUZ et al., 2004). A mudança nos padrões de consumo de alimentos tem levado ao maior consumo de frutas e hortaliças em detrimento dos produtos industrializados, no entanto, os consumidores desejam produtos de qualidade (ARRUDA et al., 2004).

O processamento mínimo torna os produtos hortícolas mais perecíveis devido às injúrias mecânicas ocasionadas nas operações de descascamento e corte. Quando os produtos hortícolas são cortados, descascados, fatiados ou ralados, ocorre aumento da taxa metabólica devido à maior atividade das células injuriadas e do aumento da superfície exposta à atmosfera após o corte, o que facilita a penetração de oxigênio no interior das células. A atividade respiratória também aumenta em função da temperatura,

espécie vegetal, grau de maturação, condições fisiológicas e composição gasosa da atmosfera ao seu redor (CENCI, 2011). Portanto, alterações como elevação da atividade respiratória, evolução de etileno, degradação de pigmentos clorofílicos, vitaminas e escurecimento enzimático de tecidos são comumente reportadas para produtos minimamente processados (ARRUDA et al., 2003).

Os métodos de controle das alterações ocasionadas pelas injúrias físicas nos vegetais minimamente processados, envolvem preocupações relacionadas à garantia da vida útil, à necessidade de um controle rígido de temperatura e embalagem, à higiene e sanitização eficientes dos produtos, bem como a manutenção da qualidade do produto em relação ao sabor, ao aroma e ao valor nutricional (CENCI, 2011).

Novos produtos e novas tendências tornam o mercado de alimentos aquecido, sendo que as frutas e hortaliças minimamente processadas estão no topo da lista destes produtos. Embora os produtos minimamente processados estejam no mercado há algum tempo, a técnica ainda não é totalmente sucedida em relação a preservação dos atributos de qualidade, especialmente no caso das frutas (ERGUN; ERGUN, 2010).

A demanda por produtos minimamente processados com as mesmas garantias de inocuidade da fruta *in natura* tem encorajado os pesquisadores a concentrar a maior parte de seus esforços em estudar novas formas de aumentar a vida útil de produtos minimamente processados (SOLIVA-FORTUNY; MARTÍN-BELLOSO, 2003).

A utilização de embalagens com atmosfera modificada ativa é uma técnica de conservação já em uso pela indústria de vegetais minimamente processados. Esta técnica implica na alteração dos gases que envolvem uma mercadoria para produzir uma composição diferente do ar atmosférico (RICO et al., 2007). Ao modificar a atmosfera para embalagem de produtos minimamente processados cria-se uma atmosfera ao redor do produto que visa minimizar a atividade fisiológica do vegetal, sem lhe causar danos.

Em geral, atmosferas com 3 a 8 % de O₂ e 3 a 10 % de CO₂ apresentam potencial para aumentar a vida útil dos produtos minimamente processados e viabilizar sua comercialização, sendo que há uma composição específica que irá maximizar a vida útil para cada fruta ou hortaliça. De qualquer forma, a atmosfera escolhida e o sistema de embalagem final devem ser testados, pois, algumas concentrações de O₂ e CO₂ podem acelerar o processo de deterioração ao invés de conservar os vegetais. Os vegetais minimamente processados podem tolerar níveis mais extremos de O₂ e CO₂ em relação aos

mesmos produtos no seu estado *in natura* uma vez que a distância do centro do produto para o lado de fora é menor que no produto inteiro, facilitando a difusão dos gases (CENCI, 2011).

Os frutos de caqui atingem melhor qualidade no final da fase pré-climatérica, no qual a fruta apresenta conteúdo máximo de açúcar e cor atrativamente laranja. No entanto, logo que a fase climatérica começa, a fruta amolece rapidamente dentro de poucos dias. Por conseguinte, a vida útil dos frutos do caqui maduro é limitada a alguns dias (HARIMA et al., 2003).

Pesquisas com métodos de conservação e armazenamento vem sendo discutidas e realizadas em frutas e hortaliças minimamente processadas (LIMA et al., 2003, REIS et al., 2004, ARAÚJO; MACHADO; CHITARRA, 2005, RICO et al., 2007, HODGES; TOIVONEN, 2008, HOJO et al., 2008, TOIVONEN; BRUMMELL, 2008, MARIANO et al., 2011, GIOPPO et al., 2012), no entanto, ainda são poucos contemplados para caqui. Podem ser citados alguns trabalhos como o de Wright e Kader (1997) com atmosfera modificada ativa, o de Villas-Boas e Kader (2007) com aplicação de 1-MCP (1-metilciclopropeno), de Igual et al. (2008) empregando o vácuo e o de Ergun e Ergun (2010) com embebição do caqui processado em solução diluída de mel.

Contudo, a tecnologia requer métodos de conservação como temperatura de refrigeração, embalagens com atmosfera modificada, controle de umidade e adição de químicos a fim de preservar a qualidade e aumentar a vida útil desses produtos. O conhecimento prévio das características de cada produto é essencial para o sucesso de qualquer tecnologia que venha a ser empregada (ARAÚJO; MACHADO; CHITARRA, 2005). Novas pesquisas devem ser realizadas para embasar o processamento mínimo de caqui a fim de prolongar a qualidade e a vida útil (IGUAL et al., 2008).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Matéria-prima

Os frutos utilizados nesta pesquisa foram provenientes de área de produção comercial localizada no município de Louveira-SP (23° 5' 12" de latitude sul, 46° 56' 58" de longitude oeste e 668 m de altitude), colhidos no estágio de maturação fisiológica.

Após a recepção dos frutos (Figura 1) no Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças, foi realizada a caracterização bromatológica dos mesmos, por meio das determinações do teor de água, teor de cinzas (BRASIL, 2008), teor de proteína bruta, teor de fibra bruta, teor de matéria graxa (AOAC, 1995) e açúcares (SOMOGYI, 1945; NELSON, 1944) com quatro repetições por análise, utilizando-se os frutos, polpa e casca, triturados com mixer.

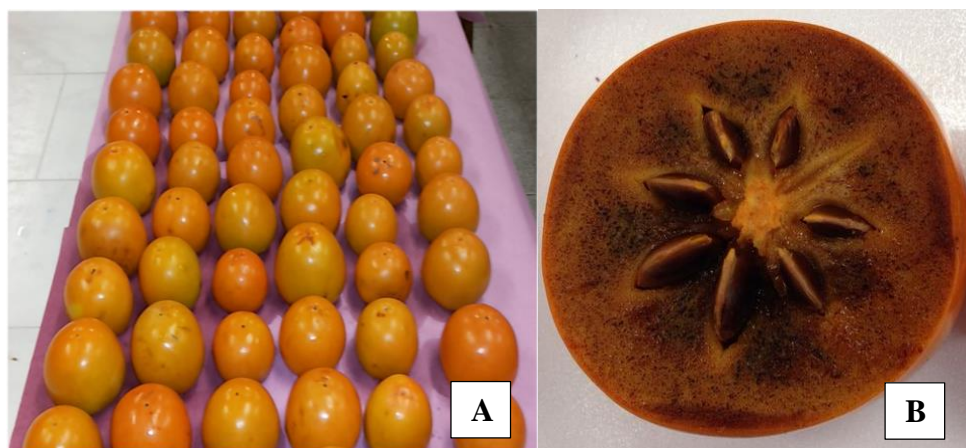


Figura 1. Frutos de caquizeiro cv. Kioto (A) e corte transversal (B).

3.2 Experimento I: Conservação de caqui 'Kioto' em atmosfera modificada ativa associada ao armazenamento refrigerado

Os frutos foram conduzidos ao Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças, selecionados visando a eliminação daqueles com danos mecânicos e atacados por pragas e doenças. Posteriormente, foram lavados em água corrente, retirado o cálice, deixados em banho com hipoclorito de sódio com 2,5 % de cloro ativo (8mL L^{-1}) durante 15 minutos e, em seguida, dispostos sobre uma bancada forrada com papel toalha para retirada do excesso de água e secagem.

As embalagens utilizadas foram de nylon-polietileno com espessura de 14 micra e dimensão de 20 cm de largura x 15 cm de comprimento. Para a injeção dos gases nas embalagens foi utilizada a seladora da marca Teqmaq® e modelo AP 500. As misturas especiais de gases foram adquiridas junto a empresa White Martins®.

Foram acondicionados três frutos por embalagem (Figura 2), feito o vácuo e, em seguida, injetada a mistura gasosa para condição de atmosfera modificada ativa. As concentrações de gases utilizadas foram 0,03 % CO_2 + 21 % O_2 (controle - ar atmosférico), 5 % CO_2 + 4 % O_2 , 6 % CO_2 + 4 % O_2 , 7 % CO_2 + 4 % O_2 e 8 % CO_2 + 4 % O_2 .



Figura 2. Frutos de caquizeiro cv. Kioto em embalagem de nylon-polietileno com atmosfera modificada ativa.

As embalagens seladas foram armazenadas em câmara fria a $5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % de umidade relativa. As análises foram realizadas a cada sete dias em seis tempos de armazenamento, aos 0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias.

3.3 Experimento II: Conservação de caqui ‘Kioto’ submetido a radiação gama associada ao armazenamento refrigerado

Os frutos, após recepção no Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças e seleção para retirada de frutos com danos mecânicos e atacados por pragas e doenças, foram lavados em água corrente, retirado o cálice manualmente e colocados sobre uma bancada forrada com papel toalha para retirada do excesso de água e secagem. Após esta etapa, foram acondicionados três frutos por embalagem em bandejas de poliestireno expandido (EPS) cobertos com filme plástico de policloreto de vinila (PVC - 0,020 mm).

Depois de embalados, as bandejas foram identificadas para cada tratamento e transportadas em caixas térmicas para o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) da Universidade de São Paulo (USP), Campus de São Paulo, onde foram submetidos a doses de radiação gama com fonte de ^{60}Co no Irradiador Multipropósito (Figura 3) do Centro de Tecnologia das Radiações (CTR). As doses aplicadas foram obtidas em função do tempo de exposição dos frutos à fonte irradiadora.



Figura 3. Irradiador Multipropósito de Cobalto-60, Centro de Tecnologia das Radiações (CTR) do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/USP).

As doses de radiação ionizante aplicadas nos frutos foram 0

(controle), 0,3 kGy, 0,6 kGy, 0,9 kGy e 1,2 kGy, a taxa de dose foi de 4,73 kGy h⁻¹ e a atividade radioativa da fonte de 10,79 PBq. Após a irradiação, o material retornou ao Laboratório de Frutas e Hortaliças do Departamento de Horticultura da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA/UNESP) para o armazenamento refrigerado em câmara fria a $5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % de umidade relativa e as análises realizadas a cada sete dias em seis tempos de armazenamento, aos 0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias (Figura 4).



Figura 4. Frutos de caqui cv. Kioto irradiados e armazenados em câmara fria ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR).

3.4 Experimento III: Caqui ‘Kioto’ minimamente processado embalado em atmosfera modificada ativa e armazenado sob refrigeração

Os frutos foram recepcionados no Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças, selecionados visando a eliminação de frutos com danos mecânicos e atacados por pragas e doenças. Posteriormente, foram lavados em água corrente, deixados em banho com hipoclorito de sódio com 2,5 % de cloro ativo (8 mL L^{-1}) durante 15 minutos, cortados manualmente em fatias longitudinais (seis fatias por fruto), colocados novamente em banho de hipoclorito de sódio com 2,5 % de cloro ativo (2 mL L^{-1}) durante 15 minutos e, após, passados em água corrente potável para retirada do excesso de hipoclorito de sódio e, em seguida, dispostos sobre uma bancada forrada com papel toalha para escorrer o

excesso de água (Figura 5-A).



Figura 5. Frutos de caqui cv. Kioto fatiados (A) e embalados em atmosfera modificada ativa em embalagem de nylon-polietileno (B).

As embalagens utilizadas foram de nylon-polietileno com espessura de 14 micra e dimensão de 20 cm de largura x 15 cm de comprimento. Para a injeção dos gases nas embalagens foi utilizada a seladora da marca Teqmaq® e modelo AP 500. As misturas especiais de gases foram adquiridas da White Martins®.

Para cada embalagem foram utilizados em média 200 g de caqui fatiado (Figura 5-B), feito o vácuo na embalagem e, em seguida, injetada a mistura gasosa de interesse. As concentrações gasosas utilizadas foram 0,03 % CO₂ + 21 % O₂ (ar atmosférico - controle), 6 % CO₂ + 4 % O₂, 7 % CO₂ + 4 % O₂ e 8 % CO₂ + 4 % O₂.

As embalagens seladas foram armazenadas em câmara fria a $5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % de umidade relativa. As análises foram realizadas a cada dois dias em seis tempos de armazenamento, aos 0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias.

3.5 Variáveis analisadas

3.5.1 Análises físico-químicas

As análises realizadas foram:

- **Perda de massa fresca:** a pesagem foi efetuada em cada dia de avaliação em balança semi-

analítica com carga máxima de 2000 g e divisão em 10 mg, com resultados expressos em porcentagem.

- **Potencial hidrogeniônico (pH):** a leitura de pH foi realizada pela medição em amostra triturada e homogeneizada, utilizando-se um potenciômetro digital DMPH – 2, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2008).

- **Sólidos solúveis:** leitura refratométrica direta em °Brix, utilizando-se refratômetro de mesa tipo ABBE (marca Atago-N1) a 25 °C (BRASIL, 2008).

- **Acidez titulável:** obtida por titulometria com solução padronizada de hidróxido de sódio a 0,1 N, tendo como indicador o ponto de viragem da fenolftaleína, utilizando-se 5 g de polpa homogeneizada diluída em 100 ml de água destilada. Acidez titulável expressa em gramas de ácido málico por 100 g de polpa, conforme metodologia recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2008).

- **“Ratio”:** obtido por meio da relação entre os sólidos solúveis (SS) e a acidez titulável (AT). Onde, “Ratio” = SS/AT (TRESSLER; JOSLYN, 1961).

- **Açúcares redutores e açúcares totais:** a metodologia utilizada foi a descrita por Nelson (1944) e adaptada por Somogyi (1945). O aparelho utilizado para leitura foi o espectrofotômetro Micronal B-382, sendo a leitura realizada a 535 nm. Os resultados foram expressos em porcentagem.

- **Cor instrumental:** analisada com o colorímetro da marca Konica Minolta®, modelo Chroma Meter CR-400, com iluminante D-65. A cor da casca foi medida na região apical, mediana e basal do fruto e duas medições na polpa, ambos com três medições por tratamento. Os valores expressos em L* a* b* conforme a CIE (*Comission Internatinal de E'clairage*), onde L* expressa valores de luminosidade (0 = preto e 100 = branco), a* representa as cores vermelha (+) ou verde (-) e b* as cores amarela (+) ou azul (-). Foram utilizados os componentes: Luminosidade (L*) e o ângulo Hue, sendo que esta é a variável que melhor representa a evolução de coloração da epiderme de caquis. O ângulo Hue é o valor em graus correspondente ao diagrama tridimensional de cores, no qual correspondem a 0° vermelho, 90° amarelo, 180° verde e 270° azul. O °Hue possui variação de 0 a 12° para a coloração vermelha, 13 a 41° para a coloração alaranjada, 42 a 69° para a coloração amarela, 70 a 166° para verde, 167 a 251° para azul, 252 a 305° para violeta e 306 a 359° para vermelha, perfazendo 360° (KONICA MINOLTA, 1998).

3.5.2 Compostos bioativos

As análises realizadas foram:

- **Vitamina C total:** foi pesado 0,5 g de amostra, adicionados 3 mL de ácido oxálico (0,5 %), homogeneizados em turrax e levados a centrífuga por 20 minutos a 6000 rpm a 4 °C para preparação do extrato. Em seguida, foi realizada a pipetagem do sobrenadante para os tubos de ensaio seguindo a metodologia de Terada et al. (1978) e os resultados expressos mg ácido ascórbico 100 g⁻¹ polpa.

- **Ácido ascórbico:** obtido pela adição de 30 ml de ácido oxálico (1 %) a 30 g de polpa, sendo congeladas em seguida. O conteúdo de ácido ascórbico foi determinado a partir de 10 g da polpa, por titulação em ácido oxálico a 0,5 % com DFI – 2,6 Diclorofenolindofenol a 0,01 N (BRASIL, 2008) com resultados expressos mg ácido ascórbico 100 g⁻¹ polpa.

- **Compostos fenólicos totais:** foi pesado 1 g de amostra em tubos tipo Falcon e adicionado 10 mL de etanol 80 %, homogeneizado em turrax, colocado em banho ultrassônico por 15 minutos e realizada centrifugação a 6000 rpm por 20 minutos para a preparação do extrato. Após a centrifugação, o sobrenadante foi retirado e acondicionado em frascos tipo âmbar. Para leitura, uma alíquota de 0,5 mL da amostra foi transferida ao tubo de ensaio e adicionados 2,5 mL de reagente Folin-Ciocalteau diluído em água (10:1 v/v). Após repouso por 5 minutos foram adicionados 2 mL de carbonato de sódio a 4 %. Os tubos permaneceram em repouso, ao abrigo da luz, por 2 horas. A absorbância foi medida em espectrofotômetro a 740 nm. Uma amostra em branco, utilizando-se água destilada ao invés da amostra, foi conduzida nas mesmas condições. As mostras foram realizadas em triplicata. Os resultados dos compostos fenólicos totais foram expressos em equivalente de ácido gálico (SINGLETON; ORTHOFER; LAMUELA, 1999).

- **Avaliação da atividade sequestrante de radical DPPH:** para a preparação do extrato foi pesado 1 g de amostra em tubo tipo Falcon e adicionados 10 mL de etanol (80 %), homogeneizado em turrax, colocado em banho ultrassônico por 15 min e realizada centrifugação a 6000 rpm por 20 minutos. Após a centrifugação, o sobrenadante foi retirado e acondicionado em frascos pequenos tipo âmbar. Para leitura, uma alíquota do extrato (500 µL) foi adicionada a 3 mL de etanol 100 % (P.A.) em tubo de ensaio que recebeu também 300 µL de solução DPPH (0,5 mM em etanol). As leituras foram realizadas em triplicata, na faixa de absorbância de 517 nm usando espectrofotômetro após 45 minutos de repouso ao abrigo da luz (MENSOR et al., 2001). Os resultados foram expressos em porcentagem de DPPH reduzido conforme a equação:

$$\% \text{ DPPH Reduzido} = ((\text{Abs}_{\text{Controle}} - \text{Abs}_{\text{Amostra}}) / \text{Abs}_{\text{Controle}}) * 100$$

Onde Abs_{Controle} é a absorvância da solução de DPPH e Abs_{Amostra} é a absorvância da amostra.

- **Pigmentos:** A determinação do teor de pigmentos foi realizada segundo método validado por Sims e Gamon (2002), a partir de 50 mg de amostra adicionada a 3 mL de acetona tamponada Tris-HCl, homogeneizados e centrifugados por 5 minutos a 2000 rpm. A leitura foi realizada em espectrofotômetro UV/VIS na região do visível a 663 nm (clorofila A), 647 nm (clorofila B), 537 nm (antocianina) e 470 nm (carotenóide) em ambiente protegido da luz. Os valores de absorvância foram convertidos em $\mu\text{g g}^{-1}$ amostra.

- **Flavonoides:** foram pesados 0,6 g de amostra em tubo tipo Falcon, adicionados 4 mL de metanol acidificado (metanol 70 % + ácido acético 10 %) e homogeneizados em turrax. Posteriormente, foram levados em banho ultrassônico por 30 minutos, adicionado 1 mL de solução de cloreto de alumínio a 5 % (peso/volume) em metanol acidificado. Em seguida, os tubos permaneceram no escuro por 30 minutos e, então, centrifugados por 20 minutos a 6000 rpm. O sobrenadante foi lido em espectrofotômetro a 425nm. Os resultados foram expressos em mg de rutina 100 g^{-1} de amostra (SANTOS; BLATT, 1998, AWAD; JAGER; WESTING, 2000).

3.5.3 Atividade enzimática

Foram realizadas análises da atividade enzimática da poligalacturonase e pectinametilesterase:

- **Poligalacturonase (E.C. 3.2.1.15):** as amostras previamente congeladas em nitrogênio líquido foram pesadas e, em seguida, trituradas em polytron (mix) com 50 mL de água destilada gelada. O extrato adicionado a 50 mL de água destilada foi filtrado em organza e, após, transferido para um béquer com 40 mL de NaCl (1 N) gelado. O pH foi ajustado para 6,0 e, então, o extrato permaneceu por 1 h em geladeira para incubação. Após este período, foi completado volume para 50 mL em proveta com NaCl (1 N) gelado e filtrado em papel filtro qualitativo. A leitura do extrato enzimático seguiu a metodologia descrita por D'Innocenzo e Lajolo (2001). Uma unidade de atividade da poligalacturonase foi considerada como a quantidade de enzima capaz de catalisar a formação de um nmol de grupos redutores por minuto nas condições do ensaio e os resultados foram expressos em $\text{U.E. min}^{-1} \text{g}^{-1}$ de tecido.

- **Pectinametilesterase (E.C. 3.1.1.11):** as amostras previamente congeladas em nitrogênio

líquido foram pesadas e, em seguida, trituradas em polytron (mix) com 20 mL de NaCl 0,2 N gelado, filtradas em organza e armazenadas em frascos pequenos e escuros tipo âmbar. A leitura foi realizada conforme metodologia descrita por D'Innocenzo e Lajolo (2001). Uma unidade de PME foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a desmetilação de pectina correspondente ao consumo de $1 \text{ nmol de NaOH min}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de massa fresca e o resultado foi expresso em $\text{U.E. min}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de tecido.

3.6 Preparo das amostras

A cada dia de avaliação durante o período de armazenamento as amostras foram preparadas para as análises.

Para as análises físico-químicas as amostras foram trituradas em mixer, homogeneizadas e as análises realizadas imediatamente após o preparo de cada amostra. Para determinação de açúcares, após a trituração em mixer, as amostras foram acondicionadas em recipientes plásticos (5,5 cm x 5 cm) com tampa, armazenadas sob congelamento lento a $-18 \text{ }^\circ\text{C}$ para posterior análise.

Para as determinações de compostos bioativos (vitamina C total, atividade antioxidante, compostos fenólicos, pigmentos e flavonoides) e atividade enzimática (pectinametilsterase e poligalacturonase) as amostras foram cortadas e embaladas em papel alumínio, devidamente identificadas e congeladas em nitrogênio líquido para posterior análises.

3.7 Análise estatística

Os experimentos seguiram o delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial: tratamentos (atmosfera modificada/radiação gama) x tempo de armazenamento, com três repetições:

Experimento I: Fatorial 5 x 6 (5 concentrações gasosas x 6 tempos de armazenamento).

Experimento II: Fatorial 5 x 6 (5 doses de radiação gama x 6 tempos de armazenamento).

Experimento III: 4 x 6 (4 concentrações gasosas x 6 tempos de armazenamento)

Foi realizada análise de variância com Teste F ($p < 0,05$), para comparação de médias realizado Teste de Tukey e regressão polinomial. As análises foram efetuadas com o pacote estatístico SAS (SCHLOTZHAVER; LITTELL, 1997).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização dos frutos

Na Tabela 1, pode-se verificar na composição de caquis ‘Kioto’ que os frutos apresentaram alta concentração de açúcares, 17,26 %, caracterizando como fruto de sabor adocicado, alta porcentagem de água (77%) e fibra bruta (1,12 %), entretanto, apresentaram baixa proteína bruta (0,70 %) e matéria graxa (0,08 %).

Os valores obtidos são semelhantes aos de Lorenzi et al. (2006) para caqui, cuja composição, em g 100 g⁻¹, foi de 79 de umidade, 0,6 de cinzas, 0,7 de proteína, 0,4 de gordura e 20 de carboidratos. As calorias ingeridas, em média, são de 86 kcal em 100 g da fruta segundo os mesmos autores.

Tabela 1. Caracterização bromatológica dos frutos de caqui cv. Kioto.

Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteína Bruta (%)	Matéria Graxa (%)	Fibra Bruta (%)	Açúcar Redutor (%)
77,11	1,56	0,70	0,08	1,12	17,26

4.2 Experimento I: Conservação de caqui ‘Kioto’ em atmosfera modificada ativa associada ao armazenamento refrigerado

4.2.1 Perda de massa fresca

A perda de massa dos frutos sofreu influência da composição gasosa ($p=0,013$) e dos dias de armazenamento ($p<0,001$) mas não houve diferença estatística para

a interação dos fatores ($p=0,95$). A diferença obtida entre os frutos dos diferentes tratamentos foi pequena, sendo que o controle ($0,03\% \text{ CO}_2 + 21\% \text{ O}_2$) se diferiu do tratamento com $7\% \text{ CO}_2 + 4\% \text{ O}_2$. Os frutos dos demais tratamentos não se diferiram entre esses dois citados e não houve perdas superiores a $0,25\%$ (Tabela 2).

Tabela 2. Perda de massa fresca (%) de caqui cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5\text{ }^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ UR) durante 35 dias.

Fatores de Variação		Perda de Massa (%)
Composição Gasosa (CG)	$0,03\% \text{ CO}_2 + 21\% \text{ O}_2$	$0,120 \pm 0,091$ a
	$5\% \text{ CO}_2 + 4\% \text{ O}_2$	$0,109 \pm 0,086$ ab
	$6\% \text{ CO}_2 + 4\% \text{ O}_2$	$0,116 \pm 0,085$ ab
	$7\% \text{ CO}_2 + 4\% \text{ O}_2$	$0,104 \pm 0,082$ b
	$8\% \text{ CO}_2 + 4\% \text{ O}_2$	$0,114 \pm 0,088$ ab
Tempo de Armazenamento (dias - TA)	0	-
	7	-
	14	$0,049 \pm 0,008$
	21	$0,111 \pm 0,014$
	28	$0,174 \pm 0,019$
	35	$0,230 \pm 0,022$
Valor de p	CG	$0,013^*$
	TA	$< 0,001^{**}$
	Interação CG x TA	$0,95^{\text{ns}}$

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p<0,05$). ** significativo a 1%, * significativo a 5%, ^{ns} não significativo.

As baixas porcentagens de perda de massa fresca ocorridas estão relacionadas à redução de O_2 e o aumento de CO_2 , condições estas que provocam a redução da atividade respiratória, a produção de etileno e a consequente perda de massa entre os processos de respiração e transpiração. As concentrações de O_2 e CO_2 interferem na atividade metabólica do fruto, com a sua redução a perda de substratos e de reservas energéticas são diminuídas evitando a perda de carbono e de água e consequentemente a perda de massa. Desta maneira, pode haver inibição ou diminuição das reações enzimáticas, reduzindo desordens fisiológicas e evitando alterações metabólicas que resultam em deterioração pós-

colheita (LANA; FINGER, 2000; SOLIVA-FORTUNY; MARTÍN-BELLOSO, 2003). Os resultados obtidos mostraram o efeito positivo da composição da atmosfera modificada ativa, destacando-se a composição de 7 % CO₂ + 4 % O₂ com perda de massa dos frutos inferior a testemunha.

Durante o armazenamento dos frutos, a perda de massa fresca foi superior no final do experimento, aos 35 dias. No início da avaliação, aos sete dias, não houve perda de massa, sendo esta obtida a partir do 14º dia e crescente até o 35º dia (Figura 6).

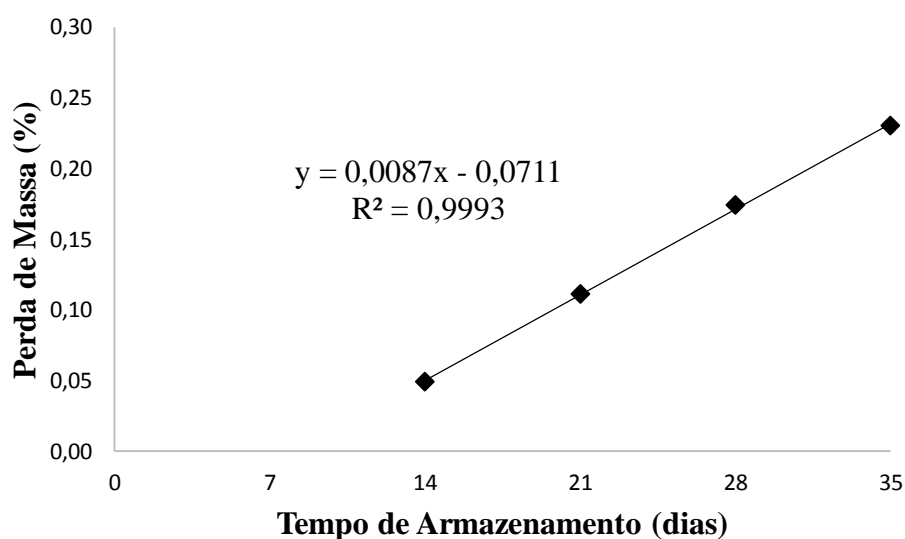


Figura 6. Perda de massa fresca (%) de caquis cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005) a perda de água não causa perda nutricional do fruto, porém, caso seja suficientemente alta pode afetar a aparência e aceitabilidade do produto. Perdas de massa na ordem de 3 a 6 % são suficientes para causar um marcante declínio na qualidade, no entanto, alguns produtos ainda podem ser comercializados com 10% de perda de massa. Para Finger e Viera (2002) a máxima perda de massa tolerada situa-se entre 5 e 10 % para que não haja murcha e/ou enrugamento, porcentagens estas não atingidas no presente trabalho.

4.2.2 Sólidos solúveis, potencial hidrogeniônico e acidez titulável

Para o teor de sólidos solúveis e pH ocorreu efeito significativo no tempo de armazenamento. Para acidez titulável a diferença estatística ocorreu tanto para dias de armazenamento quanto para a interação dos fatores (Tabela 3).

Tabela 3. Sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix), potencial hidrogeniônico (pH) e acidez titulável (g ácido málico 100 g^{-1} polpa) de caquis cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ UR) durante 35 dias.

Fatores de Variação		Sólidos Solúveis ($^{\circ}$ Brix)	pH	Acidez Titulável (g ácido málico 100 g^{-1} polpa)
Composição Gasosa (CG)	0,03% CO_2 + 21% O_2	20,47 \pm 0,72	5,98 \pm 0,20	0,100 \pm 0,14
	5% CO_2 + 4% O_2	21,11 \pm 1,13	5,93 \pm 0,20	0,095 \pm 0,20
	6% CO_2 + 4% O_2	20,74 \pm 0,78	5,91 \pm 0,18	0,092 \pm 0,10
	7% CO_2 + 4% O_2	20,82 \pm 0,87	5,89 \pm 0,18	0,092 \pm 0,14
	8% CO_2 + 4% O_2	20,63 \pm 1,00	5,91 \pm 0,21	0,093 \pm 0,15
Tempo de Armazenamento (dias - TA)	0	20,43 \pm 0,48	5,71 \pm 0,15	0,097 \pm 0,02
	7	21,49 \pm 1,24	5,70 \pm 0,09	0,111 \pm 0,11
	14	20,65 \pm 0,64	5,97 \pm 0,09	0,095 \pm 0,13
	21	20,81 \pm 1,09	6,07 \pm 0,16	0,096 \pm 0,09
	28	20,65 \pm 0,83	5,98 \pm 0,08	0,081 \pm 0,13
	35	20,50 \pm 0,70	6,09 \pm 0,06	0,087 \pm 0,17
Valor de p	CG	0,24 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,097 ^{ns}
	TA	0,015*	< 0,001**	< 0,001**
	Interação CG x TA	0,32 ^{ns}	0,09 ^{ns}	< 0,001**

** significativo a 1%, * significativo a 5%, ^{ns} não significativo.

O teor de sólidos solúveis ajustou-se ao modelo cúbico em função do armazenamento (Figura 7), nos quais o primeiro e último dias de avaliação apresentaram menores teores diferindo-se dos demais pontos de avaliação. Ao sétimo dia foi verificado o maior teor de sólidos solúveis.

Os sólidos solúveis indicam a quantidade de sólidos que se encontram dissolvidos no suco ou polpa da fruta, tendem a aumentar com o avanço do

amadurecimento devido ao aumento do teor de açúcares simples. Por outro lado, como verificado, houve redução no teor de sólidos solúveis no final da avaliação experimental, o que pode se dar pelo consumo desses açúcares simples como reserva energética para continuidade do metabolismo do fruto, pressupondo-se o início da senescência.

