



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

MARISTELLA MARTINELI

**ESTUDO DE UMA NOVA OPÇÃO DE EMBALAGEM PARA TRANSPORTE E
COMERCIALIZAÇÃO DE CAQUIS (*Diospyrus kaki*, L.) cv. Mikado e Rama-Forte**

RIO DE JANEIRO

2014

MARISTELLA MARTINELI

ESTUDO DE UMA NOVA OPÇÃO DE EMBALAGEM PARA TRANSPORTE E
COMERCIALIZAÇÃO DE CAQUIS (*Diospyrus kaki*, L.) cv. Mikado e Rama-Forte

Tese de Doutorado apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos,
Instituto de Química, Universidade Federal do
Rio de Janeiro, como requisitos necessários à
obtenção do título de Doutor em Ciências

Orientação: Prof^a. Dr^a. Cláudia Moraes de Rezende
Dr. Marcos José de Oliveira Fonseca

Rio de Janeiro

2014

M385

Martineli, Maristella.

Estudo de uma nova opção de embalagem para transporte e comercialização de caquis (*Diospyrus kaki*, L.) cv. Mikado e Rama-Forte/ Maristella Martineli – Rio de Janeiro: UFRJ/IQ, 2014.

177 f.: il.

Orientadores: Claudia Moraes de Rezende e Marcos José de Oliveira Fonseca.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Química, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, 2014.

1. Caqui. 2. Embalagens. 3. Pós-colheita. 4. Compostos voláteis. 5. Vida útil sensorial. I. Rezende, Claudia Moraes de. (Orient.). II. Fonseca, Marcos José de Oliveira. (Orient.). III. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Química. Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos. III. Título.

CDD: 664.001

MARISTELLA MARTINELI

ESTUDO DE UMA NOVA OPÇÃO DE EMBALAGEM PARA TRANSPORTE E
COMERCIALIZAÇÃO DE CAQUIS (*Diospyrus kaki*, L.) cv. Mikado e Rama-Forte

Tese de Doutorado apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos,
Instituto de Química, Universidade Federal do
Rio de Janeiro, como requisito parcial à
obtenção do título de Doutor em Ciência de
Alimentos

Aprovada em 10/11/2014

Claudia Moraes de Rezende, Instituto de Química, UFRJ (Orientadora)

Marcos José de Oliveira Fonseca, Embrapa Agroindústria de Alimentos (Co-orientador)

Regina Celi Cavestré Coneglian, Instituto de Agronomia, UFRRJ

Paulo Sérgio Marcellini, Instituto Biomédico, UNIRIO

Rosires Deliza, Instituto de Química, UFRJ

Selma Gomes Ferreira Leite, Escola de Química, UFRJ

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais a quem tanto amo e que sem eles nada seria possível.

Dedico à minha querida prima Dulce, que me acolheu com amor de mãe, me apoiou e acreditou em mim.

Ao meu irmão Leonardo que foi minha maior companhia e incentivo na etapa final do doutorado.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida e por me permitir concluir mais esta etapa da minha vida.

À UFRJ e ao PPGCAL, pela oportunidade de inclusão em um Curso de Pós-Graduação.

À Embrapa Agroindústria de Alimentos, pela oportunidade e cessão de suas instalações que permitiram a realização deste trabalho.

À minha orientadora, Cláudia, por acreditar em mim desde o primeiro email trocado, seus conselhos e ensinamentos que me fizeram crescer profissionalmente. Obrigada pela oportunidade de conhecer “o novo” que, com todas as suas dificuldades, tornaram-se essenciais para o sucesso deste trabalho.

Ao meu co-orientador Marcos Fonseca pela confiança, agradável convivência, valiosos ensinamentos, além da oportunidade de desenvolver este trabalho no Laboratório de Fisiologia da Pós-Colheita da Embrapa Agroindústria de Alimentos.

Ao Dr. Antonio Gomes Soares, por me permitir trabalhar com a nova embalagem para aqui.

Ao BNDES, pelo financiamento do projeto. Também, à parceria Embrapa/INT/IMA, pela confecção da nova embalagem para aqui.

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos pela paciência e por sempre me socorrer nos momentos de desespero.

Ao Laboratório de Análise de Aromas, pela acolhida e momentos agradabilíssimos. Um agradecimento muito especial à Andrea Alves e Thaís (Japa), por serem excelentes profissionais, que me socorreram em inúmeros momentos de desespero. Porém, meu agradecimento maior à vocês duas é pela amizade que se foi construída nestes quatro anos.