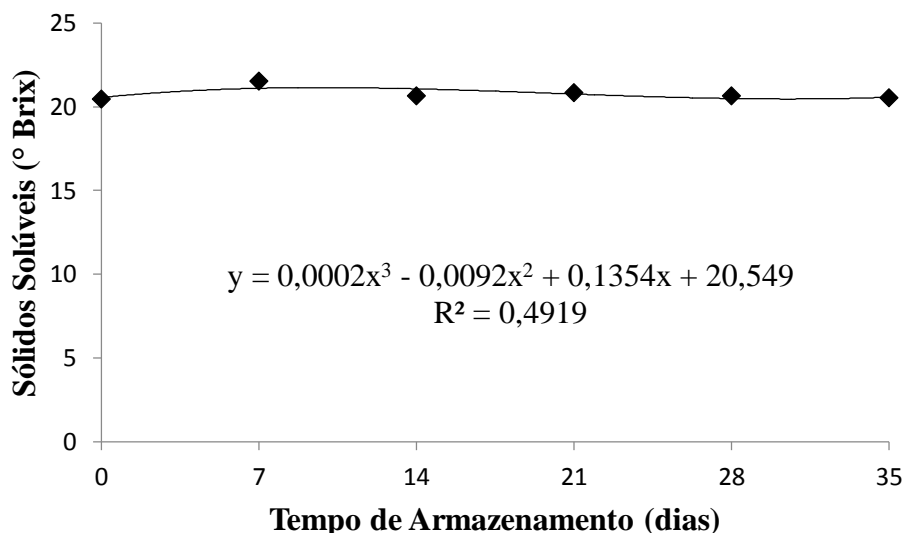


Figura 7. Sólidos solúveis (° Brix) de caquis cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Brackmann et al. (2004) verificaram diferença significativa nos teores de sólidos solúveis em função da utilização de atmosfera controlada por meio das pressões parciais de CO_2 e O_2 . Com 1 kPa de O_2 e 5 kPa de CO_2 , os autores obtiveram condições mais adequadas para a manutenção da qualidade pós-colheita de caqui ‘Kioto’ considerando, além do teor de sólidos solúveis, outros atributos como incidência de podridão, firmeza e escurecimento da epiderme dos frutos. No entanto, no presente trabalho, nas condições de atmosfera modificada ativa não foi verificada variação do teor de sólidos solúveis em função das composições gasosas.

O pH apresentou valores crescentes concomitantemente a diminuição da acidez durante o período experimental (Figura 8). Os ácidos presentes nos tecidos vegetais encontram-se, nas células, associados aos sais de potássio e apresentam pequena variação em função do equilíbrio estabelecido no sistema, constituindo sistemas tampões com importante função na regulação da atividade enzimática (CHITARRA;

CHITARRA, 2005), fato constatado neste estudo, uma vez que a variação de pH foi de 5,71 a 6,09 em 35 dias de armazenamento.

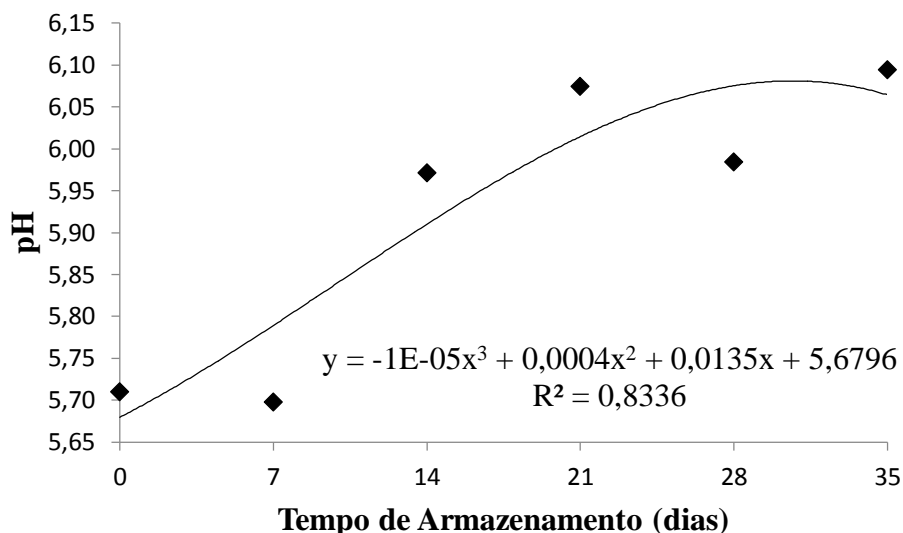


Figura 8. Potencial hidrogeniônico (pH) de caquis cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Houve interação entre as composições de atmosfera modificada e o armazenamento dos frutos em relação a acidez titulável conforme desdobramento apresentado na Tabela 4. Em relação ao período de armazenamento, houve, para os frutos do controle, diferença significativa nos dias 14 e 28, sendo aos 14 dias constatada maior acidez em relação ao dia 28. No tratamento com 5 % CO₂ verificou-se aos 7 dias maior acidez (0,114 g ácido málico 100 g⁻¹ polpa). Para a composição com 6 % CO₂ não houve significância da acidez durante o armazenamento e para os tratamentos com 7 % e 8 % CO₂ a acidez apresentou menores valores no final da avaliação, aos 35 dias.

As frutas tendem a perder a acidez no decorrer do amadurecimento, no entanto, Antonioli et al. (2003) verificaram aumento da acidez em caqui ‘Giombo’ acondicionados em embalagem de polietileno com o avanço do armazenamento. Este mesmo comportamento foi constatado para os frutos do controle no presente trabalho. Os frutos dos demais tratamentos submetidos à embalagem com atmosfera modificada ativa apresentaram menor acidez no último dia de análise e, mesmo com variações das médias durante o armazenamento, estas não foram superiores a 0,027 g ácido málico 100 g⁻¹ polpa, caracterizando um fruto pouco ácido.

Tabela 4. Acidez titulável (g ácido málico 100 g⁻¹ polpa) de caqui cv. Kioto nos tratamentos de atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Tempo de Armazenamento (dias)	Composição Gasosa				
	0,03% CO ₂ + 21% O ₂	5% CO ₂ + 4% O ₂	6% CO ₂ + 4% O ₂	7% CO ₂ + 4% O ₂	8% CO ₂ + 4% O ₂
0	0,097 ± 0,002 aAB	0,097 ± 0,002 aBC	0,097 ± 0,002 aA	0,097 ± 0,002 aAB	0,097 ± 0,002 aBC
7	0,108 ± 0,012 abAB	0,124 ± 0,005 aA	0,096 ± 0,002 bA	0,109 ± 0,005 abA	0,117 ± 0,005 bAB
14	0,114 ± 0,010 aA	0,090 ± 0,010 bBC	0,090 ± 0,012 bA	0,091 ± 0,011 bBC	0,088 ± 0,004 bBC
21	0,095 ± 0,004 aAB	0,084 ± 0,006 aBC	0,099 ± 0,005 aA	0,102 ± 0,009 aAB	0,101 ± 0,003 aAB
28	0,087 ± 0,024 aB	0,070 ± 0,012 aC	0,090 ± 0,002 aA	0,081 ± 0,005 aBC	0,079 ± 0,008 aBC
35	0,098 ± 0,009abAB	0,103 ± 0,021 aB	0,083 ± 0,018 bcA	0,073 ± 0,005 cC	0,076 ± 0,002 cC

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste de Tukey (p<0,05).

4.2.3 “Ratio” e açúcar redutor

Foram realizadas as análises para açúcares redutores e açúcares totais, no entanto, não foram obtidos resultados para açúcares totais, que além da glicose e frutose quantificados na análise de açúcares redutores, quantifica-se também o teor de sacarose. Neste caso, os açúcares presentes nos frutos eram glicose e frutose. A ausência de sacarose em caquis foi relatada por Wills et al. (1999), em que descreveram a composição de açúcares como 8 g 100 g⁻¹ de glicose, 8 g 100 g⁻¹ de frutose e 0 g 100 g⁻¹ de sacarose.

Tanto para o “Ratio” quanto para açúcar redutor houve diferença durante o tempo de armazenamento. Enquanto a interação significativa foi constatada apenas para o “Ratio” (Tabela 5).

Para o “Ratio”, no tempode de armazenamento, houve diferença entre os frutos dos tratamentos nos dias 28 e 35. Aos 28 dias de armazenamento, o tratamento com 5 % CO₂ apresentou maior relação sólidos solúveis/acidez titulável diferindo do tratamento com 6 % CO₂ e, aos 35 dias, o tratamento com 7 % CO₂ apresentou maior “Ratio”, diferindo do controle e atmosfera modificada com 5 % CO₂ (Tabela 6).

Tabela 5. “Ratio” e açúcar redutor (%) de caqui cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Fatores de Variação		“Ratio”	Açúcar Redutor (%)
Composição Gasosa (CG)	0,03% CO ₂ + 21% O ₂	209,76 ± 37,56	17,28 ± 1,47
	5% CO ₂ + 4% O ₂	231,38 ± 46,84	18,15 ± 1,67
	6% CO ₂ + 4% O ₂	227,00 ± 29,17	17,68 ± 1,43
	7% CO ₂ + 4% O ₂	230,82 ± 37,65	17,65 ± 1,46
	8% CO ₂ + 4% O ₂	226,24 ± 30,71	17,06 ± 1,70
Tempo de Armazenamento (dias - TA)	0	210,56 ± 6,95	17,56 ± 1,34
	7	195,37 ± 18,44	18,41 ± 1,23
	14	221,60 ± 28,26	18,11 ± 1,16
	21	218,12 ± 25,11	16,82 ± 1,63
	28	260,29 ± 45,50	17,71 ± 1,28
Valor de p	CG	0,12 ^{ns}	0,16 ^{ns}
	TA	< 0,001**	0,009**
	Interação CG x TA	0,01**	0,32 ^{ns}

** significativo a 1%, * significativo a 5%, ^{ns} não significativo.

Durante o armazenamento, apenas os tratamentos com 5 % CO₂ e 7 % CO₂ apresentaram diferença (Tabela 6). Para o tratamento com 5% CO₂ o maior índice de maturação foi aos 28 dias (média 299,86) diferindo-se dos dias 0, 7 e 35. Para a composição gasosa com 7 % CO₂, o maior “Ratio” foi aos 35 dias com média de 287,71.

As variações do “Ratio” nos frutos dentro do tratamento, podem ser devido às diferenças intrínsecas de cada fruto, pois a avaliação é realizada de forma destrutiva, utilizando-se frutos diferentes em cada dia análise. Ainda com uma classificação rigorosa para colheita, visando a homogeneidade do lote, pode haver diferenças no grau de maturação e composição de cada fruto.

Alterações no “Ratio” também foram verificadas por Oliveira Júnior, Coelho e Coelho (2006) em mamões cv. Golden armazenados em diferentes tipos de embalagens. Jeronimo et al. (2007) verificaram que o aumento nos teores de sólidos solúveis e a diminuição dos teores de acidez promoveram aumento na relação SS/AT durante o armazenamento de mangas ‘Tommy Atkins’ em diferentes tipos de embalagens e consequente amadurecimento dos frutos, assim como observado nos caquis ‘Kioto’, sendo ambos frutos climatéricos, ocorrendo aumento da relação SS/AT com o avanço do amadurecimento.

Mamões ‘Golden’ armazenados sob diferentes atmosferas controladas apresentaram maiores índices de maturidade nos frutos armazenados sob 3 % O₂ + 6 % CO₂, por 20 dias, e observados maiores valores desta razão nos frutos conservados sob atmosfera controlada contendo 3 % O₂ e 3 % CO₂ ou 6 % CO₂ e ambiente, sendo esta diferenciação entre tratamentos ocasionada principalmente ao teor de sólidos solúveis (FONSECA et al., 2003). No presente trabalho, a diferença apresentada no “Ratio” dos frutos foi decorrente da variação de sólidos solúveis no tempo de armazenamento e dos tratamentos na acidez titulável, uma vez que esta apresentou interação significativa dos fatores.

Tabela 6. “Ratio” de caquis cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Tempo de Armazenamento (dias)	Composição Gasosa				
	0,03% CO ₂ + 21% O ₂	5% CO ₂ + 4% O ₂	6% CO ₂ + 4% O ₂	7% CO ₂ + 4% O ₂	8% CO ₂ + 4% O ₂
0	210,56 ± 8,22 aA	210,56 ± 8,22 aBC	210,56 ± 8,22 aA	210,56 ± 8,22 aBC	210,56 ± 8,22 aA
7	190,74 ± 27,74 aA	182,65 ± 8,90 aC	216,47 ± 14,43 aA	197,52 ± 4,13 aC	189,45 ± 17,41 aA
14	181,46 ± 14,45 aA	237,25 ± 18,63 aABC	236,32 ± 34,70 aA	226,56 ± 21,32 aABC	226,35 ± 13,99 aA
21	222,46 ± 8,57 aA	252,15 ± 34,01 aAB	209,52 ± 9,79 aA	199,08 ± 16,95 aBC	207,39 ± 14,45 aA
28	243,24 ± 82,38 abA	299,86 ± 48,95 aA	232,41 ± 6,43 bA	263,48 ± 29,46 abAB	262,47 ± 20,59 abA
35	210,13 ± 20,45 bA	205,82 ± 40,97 bBC	256,75 ± 55,52 abA	287,71 ± 9,08 aA	261,20 ± 9,09 abA

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Maior teor de açúcares redutores foi observado aos 7 dias (18,41 %). Os resultados verificados aos 21 e 35 dias se diferiram do sétimo dia, pois apresentaram menores teores, 16,82 e 16,78% respectivamente (Figura 9). A redução no teor de açúcar dos caquis no final do período experimental pode estar relacionada com o maior consumo de carboidratos de reserva dos frutos para manter a atividade respiratória, comportamento este também verificado por Calegaro, Pezzi e Bender (2002).

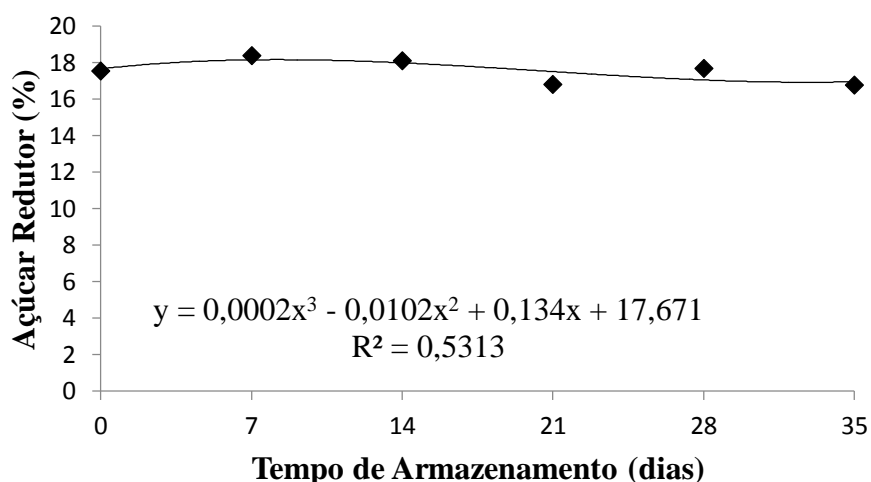


Figura 9. Açúcar redutor (%) de caquis cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

4.2.4 Coloração da casca

Para coloração da casca houve diferença para os dias de armazenamento para Luminosidade (L^*) e ângulo Hue ($^{\circ}Hue$) ($p < 0,001$) e interação entre a composição gasosa e o armazenamento apenas para o $^{\circ}Hue$ (Tabela 7).

Os valores de L^* aumentaram durante o armazenamento, com pico de 67,19 aos 14 dias caracterizando ajuste cúbico de regressão polinomial (Figura 10). O valor de L^* representa quão clara ou escura é a amostra, variando de 0 (preto) a 100 (branco). Assim, caracteriza-se a presença de luminosidade na coloração dos caquis estudados.

Moraes (2012) verificou em relação à luminosidade de caqui ‘Giombo’ destanizado, diferença estatística somente entre os dias de armazenamento, o mesmo comportamento verificado no presente trabalho. Em regimes de atmosferas

controladas, Brackmann et al. (2004) constataram que o uso de pressões parciais de CO₂ elevadas, de 10 a 15 kPa, e de baixa umidade relativa promoveram um aumento do escurecimento da epiderme. Para o caqui cv. Kioto foram estudadas condições com alta umidade relativa e atmosfera modificada ativa, sendo os resultados mais satisfatórios que o de Brackmann et al. (2004) quanto à componente luminosidade.

Tabela 7. Luminosidade e ângulo Hue da casca de caqui cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Fatores de Variação		Luminosidade	Ângulo Hue
Composição Gasosa (CG)	0,03% CO ₂ + 21% O ₂	65,17 ± 3,01	65,69 ± 5,55
	5% CO ₂ + 4% O ₂	65,42 ± 2,61	66,75 ± 6,39
	6% CO ₂ + 4% O ₂	64,50 ± 3,39	67,02 ± 6,05
	7% CO ₂ + 4% O ₂	66,13 ± 2,31	66,83 ± 4,85
	8% CO ₂ + 4% O ₂	64,80 ± 3,35	66,06 ± 7,72
Tempo de Armazenamento (dias - TA)	0	62,43 ± 2,41	60,56 ± 2,00
	7	65,41 ± 3,48	65,13 ± 7,39
	14	67,19 ± 2,14	69,81 ± 5,14
	21	65,65 ± 1,93	66,85 ± 5,11
	28	65,36 ± 2,73	64,56 ± 6,73
	35	65,17 ± 3,00	68,91 ± 4,37
Valor de p	CG	0,08 ^{ns}	0,73 ^{ns}
	TA	<0,001**	<0,001**
	Interação CG x TA	0,07 ^{ns}	<0,001**

** significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

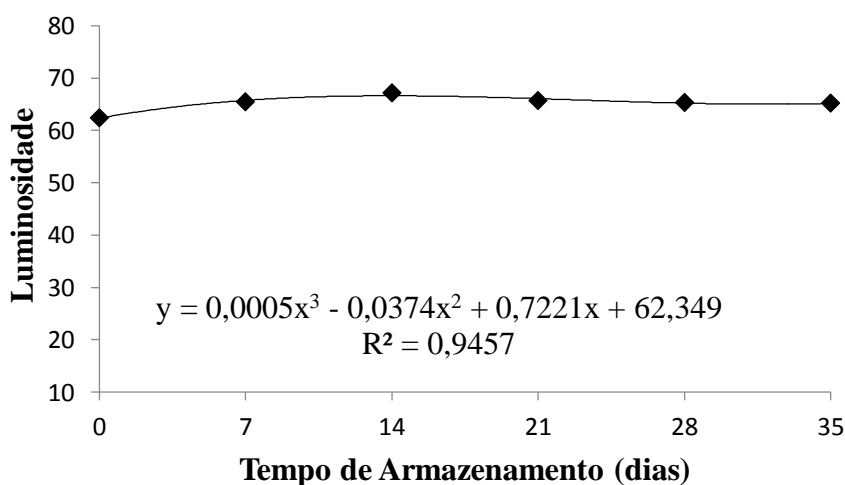


Figura 10. Luminosidade da casca de caquis cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Para o $^{\circ}Hue$, houve interação dos fatores conforme desdobramento apresentado na Tabela 8. O $^{\circ}Hue$ representa o ângulo de tonalidades, em que 0° indica vermelho, 90° amarelo, 180° verde e 270° azul.

Nos frutos dos diferentes tratamentos, houve diferença entre eles nos dias 7, 21 e 28. No dia 7, os tratamentos com 6 % CO_2 e 7 % CO_2 apresentaram maiores ângulos diferindo-se dos demais tratamentos. No dia 21, o tratamento com 5 % CO_2 apresentou maior média diferindo do tratamento com 8 % CO_2 . E no dia 28 a composição com 8 % CO_2 apresentou maiores resultados, enquanto que os tratamentos controle, 6 % CO_2 e 7 % CO_2 apresentaram os menores.

Em relação ao armazenamento, os frutos dos diferentes tratamentos apresentaram diferença estatística com o decorrer dos dias de avaliação (Tabela 8). Os frutos do controle apresentaram maiores valores de $^{\circ}Hue$ nos dias 14 e 35 diferindo dos dias 0 e 7. O tratamento com 5 % CO_2 também apresentou menores médias nos primeiros dias de avaliação, aos 0 e 7 dias, com diferença dos dias 21, 28 e 35 que apresentaram médias superiores. Para o tratamento com 6 % CO_2 nos dias 7, 14 e 35 verificou-se maiores valores para $^{\circ}Hue$, enquanto os dias 0 e 28 os menores, sendo que apenas o dia 21 não se diferiu. Para os frutos submetidos à composição com 7 % CO_2 houve evolução do $^{\circ}Hue$ até os 14 dias, seguido de redução até o final do experimento, no entanto, a diferença ocorreu no tempo zero com os dias 7 e 14, nas demais avaliações não houve diferença entre as médias obtidas. Os frutos do tratamento com 8 % CO_2 apresentaram maior $^{\circ}Hue$ aos 28 dias, diferindo-se dos demais dias de avaliação, com exceção do dia 14.

Durante o amadurecimento, ocorrem modificações na cor dos frutos climatéricos. Estas alterações de coloração representam um atributo importante na determinação do estágio de maturação e qualidade do produto. As mudanças devem-se tanto a processos degradativos como a processos sintéticos. Há alteração gradual da cor de verde escuro à verde claro e, posteriormente, o surgimento de pigmentos amarelos, alaranjados e vermelhos (carotenoides e antocianinas) (TUCKER, 1993), fato este verificado neste trabalho com o caqui cv. Kioto.

Foi constatado neste trabalho tendência ao aumento do $^{\circ}Hue$, ou seja, coloração de tons de laranja-avermelhados em direção a tons de laranja-amarelado com o avanço do armazenamento (Tabela 8). Em contrapartida, o caqui 'Fuyu' possui a característica de acentuar a coloração vermelha com o passar do tempo, ou seja, os valores

Tabela 8. Ângulo Hue da casca de caqui cv. Kioto nos tratamentos sob atmosfera modificada ativa e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Tempo de Armazenamento (dias)	Composição Gasosa				
	0,03% CO ₂ + 21% O ₂	5% CO ₂ + 4% O ₂	6% CO ₂ + 4% O ₂	7% CO ₂ + 4% O ₂	8% CO ₂ + 4% O ₂
0	60,56±2,15 aB	60,56±2,15 aB	60,56±2,15 aB	60,56±2,15 aB	60,56±2,15 aC
7	60,65±3,37 bB	60,93±3,70 bB	70,43±4,43 aA	70,90±5,27 aA	62,77±10,90 bBC
14	70,13±5,27 aA	67,10±6,85 aAB	71,68±4,65 aA	71,33±2,30 aA	68,78±5,85 aAB
21	65,78±4,51 abAB	72,18± ,09 aA	67,50±4,25 abAB	66,56±3,07 abAB	62,23±3,99 bBC
28	67,95±6,40 abcAB	70,21±6,36 abA	60,84±1,76 cB	65,28±2,38 bcAB	73,53±7,78 aA
35	69,05±2,28 aA	69,56±2,89 aA	71,12±5,71 aA	66,35±4,16 aAB	68,47±5,74 aBC

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

do $^{\circ}Hue$ tendem a diminuir conforme verificado por Silva et al. (2011). Krammes, Argenta e Vieira (2005) constataram que o valor do $^{\circ}Hue$ variou de 75,4 a 65,9 em caqui 'Fuyu' em função do amadurecimento.

4.2.5. Coloração da polpa

Quanto a coloração da polpa, houve efeito significativo do tempo de armazenamento para Luminosidade ($p < 0,001$) e houve efeito dos fatores isolados e da interação entre a composição gasosa e o tempo de armazenamento para o ângulo Hue (Tabela 9).

Tabela 9. Luminosidade e ângulo Hue da polpa de caqui cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Fatores de Variação		Luminosidade	Ângulo Hue
Composição Gasosa (CG)	0,03% CO ₂ + 21% O ₂	44,38 ± 5,77	62,52 ± 4,55
	5% CO ₂ + 4% O ₂	48,72 ± 12,29	68,12 ± 6,97
	6% CO ₂ + 4% O ₂	47,49 ± 7,32	63,73 ± 4,86
	7% CO ₂ + 4% O ₂	43,72 ± 5,96	63,94 ± 3,93
	8% CO ₂ + 4% O ₂	45,26 ± 9,92	63,11 ± 5,03
Tempo de Armazenamento (dias - TA)	0	43,40 ± 2,40	58,92 ± 1,95
	7	48,39 ± 10,64	65,07 ± 5,42
	14	52,01 ± 9,98	67,66 ± 6,39
	21	49,00 ± 5,64	65,42 ± 3,23
	28	43,44 ± 8,63	63,99 ± 6,85
	35	39,25 ± 5,72	64,68 ± 3,30
Valor de p	CG	0,13 ^{ns}	<0,001**
	TA	< 0,001**	<0,001**
	Interação CG x TA	0,57 ^{ns}	<0,001**

** significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

Para L* os valores variaram de 43,40 a 39,25 em 35 dias. No entanto, entre os dias 7 e 21 obteve-se maiores médias (Figura 11). Deste modo, verificou-se que a coloração das polpas atingiu luminosidade máxima aos 14 dias (média de 52,01) pois quanto maior as leituras de L* maior a luminosidade, sendo o branco puro obtido com valor 100.

Silva et al. (2009) observaram variação da luminosidade durante o armazenamento. Os autores verificaram que frutos de atemoia (cv. Gefner) embalados em atmosfera modificada passiva (individualmente ou em bandeja) com filme PVC mantidos

em ambiente refrigerado durante 15 dias apresentaram diferença estatística a partir do sexto dia de armazenamento, sendo que aos 12 dias constataram que os frutos embalados individualmente mantiveram maior luminosidade da polpa, fato também observado para o caqui neste trabalho.

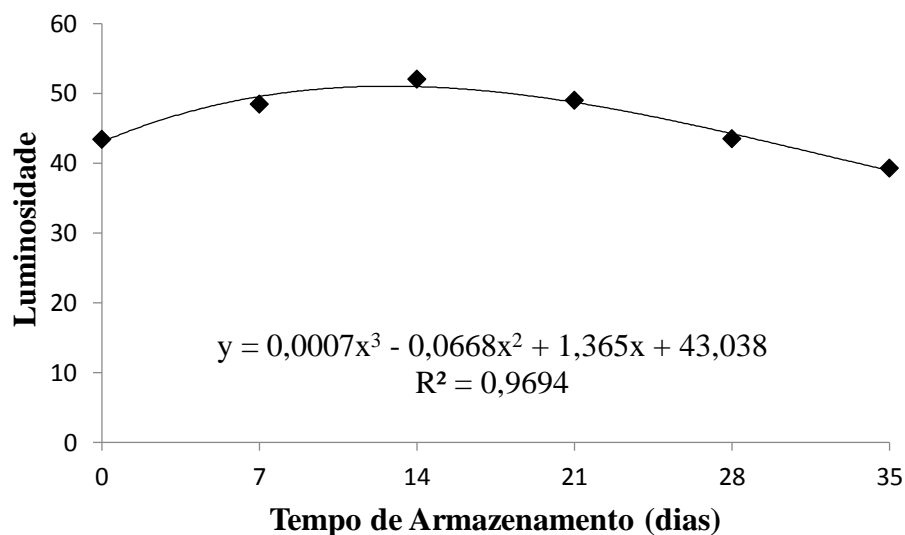


Figura 11. Luminosidade da polpa de caqui cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa no tempo de armazenamento em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Os resultados para $^{\circ}Hue$ da polpa evidenciaram diferença estatística nos dias 7, 14 e 28 (Tabela 10). No sétimo dia houve aumento da leitura para os frutos dos tratamentos com 5 %, 6 % e 7 % CO_2 , sendo que estes tratamentos se diferiram do controle e da atmosfera composta por 8 % CO_2 . Aos 14 dias, o tratamento com 5 % e 8 % CO_2 apresentaram maiores médias e aos 21 dias apenas o tratamento com 5 % CO_2 se diferiu dos demais, pois manteve-se superior aos demais tratamentos.

Em relação ao tempo de armazenamento, os frutos nas atmosferas compostas por 5 %, 6 % e 8 % sofreram variação do $^{\circ}Hue$ nas polpas de caqui (Tabela 10). Os frutos do tratamento com 5 % CO_2 apresentaram maiores leituras de $^{\circ}Hue$ aos 14, 21 e 28 dias. Com 6 % de CO_2 , o dia 7 diferiu-se dos dias 0 e 28. E os frutos do tratamento com 8 % CO_2 no dia 14 se diferiu dos dias 0 e 7 de avaliação, estes últimos com menores leituras.

Tabela 10. Ângulo Hue da polpa de caqui cv. Kioto nos tratamentos sob atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Tempo de Armazenamento (dias)	Composição Gasosa				
	0,03% CO ₂ + 21% O ₂	5% CO ₂ + 4% O ₂	6% CO ₂ + 4% O ₂	7% CO ₂ + 4% O ₂	8% CO ₂ + 4% O ₂
0	58,92 ± 2,19 aA	58,92 ± 2,19 aD	58,92 ± 2,19 aB	58,92 ± 2,19 aA	58,92 ± 2,19 aB
7	62,25 ± 3,61 cA	67,32 ± 5,01 abBC	70,30 ± 3,27 aA	66,72 ± 3,73 abA	58,76 ± 3,55 cB
14	63,38 ± 4,31 bA	75,54 ± 6,93 aA	65,00 ± 3,24 bAB	65,90 ± 3,68 bA	68,50 ± 6,77 abA
21	66,54 ± 0,65 aA	68,97 ± 1,63 aAB	64,65 ± 2,96 aAB	64,66 ± 3,24 aA	62,25 ± 3,20 aAB
28	59,04 ± 5,88 bA	74,17 ± 3,83 aAB	59,43 ± 4,47 bB	63,28 ± 4,31 bA	64,03 ± 3,10 bAB
35	65,01 ± 4,80 aA	63,78 ± 3,87 aBC	64,24 ± 3,15 aAB	64,14 ± 2,62 aA	66,21 ± 3,01 aAB

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Maiores ângulos obtidos no decorrer do período de armazenamento para o $^{\circ}Hue$, demonstra tendência de coloração ao amarelo (90°). No entanto, vale ressaltar que esta variedade de caqui possui coloração de polpa laranja-amarelada além de pigmentação amarronzada (ou ‘chocolate’ como dito popularmente).

4.2.6 Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante por DPPH

Para compostos fenólicos totais e atividade antioxidante nos frutos ocorreu diferença para o tempo de armazenamento ($p < 0,001$). Não ocorreu diferença entre os tratamentos na composição de gases e para a interação dos fatores (Tabela 11).

Tabela 11. Compostos fenólicos totais (mg de ácido gálico 100 g^{-1} polpa fresca) e atividade antioxidante por DPPH (%) de caqui cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ UR) durante 35 dias.

Fatores de Variação		Compostos fenólicos totais (mg de ácido gálico 100 g^{-1} polpa fresca)	Atividade antioxidante (%)
Composição Gasosa (CG)	0,03% CO_2 + 21% O_2	$35,30 \pm 7,20$	$61,50 \pm 6,93$
	5% CO_2 + 4% O_2	$36,40 \pm 8,20$	$61,05 \pm 7,69$
	6% CO_2 + 4% O_2	$39,20 \pm 8,10$	$62,26 \pm 6,09$
	7% CO_2 + 4% O_2	$38,80 \pm 8,90$	$62,88 \pm 4,88$
	8% CO_2 + 4% O_2	$35,70 \pm 6,50$	$60,26 \pm 8,52$
Tempo de Armazenamento (dias - TA)	0	$34,00 \pm 3,70$	$68,97 \pm 3,73$
	7	$31,90 \pm 3,50$	$58,11 \pm 5,37$
	14	$35,40 \pm 5,30$	$57,47 \pm 5,43$
	21	$45,00 \pm 10,00$	$62,28 \pm 6,84$
	28	$40,70 \pm 8,70$	$61,04 \pm 8,75$
	35	$35,50 \pm 4,60$	$61,68 \pm 3,40$
Valor de p	CG	$0,32^{\text{ns}}$	$0,69^{\text{ns}}$
	TA	$<0,001^{**}$	$<0,001^{**}$
	Interação CG x TA	$0,873^{\text{ns}}$	$0,23^{\text{ns}}$

** significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

Houve incremento dos teores de compostos fenólicos aos 21 e 28 dias de armazenamento ($45,0$ e $40,7$ mg de ácido gálico 100 g^{-1} polpa fresca

respectivamente), retornando aos 35 dias a valores próximos aos inicialmente obtidos (Figura 12).