Aos Analistas Agnelli e Rodrigo, pela fundamental e imensurável ajuda na realização deste trabalho e pelos momentos de descontração no dia a dia de trabalho.

Ao Laboratório de Análise Sensorial e Instrumental, especialmente à Dra. Rosires pela parceria na orientação do trabalho e à Claudia, pela fundamental ajuda na condução dos testes Sensoriais.

À planta 2, tanto aos funcionários quanto aos estagiários, pela ajuda na análise de Fenólicos Totais.

Ao Laboratório de Micotoxinas e Micologia, em especial ao Dr. Otniel Freitas, pela realização das análises micológicas.

Às colegas Carol e Patricia, pelas trocas de conhecimentos, desesperos e momentos de descontração na Planta 5 e à Aline Marcellini pelas inúmeras e maravilhosas caronas São Cristóvão – Embrapa – São Cristóvão.

Aos produtores de caqui Leandro e Claudio, pela disponibilização dos frutos para a realização do estudo.

Aos meus pais Jonacy e Luzia, irmãos Willian, Flavio, Luciana e Leonardo, que mesmo distantes fisicamente, sempre apoiaram e me incentivaram.

À prima Dulce, por ser essa pessoa maravilhosa que fez e faz tanto por mim. Á amiga Jéssica pelo incentivo, alto astral e pensamento positivo.

Às minhas amigas queridas by UFRuralRJ Priscila, Lu e Paula, que com seus corações gigantes, sempre dispostas a transmitir palavras de incentivo, mesmo que distantes fisicamente. Vocês são minhas irmãs do coração!

A todos com os quais tive o prazer de conviver e que certamente contribuíram para este momento.

À CAPES pela concessão de bolsa.

“Cada um que passa em nossa vida passa sozinho, pois cada pessoa é única, e nenhuma substitui outra. Cada um que passa em nossa vida passa sozinho, mas não vai só, nem nos deixa só. Leva um pouco de nós mesmos, deixa um pouco de si mesmo. Há os que levam muito; mas não há os que não levam nada. Há os que deixam muito; mas não há os que não deixam nada. Esta é a maior responsabilidade de nossa vida e a prova evidente que nada é ao acaso.”

Antoine de Saint-Exupéry

RESUMO

MARTINELLI, Maristella. **Estudo de uma nova opção de embalagem para transporte e comercialização de caquis (*Diospyrus kaki*, L.) cv. Mikado e Rama-Forte**. Rio de Janeiro, 2014. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

O Brasil apresenta grandes perdas de pós-colheita, algo entre 30 a 40% anualmente. O uso de embalagens inadequadas, entre outros fatores, contribui fortemente para este quadro negativo. Por esse motivo, foi estabelecido entre o Instituto Nacional de Tecnologia-INT, a Embrapa Agroindústria de Alimentos e o Instituto de Macromoléculas, uma parceria financiada pelo BNDES, visando desenvolver uma nova embalagem para transporte e comercialização de caquis. O objetivo é a redução das perdas e a melhoria da qualidade do fruto, devido à melhor acomodação proporcionada pela embalagem, evitando danos aos frutos durante o transporte, além da valorização dos produtos decorrentes do design inovador e “apelo” ecológico (polímeros recicláveis e fibras vegetais). O trabalho desenvolvido nesta tese teve como objetivo principal o estudo da conservação e vida útil de caqui na referida nova embalagem para transporte e comercialização de frutos de caqui, em relação aos frutos acondicionados em outras embalagens tradicionalmente utilizadas, quanto aos aspectos físicos, físico-químicos, sensoriais e micológicos, bem como pela investigação da composição volátil. Frutos de caqui ‘Mikado’ e ‘Rama-Forte’, cultivados na Região Serrana do Rio de Janeiro, foram embalados e transportados nas embalagens tradicionais de madeira (caixa K), papelão e na nova embalagem customizada. Para o caqui ‘Mikado’, a nova opção de embalagem não trouxe diferenças estatísticas quanto às características físicas, físico-químicas, químicas e micológicas nos frutos analisados, mas houve superioridade num importante fator, que foi a redução de perdas pós-colheita, pelo reduzido número de frutos descartados. No caqui ‘Rama-Forte’, os frutos da nova embalagem não diferiram significativamente em algumas das características analisadas, porém apresentaram maiores teores de SST, glicose, frutose, ângulo Hue e chroma; menores valores na SST/ATT, carotenoides totais e fenólicos totais. Com isso, os frutos atingiram a qualidade máxima em diferentes períodos de tempos e a nova embalagem prolongou esse tempo. Esta embalagem, ainda, reduziu o número de frutos descartados bem como a incidência de doenças pós-colheita. Em relação aos compostos voláteis, as diferentes embalagens não se diferenciaram quanto à produção total de compostos voláteis nos frutos de caqui ‘Mikado’ e ‘Rama-Forte’ e a quantidade de compostos voláteis totais reduziu com o avanço do amadurecimento nos frutos de caqui ‘Rama-Forte’. Quanto ao