Esta variação no conteúdo de compostos fenólicos pode ser atribuída a várias alterações bioquímicas e enzimáticas de determinados fenóis durante o processo de amadurecimento, incluindo hidrólises de glicosídeos, oxidação de fenóis e polimerização de fenóis livres (ROBARDS et al., 1999). Também podem ocorrer respostas ao estresse e a exposição ao etileno sintetizando um complexo grupo desses compostos.

Mendonça et al. (2015) verificaram para caqui ‘Rama Forte’ armazenado em embalagem com atmosfera modificada passiva e ambiente refrigerado, redução dos teores de compostos fenólicos totais, com pico aos cinco dias de armazenamento (92 mg de ácido gálico 100 g⁻¹ polpa), chegando a teor médio de 18 mg de ácido gálico 100 g⁻¹ polpa aos 20 dias de armazenamento, variação mais acentuada do que a verificada no presente estudo com a cultivar ‘Kioto’ em 35 dias de armazenamento. Possivelmente, isto se deve ao fato de que o caqui ‘Rama Forte’ ser um fruto adstringente com degradação dos taninos (classe de compostos fenólicos) com o avanço do amadurecimento (ABE; LAJOLO; GENOVESE, 2011), o que não ocorreu no caqui ‘Kioto’ neste trabalho por ser uma cultivar não adstringente.

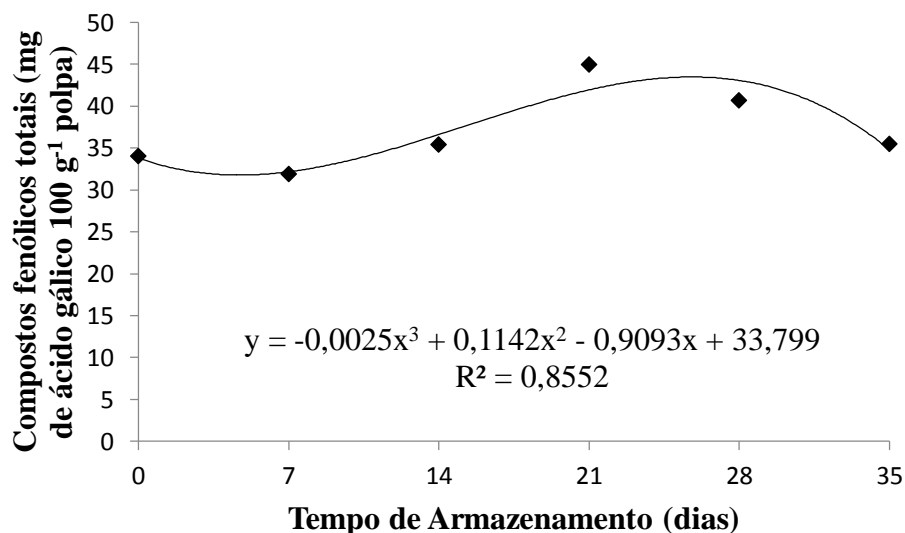


Figura 12. Compostos fenólicos totais (mg de ácido gálico 100 g⁻¹ polpa fresca) de caquis cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

A atividade antioxidante nos caquis apresentou maior capacidade de sequestrar radicais livres no início da avaliação experimental (68,97 %), com redução durante o avanço do armazenamento (Figura 13). Nas demais avaliações houve redução da atividade, com médias diferindo estatisticamente do dia zero, e chegando aos 35 dias com valor de 61,68 %.

Santos et al. (2013) avaliaram a atividade antioxidante de quatro variedades de pêssegos e verificaram que os teores de compostos fenólicos aumentaram no período de cinco dias de armazenamento, para as cultivares Aurora, Biuti e Douradão. A cultivar Biuti apresentou o maior teor de compostos fenólicos, tanto para os frutos armazenados (14,25 mg g⁻¹) como para os sem armazenamento (12,83 mg g⁻¹), enquanto os teores mais baixos foram observados para a cultivar Aurora, nos frutos sem armazenamento (2,60 mg g⁻¹) e nos armazenados (3,41 mg g⁻¹), a atividade antioxidante alcançada foi acima de 70%, próxima a do caqui deste estudo (média de 61,5 %).

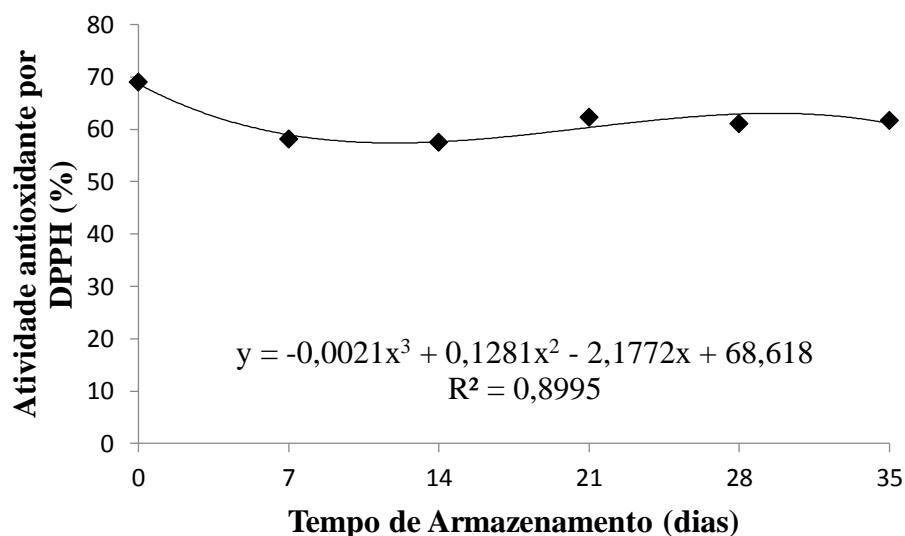


Figura 13. Atividade antioxidante por DPPH (%) de caquis cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

4.2.7. Vitamina C e flavonoides

Não foram obtidas leituras de ácido ascórbico utilizando a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2008) para a cv. Kioto. Entretanto, foram

encontrados resultados utilizando a determinação descrita segundo Terada et al. (1978). A vitamina C pode estar presente na forma reduzida, ácido L-ascórbico (ou simplesmente ácido ascórbico), assim como na sua forma oxidada, ácido L-dehidroascórbico. O ácido L-ascórbico é um composto biologicamente ativo, instável, facilmente e reversivelmente oxidado a ácido L-dehidroascórbico, também biologicamente ativo (TEIXEIRA; MONTEIRO, 2006). A metodologia preconizada pelo Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2008) quantifica apenas a forma reduzida da vitamina C, enquanto o protocolo de Terada et al. (1978) quantifica ambas. Desta forma, assume-se que nas condições desta pesquisa, a vitamina C quantificada encontra-se na forma oxidada (ácido L-dehidroascórbico).

O processo de oxidação do ácido ascórbico é reversível. Acontece quando ocorre a perda de dois elétrons, levando à formação do ácido L-dehidroascórbico. A atividade antioxidante da vitamina C envolve a transferência de um elétron ao radical livre e a consequente formação do radical livre ascorbato (ROSA et al., 2007). O ácido L-dehidroascórbico pode ser facilmente convertido em ácido ascórbico no organismo humano, no entanto, também pode ser oxidado irreversivelmente a ácido dicetogulônico, este sem qualquer atividade de vitamina C (PARVIAINEN; NYSSONEN, 1992). Nos resultados obtidos para vitamina C houve diferenças significativas tanto para o tempo de armazenamento quanto para a interação entre a composição de gases e o tempo (Tabela 12). Para a determinação de flavonoides houve diferença para os dois fatores isoladamente assim como para a interação entre eles (Tabela 12).

Os teores de vitamina C nos frutos diferiram entre os tratamentos nos dias 21 e 28, segundo desdobramento apresentado na Tabela 13. No dia 21, os frutos do tratamento controle apresentaram maior teor diferindo da composição com 8 % CO₂. No dia 28, as composições com 7 % e 8 % CO₂ apresentaram maiores teores de vitamina C, diferindo-se dos demais tratamentos. Os frutos de todos os tratamentos apresentaram variação no teor de vitamina C com o decorrer do armazenamento, sendo que os tratamentos controle, 5 % CO₂ e 6 % CO₂ apresentaram menores teores aos 28 dias e os frutos dos tratamentos com 7 % CO₂ e 8 % CO₂ apresentaram maiores teores neste período.

As alterações no teor de vitamina C observados neste trabalho, podem ser decorrentes desta vitamina ser facilmente degradada e utilizada como antioxidante para proteção celular, envolvendo vários fatores como pH, temperatura, presença de luz, ação enzimática, oxigênio ou catalisadores metálicos (SANTOS, 2008).

Tabela 12. Vitamina C (mg de ácido ascórbico 100 g⁻¹ de polpa fresca) e flavonoides (mg de rutina 100 g⁻¹ de polpa fresca) de caqui cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Fatores de Variação		Vitamina C (mg de ácido ascórbico 100 g ⁻¹ de polpa fresca)	Flavonóides (mg de rutina 100 g ⁻¹ de polpa fresca)
Composição Gasosa (CG)	0,03% CO ₂ + 21% O ₂	50,10 ± 11,40	5,70 ± 1,90
	5% CO ₂ + 4% O ₂	51,20 ± 13,50	6,60 ± 3,10
	6% CO ₂ + 4% O ₂	49,90 ± 12,00	5,50 ± 2,10
	7% CO ₂ + 4% O ₂	51,20 ± 12,50	10,30 ± 7,00
	8% CO ₂ + 4% O ₂	51,10 ± 14,00	6,10 ± 3,20
Tempo de Armazenamento (dias - TA)	0	56,70 ± 2,70	5,20 ± 0,30
	7	51,70 ± 9,00	6,20 ± 2,50
	14	49,80 ± 8,00	6,50 ± 2,80
	21	42,80 ± 10,90	5,40 ± 2,20
	28	47,50 ± 22,00	11,80 ± 7,50
	35	55,60 ± 9,20	5,90 ± 2,10
Valor de p	CG	0,24 ^{ns}	<0,001**
	TA	<0,001**	<0,001**
	Interação CG x TA	<0,001**	0,006**

** significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

No desdobramento de flavonoides (Tabela 14) a diferença entre os frutos dos tratamentos ocorreu apenas no dia 28, em que os frutos da composição com 7 % CO₂ apresentaram maior média comparado as demais avaliações e aos demais tratamentos. Provavelmente, por ser um tipo de avaliação destrutiva, em cada dia de análise é avaliado frutos diferentes, sendo que nesta avaliação os frutos analisados apresentaram maior teor de flavonoides.

Os flavonoides são o grupo de compostos fenólicos mais relevantes nos alimentos, abrangendo variadas famílias de compostos como os flavanóis, flavonóis, as flavonas e as antocianinas que diferem quanto ao seu padrão de oxidação e, com menor frequências, as auronas, chalconas e isoflavonas dependendo do lugar, número e combinação dos grupamentos participantes da molécula (ANGELO; JORGE, 2007).

Moura et al. (2001) verificaram teor médio de flavonoides de 105,12 mg 100 g⁻¹ em nove clones de caju. Guimarães (2013) não observou diferenças entre a época

Tabela 13. Vitamina C (mg de ácido ascórbico 100 g⁻¹ de polpa fresca) de caqui cv. Kioto nos tratamentos com atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Tempo de Armazenamento (dias)	Composição Gasosa				
	0,03% CO ₂ + 21% O ₂	5% CO ₂ + 4% O ₂	6% CO ₂ + 4% O ₂	7% CO ₂ + 4% O ₂	8% CO ₂ + 4% O ₂
0	56,67 ± 3,20 aA	56,67 ± 3,20 aAB	56,67 ± 3,20 aA	56,47 ± 3,20 aB	56,67 ± 3,20 aAB
7	56,48 ± 9,06 aA	58,24 ± 8,90 aA	55,87 ± 8,59 aA	45,92 ± 1,47 aB	41,76 ± 2,26 aBC
14	44,17 ± 4,09 aAB	58,80 ± 6,28 aA	54,96 ± 8,29 aA	45,59 ± 5,41 aB	45,56 ± 5,20 aBC
21	56,06 ± 6,83 aA	40,16 ± 10,64 abBC	43,67 ± 15,99 abAB	39,34 ± 3,43 abB	34,87 ± 3,92 bC
28	29,73 ± 2,59 bB	30,83 ± 1,78 bC	32,21 ± 1,93 bB	72,36 ± 15,26 aA	72,39 ± 7,15 aA
35	57,48 ± 1,41 aA	62,21 ± 11,03 aA	56,27 ± 8,13 aA	47,14 ± 2,36 aB	55,13 ± 14,94 aAB

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste de Tukey (p<0,05).

Tabela 14. Flavonoides (mg de rutina 100 g⁻¹ de polpa fresca) de caqui cv. Kioto nos tratamentos com atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Tempo de Armazenamento (dias)	Composição Gasosa				
	0,03% CO ₂ + 21% O ₂	5% CO ₂ + 4% O ₂	6% CO ₂ + 4% O ₂	7% CO ₂ + 4% O ₂	8% CO ₂ + 4% O ₂
0	5,23 ± 0,32 aA	5,23 ± 0,32 aA	5,23 ± 0,32 aA	5,23 ± 0,32 aB	5,23 ± 0,32 aA
7	4,91 ± 0,84 aA	5,92 ± 0,65 aA	4,30 ± 1,36 aA	10,28 ± 1,97 aB	5,37 ± 1,32 aA
14	5,19 ± 1,87 aA	7,92 ± 4,52 aA	6,09 ± 1,91 aA	8,33 ± 3,64 aB	5,00 ± 0,27 aA
21	5,39 ± 2,20 aA	4,57 ± 0,50 aA	3,80 ± 1,05 aA	6,63 ± 3,46 aB	6,60 ± 2,27 aA
28	7,77 ± 3,67 bA	10,32 ± 5,05 bA	8,52 ± 2,40 bA	23,45 ± 6,22 aA	9,13 ± 7,52 bA
35	5,97 ± 1,06 aA	5,61 ± 1,20 aA	4,92 ± 1,96 aA	7,96 ± 3,72 aB	5,22 ± 1,66 aA

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste de Tukey (p<0,05).

de colheita para os flavonoides em oito cultivares de morango, com média de 22,58 mg pirocatequina 100 g⁻¹, sendo as cultivares Toyonoka e Camarosa com maiores teores, 29,11 e 26,15 mg pirocatequina 100 g⁻¹, respectivamente. Ambos trabalhos com médias superiores aos obtidos para o caqui ‘Kioto’.

4.2.8 Pigmentos: clorofila A, clorofila B, antocianinas e carotenoides

Houve efeito significativo do tempo de armazenamento para clorofila B, antocianinas e carotenoides, e efeito da interação entre as composições de gases e o armazenamento para os quatro pigmentos analisados nos frutos (Tabela 15).

Tabela 15. Clorofila A, clorofila B, antocianinas e carotenoides ($\mu\text{g g}^{-1}$ polpa) de caqui cv. Kioto sob atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Fatores de Variação		Clorofila A	Clorofila B	Antocianinas	Carotenoides
		($\mu\text{g g}^{-1}$ polpa)			
Composição Gasosa (CG)	0,03% CO ₂ + 21% O ₂	7,48 ± 1,91	9,40 ± 4,24	66,35 ± 17,51	41,59 ± 7,38
	5% CO ₂ + 4% O ₂	6,52 ± 2,85	9,94 ± 5,15	57,02 ± 15,71	38,07 ± 10,68
	6% CO ₂ + 4% O ₂	6,95 ± 4,20	8,33 ± 5,41	53,32 ± 20,57	39,59 ± 11,72
	7% CO ₂ + 4% O ₂	5,77 ± 2,46	8,69 ± 4,53	58,07 ± 18,30	34,02 ± 9,41
	8% CO ₂ + 4% O ₂	6,29 ± 3,98	8,07 ± 4,83	53,79 ± 22,89	36,33 ± 9,38
Tempo de Armazenamento (dias - TA)	0	8,00 ± 1,30	13,86 ± 5,30	83,20 ± 3,48	45,06 ± 2,08
	7	7,03 ± 4,39	9,84 ± 4,69	51,24 ± 10,95	32,36 ± 9,52
	14	6,15 ± 2,83	9,16 ± 3,94	47,22 ± 13,79	31,99 ± 5,22
	21	4,76 ± 2,38	5,62 ± 2,81	40,91 ± 9,23	28,74 ± 6,32
	28	7,20 ± 3,61	7,86 ± 2,67	61,74 ± 15,99	38,65 ± 5,56
	35	7,47 ± 3,21	6,97 ± 4,61	61,94 ± 22,56	50,72 ± 6,71
Valor de p	CG	0,34 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,52 ^{ns}
	TA	0,02 ^{ns}	<0,001**	<0,001**	<0,001**
	Interação CG x TA	<0,001**	0,008**	0,008**	0,008**

** significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

Para clorofila A, houve diferença entre os frutos dos tratamentos nos dias 7 e 14. No dia 7, o tratamento com 6 % CO₂ apresentou maior média diferindo-se dos tratamentos com 7 % e 8 % CO₂. Enquanto no dia 14, os frutos do controle apresentaram maiores médias diferindo-se dos tratamentos com 5 % e 7 % CO₂ (Tabela 16). Durante o armazenamento, apenas a composição com 6 % CO₂ apresentou variação nos teores de

clorofila A. O menor teor foi verificado aos 35 dias ($0,94 \mu\text{g g}^{-1}$ polpa), diferindo-se dos demais dias de avaliação. Também houve diferença entre o dia 7 ($11,87 \mu\text{g g}^{-1}$ polpa) e o dia 21 ($5,49 \mu\text{g g}^{-1}$ polpa).

A clorofila A é o pigmento utilizado para realizar a fotoquímica, ou seja, o primeiro estágio do processo fotossintético, enquanto os demais pigmentos auxiliam na absorção de luz e na transferência da energia radiante para os centros de reação, sendo assim chamados de pigmentos acessórios (STREIT et al., 2005). A decomposição das clorofilas durante a senescência faz parte do desenvolvimento da planta, fato observado no presente trabalho apenas nos frutos submetidos a atmosfera de 6% CO_2 .

Para clorofila B, houve diferença nos frutos dos tratamentos nos dias 7, 14 e 35 (Tabela 17). Aos 7 dias maior teor foi verificado para os frutos do tratamento com 5 % CO_2 e menor para os frutos do tratamento com 8 % CO_2 . Aos 14 dias os frutos do tratamento com 5% CO_2 também apresentaram maior teor de clorofila B diferindo-se dos frutos do tratamento com 7 % CO_2 . E aos 35 dias, os frutos submetidos a composição com 6 % CO_2 não apresentaram teor de clorofila B diferindo-se dos frutos controle e das composições com 7 % e 8 % CO_2 .

Em relação ao armazenamento, os frutos dos diferentes tratamentos apresentaram variação nos teores de clorofila B (Tabela 17). As menores médias foram obtidas aos 28, 21, 35 e 14 dias para os frutos dos tratamentos controle, 5 %, 6 % e 7 % de CO_2 respectivamente, e aos 7 e 21 dias para os frutos do tratamento com 8 % CO_2 . Os maiores teores foram obtidos nas primeiras avaliações. Tais alterações devem-se, sobretudo, à ação de clorofilases. A variação de pH e de textura e a indução de sistemas oxidativos também podem ser fatores que atuam no processo de degradação das clorofilas (SETER et al., 1991).

Quanto aos teores de antocianinas, houve diferença entre os frutos dos tratamentos a partir do sétimo dia de avaliação (Tabela 18). Aos 7 dias os maiores teores foram obtidos nos frutos dos tratamentos controle e 5 % CO_2 . Aos 14 dias, o controle também apresentou maior teor de antocianinas, enquanto os tratamentos com 5 % e 8 % CO_2 os menores teores. Aos 21 dias, maior teor foi obtido nos frutos do tratamento com 5 %, aos 28 dias nos frutos dos tratamentos com 6 % e 8 % CO_2 e aos 35 dias nos tratamentos controle e 7 % CO_2 e a composição com 6 % CO_2 apresentou menor média.

Tabela 16. Clorofila A ($\mu\text{g g}^{-1}$ polpa) em caqui cv. Kioto nos tratamentos de atmosfera modificada ativa e armazenamento em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Tempo de Armazenamento (dias)	Composição Gasosa				
	0,03% CO ₂ + 21% O ₂	5% CO ₂ + 4% O ₂	6% CO ₂ + 4% O ₂	7% CO ₂ + 4% O ₂	8% CO ₂ + 4% O ₂
0	8,00 ± 1,53 aA	8,00 ± 1,53 aA	8,00 ± 1,53 aAB	8,00 ± 1,53 aA	8,00 ± 1,53 aA
7	6,01 ± 0,35 abA	8,83 ± 3,33 abA	11,87 ± 6,60 aA	4,29 ± 0,89 bA	4,14 ± 3,72 bA
14	9,72 ± 1,25 aA	2,74 ± 0,57 bA	7,80 ± 1,83 abAB	5,63 ± 2,15 bA	4,88 ± 1,67 abA
21	7,00 ± 2,09 aA	5,69 ± 3,17 aA	5,49 ± 1,59 aB	2,86 ± 1,25 aA	2,74 ± 0,25 aA
28	6,05 ± 2,43 aA	5,59 ± 2,20 aA	7,61 ± 0,59 aAB	6,47 ± 3,07 aA	10,29 ± 7,05 aA
35	8,09 ± 1,18 aA	8,28 ± 0,91 aA	0,94 ± 0,80 bC	7,38 ± 2,20 aA	7,68 ± 2,47 aA

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 17. Clorofila B ($\mu\text{g g}^{-1}$ polpa) em caqui cv. Kioto nos tratamentos de atmosfera modificada ativa e armazenamento em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Tempo de Armazenamento (dias)	Composição Gasosa				
	0,03% CO ₂ + 21% O ₂	5% CO ₂ + 4% O ₂	6% CO ₂ + 4% O ₂	7% CO ₂ + 4% O ₂	8% CO ₂ + 4% O ₂
0	13,86 ± 6,27 aA	13,86 ± 6,27 aA	13,86 ± 6,27 aA	13,86 ± 6,27 aA	13,86 ± 6,27 aA
7	11,78 ± 2,83 abAB	13,78 ± 4,65 aA	12,49 ± 2,62 abA	6,76 ± 1,83 abAB	4,40 ± 4,05 bB
14	11,32 ± 1,00 abAB	13,85 ± 2,81 aA	9,74 ± 0,87 abA	4,25 ± 2,62 bB	6,65 ± 2,51 abAB
21	6,23 ± 2,53 aAB	4,54 ± 2,21 aB	5,40 ± 2,93 aAB	7,16 ± 4,17 aAB	4,77 ± 3,30 aB
28	4,83 ± 2,23 aB	6,00 ± 0,61 aAB	8,52 ± 1,12 aAB	10,32 ± 2,32 aAB	9,63 ± 2,10 aAB
35	8,36 ± 1,08 aAB	7,60 ± 2,87 abAB	0,00 ± 0,00 bB	9,80 ± 4,23 aAB	9,10 ± 5,11 aB

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 18. Antocianinas ($\mu\text{g g}^{-1}$ polpa) em caqui cv. Kioto nos tratamentos de atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Tempo de Armazenamento (dias)	Composição Gasosa				
	0,03% CO ₂ + 21% O ₂	5% CO ₂ + 4% O ₂	6% CO ₂ + 4% O ₂	7% CO ₂ + 4% O ₂	8% CO ₂ + 4% O ₂
0	83,20 ± 4,12 aA	83,20 ± 4,12 aA	83,20 ± 4,12 aA	83,20 ± 4,12 aA	83,20 ± 4,12 aA
7	65,31 ± 0,75 aB	57,63 ± 2,21 abB	46,80 ± 2,57 bcBC	49,97 ± 10,29 bcB	36,48 ± 2,21 cC
14	65,44 ± 11,40 aB	32,89 ± 6,53 cC	52,47 ± 6,16 bB	49,98 ± 4,98 bB	35,30 ± 4,86 cC
21	37,59 ± 3,16 bC	57,02 ± 4,00 aB	37,08 ± 1,39 bCD	41,33 ± 1,25 bB	31,53 ± 2,54 bC
28	60,79 ± 3,74 bB	50,39 ± 2,00 bcB	73,89 ± 3,46 aA	43,12 ± 2,97 cB	80,54 ± 16,87 aA
35	85,75 ± 12,38 aA	60,97 ± 4,75 bB	26,49 ± 2,62 cD	80,79 ± 4,03 aA	55,70 ± 5,97 bB

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 19. Carotenoides ($\mu\text{g g}^{-1}$ polpa) em caqui cv. Kioto nos tratamentos de atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Tempo de Armazenamento (dias)	Composição Gasosa				
	0,03% CO ₂ + 21% O ₂	5% CO ₂ + 4% O ₂	6% CO ₂ + 4% O ₂	7% CO ₂ + 4% O ₂	8% CO ₂ + 4% O ₂
0	45,06 ± 2,46 aB	45,06 ± 2,46 aB	45,06 ± 2,46 aB	45,06 ± 2,46 aA	45,06 ± 2,46 aA
7	41,91 ± 6,77 aBC	41,93 ± 1,17 aB	32,13 ± 4,80 bD	24,60 ± 2,43 cC	21,21 ± 2,67 cC
14	31,57 ± 2,83 bD	33,20 ± 1,48 abC	38,71 ± 2,82 aC	24,31 ± 0,63 cC	32,18 ± 3,70 bB
21	35,40 ± 1,86 aCD	21,88 ± 0,37 cD	23,99 ± 4,21 bcE	29,72 ± 1,69 abBC	32,73 ± 7,68 aB
28	43,83 ± 2,07 abBC	32,45 ± 2,11 cC	38,15 ± 1,05 bcC	33,56 ± 1,92 cB	45,24 ± 0,54 aA
35	51,77 ± 2,48 bcA	53,90 ± 2,80 abA	59,50 ± 4,42 aA	46,88 ± 0,61 cdA	41,53 ± 0,58 dA

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Houve alterações no teor de antocianinas nos frutos dos diferentes tratamentos durante o armazenamento (Tabela 18). No final do período experimental, os dos tratamentos controle e 7 % CO₂ mantiveram os teores mais próximos ao início das avaliações, seguidos dos frutos dos tratamentos com 5 % e 8 % CO₂ e, por fim, o tratamento com 6 % CO₂ com maior redução no teor de antocianinas.

As antocianinas são as principais classes dos flavonoides e contribuem significativamente para a ação antioxidante, sendo encontradas apenas em vegetais. São responsáveis pela coloração do vermelho ao azul intenso, entretanto, são pigmentos instáveis. Possivelmente, a redução dos teores verificada nos frutos deste trabalho seja devido a degradação das antocianinas que pode ocorrer durante a extração, processamento e estocagem do alimento. Ainda, sua degradação, pode ser influenciada pelo pH, temperatura, enzimas, ácido ascórbico, oxigênio, dióxido de enxofre e íons metálicos (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

Para os carotenoides totais, assim como ocorreu para antocianinas, houve diferença entre os frutos dos diferentes tratamentos a partir do sétimo dia de avaliação (Tabela 19). Aos 7 dias, maiores teores foram obtidos para os frutos controle e para os frutos da composição com 5 % CO₂. Aos 14 dias, os frutos dos tratamentos com 5 % e 6 % CO₂ apresentaram maiores teores. Aos 21 dias, maiores médias foram obtidas nos frutos do controle e dos tratamentos com 7 % e 8 % CO₂. Aos 28 dias, maiores médias foram verificadas para os frutos controle e os submetidos a atmosfera com 8 % CO₂. E aos 35 dias, os frutos do tratamento com 6 % CO₂ apresentaram maior teor de carotenoides, porém não diferindo do tratamento com 5% CO₂. Em relação aos tratamentos, todos apresentaram maiores teores de carotenoides no final do período experimental e, os frutos dos tratamentos com 7 % e 8 % CO₂, não diferiram entre o primeiro (dia zero) e o último dia de avaliação (dia 35).

Os carotenoides formam um grupo de pigmentos mais difundidos na natureza, sendo responsáveis pela coloração amarela, laranja e vermelha, tonalidades características dos frutos de caqui. A transformação mais comum nos carotenoides é a oxidação que se processa por mecanismo do radical livre. Esta oxidação altera a cor, até mesmo eliminando-a (BOBBIO; BOBBIO, 2001).

Gross et al. (1984) citam que a dinâmica de biogênese de cloroplastos e cromoplastos e, por consequência, de clorofilas e de carotenóides tem correlação inversa. Este comportamento foi observado em caquis da cv. Fuyu por Danieli et

al. (2002), no qual observaram que o constante decréscimo de clorofilas foi acompanhado de um constante acréscimo de carotenoides. Isto também foi verificado neste trabalho para a cultivar Kioto, em especial para os frutos submetidos à atmosfera composta por 6 % CO₂.

4.2.9 Atividade enzimática

As atividades das enzimas pectinametilesterase (PME) e da poligalacturonase (PG) apresentaram efeito significativo nos frutos para os tratamentos sob atmosfera modificada ativa, dos dias de armazenamento ($p < 0,001$) e também para a interação desses fatores ($p < 0,001$) (Tabela 20).

Tabela 20. Atividade da pectinametilesterase (UE min⁻¹ g tecido⁻¹) e poligalacturonase (UE min⁻¹ g tecido⁻¹) em caqui cv. Kioto submetido a atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Fatores de Variação		Pectinametilesterase (UE min ⁻¹ g tecido ⁻¹)	Poligalacturonase (UE min ⁻¹ g tecido ⁻¹)
Composição Gasosa (CG)	0,03% CO ₂ + 21% O ₂	3862,84 ± 1924,01	1430,13 ± 125,23
	5% CO ₂ + 4% O ₂	2847,46 ± 869,29	1113,68 ± 344,27
	6% CO ₂ + 4% O ₂	2699,54 ± 699,61	1330,33 ± 209,80
	7% CO ₂ + 4% O ₂	2879,42 ± 885,55	1292,73 ± 157,57
	8% CO ₂ + 4% O ₂	2873,09 ± 425,14	1339,80 ± 158,28
Tempo de Armazenamento (dias - TA)	0	2610,93 ± 32,39	1416,28 ± 75,23
	7	4202,44 ± 1933,04	1183,21 ± 419,39
	14	2650,28 ± 636,22	1181,92 ± 240,04
	21	2772,46 ± 1149,11	1429,39 ± 116,80
	28	2782,77 ± 828,86	1353,34 ± 102,96
	35	3175,93 ± 431,69	1236,38 ± 146,38
Valor de p	CG	< 0,001**	< 0,001**
	TA	< 0,001**	< 0,001**
	Interação CG x TA	< 0,001**	< 0,001**

** significativo a 1%.

Na Tabela 21 está apresentado o desdobramento para a atividade da PME dos frutos na atmosfera modificada ativa e no tempo de armazenamento. Observou-se, durante o armazenamento, diferenças entre os frutos dos diferentes tratamentos nos dias 7 e 21. Em ambos os dias, maior atividade foi obtida para os frutos do tratamento controle, com médias de 7566 e 4625 UE min⁻¹ g tecido⁻¹, nos dias 7 e 21 respectivamente. Os frutos dos

tratamentos controle, 5 % CO₂ e 7 % CO₂ apresentaram diferenças estatísticas no decorrer do armazenamento, enquanto os frutos dos tratamentos submetidos às composições de 6 % CO₂ e 8 % CO₂ não apresentaram diferenças estatísticas na atividade da PME durante o armazenamento refrigerado.

Diferentes enzimas atuam nas paredes celulares dos tecidos vegetais, tanto na fase de desenvolvimento como de amadurecimento, causando modificações nas propriedades texturais. Dentre essas enzimas atuantes no amaciamento dos tecidos, enquadram-se a PME e a PG. A PME atua removendo grupos metoxílicos (OCH₃) das substâncias pécticas, reduzindo o seu grau de metoxilação, liberando metanol e íons hidrogênio. A pectina com baixo grau de metoxilação é, então, complexada com o cálcio, formando pectato de cálcio, substância insolúvel, ou despolimerizada por hidrolases e liases. Como hidrolases, tem-se a PG, que atua de forma aleatória sobre as ligações glicosídicas internas, liberando resíduos de cálcio galacturônico (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Tais enzimas são importantes na qualidade pós-colheita de caqui mediante o amaciamento dos tecidos e consequente perda de firmeza.

No desdobramento da atividade da PG (Tabela 22), observou-se diferenças entre os frutos dos tratamentos aos 7, 14 e 35 dias. Aos 7 dias os frutos do tratamento controle apresentaram maior atividade desta enzima, diferindo-se dos frutos dos tratamentos submetidos a 5 %, 7 % e 8 % CO₂. Aos 14 dias, os frutos do tratamento com 5 % CO₂ apresentaram menor atividade enzimática diferindo-se dos frutos dos tratamentos controle e atmosfera com 8 % CO₂. Aos 35 dias, os frutos dos tratamentos com 5 % e 6 % CO₂ apresentaram as menores atividade da PG com diferença estatística para com os frutos do tratamento controle (ar atmosférico).

Os frutos submetidos ao armazenamento com embalagem contendo 5 % CO₂ apresentaram menor atividade aos 7 dias diferindo-se dos demais dias de avaliação (Tabela 22). Nos frutos do tratamento com 6 % CO₂, as avaliações realizadas nos dias 7 e 21 apresentaram maior atividade enzimática diferindo-se dos dias 14 e 35. E para os frutos dos tratamentos submetidos a atmosfera composta por 7 % CO₂, maior atividade foi verificada no dia 0 e a menor no dia 7.

Moraes et al. (2011) verificaram, em caquis ‘Giombo’ destanzados submetidos à aplicação de cloreto de cálcio em pós-colheita e atmosfera modificada passiva, que a atividade da PME aumentou até o 21º dia para os frutos da testemunha (sem CaCl₂), média de 3368,4 UE min⁻¹ g tecido⁻¹, enquanto nos frutos submetidos à aplicação de 1,0% e

Tabela 21. Atividade da pectinametilsterase (UE min⁻¹ g tecido⁻¹) em caqui cv. Kioto nos tratamentos com atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Tempo de Armazenamento (dias)	Composição Gasosa				
	0,03% CO ₂ + 21% O ₂	5% CO ₂ + 4% O ₂	6% CO ₂ + 4% O ₂	7% CO ₂ + 4% O ₂	8% CO ₂ + 4% O ₂
0	2610,93 ± 38,33 aC	2610,93 ± 38,33 aAB	2610,93 ± 38,33 aA	2610,93 ± 38,33 aB	2610,93 ± 38,33 aA
7	7566,46 ± 768,6 aA	3749,55 ± 388,37 bcA	2681,15 ± 408,74 cdA	4420,07 ± 195,18 bA	2594,95 ± 730,27 dA
14	3080,39 ± 107,44 aC	3027,08 ± 870,31 aA	2175,79 ± 712,51 aA	2097,31 ± 341,11 aB	2870,83 ± 283,95 aA
21	4624,68 ± 637,48 aB	1551,81 ± 353,49 cB	2477,04 ± 289,54 bcA	2251,00 ± 675,53 bcB	2957,79 ± 447,59 bA
28	2107,13 ± 580,36 aC	2637,99 ± 687,00 aAB	3117,37 ± 1471,00 aA	2867,79 ± 760,77 aB	3183,57 ± 348,86 aA
35	3187,42 ± 309,61 aC	3507,38 ± 571,34 aA	3134,94 ± 438,48 aA	3029,44 ± 512,01 aB	3020,47 ± 438,00 aA

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste de Tukey (p<0,05)

Tabela 22. Atividade da poligalacturonase (UE min⁻¹ g tecido⁻¹) em caqui cv. Kioto nos tratamentos com atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Tempo de Armazenamento (dias)	Composição Gasosa				
	0,03% CO ₂ + 21% O ₂	5% CO ₂ + 4% O ₂	6% CO ₂ + 4% O ₂	7% CO ₂ + 4% O ₂	8% CO ₂ + 4% O ₂
0	1416,25 ± 89,02 aA	1416,25 ± 89,02 aA	1416,25 ± 89,02 aAB	1416,25 ± 89,02 aA	1416,25 ± 89,02 aA
7	1589,45 ± 160,43 aA	543,87 ± 203,45 dD	1483,12 ± 204,51 abA	1080,78 ± 12,39 cB	1219,32 ± 282,23 bcA
14	1334,93 ± 133,27 aA	888,83 ± 176,36 bC	1121,74 ± 212,98 abB	1197,40 ± 210,28 abAB	1371,87 ± 185,58 aA
21	1435,08 ± 16,64 aA	1438,55 ± 62,01 aA	1542,17 ± 140,25 aA	1317,84 ± 167,77 aAB	1413,31 ± 72,44 aA
28	1375,83 ± 98,94 aA	1291,95 ± 125,34 aAB	1311,95 ± 29,57 aAB	1396,55 ± 149,22 aAB	1390,43 ± 108,24 aA
35	1429,24 ± 124,05 aA	1102,62 ± 32,85 bBC	1106,72 ± 65,53 bB	1315,73 ± 27,45 abAB	1227,62 ± 105,16 abA

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste de Tukey (p<0,05)..

2,0% de CaCl_2 , este aumento foi verificado aos 28 dias, quando a atividade desta enzima diminuiu significativamente. E nos frutos submetidos a 0,5% e 3,0% de CaCl_2 o aumento da PME foi maior que nos demais tratamentos. Os autores verificaram quanto a atividade da PG que os frutos controle, apresentaram média superior aos demais tratamentos submetidos a aplicação de CaCl_2 . Para o caqui 'Kioto', os frutos submetidos a embalagem com atmosfera ambiente (controle) apresentaram maior atividade, evidenciando que a combinação de técnicas pós-colheita reduz a atividade desta enzima.

Entre as enzimas degradantes das paredes celulares, a atividade da PG é a mais utilizada na avaliação da perda de firmeza dos tecidos vegetais (CHITARRA; CHITARRA, 2005), por isso faz-se necessário esta avaliação, em especial, para frutos como o caqui, em que a perda de firmeza gerada pela atividade enzimática afeta negativamente a qualidade e comercialização dos frutos.

4.3 Experimento II: Conservação de caqui 'Kioto' submetido a radiação gama associada ao armazenamento refrigerado

4.3.1 Perda de massa

Os frutos submetidos a radiação gama apresentaram diferença estatística para as doses irradiadas ($p < 0,001$) e para o tempo de armazenamento ($p < 0,001$), no entanto, não houve diferença para a interação dos fatores ($p = 0,28$). O tratamento controle (frutos não irradiados) e a dose de 0,6 kGy apresentaram menores valores, 0,74 e 0,77 % respectivamente (Tabela 23). Durante o período de armazenamento a perda de massa foi crescente, do 7° ao 35° dia, variando de 0,33 a 1,24 % (Figura 14).

A aplicação da dose de 0,6 kGy de radiação gama apresentou o menor percentual de perda de massa fresca dos frutos juntamente com os frutos controle, enquanto os frutos submetidos às maiores doses de radiação, 0,9 e 1,2 kGy, apresentaram os maiores percentuais de perda de massa durante o armazenamento, 0,88 % e 0,89 %, respectivamente (Tabela 23).

Doses mais elevadas de radiação podem promover maior perda de massa nos caquis, fato este verificado no presente trabalho, pois a radiação pode aumentar a permeabilidade de membranas, incrementar a atividade metabólica devido ao estresse

causado e romper ligações intercelulares, além de aumentar a transpiração através da cutícula, aumentando a perda de massa (MAXIE; SOMMER; MITCHELL et al., 1971).

Tabela 23. Perda de massa fresca (%) de caqui cv. Kioto submetido a radiação gama e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Fatores de Variação		Perda de Massa (%)
Radiação Gama (RG)	0 kGy	$0,74 \pm 0,32$ c
	0,3 kGy	$0,84 \pm 0,40$ ab
	0,6 kGy	$0,77 \pm 0,33$ bc
	0,9 kGy	$0,88 \pm 0,36$ a
	1,2 kGy	$0,89 \pm 0,44$ a
Tempo de Armazenamento (dias - TA)	0	-
	7	$0,33 \pm 0,07$
	14	$0,56 \pm 0,09$
	21	$0,90 \pm 0,12$
	28	$1,12 \pm 0,17$
	35	$1,24 \pm 0,14$
Valor de p	RG	$< 0,001^{**}$
	TA	$< 0,001^{**}$
Interação RG x TA		$0,28^{ns}$

Médias seguidas de mesma letra, em cada fator, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). ** significativo a 1%, ns não significativo.

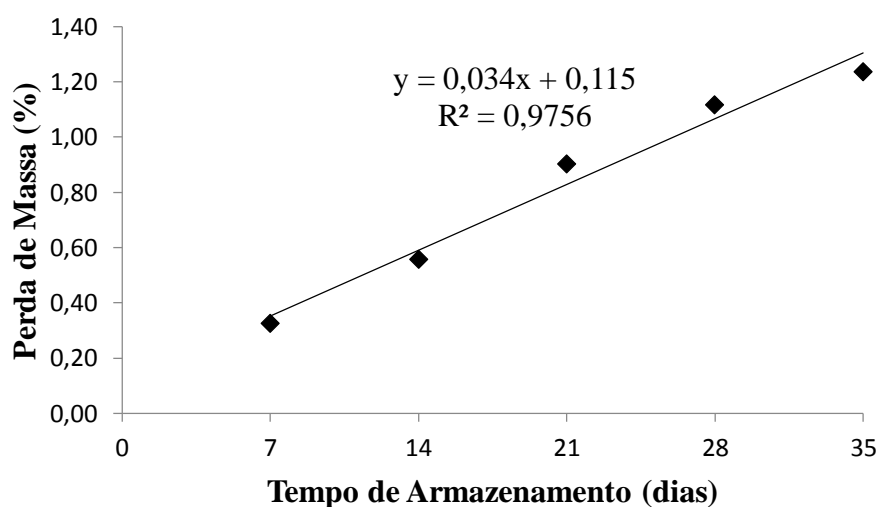


Figura 14. Perda de massa fresca (%) de caquis cv. Kioto submetidos a radiação gama e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Vieites, Picanço e Daiuto (2012) relataram resultados semelhantes aos obtidos neste trabalho. Segundo os autores foi constatado efeito benéfico da aplicação da radiação gama em caquis ‘Giombo’, sendo que os frutos submetidos à dose de 0,6 kGy apresentaram o menor percentual de perda de massa, enquanto aqueles submetidos à maior dose de radiação (1,2 kGy) apresentaram os maiores percentuais de perda de massa durante o armazenamento (2,59 %).

4.3.2 Sólidos solúveis, potencial hidrogeniônico, acidez titulável

Ocorreu diferença significativa nos frutos em função das doses irradiadas para sólidos solúveis e pH, e do tempo de armazenamento para os três atributos apresentados na Tabela 24.

Tabela 24. Sólidos solúveis (° Brix), potencial hidrogeniônico (pH) e acidez titulável (g ácido málico 100 g⁻¹ polpa) de caqui cv. Kioto submetido a radiação gama e armazenamento refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Fatores de Variação		Sólidos Solúveis (° Brix)	pH	Acidez Titulável (g ácido málico 100 g ⁻¹ polpa)
Radiação Gama (RG)	0 kGy	19,19 ± 1,02 a	5,66 ± 0,16 ab	0,080 ± 0,018
	0,3 kGy	18,73 ± 0,62 ab	5,69 ± 0,14 a	0,077 ± 0,015
	0,6 kGy	18,63 ± 1,00 ab	5,64 ± 0,15 ab	0,076 ± 0,016
	0,9 kGy	18,45 ± 1,17 b	5,60 ± 0,19 b	0,077 ± 0,012
	1,2 kGy	19,02 ± 0,84 ab	5,58 ± 0,17 b	0,083 ± 0,013
Tempo de Armazenamento (dias - TA)	0	17,90 ± 0,39	5,65 ± 0,09	0,094 ± 0,009
	7	18,39 ± 1,05	5,63 ± 0,04	0,089 ± 0,015
	14	18,87 ± 0,53	5,36 ± 0,14	0,072 ± 0,008
	21	19,75 ± 0,79	5,79 ± 0,09	0,066 ± 0,007
	28	19,05 ± 0,71	5,66 ± 0,13	0,067 ± 0,010
	35	18,86 ± 1,50	5,71 ± 0,09	0,084 ± 0,007
Valor de p	RG	0,02*	0,004**	0,29 ^{ns}
	TA	< 0,001**	< 0,001**	< 0,001**
	Interação RGxTA	0,15 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,69 ^{ns}

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey (p<0,05). ** significativo a 1%, * significativo a 5%, ^{ns} não significativo.

O maior teor de sólidos solúveis foi constatado para os frutos do

controle e o menor para a dose de 0,9 kGy. Os demais tratamentos irradiados não diferiram do controle nem da dose de 0,9 kGy. Quanto ao pH, foi obtido valor de 5,69 na dose de 0,3 kGy diferindo-se dos valores obtidos nas doses de 0,9 e 1,2 kGy (5,60 e 5,58 respectivamente).

Girardi et al. (2003) em estudo com caqui 'Fuyu' armazenados durante 90 dias a 0 °C verificaram que os teores de sólidos solúveis variaram de 13,57 a 15,64 °Brix, a acidez titulável de 0,08 a 0,13% de ácido málico e o pH de 5,62 a 5,72 em 90 dias de armazenamento. Porém, segundo estes mesmos autores, a partir de 60 dias de armazenamento os caquis não apresentaram condições adequadas para a comercialização e consumo. Krammes, Argenta e Vieira (2005) também verificaram aumento no teor de sólidos solúveis em caquis 'Fuyu' armazenados por 30 dias a 23 °C, assim como verificado no presente trabalho.

Durante o tempo de armazenamento, para os sólidos solúveis e pH, houve elevação das médias aos 21 dias (Figuras 15 e 16). A variação de sólidos solúveis durante o armazenamento pode ser derivada da taxa de degradação do amido, sendo sua hidrólise uma das reações responsáveis pelo aumento do teor dos sólidos solúveis totais, o que foi verificado apenas em função do armazenamento e não das doses de irradiação (CHITARRA; CHITARRA 1990).

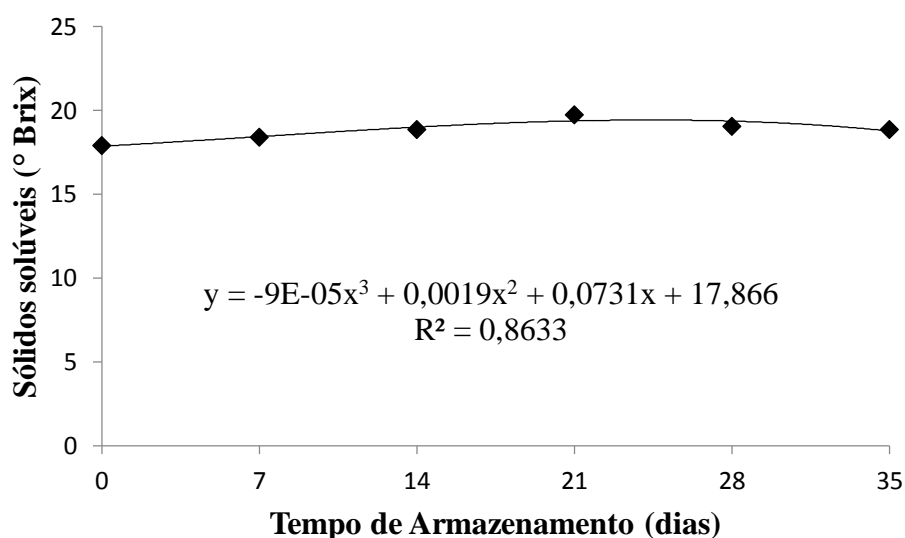


Figura 15. Sólidos solúveis (° Brix) de caquis cv. Kioto submetidos a radiação gama e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

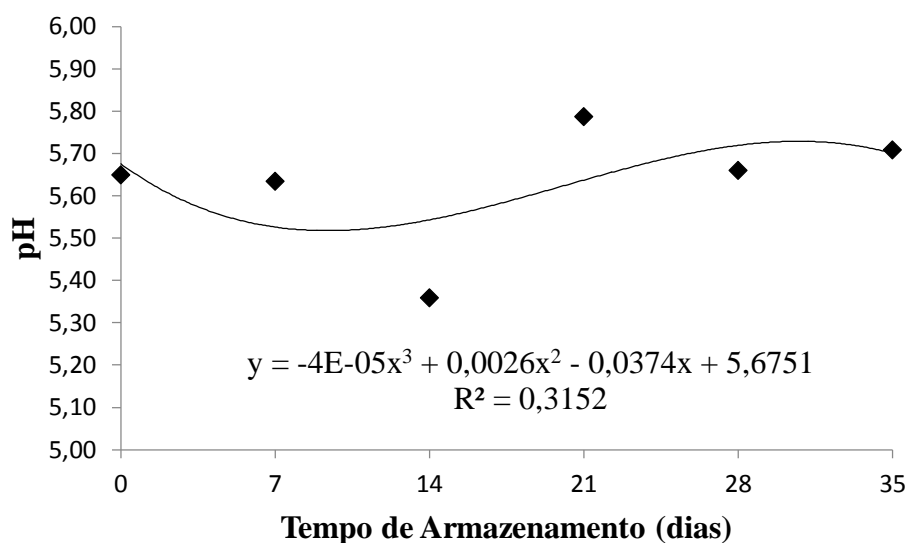


Figura 16. Potencial hidrogeniônico (pH) de caquis cv. Kioto submetidos a radiação gama e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5 \text{ \% UR}$) durante 35 dias.

Em relação a acidez titulável nos frutos, houve redução até os 21 dias e, após os 28 dias, houve aumento de acidez de 0,067 para 0,084 g ácido málico 100g^{-1} polpa, caracterizando ajuste cúbico de regressão polinomial (Figura 17).

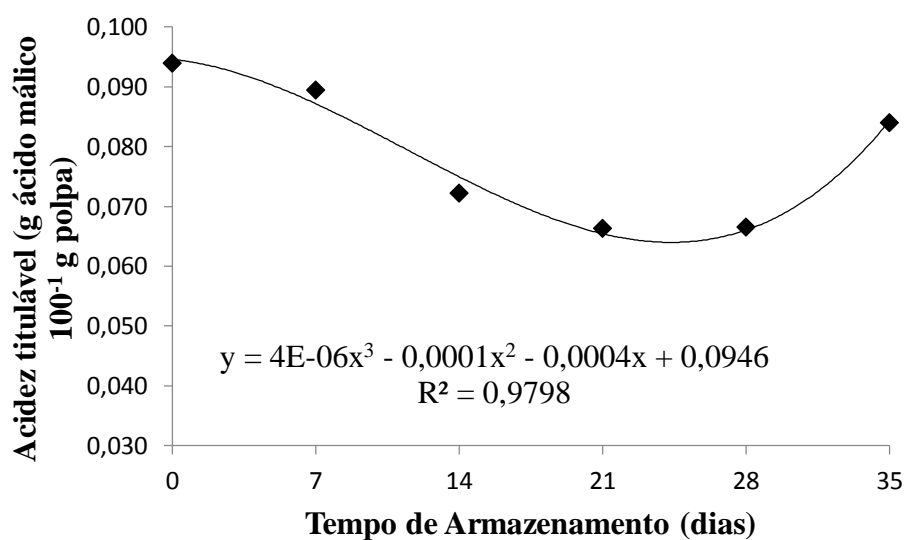


Figura 17. Acidez titulável (g ácido málico 100 g^{-1} polpa) de caquis cv. Kioto submetidos a radiação gama e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5 \text{ \% UR}$) durante 35 dias.

A redução da acidez até os 21 dias está relacionada com o processo de amadurecimento do fruto, no qual coincidiu com aumento do teor de sólidos solúveis, ou seja, aumento de açúcares simples e redução da acidez do fruto. Segundo Chitarra e Chitarra (2005) o teor de ácidos orgânicos, com poucas exceções, diminui com o avanço do amadurecimento, em decorrência do seu uso como substrato no processo respiratório ou de sua conversão em açúcares, fato este ocorrido neste trabalho.

4.3.3 “Ratio” e açúcar redutor

Para o “Ratio” e o teor de açúcar redutor houve diferença estatística para o tempo de armazenamento ($p < 0,001$) e não houve diferença para as doses irradiadas e para a interação dos fatores (Tabela 25).

Tabela 25. “Ratio” e açúcar redutor (%) de caqui cv. Kioto submetido a radiação gama e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Fatores de Variação		“Ratio”	Açúcar Redutor (%)
Radiação Gama (RG)	0 kGy	251,25 ± 59,17	18,45 ± 2,02
	0,3 kGy	251,76 ± 52,02	18,40 ± 2,26
	0,6 kGy	257,09 ± 69,57	18,06 ± 2,43
	0,9 kGy	244,01 ± 41,30	17,24 ± 4,17
	1,2 kGy	246,71 ± 71,39	18,17 ± 2,20
Tempo de Armazenamento (dias - TA)	0	191,89 ± 14,39	19,52 ± 1,72
	7	210,45 ± 35,80	19,89 ± 3,26
	14	277,37 ± 62,75	19,14 ± 1,75
	21	301,46 ± 37,61	16,94 ± 2,13
	28	294,00 ± 54,59	16,21 ± 1,21
	35	225,83 ± 18,71	16,69 ± 3,13
Valor de p	RG	0,90 ^{ns}	0,50 ^{ns}
	TA	< 0,001**	< 0,001**
	Interação RG x TA	0,32 ^{ns}	0,21 ^{ns}

** significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

O “Ratio” foi crescente, atingindo pico máximo aos 21 dias e decaindo a partir deste período (Figura 18). Estes resultados são ocasionados devido ao aumento do teor de sólidos solúveis e redução da acidez titulável que ocorreu nesse período,

o que ocasionou aumento da razão SS/AT indicando a evolução do grau de amadurecimento dos frutos.

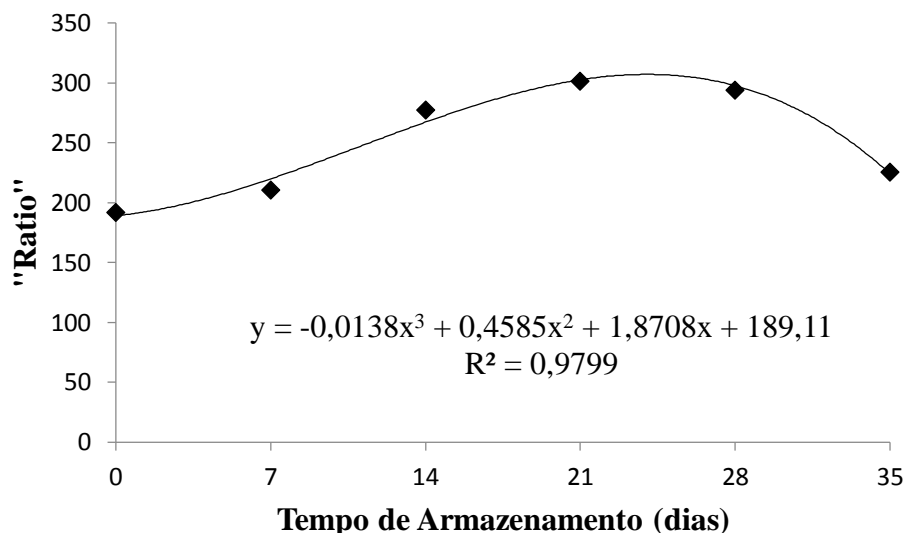


Figura 18. “Ratio” de caquis cv. Kioto submetidos a radiação gama e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Vieites, Picanço e Daiuto (2012) relataram para caqui ‘Giombo’ irradiado alteração no “Ratio”. Os autores observaram, durante o armazenamento refrigerado, que os frutos submetidos as doses de 0,3, 0,9 e 1,2 kGy apresentaram as maiores médias no final do experimento, em função da redução da acidez titulável, pois os teores de sólidos solúveis permaneceram estáveis. Já os tratamentos controle e 0,6 kGy apresentaram redução do “Ratio”. Contudo, no presente trabalho, a alteração se deve tanto a acidez quanto aos sólidos solúveis pois ambos variaram durante o armazenamento.

Entre 0 e 14 dias houve maior teor de açúcar redutor com declínio a partir deste período (Figura 19). A redução nos teores de açúcares pode ser derivada do processo respiratório, no qual os carboidratos são oxidados para produção de energia sendo que a concentração desses compostos muda progressivamente nas células vegetais (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os resultados obtidos são semelhantes aos de Costa (2011) que não constatou variações estatísticas significativas nos teores de açúcares redutores e açúcares totais em ameixas ‘Gulfblaze’ irradiadas nas doses de 0,4, 0,6, 0,8 e 1,0 kGy, diferenças foram verificadas somente quanto ao tempo de armazenamento que atingiu 35 dias.

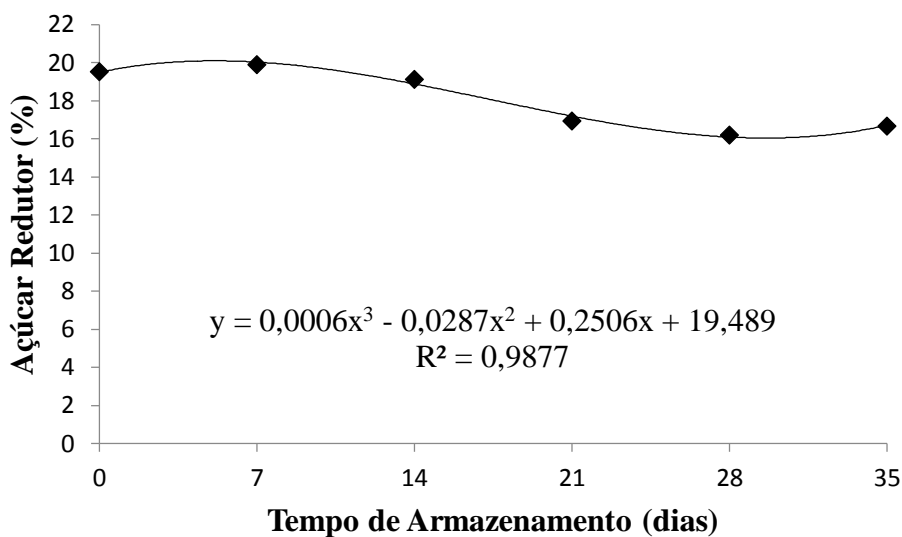


Figura 19. Açúcar redutor (%) de caquis cv. Kioto submetidos a radiação gama e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Costa et al. (2008) verificaram que o teor de açúcares redutores totais aumentou no final do armazenamento em pêssegos ‘Tropic Beauty’ irradiados, sem diferir estatisticamente quanto às doses aplicadas (0,4, 0,6, 0,8 e 1,0 kGy), variando de 7,17 a 11,0% em 25 dias de armazenamento refrigerado, corroborando com os resultados de caqui ‘Kioto’ do presente trabalho.

Picanço (2009) observou para caqui ‘Giombo’ irradiado os maiores teores de açúcares redutores aos 35 dias de armazenamento. As médias variaram de 18,08% para a dose de 0,9 kGy a 22,10% para o controle não irradiado. No entanto, entre os 14 e 21 dias, a pesquisadora verificou redução dos teores de açúcares e posteriormente um incremento deste constituinte até os 35 dias. Para o presente trabalho, esta alteração foi menos acentuada na cv. Kioto e caracterizou-se com a redução dos teores de açúcares redutores.

4.3.4 Coloração da casca

Para os componentes de cor da casca houve diferença para L^* e $^{\circ}Hue$ quanto aos dias de armazenamento. Não ocorreu diferença estatística para as doses de radiação tampouco para a interação dos fatores (Tabela 26).

Tabela 26. Luminosidade e ângulo Hue da casca de caqui cv. Kioto submetidos a radiação gama e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Fatores de Variação		Luminosidade	Ângulo Hue
Radiação Gama (RG)	0 kGy	61,47 ± 6,92	67,56 ± 8,31
	0,3 kGy	63,59 ± 5,52	71,53 ± 6,66
	0,6 kGy	61,62 ± 7,24	69,86 ± 8,30
	0,9 kGy	62,36 ± 5,40	70,76 ± 8,10
	1,2 kGy	62,12 ± 6,18	69,77 ± 8,09
Tempo de Armazenamento (dias - TA)	0	67,63 ± 0,81	78,76 ± 7,26
	7	67,44 ± 1,14	75,23 ± 2,60
	14	65,53 ± 3,34	71,97 ± 4,30
	21	62,08 ± 3,66	67,88 ± 5,40
	28	57,22 ± 4,88	63,18 ± 6,00
	35	53,49 ± 3,61	62,34 ± 3,96
Valor de p	RG	0,28 ^{ns}	0,19 ^{ns}
	TA	<0,001**	<0,001**
	Interação RG x TA	0,22 ^{ns}	0,41 ^{ns}

** significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

Para L* houve redução dos valores, partindo de 67,63 no dia zero à 53,49 aos 35 dias (Figura 20). Desta forma, nota-se que houve perda de luminosidade da epiderme dos caquis durante o período experimental.

Em caqui ‘Fuyu’ minimamente processado e irradiado, Pinto (2010) verificou influência do tempo de armazenamento nos valores de luminosidade, variando de 57,09 a 51,26 durante 12 dias, porém não foi verificada diferença quanto às doses de radiação aplicadas (0,1, 0,3 e 0,5 kGy), assim como no presente trabalho.

O °Hue variou de 78,73 no início da avaliação experimental a 62,34 aos 35 dias (Figura 21). Neste caso, a coloração laranja-avermelhada predominou devido à redução dos valores do °Hue. Thewes et al. (2011) verificaram em caqui Kioto após 30 dias de armazenamento refrigerado valores médios de 63,62 para L* e 81,04° para °Hue, valores próximos aos obtidos neste trabalho, porém com aumento do ângulo.

Picanço (2009) trabalhando com caqui ‘Giombo’ destanzado e irradiado, observou que os frutos do controle e do tratamento com 0,3 kGy apresentaram maior desenvolvimento da cor amarela e não apresentaram diferenças estatísticas ao longo do período de armazenamento, houve diferença durante o armazenamento apenas no tratamento irradiado com dose de 1,2 kGy. Por outro lado, no presente trabalho, os frutos

apresentaram variação do $^{\circ}Hue$ apenas durante o período de armazenamento caracterizando a ocorrência de tons de vermelho.