aspecto sensorial, a nova embalagem estendeu a vida de prateleira dos caquis, de acordo com a análise de sobrevivência, preservando a qualidade sensorial por um período de tempo mais longo em relação aos frutos transportados na caixa K e papelão. A metodologia *check-all-that-apply* mostrou-se útil na avaliação da caracterização sensorial de frutos de caqui durante sua vida útil, evidenciando a preferência dos consumidores pelo frutos da nova embalagem frente às demais investigadas.

Palavras-chave: Caqui, Embalagens, Pós-Colheita, Compostos Voláteis, Vida Útil Sensorial

ABSTRACT

Brazil has large postharvest losses, somewhere between 30-40% annually. The use of inadequate packaging, among other factors, strongly contributes to this negative picture. For this reason, it has been established a partnership between the National Institute of Technology, the Embrapa Food and the Institute of Macromolecules financed by BNDES, to develop a new packaging for transportation and marketing of persimmons, whose goal is to reduce losses and improve fruit quality, due to a better accommodation provided by the packaging to avoid damage to fruit during transport, and increased value to the fruits packaged with innovative designer and bioecological packing (recyclable polymers and fibers). The work in this thesis aimed to study the persimmon conservation and shelf-life in that new packaging for transportation and marketing of fruit persimmon, in relation to fruits traditionally packed, using physical, physico-chemical, sensory and mycological parameters, as well as the investigation of the volatile content. Persimmon fruit 'Mikado' and 'Rama-Forte' harvested in Rio de Janeiro were packaged and transported in traditional wood (box K), cardboard and the new customized packagings. To 'Mikado' persimmon, although the new packaging option did not differ statistically from physical, physico-chemical, chemical and mycological characteristics analyzed, there was superiority of the new packaging for the most important factor, the reduction of postharvest losses due to the reduced number of discarded fruit. In 'Rama-Forte' persimmon, the custom packaging did not significantly differ in some characteristics analyzed, but had higher SS levels, glucose, fructose, Hue angle and chroma; lower values in SS/TA, carotenoids and phenolic. Thus the fruit reached the highest quality in different periods of time and the new packaging prolonged this time. This package also reduced the number of discarded fruit as well as the incidence of postharvest diseases. In relation to volatile compounds, the three packagings did not differentiate on the total volatiles compounds in the two varieties; and the amount of volatile compounds decreased with the advance of ripening in persimmon fruit 'Rama-Forte'. Regarding the sensory tests, survival analysis showed that the new packaging extended shelf life of persimmons, preserving sensory quality for longer period of time relative to the fruit transported on box K and cardboard packagings. The methodology check-all-that-apply proved useful in assessing the sensory characterization of fruits of persimmon during its shelf-life, showing the preference of consumers for the fruits of the new packaging compared to the other investigated.

Keywords: Persimmon, Packaging, Postharvest, Volatile Compounds, Sensory Shelf-life

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Árvore e frutos de caquizeiro ‘Mikado’	26
Figura 2. Árvore e frutos de caquizeiro ‘Rama-Forte’	27
Figura 3. A) Tendências respiratórias em frutos climatéricos (abacate) e não climatéricos (limão); B) Fases da respiração clilatérica: 1. Pré-climatérico, 2. Pré-climatérico mínimo, 3. Aumento climatérico, 4. Pico climatérico e 5. Fase pós-climatérica.....	29
Figura 4. Ciclo de Yang para a biossíntese de etileno. O aminoácido sulfurado metionina é reciclado, sendo a fonte de carbono para o intermediário-chave 1-aminociclopropano carboxílico (ACC).....	31
Figura 5. Estrutura química de pigmentos carotenoides encontrados em caqui	34
Figura 6. Esquema da biossíntese de compostos voláteis em frutas e hortaliças	37
Figura 7. Classificação do caqui de acordo com o Programa Paulista para a Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros	42
Figura 8. Embalagem protótipo utilizada na safra 2012, caqui ‘Mikado’	45
Figura 9. Embalagens utilizadas no experimento: A) caixa “K”; B) caixa de papelão modulado; C) caixa plástica e D) embalagem customizada (protótipo)	46
Figura 10. Médias gerais de Perda de massa fresca (%) em frutos de caqui ‘Mikado’, transportados em diferentes embalagens e armazenados à temperatura média de 21°C e UR 78%	50
Figura 11. Redução da firmeza (N) em frutos de caqui ‘Mikado’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%.....	51
Figura 12. Figura representativa de Análise cromatográfica (CLAE-UV) para detecção dos açúcares totais em frutos de caqui ‘Mikado’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%.....	52
Figura 13. Médias gerais de SST (°Brix) em frutos de caqui ‘Mikado’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%.....	53
Figura 14. Médias gerais da ATT (ácido málico) em frutos de caqui ‘Mikado’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%.....	54
Figura 15. Médias gerais da Relação SST/ATT em frutos de caqui ‘Mikado’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%.....	55
Figura 16. Cor Instrumental (°Hue) da casca e polpa de caqui ‘Mikado’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%.....	56

Figura 17. Médias gerais da Cor Instrumental (<i>Chroma</i>) da casca + polpa de caqui ‘Mikado’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%	57
Figura 18. Teor de Carotenoides Totais ($\mu\text{g}/100\text{g}$) em frutos de caqui ‘Mikado’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%	58
Figura 19. Carotenoides individuais ($\mu\text{g}/100\text{g}$) em frutos de caqui ‘Mikado’, transportados nas embalagens caixa K, papelão, caixa plástica e embalagem customizada e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%	59
Figura 20. Figura representativa dos cromatogramas do perfil de carotenóides em caqui ‘Mikado’ transportados e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78% (condições cromatográficas descritas no item 2.2.2.9).....	60
Figura 21. Fenólicos Totais em frutos de caqui ‘Mikado’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%.....	62
Figura 22. Taninos condensados ($\text{mg}.100\text{g}^{-1}$) em frutos de caqui ‘Mikado’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%.....	63
Figura 23. Incidência de doenças causadas por fungos (%) em frutos de caqui ‘Mikado’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%	64
Figura 24. Porcentagem de descarte de frutos de caqui ‘Mikado’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%.....	65
Figura 25. Versão final da nova embalagem para transporte e comercialização de frutos de caqui.....	67
Figura 26. Embalagens utilizadas no experimento: A) caixa “K”; B) caixa de papelão modulado e C) nova embalagem.	69
Figura 27. Perda de massa fresca (%) em frutos de caqui ‘Rama-Forte’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%.....	74
Figura 28. Redução da firmeza (N) de frutos de caqui ‘Rama-Forte’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%.....	75
Figura 29. Figura representativa de Análise cromatográfica (CLAE-UV) para detecção dos açúcares totais em frutos de caqui ‘Rama-Forte’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%.....	77
Figura 30. Médias gerais da ATT (ácido málico) em frutos de caqui ‘Rama-Forte’, transportados em diferentes embalagens.....	78
Figura 31. Relação SST/ATT em frutos de caqui ‘Rama-Forte’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%.....	79