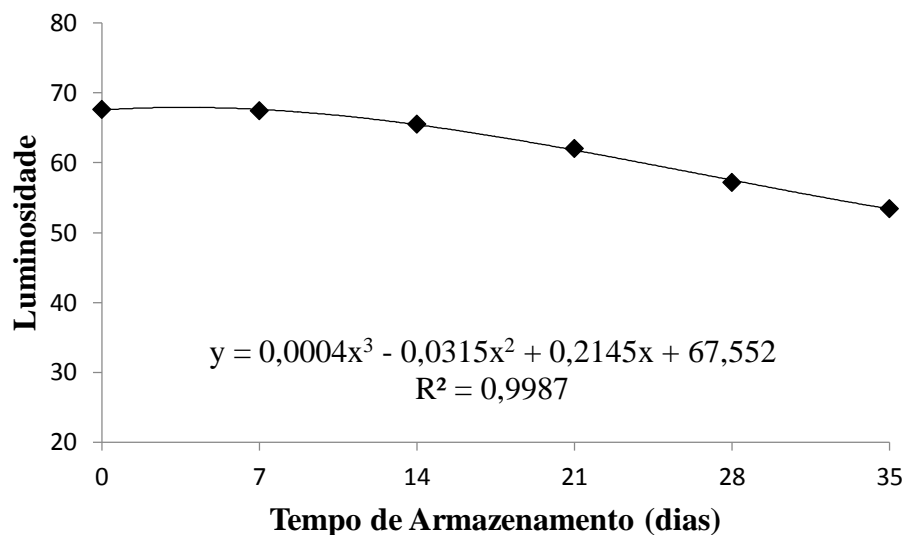


Figura 20. Luminosidade da casca de caquis cv. Kioto submetidos a radiação gama e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

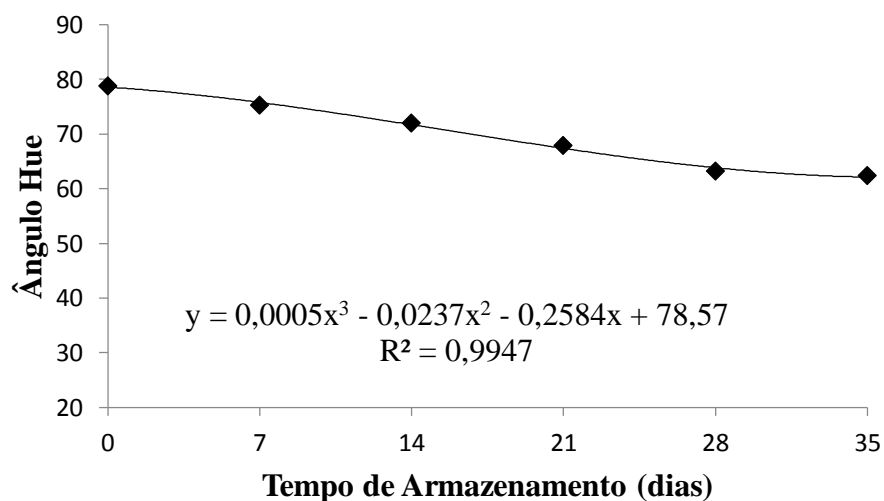


Figura 21. Ângulo Hue da casca de caquis cv. Kioto submetidos a radiação gama e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

4.3.5 Coloração da polpa

Para coloração da polpa houve efeito do tempo de armazenamento ($p < 0,001$) para L^* e $^{\circ}Hue$, porém não houve efeito da radiação nem da interação dos fatores (Tabela 27).

Tabela 27. Luminosidade e ângulo Hue da polpa de caquis cv. Kioto submetidos a radiação gama e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Fatores de Variação		Luminosidade	Ângulo Hue
Radiação Gama (RG)	0 kGy	$45,95 \pm 9,87$	$63,23 \pm 5,88$
	0,3 kGy	$46,90 \pm 7,40$	$64,28 \pm 4,02$
	0,6 kGy	$46,70 \pm 7,46$	$61,09 \pm 11,09$
	0,9 kGy	$45,41 \pm 8,23$	$63,33 \pm 3,08$
	1,2 kGy	$45,17 \pm 7,50$	$62,64 \pm 3,04$
Tempo de Armazenamento (dias - TA)	0	$55,20 \pm 7,98$	$67,36 \pm 3,56$
	7	$49,36 \pm 7,12$	$65,43 \pm 3,41$
	14	$47,65 \pm 4,89$	$63,33 \pm 3,14$
	21	$45,27 \pm 3,32$	$62,25 \pm 3,41$
	28	$41,43 \pm 5,88$	$62,45 \pm 2,81$
	35	$37,26 \pm 3,38$	$56,64 \pm 11,04$
Valor de p	RG	$0,87^{ns}$	$0,48^{ns}$
	TA	$< 0,001^{**}$	$< 0,001^{**}$
	Interação RG x TA	$0,48^{ns}$	$0,42^{ns}$

** significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

A luminosidade da polpa dos caquis submetidos a radiação gama, apresentou declínio de 32,5 % em 35 dias de armazenamento, ou seja, aumento da opacidade, assim como a piderme dos frutos, com ajuste linear conforme representado na Figura 22.

Para o $^{\circ}Hue$ também houve redução, de 15,9 % em 35 dias, considerando os resultados da primeira e última avaliação (Figura 23). Isso indica uma coloração laranja-avermelhado com o avanço do armazenamento. Diferentemente destes resultados, Mendonça et al. (2015) verificaram em caqui ‘Rama Forte’ valores de 55,44 a 70,98 para $^{\circ}Hue$ da polpa de zero a 20 dias de armazenamento refrigerado, no entanto, essa variação não foi significativa perante a análise estatística.

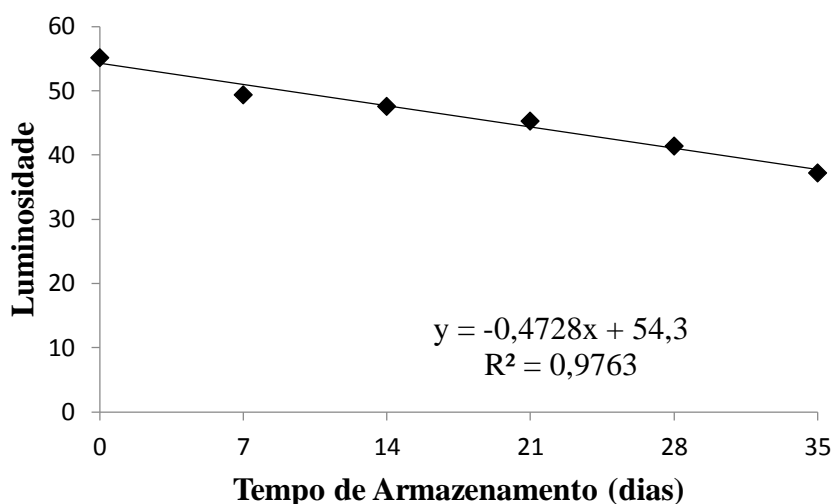


Figura 22. Luminosidade da polpa de caqui cv. Kioto submetidos a radiação gama e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

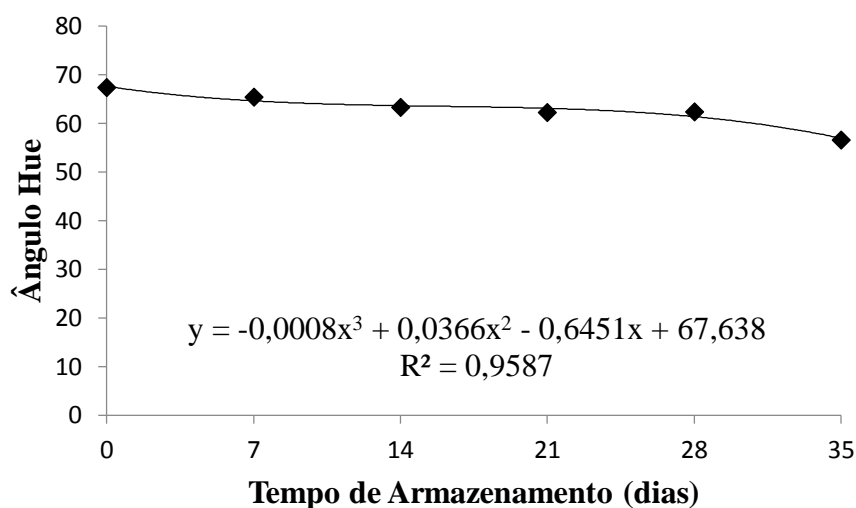


Figura 23. Ângulo Hue da casca de caqui cv. Kioto submetidos a radiação gama e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante dias.

4.3.6 Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante por DPPH

Nos frutos, ocorreu diferença no teor de compostos fenólicos totais em função do tempo de armazenamento ($p=0,01$). Para a atividade antioxidante ocorreu diferença estatística tanto para os fatores isolados quanto para a interação entre as doses de

radiação aplicadas e o tempo de armazenamento (Tabela 28).

Tabela 28. Compostos fenólicos totais (mg de ácido gálico 100 g⁻¹ polpa fresca) e atividade antioxidante por DPPH (%) de caquis cv. Kioto submetidos a radiação gama e armazenamento refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Fatores de Variação		Compostos fenólicos totais (mg de ácido gálico 100 g ⁻¹ polpa fresca)	Atividade antioxidante (%)
Radiação Gama (RG)	0 kGy	30,42 ± 4,72	64,47 ± 5,80
	0,3 kGy	29,81 ± 4,57	60,79 ± 6,42
	0,6 kGy	32,68 ± 5,25	63,10 ± 6,39
	0,9 kGy	33,05 ± 4,27	64,47 ± 6,58
	1,2 kGy	31,29 ± 4,92	60,36 ± 4,48
Tempo de Armazenamento (dias - TA)	0	32,50 ± 4,24	55,72 ± 5,07
	7	32,98 ± 3,86	64,55 ± 5,82
	14	31,91 ± 5,59	64,82 ± 4,16
	21	33,51 ± 5,37	61,56 ± 5,28
	28	28,25 ± 3,64	64,65 ± 6,13
	35	29,56 ± 4,25	64,51 ± 8,49
Valor de p	RG	0,15 ^{ns}	0,03*
	TA	0,01**	<0,001**
	Interação RG x TA	0,47 ^{ns}	0,001**

** significativo a 1%, * significativo a 5%, ^{ns} não significativo.

De acordo com Vasco, Ruales e Kamal-Eldin (2008) as espécies frutíferas podem ser classificadas em três categorias quanto ao teor de compostos fenólicos: baixo (< 100 mg ácido gálico 100 g⁻¹), médio (100 a 500 mg ácido gálico 100 g⁻¹) e alto (>500 mg ácido gálico 100 g⁻¹) em amostras de matéria fresca. De acordo com esta classificação, o caqui 'Kioto' enquadra-se em frutos de baixo teor de compostos fenólicos.

O teor de compostos fenólicos nos frutos atingiu maior valor aos 21 dias (33,51 mg de ácido gálico 100 g⁻¹ polpa fresca) e após, decaiu a 29,56 mg de ácido gálico 100 g⁻¹ polpa fresca aos 35 dias (Figura 24). Esta redução pode estar relacionada à ocorrência de oxidação dos compostos fenólicos durante o armazenamento e pode ser utilizada para o acompanhamento da perda da qualidade na pós-colheita.

Resultados semelhantes foram obtidos por Costa et al. (2012) em que diferentes doses de radiação gama não influenciaram o teor de compostos fenólicos em ameixas 'Gulfblaze' armazenadas, sendo que aos 25 dias, os autores constataram maior

média de fenólicos totais, enquanto o maior teor no presente estudo foi verificado aos 21 dias.

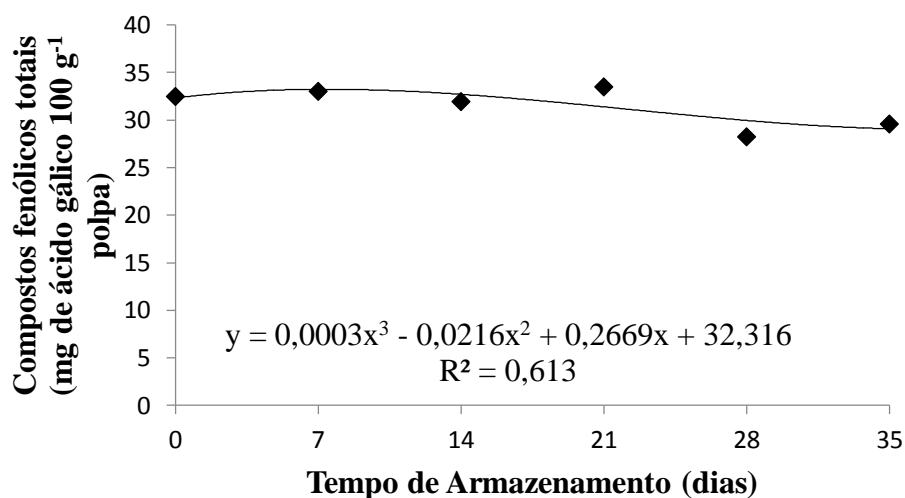


Figura 24. Compostos fenólicos totais (mg de ácido gálico 100 g⁻¹ polpa fresca) de caquis cv. Kioto submetidos a radiação gama e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Para atividade antioxidante dos frutos houve interação entre os fatores conforme desdobramento apresentado na Tabela 29. Pode-se observar interferência da radiação no último dia de avaliação, no qual os frutos do tratamento irradiado com 0,3 kGy apresentaram a menor atividade (54,40%), enquanto os do controle apresentaram a maior (74,74 %). Os demais tratamentos não se diferiram.

Quanto ao período de armazenamento, os frutos irradiados apresentaram maior atividade antioxidante, em valor absoluto, aos 14 dias para a dose de 0,3 kGy, aos 7 dias para a radiação de 0,6 kGy, aos 7 e 21 dias para a dose 0,9 kGy e aos 14 dias para a dose de 1,2 kGy.

Os frutos não irradiados apresentaram atividade crescente, com maior média aos 35 dias, bem como verificado por Chirinos et al. (2010) em frutos de camu-camu que constataram aumento da capacidade antioxidante por DPPH com o avanço do processo de amadurecimento. Entretanto, Daiuto et al. (2013) com objetivo de avaliar o efeito da radiação não ionizante (UV-C) na conservação pós-colheita do abacate ‘Hass’, obtiveram para atividade antioxidante (DPPH) valor mínimo de 20,2 % no último dia de análise (aos 15 dias) e o máximo de 32,1 % para o tratamento testemunha no primeiro dia de avaliação.

Tabela 29. Atividade antioxidante por DPPH (%) de caquis cv. Kioto nos tratamentos de radiação gama e armazenamento em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Tempo de Armazenamento (dias)	Radiação Gama				
	0 kGy	0,3 kGy	0,6 kGy	0,9 kGy	1,2 kGy
0	55,72 ± 5,99 aC	55,72 ± 5,99 aB	55,72 ± 5,99 aB	55,72 ± 5,99 aB	55,72 ± 5,99 aB
7	59,02 ± 5,82 aC	62,77 ± 2,69 aAB	68,17 ± 6,02 aA	70,13 ± 5,53 aA	63,15 ± 2,56 aAB
14	65,77 ± 6,23 aAB	69,51 ± 0,94 aA	62,66 ± 3,34 aAB	60,84 ± 1,78 aAB	65,34 ± 1,30 aA
21	60,32 ± 2,42 aBC	61,98 ± 5,48 aAB	58,33 ± 1,52 aAB	68,41 ± 6,81 aA	58,78 ± 3,21 aAB
28	71,23 ± 6,83 aAB	60,85 ± 0,93 aAB	65,61 ± 7,15 aAB	65,30 ± 6,09 aAB	60,25 ± 3,11 aAB
35	74,74 ± 6,20 aA	54,40 ± 7,54 cB	68,08 ± 3,04 abA	66,43 ± 1,31 abAB	58,90 ± 4,08 bcAB

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

4.3.7 Vitamina C e flavonoides

Para vitamina C nos frutos houve efeito significativo das doses irradiadas, do tempo de armazenamento e da interação entre os fatores (Tabela 30). Para flavonoides houve diferença significativa para os dias de armazenamento e para a interação entre o armazenamento e doses de radiação (Tabela 30).

Tabela 30. Vitamina C (mg de ácido ascórbico 100 g⁻¹ de polpa fresca) e flavonoides (mg de rutina 100 g⁻¹ de polpa fresca) de caquis cv. Kioto submetidos a radiação gama e armazenamento refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Fatores de Variação		Vitamina C (mg de ácido ascórbico 100 g ⁻¹ de polpa fresca)	Flavonoides (mg de rutina 100 g ⁻¹ de polpa fresca)
Radiação Gama (RG)	0 kGy	65,41 ± 19,52	12,16 ± 5,82
	0,3 kGy	53,92 ± 6,72	12,39 ± 7,28
	0,6 kGy	61,09 ± 28,39	11,30 ± 6,87
	0,9 kGy	55,60 ± 14,24	14,75 ± 10,22
	1,2 kGy	51,28 ± 15,54	15,14 ± 15,91
Tempo de Armazenamento (dias -TA)	0	52,87 ± 1,98	7,71 ± 1,37
	7	67,65 ± 9,11	14,28 ± 7,66
	14	76,00 ± 24,76	10,69 ± 4,31
	21	58,78 ± 15,71	11,03 ± 5,85
	28	50,92 ± 15,65	15,43 ± 7,90
	35	38,54 ± 6,87	19,76 ± 8,44
Valor de p	RG	<0,001**	0,46 ^{ns}
	TA	<0,001**	<0,001**
	Interação RG x TA	<0,001**	<0,001**

** significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

Devido a interação entre os fatores, o desdobramento para vitamina C está apresentado na Tabela 31. Em relação aos dias de armazenamento, houve diferença entre os frutos dos tratamentos nos dias 14, 21 e 28. Na avaliação aos 14 dias, os frutos submetidos a dose de 0,6 kGy apresentaram maiores teores de vitamina C diferindo-se dos demais tratamentos. Aos 21 dias ocorreu diferença em relação ao controle, sendo que este apresentou maior teor. E aos 28 dias, o controle apresentou maior média, no entanto, não se diferiu do tratamento irradiado na dose de 0,9 kGy. Com exceção do tratamento de 0,3 kGy, os demais tratamentos apresentaram variação no teor de vitamina C em função do

armazenamento. Houve redução dos teores de vitamina C com o avanço do período experimental, redução média de 27 % em 35 dias (Tabela 31). Resultados semelhantes foram obtidos por Souza et al. (2009) que constataram que os teores de vitamina C em pseudofrutos de caju diminuíram com o emprego de doses maiores de radiação (1,0 kGy) e, durante o armazenamento, o teor de vitamina C decresceu 42,7%.

Corroborando com o presente trabalho, Vieites, Picanço e Daiuto (2012) verificaram que os teores de ácido ascórbico em caqui 'Giombo' diminuíram significativamente e durante o período de armazenamento os caquis submetidos a 1,2 kGy apresentaram menores valores em comparação aos caquis dos demais tratamentos.

O desdobramento da interação entre doses e tempo de armazenamento para flavonoides nos frutos está apresentado na Tabela 32. Nos dias de avaliação, houve diferença entre os tratamentos apenas aos 35 dias, no qual os frutos dos tratamentos submetidos as maiores doses de radiação ionizante (0,9 e 1,2 kGy) apresentaram maiores teores de flavonoides (32,90 e 39,46 mg de rutina 100g^{-1} de polpa respectivamente). Deste modo, foram estes os tratamentos que se diferiram durante o armazenamento. Os frutos do tratamento submetido a dose de 0,9 kGy apresentou maiores teores de flavonoides aos 28 e 35 dias, no entanto a média obtida aos 28 dias não se diferiu das avaliações anteriores. Já para o tratamento com 1,2 kGy, a média verificada aos 35 dias se diferiu das demais avaliações que apresentaram menores teores.

Os maiores teores de flavonoides observados nos frutos submetidos às maiores doses de radiação pode se dar pelo fato da radiação aumentar a permeabilidade de membranas, romper ligações intercelulares e quebrar o vacúolo liberando mais facilmente os compostos ali presentes (FANARO, 2013).

Tabela 31. Vitamina C (mg de ácido ascórbico 100 g⁻¹ de polpa fresca) de caquis cv. Kioto nos tratamentos de radiação gama e armazenados em ambiente refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Tempo de Armazenamento (dias)	Radiação Gama				
	0 kGy	0,3 kGy	0,6 kGy	0,9 kGy	1,2 kGy
0	52,87 ± 2,35 aBC	52,87 ± 2,35 aA	52,87 ± 2,35 aBC	52,87 ± 2,35 aABC	52,87 ± 2,35 aAB
7	71,54 ± 12,04 aAB	60,74 ± 6,19 aA	59,08 ± 5,28 aB	73,79 ± 7,58 aA	73,12 ± 2,54 aA
14	78,30 ± 11,92 bA	57,79 ± 5,44 bA	116,57 ± 21,61 aA	64,36 ± 11,51 bAB	62,96 ± 8,94 bAB
21	82,28 ± 16,15 aA	57,45 ± 1,29 bA	57,60 ± 8,42 bB	46,10 ± 13,44 bBC	50,46 ± 6,02 bBC
28	72,11 ± 17,00 aAB	48,89 ± 6,16 bA	47,97 ± 3,86 bBC	56,76 ± 10,87 abABC	28,89 ± 3,10 bD
35	35,35 ± 2,03 aC	45,77 ± 4,51 aA	32,47 ± 5,95 aC	39,74 ± 9,60 aC	39,37 ± 5,13 aCD

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste de Tukey (p<0,05).

Tabela 32. Flavonoides (mg de rutina 100 g⁻¹ de polpa fresca) de caquis cv. Kioto nos tratamentos de radiação gama e armazenados em ambiente refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Tempo de Armazenamento (dias)	Radiação Gama				
	0 kGy	0,3 kGy	0,6 kGy	0,9 kGy	1,2 kGy
0	7,71 ± 1,63 aA	7,71 ± 1,63 aA	7,71 ± 1,63 aA	7,71 ± 1,63 aB	7,71 ± 1,63 aB
7	14,26 ± 7,07 aA	24,07 ± 4,78 aA	14,18 ± 7,73 aA	11,55 ± 5,98 aB	7,32 ± 3,87 aB
14	14,60 ± 4,21 aA	9,69 ± 4,78 aA	8,47 ± 3,39 aA	8,33 ± 2,68 aB	12,37 ± 6,46 aB
21	14,05 ± 5,96 aA	12,26 ± 7,15 aA	14,06 ± 8,42 aA	7,72 ± 1,14 aB	7,07 ± 3,32 aB
28	15,14 ± 8,65 aA	7,37 ± 3,36 aA	17,37 ± 10,17 aA	20,32 ± 6,99 aAB	16,94 ± 7,51 aB
35	7,17 ± 3,03 bA	13,25 ± 8,22 bA	5,99 ± 0,36 bA	32,90 ± 5,11 aA	39,46 ± 9,14 aA

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste de Tukey (p<0,05).

4.3.8 Pigmentos: clorofila A, clorofila B, antocianinas e carotenoides

Para pigmentos nos frutos, houve diferença estatística para os fatores e para interação nos resultados de clorofila A e do tempo de armazenamento para antocianinas e carotenoides. Os resultados de clorofila B não foram significativos (Tabela 33).

No desdobramento de clorofila A (Tabela 34) houve diferença entre os frutos dos tratamentos nos dias 7 e 14. Aos 7 dias, a dose de 0,9 kGy apresentou maior teor diferindo-se dos frutos do tratamento com 0,3 kGy, os frutos dos demais tratamentos não se diferiram. Aos 14 dias, os frutos do tratamento submetido a dose de 0,6 kGy diferiram-se dos demais com maior teor ($14,66 \mu\text{g g}^{-1}$ polpa). Em relação ao armazenamento, os frutos dos tratamentos submetidos a 0,6, 0,9 e 1,2 kGy diferiram durante os dias de análise. Nos frutos submetidos a radiação de 0,6 kGy, o maior teor de clorofila A foi verificado aos 14 dias diferindo-se das demais avaliações. No tratamento de 0,9 kGy, os dias 7 e 14 apresentaram maiores teores diferindo-se das médias verificadas aos 21 e 28 dias. E o tratamento de 1,2 kGy apresentou maior teor aos 14 dias diferindo-se dos dias 21 e 28.

Tabela 33. Clorofila A, clorofila B, antocianinas e carotenoides ($\mu\text{g g}^{-1}$ polpa) de caqui cv. Kioto submetido a radiação gama e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5 \%$ UR) durante 35 dias.

Fatores de Variação		Clorofila A	Clorofila B	Antocianinas	Carotenoides
		$(\mu\text{g g}^{-1}$ polpa)			
Radiação Gama (RG)	0 kGy	$5,49 \pm 2,70$	$6,07 \pm 3,93$	$62,20 \pm 15,31$	$59,82 \pm 13,86$
	0,3 kGy	$4,01 \pm 1,93$	$3,79 \pm 2,90$	$52,66 \pm 10,19$	$58,76 \pm 10,88$
	0,6 kGy	$6,48 \pm 4,37$	$4,15 \pm 2,46$	$52,55 \pm 17,21$	$54,88 \pm 13,56$
	0,9 kGy	$5,50 \pm 3,49$	$5,08 \pm 3,90$	$58,08 \pm 12,75$	$56,07 \pm 14,37$
	1,2 kGy	$5,20 \pm 3,05$	$4,63 \pm 3,25$	$59,35 \pm 17,51$	$57,21 \pm 15,98$
Tempo de Armazenamento (dias - TA)	0	$5,22 \pm 2,46$	$4,96 \pm 1,44$	$59,90 \pm 9,65$	$70,40 \pm 15,21$
	7	$6,58 \pm 2,88$	$4,96 \pm 4,44$	$53,24 \pm 14,06$	$54,32 \pm 9,59$
	14	$8,82 \pm 3,61$	$6,72 \pm 3,54$	$71,29 \pm 17,05$	$59,09 \pm 14,30$
	21	$4,49 \pm 2,76$	$3,60 \pm 3,74$	$53,79 \pm 10,23$	$57,35 \pm 12,79$
	28	$3,29 \pm 2,14$	$3,84 \pm 2,71$	$48,44 \pm 15,42$	$49,62 \pm 7,58$
	35	$3,62 \pm 1,98$	$4,38 \pm 3,06$	$55,14 \pm 13,19$	$53,31 \pm 12,49$
Valor de p	RG	0,03*	0,10 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,77 ^{ns}
	TA	<0,001**	0,22 ^{ns}	<0,001**	<0,001**
	Interação RGxTA	0,002**	0,15 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,59 ^{ns}

** significativo a 1%, * significativo a 5%, ^{ns} não significativo.

Tabela 34. Clorofila A ($\mu\text{g g}^{-1}$ polpa) em caquis cv. Kioto nos tratamentos de radiação gama e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias

Tempo de Armazenamento (dias)	Radiação Gama				
	0 kGy	0,3 kGy	0,6 kGy	0,9 kGy	1,2 kGy
0	5,22 \pm 2,91 aA	5,22 \pm 2,91 aA	5,22 \pm 2,91 aB	5,22 \pm 2,91 aAB	5,22 \pm 2,91 aAB
7	5,19 \pm 1,61 abA	3,45 \pm 0,77 bA	7,16 \pm 0,90 abB	10,20 \pm 2,94 aA	6,90 \pm 2,75 abAB
14	6,71 \pm 1,42 bA	5,55 \pm 1,37 bA	14,66 \pm 2,67 aA	8,29 \pm 1,04 bA	8,92 \pm 2,22 bA
21	7,60 \pm 3,64 aA	3,66 \pm 0,56 aA	5,15 \pm 2,66 aB	2,56 \pm 1,77 aB	3,50 \pm 2,51 aB
28	5,48 \pm 3,75 aA	2,60 \pm 1,12 aA	4,35 \pm 0,37 aB	1,74 \pm 0,54 aB	2,29 \pm 1,32 aB
35	2,75 \pm 1,04 aA	3,61 \pm 3,09 aA	2,35 \pm 0,44 aB	4,98 \pm 1,46 aAB	4,40 \pm 2,69 aAB

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

As radiações ionizantes e a fotosensibilização são processos prejudiciais para este pigmento e geram radicais livres derivados de oxigênio bem como espécies excitadas. As clorofilas tendem a ser foto-oxidadas sob alta radiação e, devido aos carotenoides poderem prevenir a foto-oxidação das clorofilas, a relação entre as clorofilas e carotenoides pode ser usada como um indicador potencial de perdas foto-oxidativas causadas por fortes irradiações (HENDRY; PRICE, 1993).

Os teores de antocianinas nos frutos apresentaram efeito significativo no tempo de armazenamento com maior média aos 14 dias e redução até os 35 dias. Ou seja, redução de 22,7 % nos últimos 21 dias de armazenamento (Figura 25).

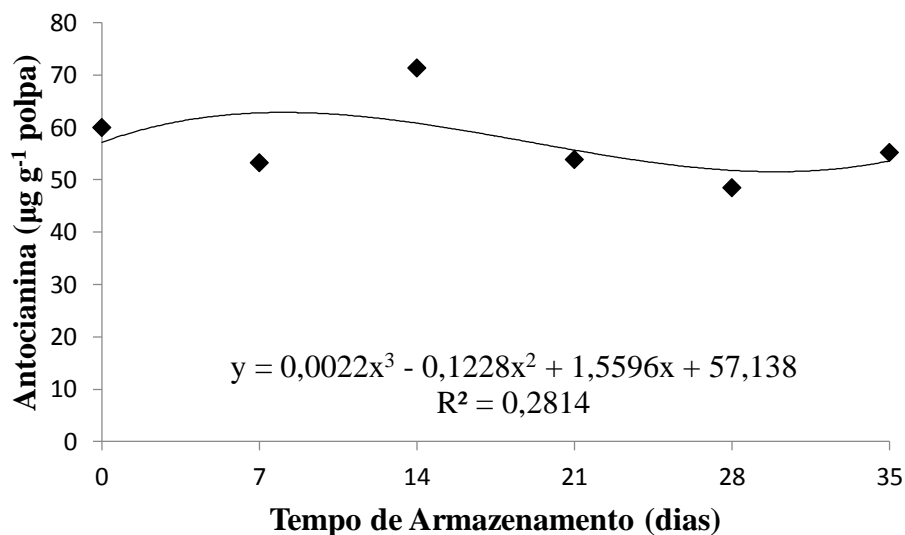


Figura 25. Antocianinas ($\mu\text{g g}^{-1}$ polpa) em caquis cv. Kioto nos tratamentos de radiação gama e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Nunes (2015) verificou que, em frutos não climatéricos, o teor de antocianinas presentes em mirtilos submetidos à radiação gama (0, 1,0 e 1,5 kGy) sofreu aumento em função do período de armazenamento em ambiente refrigerado chegando a 260 mg 100 g⁻¹ em 20 dias. Para os frutos de caqui cv. Kioto (climatéricos) estudados neste trabalho, não foi verificada influência da radiação gama nos teores de antocianinas totais, a diminuição dos teores se deu em função do armazenamento.

O teor de carotenoides totais dos frutos também diminuiu durante o armazenamento, variando de 70,40 $\mu\text{g g}^{-1}$ a 53,31 $\mu\text{g g}^{-1}$ em 35 dias (Figura 26).

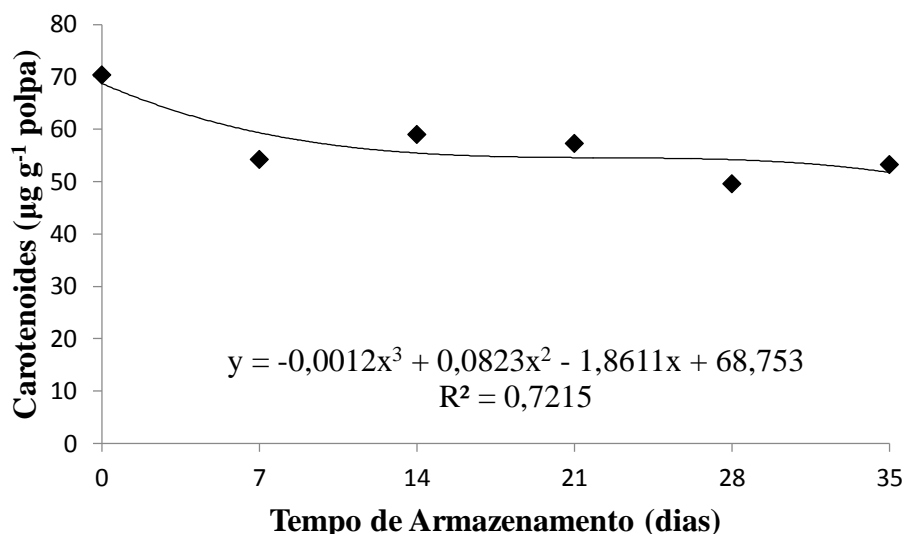


Figura 26. Carotenoides ($\mu\text{g g}^{-1}$ amostra) em caquis cv. Kioto nos tratamentos de radiação gama e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Ferri e Rombaldi (2004) trabalhando com caqui ‘Fuyu’ verificaram concentração média de carotenoides, após 30 dias de armazenamento refrigerado a 0 °C e 10°C, de 250 e 330 $\mu\text{g g}^{-1}$. Mendonça et al. (2015) verificaram teor de 350,4 $\mu\text{g g}^{-1}$ para carotenoides em 20 dias de armazenamento refrigerado a 5 °C em caqui ‘Rama Forte’. Ambos trabalhos apresentam resultados superiores aos obtidos para o caqui ‘Kioto’ neste estudo, em que verificaram-se teores de carotenoides de 70,4 $\mu\text{g g}^{-1}$ e 53,31 $\mu\text{g g}^{-1}$ no início e fim das avaliações. Segundo Gama e Sylos (2005), as variações de cor da polpa de frutos, observadas entre as variedades, são devido às flutuações da quantidade dos diferentes carotenoides, podendo também variar com as condições climáticas de cada safra.

4.3.9 Atividade enzimática

Para a atividade das enzimas PME e PG nos frutos, houve diferença estatística para a PME em relação ao tempo de armazenamento ($p < 0,001$) e para a interação ($p = 0,008$). Para a atividade da PG houve diferenças para os tratamentos ($p < 0,001$), para o tempo de armazenamento ($p < 0,001$) e para a interação ($p = 0,02$) (Tabela 35).

Tabela 35. Atividade da pectinametilsterase ($\text{UE min}^{-1} \text{ g tecido}^{-1}$) e poligalacturonase ($\text{UE min}^{-1} \text{ g tecido}^{-1}$) em caqui cv. Kioto submetido a irradiação gama e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5 \text{ \% UR}$) durante 35 dias.

Fatores de Variação		Pectinametilsterase ($\text{UE min}^{-1} \text{ g tecido}^{-1}$)	Poligalacturonase ($\text{UE min}^{-1} \text{ g tecido}^{-1}$)
Irradiação Gama (IG)	0 kGy	6849,65 \pm 3367,15	882,36 \pm 133,74
	0,3 kGy	6116,97 \pm 2627,03	881,65 \pm 119,90
	0,6 kGy	5865,23 \pm 3428,47	819,96 \pm 118,07
	0,9 kGy	6168,12 \pm 3231,67	787,96 \pm 146,91
	1,2 kGy	6945,18 \pm 3269,03	777,13 \pm 192,17
Tempo de Armazenamento (dias - TA)	0	1204,58 \pm 219,98	819,52 \pm 52,02
	7	5611,05 \pm 1481,02	968,78 \pm 75,04
	14	6519,26 \pm 1906,53	965,53 \pm 115,91
	21	8151,38 \pm 2696,35	793,94 \pm 98,49
	28	7746,12 \pm 2164,73	771,61 \pm 139,97
	35	8801,79 \pm 2059,98	659,51 \pm 111,44
Valor de p	IG	0,22 ^{ns}	< 0,001**
	TA	< 0,001**	< 0,001**
	Interação IG x TA	0,008**	0,02*

** significativo a 1%, * significativo a 5%, ^{ns} não significativo.

Os frutos dos diferentes tratamentos apresentaram diferença nos dias 21 e 35 para PME (Tabela 36). Aos 21 dias os frutos submetidos à radiação gama na dose de 1,2 kGy apresentaram maior atividade da PME diferindo dos frutos do tratamento submetidos à radiação de 0,6 kGy. Aos 35 dias, houve diferença entre os frutos do tratamento de 0,3 kGy e 0,6 kGy, com as menores e maiores médias respectivamente. De acordo com Vieites (2009), esta continuidade da atividade enzimática durante a estocagem é uma das poucas desvantagens do uso da radiação.

Em relação ao armazenamento, os frutos dos diferentes tratamentos apresentaram diferença estatística na atividade da PME, sendo que as menores atividades foram verificadas no início do armazenamento.

Em mamões minimamente processados e submetidos à radiação gama, Gianonni (2004) observou no tratamento testemunha alta atividade da PME e o tratamento submetido à dose de 0,6 kGy apresentou no final do período de armazenamento (nove dias) menor atividade desta enzima, ou seja, com possibilidade de maior vida útil. Resultados diferentes foram verificados para o caqui 'Kioto', sendo o tratamento de 0,3 kGy

Tabela 36. Atividade da pectinametilesterase (UE min⁻¹ g tecido⁻¹) em caqui cv. Kioto nos tratamentos de irradiação gama e armazenamento refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Tempo de Armazenamento (dias)	Radiação Gama				
	0 kGy	0,3 kGy	0,6 kGy	0,9 kGy	1,2 kGy
0	1204,58 ± 260,28 aB	1204,58 ± 260,28 aB	1204,58 ± 260,28 aC	1204,58 ± 260,28 aC	1204,58 ± 260,28 aC
7	6387,63 ± 2156,73 aA	6138,48 ± 796,54 aA	4710,98 ± 605,25 aBC	4273,30 ± 1713,35 aBC	6544,87 ± 486,46 aBC
14	6965,11 ± 2384,04 aA	7390,99 ± 1765,96 aA	6407,25 ± 2722,51 aB	5644,52 ± 1647,04 aAB	7688,44 ± 1592,72 aAB
21	7430,10 ± 2461,18 abA	7594,44 ± 1421,05 abA	4987,14 ± 2361,31 bBC	9498,24 ± 1823,85 abA	11246,99 ± 744,06 aA
28	10137,94 ± 1799,18 aA	7922,99 ± 2313,97 aA	7094,19 ± 2523,67 aAB	7258,16 ± 1659,71 aAB	6317,34 ± 1549,96 aBC
35	8952,77 ± 2246,80 abA	6450,34 ± 706,95 bA	10787,25 ± 2310,55 aA	9129,90 ± 1627,14 abA	8668,89 ± 1315,92 abAB

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste de Tukey (p<0,05).

Tabela 37. Atividade da poligalacturonase (UE min⁻¹ g tecido⁻¹) em caqui cv. Kioto nos tratamentos de irradiação gama e armazenamento refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 35 dias.

Tempo de Armazenamento (dias)	Radiação Gama				
	0 kGy	0,3 kGy	0,6 kGy	0,9 kGy	1,2 kGy
0	819,52 ± 61,56 aB	819,52 ± 61,56 aBC	819,52 ± 61,56 aABC	819,52 ± 61,56 aABC	819,52 ± 61,56 aB
7	998,52 ± 39,48 aAB	960,29 ± 33,64 aAB	944,02 ± 56,10 aA	911,60 ± 42,96 aAB	1029,48 ± 137,64 aA
14	1069,04 ± 55,43 aA	1035,57 ± 90,05 abA	900,71 ± 131,33 abAB	995,99 ± 32,35 abA	826,33 ± 66,19 bB
21	855,80 ± 43,69 aB	828,48 ± 155,94 aBC	737,73 ± 19,45 aBC	727,60 ± 86,65 aBC	820,10 ± 117,88 aB
28	833,10 ± 92,35 abAB	899,32 ± 31,28 aBC	839,05 ± 137,01 abABC	625,71 ± 55,17 cC	660,86 ± 136,15 bcBC
35	718,20 ± 98,14 abB	746,53 ± 35,49 aC	678,74 ± 41,19 abC	647,34 ± 47,56 abC	506,53 ± 140,09 bC

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste de Tukey (p<0,05).

aquele que apresentou menor atividade da PME em 35 dias de armazenamento e a dose de 0,6 kGy a maior.

Segundo Paull e Chen (1983) a atividade da PME se eleva com o amadurecimento dos frutos e é acompanhada por um aumento na atividade da PG e redução da firmeza da polpa. A PME possui comportamento variável durante o amadurecimento do fruto, podendo aumentar, diminuir ou permanecer constante (AWAD, 1993), comportamento este verificado neste experimento nos frutos de caqui 'Kioto'.

O desdobramento para a atividade da PG está apresentado na Tabela 37. Houve diferenças entre os tratamentos aos 14, 21 e 35 dias de armazenamento. Os frutos do tratamento controle (não irradiados) apresentaram maior atividade aos 14 dias, enquanto os frutos do tratamento submetido à radiação de 1,2 kGy a menor. Aos 28 dias, menor atividade foi obtida nos frutos submetidos a dose 0,9 kGy diferindo-se dos frutos do controle, 0,3 kGy e 0,6 kGy. No último dia de análise, aos 35 dias, os frutos submetidos a 0,3 kGy se diferiram dos frutos submetidos à dose de 1,2 kGy. Durante o armazenamento, os frutos dos diferentes tratamentos apresentaram redução da atividade da PG, sendo que para a maioria dos tratamentos menores médias foram obtidas aos 35 dias.

Porfírio-da-Silva et al. (2011) verificaram aumento da atividade da PG até o 48º dia de armazenamento a 4°C em caquis 'Fuyu'. No presente trabalho, para caquis 'Kioto', maior atividade da PG foi verificada entre o 7º e o 14º dia, após esse período caracterizou-se diminuição da atividade desta enzima.

4.4 Experimento III: Caqui 'Kioto' minimamente processado embalado em atmosfera modificada ativa e armazenado sob refrigeração

4.4.1 Perda de massa

Para os caquis minimamente processados houve diferença significativa para as composições gasosas, para o tempo de armazenamento e para a interação entre os fatores ($p < 0,001$), conforme desdobramento apresentado na Tabela 38. Para os tratamentos a diferença ocorreu no último dia de avaliação e, para a composição de 8 % CO₂ + 4 % O₂ a diferença ocorreu a partir do sexto dia comparado as avaliações anteriores. Em relação aos dias de avaliação, aos 2 e 4 dias não houve diferença entre os

tratamentos. A partir do sexto dia, o tratamento com 8 % CO₂ + 4 % O₂ se diferiu das demais composições gasosas com maior porcentagem de perda de massa. No entanto, ressalta-se que os valores obtidos não representam perdas significativas quanto à qualidade considerando as porcentagens pré-estabelecidas (3 a 10 %) para ocasionar murcha e perda da qualidade (FINGER; VIERA, 2002, CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Tabela 38. Perda de massa fresca (%) de caqui cv. Kioto minimamente processado sob atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.

Tempo de Armazenamento (dias)	Composição Gasosa			
	0,03% CO ₂ +21% O ₂	6% CO ₂ +4% O ₂	7% CO ₂ +4% O ₂	8% CO ₂ +4% O ₂
2	0,000 ± 0,000 aB	0,002 ± 0,003 aB	0,000 ± 0,000 aB	0,000 ± 0,000 aD
4	0,000 ± 0,000 aB	0,002 ± 0,003 aB	0,000 ± 0,000 aB	0,000 ± 0,000 aD
6	0,006 ± 0,010 bB	0,017 ± 0,021 bB	0,019 ± 0,009 bB	0,058 ± 0,016 aC
8	0,032 ± 0,012 bB	0,050 ± 0,004 bB	0,032 ± 0,008 bAB	0,082 ± 0,010 aB
10	0,061 ± 0,008 bA	0,074 ± 0,011 bA	0,066 ± 0,008 bA	0,114 ± 0,011 aA

Houve efeito de composição gasosa ($p < 0,001$), de dias de armazenamento ($p < 0,001$) e da interação ($p < 0,001$). Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Vegetais submetidos a danos mecânicos, como o corte em produtos minimamente processados, aumentam seu metabolismo por meio da exposição de uma maior superfície e rompimento celular. No entanto, a perda de massa verificada para este estudo foi inferior a 0,11%, pressupondo-se que o uso da atmosfera modificada combinada ao armazenamento refrigerado tenha refletido positivamente neste resultado. Apesar do uso da composição 8 % CO₂ + 4 % O₂ apresentar maior perda de massa no decorrer do armazenamento, os valores obtidos são satisfatórios para este atributo de qualidade pós-colheita.

Em banana ‘Maçã’ minimamente processada, Melo, Vilas Boas e Justo (2009) também obtiveram baixa perda de massa, inferior a 0,5 %. Carvalho e Lima (2002) avaliando a qualidade de kiwis minimamente processados e armazenados sob refrigeração, verificaram aumento da perda de massa durante o período experimental embora

fosse inferior a 1 %. Os autores atribuem essa perda mínima ao uso da embalagem que restringe as trocas do fruto com o meio. Os resultados aqui verificados para caqui cv. Kioto minimamente processado apresentam perdas ainda menores, inferior a 0,11 %.

A perda de massa é uma variável importante pois está diretamente associada com a qualidade do produto, relacionando-se não somente à perda de água, causa principal da deterioração, como também em perdas quantitativas, na aparência (murchamento e enrugamento) e nas qualidades texturais (amaciamento, perda de frescor e suculência) (KADER, 1992). Neste aspecto, os resultados obtidos são satisfatórios pois as perdas de massa obtidas permaneceram dentro da faixa aceitável para comercialização. Essa perda mínima é devido ao efeito combinado da respiração e transpiração, que mesmo em condições ideais de armazenamento são observadas em produtos perecíveis. O armazenamento refrigerado em que foram submetidos os produtos minimamente processados contribuiu para minimizar a perda de massa derivada desses dois fatores, respiração e transpiração, que poderiam ser acentuados pelo processamento.

4.4.2 Sólidos solúveis, potencial hidrogeniônico, acidez titulável

Nos produtos minimamente processados (PMP) houve efeito significativo da composição de gases para acidez titulável, do tempo de armazenamento para sólidos solúveis, pH e acidez e da interação entre os fatores para pH e acidez titulável (Tabela 39).

Os sólidos solúveis apresentaram regressão linear decrescente, com valores de 18,73 a 17,54° Brix em 35 dias de armazenamento (Figura 27). Esses resultados podem estar relacionados com a atividade metabólica intensificada pelas injúrias mecânicas ocasionadas pelas operações de processamento em especial ao corte (CHITARRA; CHITARRA, 1990). No entanto, este decréscimo de 1,2 °Brix não é suficiente para atuar negativamente na qualidade do produto.

O teor de sólidos solúveis obtido neste experimento para os PMP foi superior aos verificadas por Brackmann et al. (2003) que obtiveram, para caqui 'Kioto', valor médio de 15,32° Brix após dois meses de armazenamento a -0,5°C seguido de simulação de comercialização com período de oito dias.

Tabela 39. Sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix), potencial hidrogeniônico (pH) e acidez titulável (g ácido málico 100 g^{-1} polpa) de caqui cv. Kioto minimamente processado sob atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ UR) durante 10 dias.

Fatores de Variação		Sólidos Solúveis ($^{\circ}$ Brix)	pH	Acidez Titulável (g ácido málico 100 g^{-1} polpa)
Composição Gasosa (CG)	0,03% CO_2 + 21% O_2	$17,78 \pm 0,71$	$5,94 \pm 0,16$	$0,082 \pm 0,011$
	6% CO_2 + 4% O_2	$17,70 \pm 0,76$	$5,90 \pm 0,14$	$0,072 \pm 0,008$
	7% CO_2 + 4% O_2	$17,88 \pm 0,81$	$5,91 \pm 0,13$	$0,070 \pm 0,010$
	8% CO_2 + 4% O_2	$18,11 \pm 0,66$	$5,88 \pm 0,15$	$0,070 \pm 0,010$
Tempo de Armazenamento (dias - TA)	0	$18,73 \pm 0,64$	$5,72 \pm 0,06$	$0,079 \pm 0,004$
	2	$17,67 \pm 0,45$	$5,90 \pm 0,05$	$0,077 \pm 0,015$
	4	$17,54 \pm 0,59$	$5,94 \pm 0,05$	$0,073 \pm 0,011$
	6	$18,24 \pm 0,79$	$5,82 \pm 0,10$	$0,067 \pm 0,009$
	8	$17,48 \pm 0,51$	$5,98 \pm 0,05$	$0,074 \pm 0,007$
	10	$17,54 \pm 0,51$	$6,09 \pm 0,11$	$0,072 \pm 0,013$
Valor de p	CG	0,17 ^{ns}	0,12 ^{ns}	< 0,001**
	TA	< 0,001**	< 0,001**	0,01**
	Interação CG x TA	0,21 ^{ns}	0,03*	0,02*

** significativo a 1%, * significativo a 5%, ^{ns} não significativo.

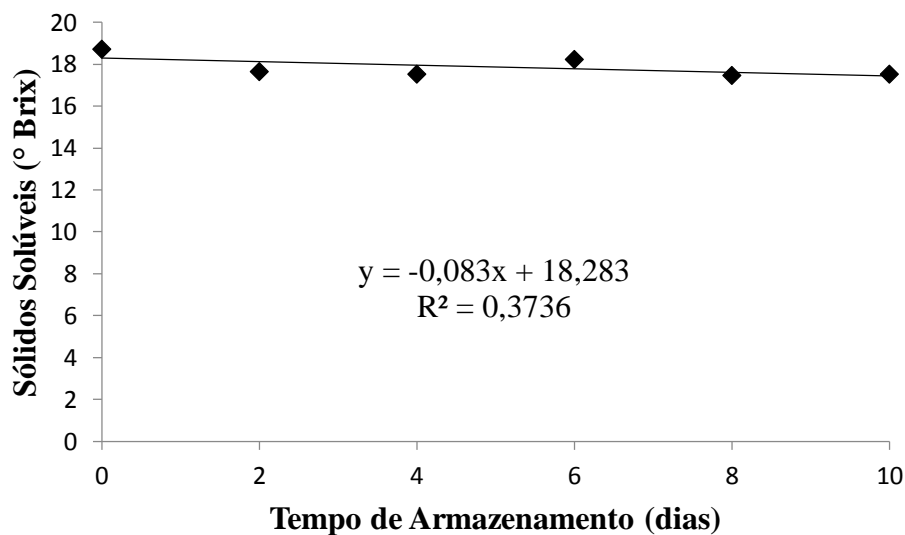


Figura 27. Sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) de caquis cv. Kioto minimamente processados sob atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ UR) durante 10 dias.

Para pH, até o quarto dia de armazenamento não houve diferença para os PMP entre os tratamentos (Tabela 40). Aos 6 dias, o controle diferiu dos PMP embalados em atmosfera composta com 8 % de CO₂ e aos 10 dias o controle se diferiu do tratamento com 7 % CO₂. Os demais tratamentos não diferiram entre si. Em relação ao tempo de armazenamento, todos os tratamentos apresentaram aumento nos valores de pH, sendo a maior variação constatada no tratamento controle com médias de 5,72 no dia 0 a 6,22 aos 10 dias.

Resultado semelhante foi verificado por Mariano et al. (2013), que observaram alteração nos valores de pH em goiabas cv. Paluma minimamente processadas em função do tempo de armazenamento. Porém, foi constatado pelos autores, que com o aumento do tempo de armazenamento houve uma queda significativa no pH, tendo este variado entre 4,2 e 3,7 em seis dias. Essa diminuição pode estar relacionada com a perda de água dos produtos minimamente processados, que faz com que os ácidos fiquem mais concentrados, fato este que não se aplica ao presente estudo, no qual a perda de massa foi pouco expressiva, inferior a 0,11%.

Em contrapartida, em melões minimamente processados, Arruda et al. (2003) verificaram estabilidade do pH e de sólidos solúveis em oito dias de armazenamento em ambiente refrigerado a 3 °C, o que não foi verificado para caqui cv. Kioto, ressaltando a diferença entre os frutos climatéricos e não climatéricos.

Tabela 40. Potencial hidrogeniônico (pH) de caqui cv. Kioto minimamente processado nos tratamentos sob atmosfera modificada ativa e do armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.

Tempo de Armazenamento (dias)	Composição Gasosa			
	0,03% CO ₂ + 21% O ₂	6% CO ₂ + 4% O ₂	7% CO ₂ + 4% O ₂	8% CO ₂ + 4% O ₂
0	5,72 ± 0,07 aC	5,72 ± 0,07 aE	5,72 ± 0,07 aC	5,72 ± 0,07 aC
2	5,93 ± 0,03 aB	5,86 ± 0,03 aBCD	5,94 ± 0,03 aAB	5,88 ± 0,06 aBC
4	5,89 ± 0,03 aB	5,95 ± 0,04 aBC	5,98 ± 0,06 aAB	5,95 ± 0,04 aAB
6	5,93 ± 0,09 aB	5,79 ± 0,12 abCD	5,81 ± 0,06 abBC	5,73 ± 0,06 bC
8	5,95 ± 0,02 aB	5,98 ± 0,08 aAB	6,04 ± 0,04 aA	5,95 ± 0,14 aAB
10	6,22 ± 0,11 aA	6,08 ± 0,06 abA	5,99 ± 0,11bA	6,08 ± 0,05 abA

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Para acidez titulável, houve diferença entre os PMP dos tratamentos nas avaliações dos dias 2, 4 e 10 (Tabela 41). No segundo dia, os PMP do tratamento controle apresentaram maior acidez diferindo dos demais. No quarto dia, o controle apresentou maior acidez diferindo-se apenas do PMP do tratamento com 7 % CO₂. E, no décimo dia, o controle também apresentou maior média e se diferiu do tratamento com 8 % CO₂.

Quanto aos tratamentos, apenas o controle e a atmosfera com 8 % de CO₂ apresentaram diferença no decorrer do armazenamento. O controle apresentou menor acidez aos 6 e 8 dias, diferindo do segundo dia de avaliação. E o tratamento com 8 % de CO₂ apresentou menor acidez no décimo dia diferindo-se do oitavo dia de análise.

Tabela 41. Acidez titulável (g ácido málico 100 g⁻¹ polpa) de caqui cv. Kioto minimamente processado nos tratamentos sob atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.

Tempo de Armazenamento (dias)	Composição Gasosa			
	0,03% CO ₂ +21% O ₂	6% CO ₂ +4% O ₂	7% CO ₂ +4% O ₂	8% CO ₂ +4% O ₂
0	0,079 ± 0,005 aAB	0,079 ± 0,005 aA	0,079 ± 0,005 aA	0,079 ± 0,005 aAB
2	0,096 ± 0,015 aA	0,072 ± 0,011 bA	0,071 ± 0,004 bA	0,068 ± 0,012 bAB
4	0,085 ± 0,007 aAB	0,076 ± 0,006 abA	0,061 ± 0,011 bA	0,070 ± 0,004 abAB
6	0,075 ± 0,007 aB	0,063 ± 0,008 aA	0,062 ± 0,011 aA	0,068 ± 0,007 aAB
8	0,074 ± 0,004 aB	0,072 ± 0,011 aA	0,070 ± 0,006 aA	0,080 ± 0,002 aA
10	0,084 ± 0,014 aAB	0,070 ± 0,004 abA	0,075 ± 0,009 abA	0,058 ± 0,006 bB

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste de Tukey (p<0,05).

Bonnas et al. (2003) verificaram efeito do tipo de embalagem para acidez titulável em abacaxi cv. Smooth Cayenne minimamente processado mantido por oito dias em ambiente refrigerado a 8 °C. Apesar do abacaxi ser não climatérico, os autores constataram que o corte em cubo em embalagens de copo plástico e bandeja de poliestireno expandido apresentaram maior acidez, o que pode ser devido ao processamento. Alterações na acidez também foram observadas no presente estudo em diferentes atmosferas de armazenamento nos caquis minimamente processados.

4.4.3 “Ratio” e açúcar redutor

Verificou-se diferença estatística das composições de gases para o “Ratio” e do tempo de armazenamento e da interação dos fatores tanto para o “Ratio” quanto para o teor de açúcares redutores (Tabela 42).

Entre os frutos dos diferentes tratamentos, para relação SS/AT, ocorreu diferença aos 2, 4, 6 e 10 dias (Tabela 43). No dia 2, o controle apresentou menor relação SS/AT diferindo-se dos demais tratamentos. No dia 4, o tratamento com 7 % CO₂ apresentou maior índice de maturação diferindo-se do controle e da composição com 6 % CO₂ que apresentaram menores médias. No dia 6, o tratamento com 7 % CO₂ também apresentou maior valor, no entanto, diferiu apenas do tratamento controle. E aos 10 dias, apenas a composição com 8 % CO₂ se diferiu dos demais tratamentos por apresentar maior relação SS/AT.

Tabela 42. “Ratio” e açúcar redutor (%) de caqui cv. Kioto minimamente processado sob atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.

Fatores de Variação		“Ratio”	Açúcar Redutor (%)
Composição Gasosa (CG)	0,03% CO ₂ + 21% O ₂	219,40 ± 28,20	18,80 ± 2,60
	6% CO ₂ + 4% O ₂	249,30 ± 33,20	18,80 ± 2,20
	7% CO ₂ + 4% O ₂	261,20 ± 40,10	18,80 ± 2,10
	8% CO ₂ + 4% O ₂	261,70 ± 37,90	19,20 ± 2,40
Tempo de Armazenamento (dias - TA)	0	235,10 ± 7,40	21,70 ± 0,60
	2	238,40 ± 43,60	17,60 ± 1,70
	4	245,70 ± 41,20	16,80 ± 1,90
	6	278,10 ± 40,70	17,10 ± 1,70
	8	238,10 ± 22,80	20,30 ± 1,30
	10	252,20 ± 48,20	19,70 ± 0,70
Valor de p	CG	< 0,001**	0,74 ^{ns}
	TA	0,006**	< 0,001**
	Interação CG x TA	0,01**	0,01**

** significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

Verificou-se que, apesar dos PMP do controle apresentarem evolução mais lenta do amadurecimento nos primeiros dias de avaliação, os tratamentos com modificação da atmosfera mantiveram o “Ratio” até o final da condução do experimento,

quando não houve mais diferença entre os tratamentos com modificação da atmosfera e o controle, exceto para a atmosfera composta com 8 % CO₂.

Durante o armazenamento, os PMP dos tratamentos com 7 % CO₂ e 8 % CO₂ apresentaram diferença estatística (Tabela 43). Verificou-se para composição com 7 % CO₂ menores valores de “Ratio” no dia 0 e no dia 10, porém estes resultados se diferiram apenas do dia 6. Para os PMP do tratamento com 8 % CO₂ o maior “Ratio” foi obtido no décimo dia, diferindo-se do dia 0 e do dia 8.

Tabela 43. “Ratio” de caquis cv. Kioto minimamente processados nos tratamentos sob atmosfera modificada ativa e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.

Tempo de Armazenamento (dias)	Composição Gasosa			
	0,03% CO ₂ + 21% O ₂	6% CO ₂ + 4% O ₂	7% CO ₂ + 4% O ₂	8% CO ₂ + 4% O ₂
0	235,10±8,68 aA	235,10±8,68 aA	235,10±8,68 aB	235,10±8,68 aB
2	184,35±24,54 bA	250,68±43,97 aA	251,61±9,21 aAB	266,83±42,14 aAB
4	211,96±10,13 bA	225,35±14,28 bA	293,39±55,70 aAB	251,93±11,30 abAB
6	235,63±28,84 bA	289,03±41,98 abA	307,41±42,56 aA	280,20±23,14 abAB
8	240,54±9,64 aA	247,91±41,35 aA	241,33±20,46 aAB	222,60±10,80 aB
10	209,06±39,40 bA	247,90±11,89 bA	238,09±29,23 bB	313,81±37,78 aA

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Para açúcar redutor, ocorreu diferença entre os PMP dos diferentes tratamentos nos dias 2 e 6 (Tabela 44). No segundo dia de avaliação, os PMP do tratamento controle apresentaram maior teor de açúcares diferindo-se dos tratamentos com 7 % CO₂ e 8 % CO₂. No entanto, no sexto dia o controle apresentou menor teor diferindo do tratamento com 8% CO₂, as composições com 6 % CO₂ e 7 % CO₂ não se diferiram das demais.

Quanto ao armazenamento, os PMP dos diferentes tratamentos apresentaram variações durante o período experimental (Tabela 44). O controle apresentou menor porcentagem de açúcar aos 6 dias (14,90 %) sem se distinguir do dia 4 (16,32 %), e para os demais dias de avaliação observou-se resultados superiores a 19,30 %. Os PMP da composição com 6 % CO₂ apresentaram maior teor de açúcares no início da avaliação

(21,74%); aos 2, 4 e 6 dias foram verificados menores teores, porém não houve diferença quanto aos dias 8 e 10. Para o tratamento com 7 % CO₂ o menor valor obtido foi aos 2 dias de armazenamento, no entanto, este ponto de avaliação diferiu apenas dos dias 0 e 10. Para a composição com 8 % CO₂ maiores teores de açúcares foram obtidos nos dias 0 e 8 com 21,74 % e 21,65 %, respectivamente, no entanto, sem diferença estatística com o dia 10. As menores médias foram verificadas nos dias 2 e 4. Os maiores teores de açúcares foram verificados no início e fim da avaliação experimental, sendo que todos os tratamentos apresentaram declínio seja no segundo, quarto ou sexto dia.

Tabela 44. Açúcar redutor (%) de caquis cv. Kioto minimamente processados nos tratamentos sob atmosfera modificada ativa e armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.

Tempo de Armazenamento (dias)	Composição Gasosa			
	0,03% CO ₂ +21% O ₂	6% CO ₂ +4% O ₂	7% CO ₂ +4% O ₂	8% CO ₂ +4% O ₂
0	21,74±0,68 aA	21,74±0,68 aA	21,74±0,68 aA	21,74±0,68 aA
2	19,74±0,65 aA	17,29±1,95 abB	16,49±0,75 bC	16,97±1,29 bC
4	16,32±0,63 aBC	17,06±2,57 aB	17,72±3,14 aBC	15,09±0,83 aC
6	14,90±1,78 bC	17,26±0,82 abB	17,84±0,94 abBC	18,47±0,49 aBC
8	20,59±0,88 aA	19,91±0,79 aAB	19,23±0,85 aABC	21,65±1,58 aA
10	19,30±0,44 aAB	19,40±0,91 aAB	19,85±0,18 aAB	20,14±0,92 aAB

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Sarzi e Durigan (2002) verificaram para abacaxi ‘Pérola’, que os PMP foram influenciados pela temperatura de armazenamento (3 °C, 6 °C e 9 °C) em relação ao “Ratio” e aos açúcares redutores e totais. Os produtos mantidos a 9 °C apresentaram maior “Ratio” como consequência da redução nos seus teores de acidez. Os teores de açúcares totais variaram de 12 % para 10 %, e os açúcares redutores de 2,8 % para 3,8 %. Variações, provavelmente, decorrentes do processo de senescência do fruto uma vez que é não climatérico. No presente trabalho, também houve variações para o teor de açúcares e o “Ratio”, no entanto, os frutos de caqui cv. Kioto são climatéricos e tais variações foram ocasionadas pelo processo de amadurecimento.

Com objetivo de avaliar o efeito da atmosfera modificada ativa (5 % CO₂ + 5 % O₂ e 10 % CO₂ + 2 % O₂) na qualidade e conservação do melão ‘Orange Flesh’ minimamente processado, Araújo, Machado e Chitarra (2005) verificaram quanto aos açúcares solúveis totais que os PMP de todos tratamentos mostraram elevação em seus teores até o quarto dia de armazenamento e permaneceram constantes para os melões armazenados sob atmosfera modificada ativa, enquanto que no controle houve uma diminuição permanente destes até o final do armazenamento (oito dias), provavelmente devido ao consumo de substratos no processo de senescência, uma vez que são frutos não climatéricos, ao contrário do caqui ‘Kioto’ verificado neste trabalho .

4.4.4 Coloração da casca

Para os PMP ocorreu significância para L* e °Hue apenas no tempo de armazenamento (Tabela 45).

Tabela 45. Luminosidade (L) e ângulo Hue (°Hue) da casca de caqui cv. Kioto minimamente processado sob atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.

Fatores de Variação		Luinosidade	Ângulo Hue
Composição Gasosa (CG)	0,03% CO ₂ + 21% O ₂	64,10 ± 2,40	69,10 ± 3,20
	6% CO ₂ + 4% O ₂	63,80 ± 3,10	69,20 ± 3,80
	7% CO ₂ + 4% O ₂	63,30 ± 3,60	68,60 ± 3,50
	8% CO ₂ + 4% O ₂	64,30 ± 2,50	69,20 ± 3,70
Tempo de Armazenamento (dias - TA)	0	65,50 ± 3,30	65,60 ± 4,90
	2	62,50 ± 2,00	70,00 ± 2,50
	4	63,10 ± 3,60	70,80 ± 3,40
	6	65,20 ± 1,40	69,50 ± 2,30
	8	63,00 ± 3,40	69,10 ± 2,60
	10	64,10 ± 2,40	69,10 ± 2,60
Valor de p	CG	0,08 ^{ns}	0,94 ^{ns}
	TA	<0,001**	0,01**
Interação CG x TA		0,07 ^{ns}	0,68 ^{ns}

** significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

Houve redução dos valores de luminosidade para os PMP (Figura 28), principalmente na segunda avaliação experimental (dia 2), de 65,50 a 62,50. Em contrapartida, Moraes (2012) constatou que os valores de luminosidade de caqui ‘Giombo’ submetidos à atmosfera modificada mantiveram-se estáveis no decorrer do período experimental (35 dias).