Figura 32. Produção de CO ₂ em frutos de caqui ‘Rama-forte’ transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%.....	81
Figura 33. Quociente respiratório (Q.R) em frutos de caqui ‘Rama-Forte’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%.....	82
Figura 34. Ângulo Hue da casca e polpa de caqui ‘Rama-Forte’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%.....	83
Figura 35. Valores de <i>Chroma</i> (casca + polpa) em frutos de caqui ‘Rama-Forte’ transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%.....	84
Figura 36. Evolução dos carotenoides totais em frutos de caqui ‘Rama-Forte’ transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%.....	85
Figura 37. Figura ilustrativa (amostra caixa K, 5º dia após a colheita) da corrida cromatográfica (CLAE UV) para identificação dos carotenóides em caqui ‘Rama-Forte’.....	86
Figura 38. Carotenoides individuais (µg/100g) em frutos de caqui ‘Rama-Forte’, transportados nas embalagens caixa K, papelão e nova embalagem, armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%	87
Figura 39. Fenólicos totais em frutos de caqui ‘Rama-Forte’ transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%.....	89
Figura 40. Taninos condensados (mg.100g ⁻¹) em frutos de caqui ‘Rama-Forte’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%.....	90
Figura 41. Injúrias nos frutos causados pela caixa k	91
Figura 42. Incidência de doenças fúngicas (%) em frutos de caqui ‘Rama-Forte’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%	91
Figura 43. Porcentagem de descarte de frutos de caqui ‘Rama-Forte’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%.....	92
Figura 44. Esquema da formação dos grupos (frutos adstringentes e destanizados) e os respectivos períodos após a colheita em que ocorreram as análises dos compostos voláteis. .	96
Figura 45. Cromatogramas sobrepostos de caqui ‘Mikado’ adstringentes (15 dias após colheita) e destanizados (1 dia após destanização) nos períodos de 14,00 min a 20,00 min (A), 22,00 min a 46,00 min (B) e 47,00 min a 61,00 min (C).....	101
Figura 46. Produção Total de compostos voláteis em frutos de caqui ‘Mikado’ (A) e ‘Rama-Forte’ (B), transportados em diferentes embalagens.	111
Figura 47. Compostos voláteis em frutos de caqui ‘Mikado’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%. A) hidrocarbonetos; B)	

4-hidroxi-4-metil-2-pentanona; C) decanal; D) nonanal; E) 3,7, 11-trimetil-dodecanol e F) limoneno..... 112

Figura 48. Produção Total de compostos voláteis em frutos de caqui ‘Rama-Forte’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%. A) hidrocarbonetos; B) 4-hidroxi-4-metil-2-pentanona; C) decanal; D) nonanal; E) 3,7, 11-trimetil- dodecanol e F) limoneno. 113

Figura 49. Percentagem de rejeição X tempo de armazenamento para diferentes combinações de variáveis independentes..... 123

Figura 50. Representação dos termos sensoriais CATA para a aparência, nas duas primeiras dimensões do AMF de contagens CATA: (A) termos marcados pelos consumidores e (B) frutos das diferentes embalagens..... 131

Figura 51. Representação dos termos sensoriais CATA para os atributos de aroma, sabor e textura, nas duas primeiras dimensões do AMF de contagens CATA: (A) termos marcados pelos consumidores e (B) frutos das diferentes embalagens..... 132

Figura 52. Preferência do consumidor quanto: (A) à aparência dos frutos e (B) em relação às características percebidas durante a mastigação (aroma, sabor e textura) de frutos de caqui transportados em diferentes embalagens e armazenados por 15 dias à temperatura média de 18° C e 70% de UR..... 134

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Cor Instrumental (°Hue) da casca+polpa de caqui ‘Mikado’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%.....	56
Tabela 2. Carotenoides Totais em frutos de caqui ‘Mikado’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%.....	57
Tabela 3. Fenólicos Totais (g.ácido gálico.100g ⁻¹) ao longo do armazenamento em frutos de caqui ‘Mikado’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%.....	60
Tabela 4. Perda de massa fresca (%) em frutos de caqui ‘Rama-Forte’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%.....	73
Tabela 5. Firmeza (N) em frutos de caqui ‘Rama-Forte’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%.....	74
Tabela 6. Conteúdo de Sólidos Solúveis Totais (°Brix), glicose e frutose (g/100g) em frutos de caqui ‘Rama-Forte’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%.....	77
Tabela 7. Relação SST/ATT em frutos de caqui ‘Rama-Forte’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%.....	78
Tabela 8. Produção de CO ₂ (mg. kg. h ⁻¹) em frutos de caqui ‘Rama-Forte’ transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%.....	80
Tabela 9. Quociente respiratório (Q.R) em frutos de caqui ‘Rama-Forte’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%.....	81
Tabela 10. Valores de ângulo Hue em frutos de caqui ‘Rama-Forte’ transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%.....	83
Tabela 11. Valores de <i>chroma</i> de frutos de caqui ‘Rama-Forte’ transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%.....	83
Tabela 12. Carotenoides Totais em frutos de caqui ‘Rama-Forte’ transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%.....	84
Tabela 13. Média Geral dos carotenoides individuais em frutos de caqui ‘Rama-Forte’ transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%	86
Tabela 14. Conteúdo de Fenólicos Totais (mg. ácido gálico.100g ⁻¹) em frutos de caqui ‘Rama-Forte’ transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%	88