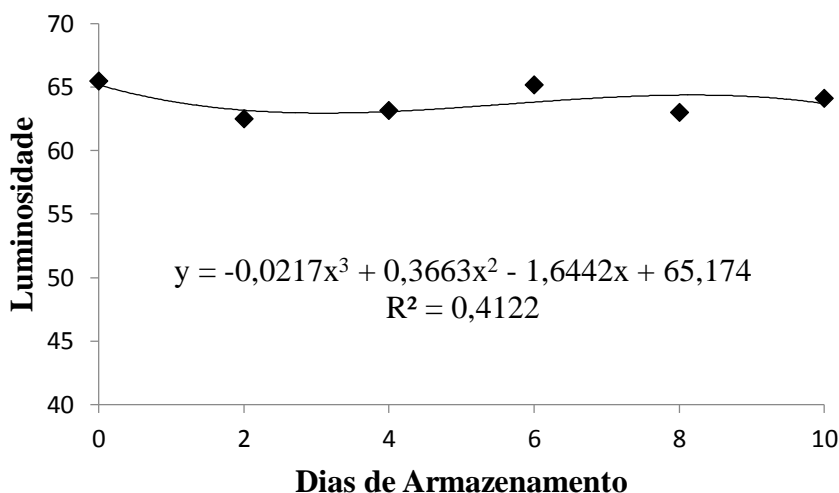


Figura 28. Luminosidade da casca de caquis cv. Kioto minimamente processados sob atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5 \%$ UR) durante 10 dias.

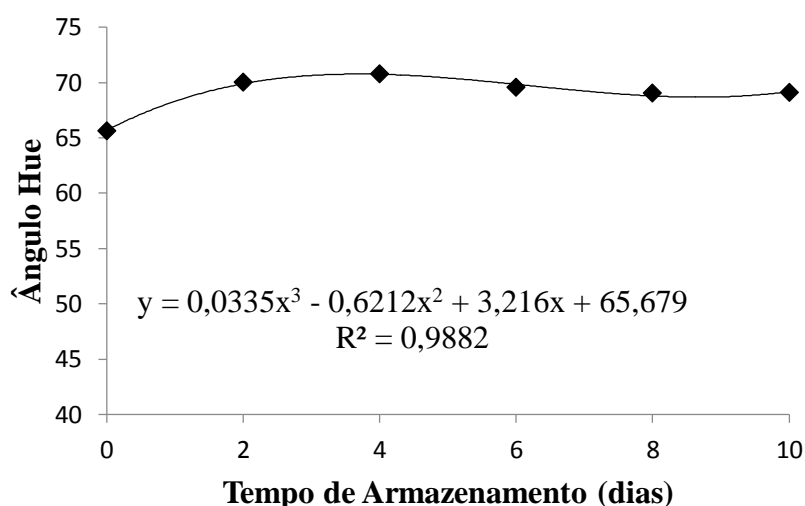


Figura 29. Ângulo Hue da casca de caquis cv. Kioto minimamente processados sob atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5 \%$ UR) durante 10 dias.

Para o $^{\circ}Hue$ ocorreu ajuste cúbico nos PMP (Figura 29), houve evolução da cor até o 14º dia (70,80) e aos 10 dias diminuiu a 69,10. Tibola et al. (2005) concluíram que o emprego de atmosfera modificada prolongou o período de armazenamento por 48 dias, mais 10 dias de comercialização simulada (18 °C) do caqui ‘Fuyu’ prevenindo a ocorrência de escurecimento epidérmico. Pelos resultados obtidos no presente trabalho, os frutos minimamente processados dos diferentes tratamentos de atmosfera modificada também mantiveram sua coloração pois a variação do $^{\circ}Hue$ foi inferior a 2 °.

4.4.5 Coloração da polpa

Para a coloração da polpa dos caquis minimamente processados, não houve efeito significativo da composição da atmosfera modificada ativa, do tempo de armazenamento e da interação dos fatores (Tabela 46) tanto para a luminosidade quanto para o ângulo Hue.

Tabela 46. Luminosidade e ângulo Hue da polpa de caqui cv. Kioto minimamente processado sob atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.

Fatores de Variação		Luminosidade	Ângulo Hue
Composição Gasosa (CG)	0,03% CO ₂ + 21% O ₂	39,80 ± 4,60	60,70 ± 3,20
	6% CO ₂ + 4% O ₂	41,40 ± 3,30	60,80 ± 4,50
	7% CO ₂ + 4% O ₂	43,40 ± 6,10	61,0 ± 3,80
	8% CO ₂ + 4% O ₂	40,00 ± 5,00	59,50 ± 3,80
Tempo de Armazenamento (dias - TA)	0	43,90 ± 4,20	62,50 ± 4,30
	2	40,70 ± 7,60	60,90 ± 4,90
	4	38,70 ± 4,10	59,10 ± 3,40
	6	41,50 ± 4,80	60,30 ± 3,60
	8	40,70 ± 3,40	59,50 ± 3,10
	10	41,30 ± 4,20	60,70 ± 3,10
Valor de p	CG	0,09 ^{ns}	0,60 ^{ns}
	TA	0,18 ^{ns}	0,26 ^{ns}
	Interação CG x TA	0,26 ^{ns}	0,16 ^{ns}

^{ns} não significativo.

Esse comportamento de conservação da cor, pode ser devido às limitações de trocas gasosas causadas pela embalagem e pelo uso do armazenamento

refrigerado que retardam transformações bioquímicas, de degradação ou biossíntese de pigmentos, que causam alteração da cor (SILVA et al., 2009), além do curto período de vida de prateleira. É importante relatar a boa aparência dos frutos minimamente processados até o final do armazenamento (10 dias). A manutenção da coloração da polpa do caqui é um resultado promissor de que a cv. Kioto possui condições de comercialização como produto minimamente processado.

4.4.6 Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante por DPPH

O teor de compostos fenólicos em caquis cv. Kioto minimamente processados submetidos à atmosfera modificada ativa não sofreram influência das composições de gases, do armazenamento, tampouco da interação dos fatores (Tabela 47). Os valores permaneceram estáveis entre os tratamentos durante a condução experimental. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) a qualidade pós-colheita pode ser acompanhada pela avaliação dos teores de fenólicos totais ou de grupos específicos, pois participam no aroma, na coloração, na vida útil e na ação do produto como alimento funcional, devido aos antioxidantes. Assim sendo, os caquis minimamente processados mantiveram sua qualidade quanto ao conteúdo de fenólicos totais e seus atributos correlacionados.

Na atividade antioxidante dos PMP houve diferença estatística tanto para a composição gasosa quanto para o armazenamento, no entanto, não houve significância para a interação (Tabela 47).

Dentre as composições estudadas para os PMP, a atmosfera ambiente apresentou maior média (60,30 %) enquanto os do tratamento com 6 % CO₂ a menor atividade (55,90 %). Os tratamentos com 7 % e 8 % CO₂ não diferiram dos demais citados. Em relação ao tempo (Figura 30) houve redução da atividade antioxidante com o avanço do armazenamento, partindo de 62,30 % a 55,10 % em 35 dias. A redução da atividade antioxidante durante o armazenamento pode ser atribuída ao estresse ocasionado pelos danos mecânicos decorrentes do processamento mínimo pois pode ocorrer perda, biossíntese ou conversão metabólica de compostos de ação antioxidante (MUNIZ, 2007).

Vieites, Daiuto e Fumes (2012) observaram decréscimo de compostos fenólicos em abacate 'Fuerte', cujos valores médios foram de 56,0 e 47,5 µg de GAE 100 g⁻¹ para os tratamentos ambiente e refrigerado, respectivamente. E a atividade antioxidante por DPPH variou de 68,7 a 17,6 % em 12 dias de armazenamento, ou seja,

diminuição de aproximadamente 75% da capacidade antioxidante enquanto no caqui ‘Kioto’ estudado no presente trabalho esta redução foi de apenas 12%.

Tabela 47. Compostos fenólicos totais (mg de ácido gálico 100 g⁻¹ polpa fresca) e atividade antioxidante por DPPH (%) de caqui cv. Kioto minimamente processado sob atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.

Fatores de Variação		Compostos fenólicos totais (mg de ácido gálico 100 g ⁻¹ polpa fresca)	Atividade antioxidante (%)
Composição Gasosa (CG)	0,03% CO ₂ + 21% O ₂	31,50 ± 5,70	60,30 ± 5,30 a
	6% CO ₂ + 4% O ₂	30,80 ± 5,10	55,90 ± 5,70 b
	7% CO ₂ + 4% O ₂	30,80 ± 5,30	59,70 ± 3,80 ab
	8% CO ₂ + 4% O ₂	32,10 ± 8,00	59,40 ± 5,80 ab
Tempo de Armazenamento (dias -TA)	0	32,70 ± 6,10	62,30 ± 2,50
	2	30,90 ± 5,70	61,00 ± 3,70
	4	29,20 ± 3,80	54,70 ± 5,50
	6	33,80 ± 8,20	61,00 ± 5,50
	8	33,40 ± 5,60	58,80 ± 5,00
	10	27,90 ± 4,50	55,10 ± 4,90
Valor de p	CG	0,88 ^{ns}	0,02*
	TA	0,06 ^{ns}	<0,001**
	Interação CG x TA	0,13 ^{ns}	0,38 ^{ns}

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey (p<0,05). ** significativo a 1%, * significativo a 5%, ^{ns} não significativo.

Corroborando o presente trabalho, abóboras ‘Paulista’ minimamente processadas e embaladas com atmosfera modificada ativa (0,03 % CO₂ e 21 % O₂ - testemunha, 5 % CO₂ e 4 % O₂, 6 % CO₂ e 4 % O₂, 7 % CO₂ e 4 % O₂, 8 % CO₂ e 4 % O₂ e aplicação de vácuo) armazenadas a 5 °C, apresentaram redução da atividade antioxidante em 12 dias de armazenamento (RUSSO et al., 2012).

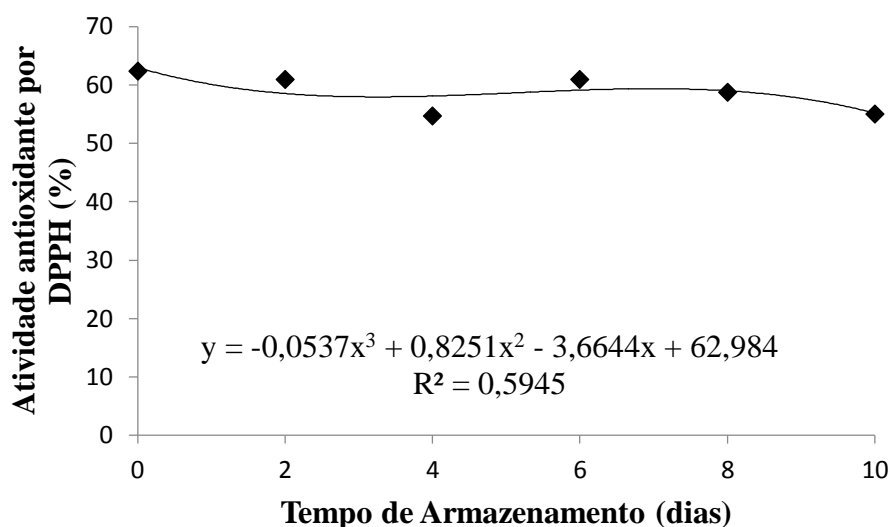


Figura 30. Atividade antioxidante por DPPH (%) de caquis cv. Kioto minimamente processados sob atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.

4.4.7 Vitamina C e flavonoides

Para os PMP houve diferença significativa apenas no tempo de armazenamento para o teor de vitamina C ($p < 0,001$). E para o teor de flavonoides houve diferença para os fatores isolados e para a interação (Tabela 48).

A vitamina C nos PMP atingiu pico aos 2 dias de armazenamento com média de 79,30 mg de ácido ascórbico 100 g^{-1} de polpa, seguida de redução (Figura 31). Sarzi e Durigan (2002) apontam que o corte dos tecidos pode aumentar a atividade enzimática, resultando em perda rápida do ácido ascórbico pelos produtos minimamente processados. Redução nos teores de vitamina C em função do armazenamento também foi verificado por Giannoni (2004) em mamão ‘Formosa’ minimamente processado em nove dias de armazenamento.

O desdobramento para flavonoides nos PMP está apresentado na Tabela 49. Em relação ao armazenamento ocorreu diferença entre os tratamentos nos dias 2, 4 e 8. Nesses dias de avaliação, o tratamento com 7 % CO_2 apresentou maiores teores de flavonoides diferindo-se dos demais tratamentos, exceto no dia 2 comparado com o controle.

Tabela 48. Vitamina C (mg de ácido ascórbico 100 g⁻¹ de polpa fresca) e flavonoides (mg de rutina 100 g⁻¹ de polpa fresca) de caqui cv. Kioto minimamente processado sob atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.

Fatores de Variação		Vitamina C (mg de ácido ascórbico 100 g ⁻¹ de polpa fresca)	Flavonóides (mg de rutina 100 g ⁻¹ de polpa fresca)
Composição Gasosa (CG)	0,03% CO ₂ + 21% O ₂	59,80 ± 18,70	10,90 ± 4,10
	6% CO ₂ + 4% O ₂	53,50 ± 13,10	8,70 ± 3,70
	7% CO ₂ + 4% O ₂	53,20 ± 15,00	15,30 ± 7,60
	8% CO ₂ + 4% O ₂	56,10 ± 13,60	9,40 ± 5,10
Tempo de Armazenamento (dias - TA)	0	49,90 ± 14,40	12,70 ± 3,20
	2	79,30 ± 9,80	11,90 ± 5,70
	4	48,70 ± 10,80	8,20 ± 6,20
	6	43,90 ± 7,30	12,50 ± 4,40
	8	57,70 ± 8,10	14,10 ± 8,40
	10	54,50 ± 9,60	7,10 ± 2,60
Valor de p	CG	0,19 ^{ns}	<0,001**
	TA	<0,001**	<0,001**
	Interação CG x TA	0,44 ^{ns}	<0,001**

** significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

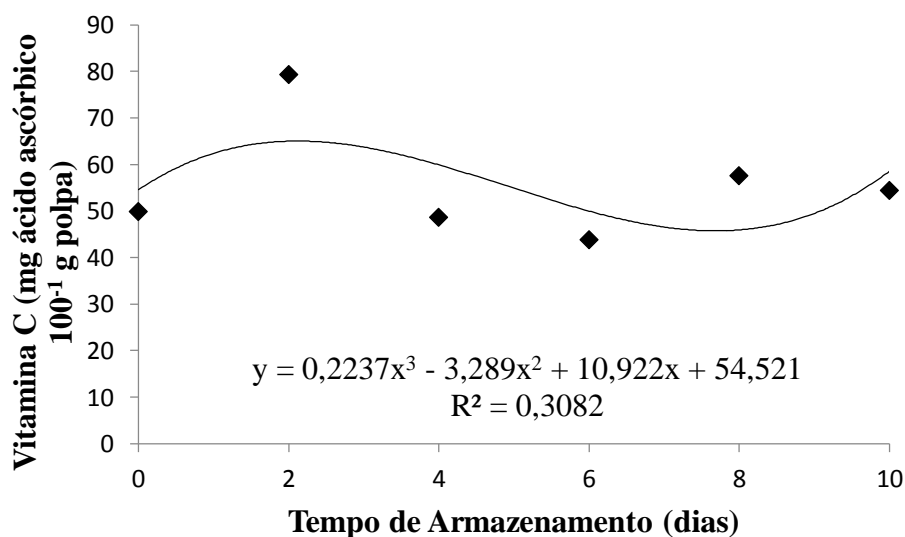


Figura 31. Vitamina C (mg de ácido ascórbico 100 g⁻¹ de polpa fresca) de caquis cv. Kioto minimamente processados sob atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.

Tabela 49. Flavonoides (mg de rutina 100 g⁻¹ de polpa fresca) de caquis cv. Kioto minimamente processados nos tratamentos de atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.

Tempo de Armazenamento (dias)	Composição Gasosa			
	0,03% CO ₂ + 21% O ₂	6% CO ₂ + 4% O ₂	7% CO ₂ + 4% O ₂	8% CO ₂ + 4% O ₂
0	12,67 ± 3,70 aA	12,67 ± 3,70 aA	12,67 ± 3,70 aB	12,67 ± 3,70 aAB
2	12,75 ± 1,94 abA	9,42 ± 1,74 bA	19,12 ± 5,87 aAB	6,37 ± 1,97 bB
4	7,38 ± 2,08 bA	4,01 ± 0,70 bA	17,41 ± 4,71 aAB	4,00 ± 1,14 bB
6	14,88 ± 4,83 aA	10,92 ± 2,25 aA	8,64 ± 3,14 aB	15,50 ± 4,72 aA
8	10,59 ± 4,38 bA	7,62 ± 2,60 bA	25,98 ± 6,09 aA	12,17 ± 4,67 bAB
10	7,11 ± 1,80 aA	7,85 ± 4,62 aA	7,73 ± 2,79 aC	5,91 ± 1,18 aB

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste de Tukey (p<0,05).

Os tratamentos com composição de 7 % CO₂ e 8 % CO₂ apresentaram variação nos teores de flavonoides nos PMP durante o armazenamento. Para o tratamento de 7 % CO₂, a menor média foi obtida no final do período experimental, aos 10 dias (7,73 mg de rutina 100 g⁻¹ de polpa) diferindo-se dos demais dias de análise. Para a composição com 8 % CO₂, o maior teor foi obtido aos 6 dias (15,50 mg de rutina 100 g⁻¹ de polpa) porém não houve diferença em relação aos dias 0 e 8. Aos 10 dias apresentou redução de aproximadamente 53% em relação ao teor inicial.

O processamento mínimo, apesar de envolver, geralmente, operações de pré-seleção, lavagem, remoção de partes não comestíveis e injuriadas, corte, aplicação de um agente antimicrobiano, lavagem, centrifugação e embalagem, não envolve condições drásticas, como o uso de alta temperatura. Por isso, espera-se que os produtos minimamente processados mantenham seu frescor e valor nutricional. No entanto, estas operações tornam as frutas mais perecíveis que os produtos intactos, devido à interação de enzimas e substratos e aumento da exposição ao oxigênio, acelerando reações danosas como a oxidação enzimática, fato este que pode ter contribuído para as perdas verificadas neste trabalho.

4.4.8 Pigmentos: clorofila A, clorofila B, antocianinas e carotenoides

Nos caquis minimamente processados houve efeito significativo dos fatores e da interação para clorofila A, clorofila B e carotenoides. Para antocianinas houve apenas efeito do tempo de armazenamento (Tabela 50).

Os PMP do tratamento controle aos 4 dias apresentaram menor teor de clorofila A com diferença estatística dos PMP do tratamento com 6 % CO₂. Aos 8 dias, também o controle, apresentou menor média diferindo-se dos tratamentos com 6 % e 7 % CO₂ (Tabela 51). Em relação ao período de armazenamento, os tratamentos com 6 % e 7 % CO₂ apresentaram maiores teores aos 8 dias diferindo das avaliações realizadas aos 0, 2 e 6 dias para os PMP submetidos a embalagem com 6 % CO₂ e 0 e 6 dias para 7 % CO₂.

Para clorofila B, houve diferença entre os PMP dos tratamentos a partir do quarto dia de armazenamento (Tabela 52). Os PMP do tratamento com 6 % CO₂ apresentaram maiores teores, exceto aos 8 dias em que os frutos do tratamento com 7 % CO₂ apresentaram maior teor. Em relação aos diferentes tratamentos, os PMP do controle (ar atmosférico) foram os únicos que não apresentaram diferenças entre as médias durante o armazenamento.

Tabela 50. Clorofila A, clorofila B, antocianinas e carotenoides ($\mu\text{g g}^{-1}$ amostra) de caqui cv. Kioto minimamente processado sob atmosfera modificada ativa e ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.

Fatores de Variação		Clorofila A	Clorofila B	Antocianinas	Carotenoides
		($\mu\text{g g}^{-1}$ amostra)			
Composição Gasosa (CG)	0,03% CO ₂ + 21% O ₂	3,02 ± 1,34	2,87 ± 1,34	50,20 ± 14,50	41,80 ± 19,40
	6% CO ₂ + 4% O ₂	4,39 ± 2,51	5,27 ± 3,26	55,80 ± 17,50	45,60 ± 19,40
	7% CO ₂ + 4% O ₂	3,73 ± 1,66	3,76 ± 2,16	50,40 ± 14,20	44,70 ± 14,40
	8% CO ₂ + 4% O ₂	3,43 ± 1,82	3,99 ± 2,30	48,70 ± 17,80	47,50 ± 17,60
Tempo de Armazenamento (dias - TA)	0	2,32 ± 0,79	1,62 ± 0,35	29,90 ± 8,70	20,30 ± 4,10
	2	2,82 ± 0,86	2,49 ± 1,27	42,50 ± 11,10	36,00 ± 10,00
	4	4,84 ± 2,23	6,24 ± 2,28	58,60 ± 11,40	38,10 ± 10,80
	6	3,40 ± 1,63	3,89 ± 1,44	54,60 ± 10,00	54,20 ± 12,60
	8	5,21 ± 2,23	4,94 ± 2,45	65,40 ± 12,40	62,50 ± 10,30
	10	3,26 ± 1,56	4,65 ± 2,95	56,60 ± 12,80	58,20 ± 8,30
Valor de p	CG	0,03*	<0,001**	0,20 ^{ns}	0,26 ^{ns}
	TA	<0,001**	<0,001**	<0,001**	<0,001**
	Interação CG x TA	0,007**	<0,001**	0,12 ^{ns}	0,02*

** significativo a 1%, * significativo a 5%, ^{ns} não significativo.

Tabela 51. Clorofila A ($\mu\text{g g}^{-1}$ amostra) em caquis cv. Kioto minimamente processados nos tratamentos de atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.

Tempo de Armazenamento (dias)	Composição Gasosa			
	0,03% CO ₂ +21% O ₂	6% CO ₂ +4% O ₂	7% CO ₂ +4% O ₂	8% CO ₂ +4% O ₂
0	2,32 ± 0,93 aA	2,32 ± 0,93 aB	2,32 ± 0,93 aB	2,32 ± 0,93 aA
2	3,42 ± 0,64 aA	2,58 ± 0,63 aB	3,15 ± 0,40 aAB	2,13 ± 1,28 aA
4	3,34 ± 1,36 bA	6,51 ± 2,65 aA	4,85 ± 1,77 abAB	4,66 ± 2,78 abA
6	4,26 ± 1,84 aA	2,59 ± 1,40 aB	2,19 ± 1,22 aB	4,57 ± 1,22 aA
8	2,34 ± 1,84 bA	7,64 ± 0,55 aA	5,89 ± 1,13 aA	4,96 ± 0,52 abA
10	2,46 ± 0,93 aA	4,70 ± 2,01 aAB	3,97 ± 0,62 aAB	1,91 ± 0,72 aA

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

A decomposição das clorofilas em alimentos processados inicia-se com o rompimento de tecido pelas forças externas do processamento. Isto resulta em alterações químicas e enzimáticas que conduzem a uma redução da concentração de clorofilas (HEATON et al., 1996). A decomposição das clorofilas A e B é diminuída a baixas temperaturas, ou seja, a cor é estabilizada, provavelmente, pela formação de um composto metal-clorofila (STREIT et al., 2005), o que pode ter ocorrido nos caquis minimamente processados, uma vez que foram submetidos ao armazenamento refrigerado.

Tabela 52. Clorofila B ($\mu\text{g g}^{-1}$ amostra) em caquis cv. Kioto minimamente processados nos tratamentos de atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.

Tempo de Armazenamento (dias)	Composição Gasosa			
	0,03% CO ₂ + 21% O ₂	6% CO ₂ + 4% O ₂	7% CO ₂ + 4% O ₂	8% CO ₂ + 4% O ₂
0	1,62 ± 0,41 aA	1,62 ± 0,41 aC	1,62 ± 0,41 aB	1,62 ± 0,41 aB
2	1,85 ± 0,83 aA	2,41 ± 0,95 aC	3,11 ± 2,22 aB	2,59 ± 1,04 aB
4	4,63 ± 1,13 bA	9,07 ± 1,39 aA	4,44 ± 1,41 bAB	6,83 ± 1,45 abA
6	3,70 ± 0,87 abA	5,58 ± 1,10 aBC	2,39 ± 1,14 bB	3,87 ± 0,67 abAB
8	2,34 ± 1,09 bA	3,87 ± 1,52 bBC	7,13 ± 1,78 aA	6,43 ± 2,03 abA
10	3,08 ± 1,02 bA	9,05 ± 2,30 aA	3,86 ± 0,08 bB	2,62 ± 1,31 bB

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Ferri e Rombaldi (2004) verificaram concentração média de clorofilas em caqui ‘Fuyu’ armazenados por 30 dias em ambiente refrigerado a 0 °C e recobertos com filme de PEBD (espessura de 80 µm) de 110 µg g⁻¹ e 20 µg g⁻¹ nos frutos armazenados a 10°C, teores superiores aos aqui obtidos para os PMP de caqui ‘Kioto’.

Para antocianinas, verificou-se maior teor aos 8 dias de armazenamento (65,40 µg g⁻¹ polpa) (Figura 32). As antocianinas são pigmentos instáveis e sua degradação pode ser afetada pelo O₂, pH e estrutura do pigmento (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007), podendo a variação observada para os PMP ser derivada de tais fatores.

Em caqui ‘Rama Forte’ armazenado por 20 dias, valores superiores aos do caqui cv. Kioto foram verificados por Mendonça et al. (2015), com teores variando de 617 µg g⁻¹ a 339 µg g⁻¹ durante o período de armazenamento.

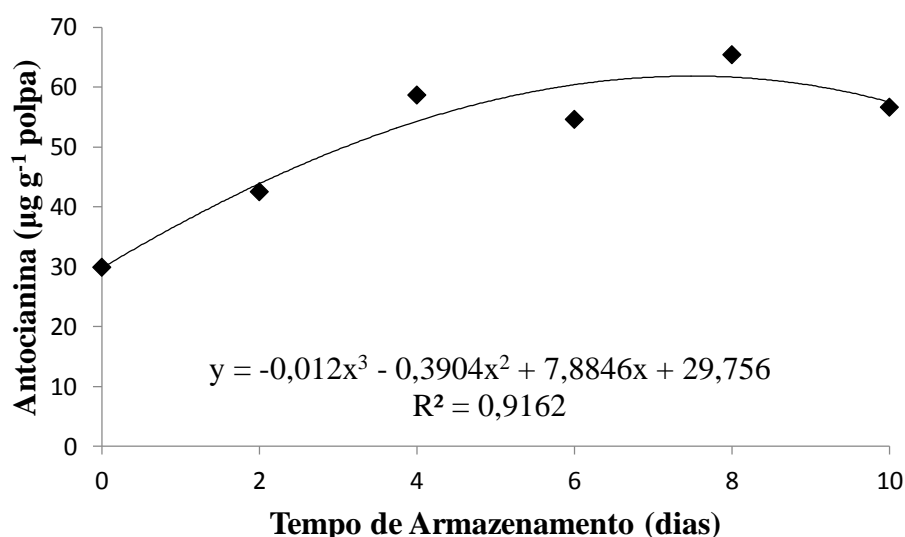


Figura 32. Antocianinas (µg g⁻¹ polpa) em caquis cv. Kioto minimamente processados nos tratamentos de atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.

Os teores de carotenoides apresentaram diferença entre os tratamentos aos 2 e 6 dias (Tabela 53). Os PMP do tratamento controle apresentaram menor valor de carotenoides totais, diferindo dos frutos do tratamento com 7 % CO₂ aos 2 dias e do tratamento com 6 % CO₂ aos 6 dias.

Tabela 53. Carotenoides ($\mu\text{g g}^{-1}$ amostra) em caquis cv. Kioto minimamente processados nos tratamentos de atmosfera modificada ativa armazenados em ambiente refrigerado ($5 \pm 0,5$ °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.

Tempo de Armazenamento (dias)	Composição Gasosa			
	0,03% CO ₂ + 21% O ₂	6% CO ₂ + 4% O ₂	7% CO ₂ + 4% O ₂	8% CO ₂ + 4% O ₂
0	20,20 ± 4,84 aC	20,20 ± 4,84 aB	20,20 ± 4,84 aB	20,20 ± 4,84 aD
2	26,22 ± 6,39 bBC	30,10 ± 4,41 abB	47,03 ± 7,57 aA	40,80 ± 3,98 abBC
4	33,45 ± 6,65 aBC	34,76 ± 6,17 aB	40,46 ± 16,13 aA	43,57 ± 14,02 aBC
6	41,42 ± 11,41 bB	64,13 ± 12,02 aA	48,98 ± 3,87 abA	62,25 ± 7,33 abAB
8	63,02 ± 14,91 aA	67,74 ± 3,30 aA	53,35 ± 5,55 aA	65,79 ± 11,88 aA
10	66,26 ± 3,06 aA	56,27 ± 5,50 aA	55,18 ± 6,24 aA	52,11 ± 12,05 aABC

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os frutos minimamente processados dos diferentes tratamentos apresentaram diferença nos teores de carotenoides. Maiores teores foram verificados com o avanço do armazenamento. Isto pode ser devido à síntese de pigmentos no processo de amadurecimento do fruto. Os carotenoides são pigmentos acessórios à clorofila e podem ser responsáveis pela variação da cor dos vegetais (VON ELBE, 2000).

Danieli et al. (2002) verificaram durante o período de 20 dias de armazenamento de caqui cv. Fuyu, que a concentração média de clorofilas diminuiu de 3 mg g⁻¹ para 1 mg g⁻¹ e a concentração média de carotenoides aumentou de 2 mg g⁻¹ para 4,6 mg g⁻¹. Fato este também verificado para os caquis minimamente processados aqui estudados.

4.4.9 Atividade enzimática

Nos frutos minimamente processados houve significância estatística para o armazenamento ($p < 0,001$) e para a interação dos fatores na atividade da PME ($p = 0,02$) e da PG ($p = 0,03$) (Tabela 54).

Para a atividade da PME, entre os PMP dos tratamentos, houve diferença apenas no dia 6, no qual os frutos do tratamento com 6 % CO₂ apresentaram maior atividade desta enzima diferindo-se dos PMP dos demais tratamentos (Tabela 55). E, durante o armazenamento, apenas o tratamento com 6 % CO₂ apresentou diferença entre os dias de avaliação, sendo que o dia 6 diferiu das avaliações realizadas aos 2 e 4 dias.

Tabela 54. Atividade da pectinametilesterase (UE min⁻¹ g tecido⁻¹) e poligalacturonase (UE min⁻¹ g tecido⁻¹) em caqui cv. Kioto minimamente processado em atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.

Fatores de Variação		Pectinametilesterase (UE min ⁻¹ g tecido ⁻¹)	Poligalacturonase
Composição Gasosa (CG)	0,03% CO ₂ + 21% O ₂	2869,80 ± 585,80	492,70 ± 129,20
	6% CO ₂ + 4% O ₂	3122,60 ± 970,00	488,80 ± 122,40
	7% CO ₂ + 4% O ₂	2858,00 ± 713,70	472,60 ± 168,00
	8% CO ₂ + 4% O ₂	2924,10 ± 730,00	510,90 ± 104,40
Tempo de Armazenamento (dias - TA)	0	3455,60 ± 320,30	424,90 ± 58,30
	2	3243,30 ± 879,70	439,60 ± 122,60
	4	2298,80 ± 300,90	426,00 ± 118,40
	6	2965,40 ± 1094,60	470,10 ± 131,20
	8	2808,60 ± 650,50	561,50 ± 111,30
	10	2890,10 ± 468,80	625,40 ± 103,40
Valor de p	CG	0,53 ^{ns}	0,72 ^{ns}
	TA	< 0,001**	< 0,001**
	Interação CG x TA	0,02*	0,03*

** significativo a 1%, * significativo a 5%, ^{ns} não significativo.

Conforme desdobramento da atividade da PG nos caquis minimamente processados apresentado na Tabela 56, ocorreu diferença entre os PMP dos diferentes tratamentos nos dias 2, 4 e 10. Aos 2 dias, os frutos minimamente processados dos tratamentos submetidos a embalagem com 8 % CO₂ e 6 % CO₂ se diferiram, apresentando a maior e menor média, respectivamente. Aos 4 dias, os PMP do tratamento embalados com 6 % CO₂ apresentaram maior atividade enquanto os frutos submetidos a 7 % CO₂ a menor atividade. Aos 10 dias, os PMP do controle (ar atmosférico) apresentaram menor atividade e os do tratamento com 7 % CO₂ a maior.

Em relação ao armazenamento, os frutos minimamente processados dos tratamentos controle e 8 % CO₂ não apresentaram diferença no decorrer das avaliações, enquanto os frutos dos tratamentos com 6 % e 7 % CO₂ apresentaram maior atividade aos 10 dias, diferindo-se, no caso da composição de 6 % CO₂, do dia 2 e, para a composição com 7 % CO₂, do dia 0, 2, 4 e 6.

Cheftel e Cheftel (1992) citam que a função da PME no processo de amaciamento dos frutos é desmetilar o C6 de cada unidade de protopectina, possibilitando o reconhecimento pela PG. Portanto, a atividade da PME precede à atividade da PG, no sentido de facilitar a atividade desta última, pois a PG teria maior afinidade pelo substrato linear,

desesterificado, após a atuação da PME. Esse comportamento foi constatado pelos resultados deste experimento, pois a atividade de ambas enzimas sofreu variação com o decorrer do armazenamento, sendo que a PME apresentou maior atividade no início do período experimental (até os dois dias) e a PG no final (a partir de oito dias).

Melo e Vilas Boas (2007) verificaram, em bananas ‘Maçã’ minimamente processadas, maiores atividades da PG e PME a partir do 4º e 2º dias de armazenamento, respectivamente. Isto pode ser associado à maior solubilização pécica ocorrida nos frutos neste período. Para o caqui cv. Kioto, a maior atividade da PME ocorreu no mesmo período ao da banana ‘Maçã’, no entanto maior atividade da PG nos caquis foi verificada aos 8 dias, período duas vezes maior ao da banana ‘Maçã’ citada no trabalho de Melo e Vilas Boas (2007), o que contribui para prolongar o armazenamento dos caquis minimamente processados.

Tabela 55. Atividade da pectinametilsterase (UE min⁻¹ g tecido⁻¹) em caquis cv. Kioto minimamente processados nos tratamentos com atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.

Tempo de Armazenamento (dias)	Composição Gasosa			
	0,03% CO ₂ + 21% O ₂	6% CO ₂ + 4% O ₂	7% CO ₂ + 4% O ₂	8% CO ₂ + 4% O ₂
0	3455,62 ± 375,54 aA	3455,62 ± 375,54 aAB	3455,62 ± 375,54 aA	3455,62 ± 375,54 aA
2	3573,63 ± 298,56 aA	2462,41 ± 1273,42 aB	3591,09 ± 700,34 aA	3345,96 ± 882,91 aA
4	2415,90 ± 333,23 aA	2164,31 ± 174,65 aB	2566,71 ± 232,02 aA	2048,39 ± 230,58 aA
6	2392,37 ± 407,72 bA	4361,61 ± 723,14 aA	2226,42 ± 972,04 bA	2881,24 ± 841,92 bA
8	2608,65 ± 468,17 aA	3259,72 ± 855,38 aAB	2329,93 ± 282,49 aA	3036,14 ± 714,25 aA
10	2772,86 ± 405,93 aA	3031,82 ± 638,92 aAB	2978,49 ± 335,26 aA	2777,21 ± 664,73 aA

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste de Tukey (p<0,05).

Tabela 56. Atividade da poligalacturonase (UE min⁻¹ g tecido⁻¹) em caquis cv. Kioto minimamente processados nos tratamentos com atmosfera modificada ativa e armazenamento refrigerado (5 ± 0,5 °C e 85 ± 5 % UR) durante 10 dias.

Tempo de Armazenamento (dias)	Composição Gasosa			
	0,03% CO ₂ + 21% O ₂	6% CO ₂ + 4% O ₂	7% CO ₂ + 4% O ₂	8% CO ₂ + 4% O ₂
0	424,87 ± 68,37 aA	424,87 ± 68,37 aAB	424,87 ± 68,37 aBC	424,87 ± 68,37 aA
2	483,31 ± 100,14 abA	326,17 ± 76,83 bB	403,37 ± 129,38 abBC	545,63 ± 94,55 aA
4	429,71 ± 32,64 abA	562,83 ± 84,45 aAB	311,80 ± 24,57 bC	399,74 ± 140,17 abA
6	464,42 ± 202,75 aA	485,98 ± 164,14 aAB	379,70 ± 63,73 aBC	550,33 ± 15,88 aA
8	612,19 ± 211,89 aA	553,87 ± 26,91 aAB	555,66 ± 120,03 aAB	524,09 ± 44,23 aA
10	541,40 ± 29,86 bA	579,36 ± 96,48 abA	760,06 ± 51,46 aA	620,76 ± 44,23 abA

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste de Tukey (p<0,05).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cultivar Kioto vem ganhando mercado, no entanto, ainda é pouco plantada no estado de São Paulo, sendo que no entreposto de mercadorias agrícolas, o Ceagesp, a cultivar vinda do Rio Grande do Sul e Santa Catarina após o término safra paulista entra como caqui da cv. Giombo devido à falta de referência a esta cultivar (Eng. Agrônomo, CEAGESP-SP, Dr. Gabriel Vicente Bitencourt de Almeida, com. pess.). Bem como, a Associação Paulista de Produtores de Caqui (APPC, com. pess.) de Pilar do Sul, não possui informações sobre esta cultivar no Estado de São Paulo.

O caqui ‘Kioto’, por ser uma variedade adocicada, possui mercado consumidor receptivo, todos os lóculos da fruta são polinizados tornando-se mais doce, pois as sementes liberam fenóis (Eng. Agr. Renato Alves Pereira Assistente de Planejamento B, EDR Mogi das Cruzes-SP, com. pess.), com isso desperta o interesse dos produtores e consumidores.

Os experimentos realizados permitiram verificar que o caqui ‘Kioto’ pode ser submetido aos tratamentos de atmosfera modificada ativa e radiação gama sem que haja danos a qualidade que prejudiquem a comercialização dos frutos. No entanto, visualmente, os frutos submetidos ao processo de radiação ionizante apresentaram aparência levemente enrugada e mole com coloração vermelho acentuada, enquanto os frutos submetidos a atmosfera modificada ativa permaneceram com melhor aspecto visual.

Além das possibilidades de tratamentos físicos, atmosfera modificada ativa e irradiação gama, na conservação pós-colheita nos frutos *in natura*, o caqui ‘Kioto’ também apresentou bons resultados quanto ao processamento mínimo, pois os

mesmos mantiveram-se com boa aparência visual durante o período de armazenamento, apresentando a possibilidade de prolongar a vida de prateleira deste produto mediante os bons resultados dos dez dias de armazenamento aqui estudados.

6 CONCLUSÕES

Nas condições em que foram realizados os experimentos, pode-se concluir:

- A utilização de atmosfera modificada ativa combinada ao armazenamento refrigerado é um método físico viável para a conservação de caqui 'Kioto'.
- A atmosfera composta por 7 % CO₂ e 4 % O₂ foi mais eficiente na conservação dos frutos por um período de 35 dias.
- A radiação gama e o armazenamento refrigerado podem ser utilizados como técnica de conservação pós-colheita para caqui 'Kioto'.
- Doses mais baixas, 0,3 e 0,6 kGy mostraram-se mais adequadas para aplicação nos frutos de caqui 'Kioto', prolongando a conservação por 21 dias.
- O caqui 'Kioto' pode ser submetido ao processamento mínimo com potencial de comercialização até dez dias de armazenamento quando embalados em atmosfera modificada ativa.
- Para o caqui 'Kioto' minimamente processado a atmosfera modificada ativa composta por 6 % CO₂ ou 7 % CO₂ e 4 % O₂ foram mais eficientes na sua conservação e manutenção da qualidade.

7 REFERÊNCIAS

ABE, L.T.; LAJOLO, F.M.; GENOVESE, M.I. Potential dietary sources of ellagic acid and other antioxidants among fruits consumed in Brazil: Jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 92, p. 1679–1687, 2011.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, n. 1, p. 1-9, 2007.

ANTONIOLLI, L. R. et al. UTILIZAÇÃO DE EMBALAGEM DE POLIETILENO NA CONSERVAÇÃO DE CAQUIS ‘GIOMBO’ DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 25, n. 1, p. 77-80, 2003.

ARAÚJO, F. M. M. C.; MACHADO, A. V.; CHITARRA, A. B. Efeito da atmosfera modificada ativa na qualidade do melão 'Orange Flesh' minimamente processado. **Ciência Agrotécnica**, v. 29, n. 4, p. 817-823, 2005.

ARROUCHA, E. M. M. et al. Qualidade pós-colheita da cajarana em diferentes estádios de maturação durante armazenamento refrigerado. **Revista Brasileira de fruticultura**, v. 34, n. 2, p. 391-399, 2012.

ARRUDA, M. C. et al. Conservação de melão rendilhado minimamente processado sob

atmosfera modificada ativa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 1, p. 053-058, 2004.

ARRUDA, M. C. et al. Qualidade de melão minimamente processado armazenado em atmosfera modificada passiva. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 655-659, 2003.

ARTHUR, V.; ARTHUR, P. B. Conservação pós-colheita de caqui (*Diospyrus kaki*) pela radiação gama do cobalto-60. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, n. 67, p. 123-145, 2000.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTERNATIONAL - AOAC. **Official methods of analysis chemists**. 15. ed. Washington, 1995. 1141 p.

AWAD, A.M., JAGER, A.D., WESTING, L.M.V. Flavonoid and Chlorogenic Acid Levels in Apple Fruit: Characterization of Variation. **Scientia Horticulturae**, 83, 249-263, 2000.

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

BLUM, J. et al. Uso de cera na conservação pós colheita do caqui cv. Giombo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 830-833, 2008.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. Química do processamento de alimentos. 3. ed. São Paulo: Varela, 2001. 151 p.

BONNAS, D. S. et al. Qualidade de abacaxi cv Smooth Cayenne minimamente processado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 206-209, 2003.

BRACKMANN, A. Capa: a produção, o consumo e a qualidade do caqui no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v25n1/a01v25n1.pdf>>. Acesso em: 20 Out 2015.

BRACKMANN, A.; CHITARRA, A. B. Atmosfera controlada e atmosfera modificada. In: BORÉM, F.M. **Armazenamento e processamento de produtos agrícolas**. Lavras: UFLA/SBEA, 1998. 282 p.

BRACKMANN, A.; CHITARRA, A.B. Atmosfera controlada e atmosfera modificada. In: BOREN, F.M. (Ed.). **Armazenamento e processamento de produtos agrícolas**. Lavras: Ufla/SBEA, 1998. p.133-170.

BRACKMANN, A. et al. Regimes de atmosfera controlada para o armazenamento de caqui 'Kyoto'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1607-1609, 2004.

BRACKMANN, A. et al. Aplicação de 1-MCP em caqui 'Quioto' armazenado sob refrigeração e atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 42-44, 2003.

BRASIL – MINISTÉRIO DA SAÚDE. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físicos e químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

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

CARVALHO, A. V.; LIMA, L. C. O. Qualidade de kiwis minimamente processados e submetidos a tratamento com ácido ascórbico, ácido cítrico e cloreto de cálcio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 5, p. 679-685, 2002.

CENCI, S. A. Processamento de frutas e hortaliças. In: **Processamento mínimo de frutas e hortaliças: tecnologia, qualidade e sistemas de embalagem**. (Coord.) CENCI, S. A. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2011. p. 9-17.

CHEFTEL, J.C.; CHEFTEL, H. Métodos de conservación. In: **Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos**. Zaragoza, Acribia, p.173-300, 1992.

CHIRINOS, R. et al. Antioxidant compounds and antioxidant capacity of Peruvian camu camu (*Myrciaria dúbia* (H.B.K.) McVaugh) fruit at different maturity stages. **Food Chemistry**, v. 120, p. 1019–1024, 2010.

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

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 293 p.

CORRÊA, M. O. G.; PINTO, D. D.; ONO, E. O. Análise da atividade respiratória em frutos de jaboticabeira. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 831-833, 2007.

CORRÊA, T. R. et al. Manejo do etileno em ameixas 'Laetitia' armazenadas sob atmosferas controlada e modificada ativa. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 33, n. 3, p. 723-729, 2011.

CORSATO, C. E. **Fenologia e carboidratos de reserva do caqui (Diospyros kaki L.) "Rama Forte" em clima tropical**. 2004. 42 f. Tese (Doutorado em Horticultura) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2004.

COSTA, S. M. **Condicionamento térmico e irradiação de ameixas 'Gulfblaze' frigorificadas**. 2011. 70 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

COSTA, S. M. et al. Conservação frigorificada de pêssegos 'Tropic Beauty' irradiados. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 9, n. 2, p. 131-137, 2008.

COSTA, S. M. et al. Conservação frigorificada de ameixas "Gulfblaze" irradiadas. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 13, n. 1, p. 14-20, 2012.

D'INNOCENZO, M., LAJOLO, F. M. Effect of gama irradiation on softening changes and enzyme activities during ripening of papaya fruit. **Journal of Food Biochemistry**, Trumbull,

n. 25, p. 425-438, 2001.

DAIUTO, É. R. et al. Pós-colheita do abacate ‘Hass’ submetido a radiação UV-C. **Revista Colombiana de Ciências Hortícolas**, v. 7, n. 2, p. 149-160, 2013.

DANIELI, R. et al. Efeito da aplicação de ácido giberélico e cloreto de cálcio no retardamento da colheita e na conservabilidade de caqui, Fuyu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 1, p. 044 - 048, 2002.

DONAZZOLO, J.; BRACKMANN, A. Armazenamento de caqui (*Diospyros kaki, L.*) cv. Quioto, em atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 323-327, 2002.

EHLERMANN, D. Control del processo y dosimetria em la irradiación de alimentos. In: MOLINS, R. **Irradiación de alimentos: principios y aplicaciones**. Zaragoza: Acribia, 2001. p. 401-430.

ERGUN, M.; ERGUN, N. Extending shelf life of fresh-cut persimmon by honey solution dips. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 34, p. 2–14, 2010.

FACHINELLO, J. C. et al. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, Volume Especial, E. 109-120, 2011.

FANARO, G. B. **Efeito da radiação ionizante em chás da planta *Camellia sinensis* irradiados com diferentes atividades de água**. 2013. 108 f. Tese (Doutorado em Tecnologia Nuclear) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, 2013.

FAOSTAT – Food and Agriculture Organizations of the United Nations. **Estatistic Divisions Rankings**. Disponível em:

<http://faostat3.fao.org/browser/rankings/countries_by_commodity/e>. Acesso em: 15 out. 2015.

FERRI, V. C. et al. Qualidade de caquis Fuyu tratados com cálcio em pré-colheita e armazenamento sob atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 385-388, 2002.

FERRI, V. C. et al. Conservação de caquis “Fuyu” em diferentes condições de armazenamento. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 1, p. 69-72, 2007.

FERRI, V.C.; ROMBALDI, C.V. Resfriamento rápido e armazenamento de caquis, cv. Fuyu, em condições de atmosfera refrigerada e modificada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 36-39, 2004.

FINGER, F. L.; VIEIRA, G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas**. Viçosa: UFV, 2002. 29 p.

FONSECA, M. J. O. et al. Uso de atmosfera controlada para conservação pós-colheita de mamão ‘Golden’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 537-539, 2003.

GAMA, J. J. T.; SYLOS, C. M. Major carotenoid composition of Brazilian Valencia orange juice: Identification and quantification by HPLC. **Food Research International**, v. 38, n. 8-9, p. 899-903, 2005.

GARRET, E. H. Fresh-cut produce: Track and trends. In: LAMIKANRA, O. (ed.). **Fresh-cut fruits and vegetables**, Boca Raton: CRC Press, 2002. p. 1.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de Alimentos: princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel, 2008. 511p.

GIANNONI, J. A. **Irradiação gama e armazenamento do mamão ‘Formosa’ minimamente processado**. 2004. 96 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2004.

GIOPPO, M. et al. Vida útil pós-colheita do repolho roxo minimamente processado, armazenado em diferentes embalagens. **Revista Ceres**, v. 59, n. 4, p. 560-564, 2012.

GIRARDI, L. G. et al. Conservação de caqui (*Diospyrus kaki* L.), cv. Fuyu, pela aplicação de 1-metilciclopropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 54-56, 2003.

GLADON, R. J. et al. Irradiation of horticultural crops at Iowa State University. **HortScience**, Alexandria, v. 32, n. 4, p. 582-585, 1997.

GROSS, J. et al. Changes in chlorophyll and carotenoid pigments in the peel of "Triumph" persimmon (*Diopyros kaki*, L.) induced by pre-harvest gibberellin (GA₃) treatment. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.24, p.305-314, 1984.

GUIMARÃES, A. G. **Produtividade, qualidade e conservação póscolheita de frutos de diferentes cultivares de morangueiro**. 2013. 85 f. Dissertação (Mestrado – Produção Vegetal), Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2013.

HARIMA, S. et al. Extending shelf-life of astringent persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) fruit by 1-MCP. **Postharvest Biology and Technology**, v. 29, p. 218–323, 2003.

HEATON, J. W.; MARANGONI, A. G. Chlorophyll degradation in processed foods and senescent plant tissues. **Trends in Foods Science & Technology**, v. 7, p. 8-15, 1996.

HENDRY, G.A.F.; PRICE, A.H. Stress indicators: chlorophylls and carotenoids. In: HENDRY, G.A.F.; GRIME J.P. (Eds.) **Methods in comparative plant ecology**. London: Chapman & Hall, 1993. p. 148-152.

HODGES, D. M.; TOIVONEN, P. M. A. Quality of fresh-cut fruits and vegetables as affected by exposure to abiotic stress. **Postharvest Biology and Technology**, v. 48, p. 155–162, 2008.

HOJO, E. T. D. et al. Qualidade de goiabas ‘Paluma’ minimamente processadas tratadas com 1-metilciclopropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 503-508, 2008.

HUSSAIN, P. R. et al. Effect of post-harvest calcium chloride dip treatment and gamma irradiation on storage quality and shelf-life extension of Red delicious apple. **Journal of Food Science and Technology**, v. 49, n. 4, p. 415–426, 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal:** culturas temporárias e permanentes. IBGE: Rio de Janeiro, v. 39, p.1-101, 2012.

IGUAL, M. et al. Influence of vacuum impregnation on respiration rate, mechanical and optical properties of cut persimmon. **Journal of Food Engineering**, v. 86, p. 315–323, 2008.

JACOMINO, A. P. et al. Amadurecimento e senescência de mamão com 1-Metilciclopropeno. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 2, p. 303-308, 2002.

JERONIMO, E. M. et al. Qualidade de mangas ‘Tomi Atkins’ armazenadas sob atmosfera modificada. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1122-1130, 2007.

KADER, A. A. **Postharvest technology of horticultural crops**. Davis: University of California, 1992. 296p.

KONICA MINOLTA. **Comunicação precisa da cor:** controle de qualidade da percepção à instrumentação. 1998. 59 p.

KRAMMES, J. G.; ARGENTA, L. C.; VIEIRA, M. J. Controle da maturação e conservação da qualidade pós-colheita de caqui ‘Fuyu’ pelo manejo do etileno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 360-365, 2005.

LANA, M. M.; FINGER, F. L. **Atmosfera Modificada e Controlada:** Aplicação na Conservação de Produtos Hortícolas. Brasília, DF: Embrapa, 2000. 34 p.

LIMA, K. S. C. et al. Cenouras minimamente processadas em embalagens com atmosferas modificadas e tratadas com radiação gama: avaliação microbiológica, físico-química e química. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 2, p. 240-250, 2003.

LORENZI, H. et al. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas** (de consumo *in natura*). Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006. 640p.

MARIANO, F. A. C. et al. Vida-de-prateleira de goiabas, cv. Sassaoka, minimamente processadas e armazenadas em diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Volume Especial, E. 384-391, 2011.

MARIANO, F. A. C. et al. Conservação de goiabas minimamente processadas cv. Paluma sob a influência de diferentes embalagens. **Cultura Agronômica**, v. 20, n. 01, p. 1-10, 2013.

MARTINS, F. P.; PEREIRA, F. M. **Cultura do caqui**. Jaboticabal: FUNEP, 1989. 71 p.

MATTIUZ, B. H. et al. Processamento mínimo de uvas de mesa sem semente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 226-229, 2004.

MAXIE, E. C.; SOMMER, N. F.; MITCHELL, F. G. Chemical, economic, physical and physiological limitations to irradiation of fruits. **In: INTERNACIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY**. Desinfestation of fruits by irradiation. Vienna: IAEA, 1971. p.93-100.

MELO, A. A. M., VILAS BOAS, E. V. B. Redução do amaciamento de banana amaciamento de banana ‘Maçã’ minimamente processada pelo uso de tratamentos químicos. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 821-828, 2007.

MELO, A. A. M.; VILAS BOAS, E. V. B.; JUSTO, C. F. Uso de aditivos químicos para conservação pós-colheita de banana ‘Maçã’ minimamente processada. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 228-236, 2009.

MELO, B.; ALMEIDA, M. S. **Valor nutricional das frutas**. Disponível em: <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/nutricao.htm#_Toc76516570>. Acesso em: 08 de jun de 2016.

MENDONÇA, V. Z. et al. Aspectos físico-químico e bioquímico durante o armazenamento refrigerado do caqui em atmosfera modificada passiva. **Nativa**, Sinop, v. 03, n. 01, p. 16-21, 2015.

MENSOR, L.L.; MENEZES, F.S.; LEITÃO, G.G.; REIS, A.S.; DOS SANTOS, T.C.; COUBE, C. S.; LEITÃO, S. G. Screening of Brazilian Plant Extracts for Antioxidant Activity by the Use of DPPH Free Radical Method, **Phytotherapy Research**, v. 15, p. 127–130, 2001.

MORAES, M. R. **Atmosfera modificada e aplicação de cloreto de cálcio em caqui ‘Giombo’**. 2012. 64f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

MORAES, M. R. et al. Firmeza de caqui ‘Giombo’ submetido à aplicação pós-colheita de cloreto de cálcio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, Volume Especial, p. 321-327, 2011.

MOURA, C. F. H. et al. Características físicas de pedúnculos de cajueiro para comercialização in natura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 23, n. 3, p. 537-540, 2001.

MUNIZ, L. B. **Caracterização química, física e de compostos funcionais em cebolas frescas minimamente processadas**. 2007. 160f. Dissertação (Mestrado em Nutrição Humana) – Universidade de Brasília, Brasília - DF, 2007.

NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of Glucose. **Journal Biological Chemistry**, v. 153, p. 375-380, 1944.

NEUWALD, D. A. et al. Armazenamento de caqui (*Diospyros kaki* L.) cv. fuyu em atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 11, n. 4, p. 477-480, 2005.

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

NUNES, S. P. **Irradiação gama e UV-C na qualidade pós-colheita de mirtilo**. 2015. 94 f. Dissertação (Mestrado- Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

OLIVEIRA JÚNIOR, L. F. G.; COELHO, E. M.; COELHO, F. C. Caracterização pós-colheita de mamão armazenado em atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 3, p. 660-664, 2006.

PARK, K. J.; TUBONI, C. T.; OLIVEIRA, R. A. Estudo da secagem de caqui giombo com encolhimento e sem encolhimento. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.6, n.1, p.71-86, 2004.

PARVIAINEN, M.T.; NYSSONEM, K. Ascorbic acid. In: LEENHEER, A. P. D; LAMBERT, W. E. NELIS, H (Eds) **Modern Chromatographic Analysis of Vitamins**. New York: Marcel Dekker, 1992.

PAULL, R. E.; CHEN, N. J. Postharvest variation in cell wall-degrading enzymes of papaya (*Carica papaya* L.) during fruit ripening. **Plant Physiology**, Washington, v. 72, p. 382-385, 1983.

PICANÇO, N. F. M. **Qualidade de caqui armazenado sob refrigeração: estádios de maturação, destanização e irradiação ionozante**. 2009. 125 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

PINHEIRO, A. C. M. et al. Amadurecimento de bananas ‘maçã’ submetidas ao 1-Metilciclopropeno (1-MCP). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 001-004, 2007.

PINTO, D. M. **Tecnologias de pós-colheita em caqui ‘Fuyu’**. 2010. 163 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2010.

PORFÍRIO-DA-SILVA, L. C.; ALMEIDA, M. M.; BORSATO, A. V.; RAUPP, D. S. Qualidade pós-colheita do caqui ‘Fuyu’ tratado com a promalina. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 3, p. 519-526, 2011.

RAGAZZINI, D. **El kaki**. Madri: Ediciones Mundi-Prensa, 1985. 176p.

REIS, C. M. F. et al. Qualidade e vida de prateleira de banana prata minimamente processada. **Ciência Agrotécnica**, v. 28, n. 3, p. 696-702, 2004.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. 2. ed. rev. São Paulo: E. Blucher, 2007.

RICO, D. et al. Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 18, p. 373-386, 2007.

ROBARDS, K. et al. Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. **Food Chemistry**, Netherlands, v. 66, n. 4, p. 401-436, 1999.

ROSA, J. S. et al. Desenvolvimento de um método de análise de vitamina C em alimentos por cromatografia líquida de alta eficiência e exclusão iônica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 4, p. 837-846, 2007.

RUSSO, V. C. et al. Qualidade de abóbora minimamente processada em atmosfera modificada ativa. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 1071-1084, 2012.

SANTOS, P. H. S. **Estudo da Cinética de degradação do Ácido Ascórbico na secagem se Abacaxi em Atmosfera Modificada**. 2008. 144 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, 2008.

SANTOS, C. M. et al. Atividade antioxidante de frutos de quatro cultivares de pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 339-344, 2013.

SANTOS, M. D.; BLATT, C. T. T. Teor de flavonóides e fenóis totais em folhas de *Pyrostegia venusta* Miers. de mata e de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 135-140, 1998.

SARZI, B.; DURIGAN, J. F. Avaliação física e química de produtos minimamente processados de abacaxi 'Pérola'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 333-337, 2002.

SATO, G. S.; ASSUMPÇÃO, R. Mapeamento e análise de produção do caqui no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 32, n.6, p. 47-54, 2002.

SCHLOTZHAVER, S. D.; LITTELL, R. C. SAS system for elementary statistical analysis. 2.ed. Cary: SAS Institute, 1997. 441p.

SENER, S.D. et al. Sugar and non-volatile acid composition of persimmons during maturation. *Journal of Food Science*, Chicago, n.56, p.989-991, 1991.

SILVA, A. L. F; ROZA, C. R. Uso da irradiação em alimentos: revisão. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 28, n. 1, p. 49-56, 2010.

SILVA, A. V. C. et al. Uso de embalagens e refrigeração na conservação de atemóia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 300-304, 2009.

SILVA, M. C. et al. Qualidade pós-colheita de caqui 'Fuyu' com utilização de diferentes concentrações de cobertura comestível. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 35, n. 1, p. 144-151,

2011.

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, v. 81, p. 337-354, 2002.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA, R. M. **Analysis of total phenol and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent.**

Methods of Enzymology, v. 299, p. 152-178, 1999.

SIRGIST, J. M. M.; BUENO, G. C. Processamento mínimo de frutos. In: NEVES, L. C. (org.). **Manual pós-colheita da fruticultura brasileira.** Londrina: EDUEL, 2009. p. 213-248.

SOLIVA-FORTUNY, R.C.; MARTI N-BELLOSO, O. New advances in extending the self-life of fresh-cut fruits: a review. **Trends in Food Science and Technology**, v. 14, p. 341–353, 2003.

SOMOGYI, M. Determination of blood sugar. **Journal Biologic Chemical**, n. 160, p. 69-73, 1945.

SOUZA, A. R. M. et al. Efeito da radiação gama e do armazenamento na qualidade de padúnculos de caju (*Anacardium occidentale* L.). **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 33, n. 3, p. 848-854, 2009.

SOUZA, P. A. et al. Conservação pós-colheita de melão Charentais tratado com 1-MCP e armazenado sob refrigeração e atmosfera modificada. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 4, p. 464-470, 2008.

STEFFENS, C. A. et al. Armazenamento de ameixas 'Laetitia' em atmosfera modificada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2439-2444, 2009.

STEWART, E. M. Química de la irradiación de alimentos. In: MOLINS, R. Irradiación de

alimentos: principios y aplicaciones. Zaragoza: Acribia, 2001. p. 35-74.

STREIT, N. M. et al. As clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 748-755, 2005.

TAIRA, S.; ONO, M.; MATSUMOTO, N. Reduction of persimmon astringency by complex formation between pectin and tannins. **Postharvest Biology and Technology**, v. 12, p. 265-271, 1997.

TEIXEIRA, M.; MONTEIRO, M. Degradação da vitamina C em suco de fruta. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 17, n. 2, p. 219-227, 2006.

TERADA, M. et al. Differential rapid analyses of ascorbic acid and ascorbic acid 2-sulfate by dinitrophenil hydrazine method. **American Journal of Biochemistry**, New York, v. 84, p. 604-608, 1978.

THEWES, F. R. et al. Temperatura e manejo do etileno no armazenamento de caquis 'Fuyu' e 'Kyoto'. **Anais... XV Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão**, Santa Maria-RS, p. 1-9, 2011.

TIBOLA, C. S. et al. Inibição da ação do etileno na conservação de caquis (*Diospyrus kaki* L.) 'Fuyu'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 1, p. 36-39, 2005.

TOIVONEN, P. M. A., BRUMMELL, D. A. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, v. 48, p. 1-14, 2008.

TRESSLER, D. K.; JOSLYN, M. A. **Fruits and vegetables juice processing technology**. Westport: AVI, 1961. 1028 p.

TUCKER, G. A.; Introduction. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G.A. (Ed.). **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p. 2-51.

VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food Chemistry**, v. 111, p. 816-823, 2008.

VIEITES, R. L. Conservação pós-colheita de frutos com a utilização da irradiação. In: NEVES, L. C. (org.). **Manual pós-colheita da fruticultura brasileira**. Londrina: EDUEL, 2009. p. 183-212.

VIEITES, R. L.; DAIUTO, É. R.; FUMES, J. G. F. Capacidade antioxidante e qualidade pós-colheita de abacate 'Fuerte'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 336-348, 2012.

VIEITES, R. L.; RUSSO, V. C.; DAIUTO, É. R. Qualidade do abacate 'Hass' frigoarmazenado submetido a atmosferas modificadas ativas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 36, n. 2, p. 329-338, 2014.

VIEITES, R. L.; PICANÇO, N. F. M.; DAIUTO, E. R. Radiação gama na conservação de caqui 'Giombo', destanizado e frigoarmazenado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 34, n. 3, p. 719-726, 2012.

VILAS-BOAS, E. V. DE B.; KADER, A. A. Effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on softening of fresh-cut kiwifruit, mango and persimmon slices. **Postharvest Biology and Technology**, v. 43, p. 238-244, 2007.

VON ELBE, J. H. Colorantes. In: FENNEMA, O. W. **Química de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza: Wisconsin - Madison, Cap.10, 2000. p.782-799.

WILLS, R.; McGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. Estructura e composición. In: WILLS, R.; McGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Introducción a la fisiología y manipulación poconsecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales**. 2 ed. Zaragoza: Editora Acribia, 1999. 240 p.

WOOLF, A. B.; BALL, S.; SPOONER, K. J. Reduction of chilling injury in the sweet

persimmon “Fuyu” during storage by dry air heat treatments. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 11, n. 3, p. 155-164, 1997.

WRIGHT, K. M.; KADER, A. A. Effect of controlled-atmosphere storage on the quality and carotenoid content of sliced persimmon and peaches. **Postharvest Biology and Technology**, v. 10, p. 89–97, 1997.