Tabela 15. Incidência de patógenos (%) em frutos de caqui ‘Rama-Forte’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%.....	90
Tabela 16. Valores de coeficiente de variação (%) e área relativa (%) dos compostos voláteis em frutos de caqui cv. ‘Mikado’, submetidos ou não à remoção da adstringência após a colheita.	100
Tabela 17. Índices de retenção linear e descrição do aroma dos compostos voláteis em frutos de caqui ‘Mikado’, submetidos ou não à remoção da adstringência após a colheita.	102
Tabela 18. Relação dos compostos identificados em caquis ‘Fuyu’ nas coluna DB1 pelas técnicas de ELL, EFS e MEFS, e suas respectivas áreas relativas (Ar) e coeficientes de variação (CV), em porcentagem (%).	105
Tabela 19. Área relativa (%) dos compostos voláteis extraídos de 10 caquis ‘Fuyu’ comerciais adquiridos em supermercados da cidade do Rio de Janeiro, durante a safra 2013.....	108
Tabela 20. Valores de μ para cada combinação de tratamentos e contexto.....	123
Tabela 21. Valores de vida útil correspondente a 25% e 50% de probabilidade de rejeição, em conjunto com intervalos de confiança inferiores e superiores de 95% para cada uma das combinações de variáveis independentes.....	125
Tabela 22. Número de menções por amostras para os termos CATA usado pelos consumidores para descrever frutos de caquis transportados em diferentes embalagens e, resultados do teste Q Cochran.....	127
Tabela 23. Médias das notas atribuídas pelos provadores para aparência, aroma, sabor e textura de frutos de caqui ‘Rama-Forte’ transportados em diferentes embalagens e armazenados por 15 dias à temperatura média de 18° C e 70% de UR.	133

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AMF	Análise Múltipla de Fatores
ANOVA	Análise de Variância
A.R	Área Relativa
ATT	Acidez Total Titulável
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento
CATA	Check all that apply
CG-qEM	Cromatografia Gasosa acoplada à Expectrometria de Massas
CNA	Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil
CO ₂	Dióxido de Carbono
CV	Coefficiente de Variação
CV.	Cultivar
DAC	Dias Após a Colheita
DAD	Dias após a Destanização
EFS	Extração em Fase Sólida
ELL	Extração Líquido-Líquido
IMA	Instituto de Macromoléculas
INT	Instituto Nacional de Tecnologia
IRL	Índice de Retenção Linear
MEFS	Microextração em Fase Sólida
O ₂	Oxigênio
Q.R	Quociente Respiratório
SST	Sólidos Solúveis Totais
UR	Umidade Relativa

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A - Procedimentos para quantificação do teor de fenólicos totais por Folin-Ciocalteu.....	160
Apêndice B. Análise de variância para Perda de massa fresca em frutos de caqui ‘Mikado’	161
Apêndice C. Análise de variância para Firmeza (N), Sólidos Solúveis Totais (°Brix), Glicose e Frutose (g/100g) em frutos de caqui ‘Mikado’	161
Apêndice D. Análise de variância para pH, Acidez Total Titulável (ATT), Relação SST/ATT em frutos de caqui ‘Mikado’	161
Apêndice E. Análise de variância para Cor Instrumental (°Hue e <i>Chroma</i>) em frutos de caqui ‘Mikado’	162
Apêndice F. Análise de variância para carotenoides totais, β - criptoxantina e zeaxantina ($\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$), em frutos de caqui ‘Mikado’	162
Apêndice G. Análise de variância para os carotenoides luteína, β -caroteno, α -caroteno e 9- <i>cis</i> β -caroteno ($\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$), em frutos de caqui ‘Mikado’	162
Apêndice H. Análise de variância para o carotenoide 13- <i>cis</i> β -caroteno ($\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$), Fenólicos Totais (mg. ácido gálico 100g^{-1}) e Taninos Condensados (mg.100g de amostra) e Incidência de patógenos (%) em frutos de caqui ‘Mikado’	163
Apêndice I. Análise de variância para Firmeza (N), Sólidos Solúveis Totais (°Brix), Glicose e Frutose ($\text{g}/100\text{g}^{-1}$) em frutos de caqui ‘Rama-Forte’	163
Apêndice J. Análise de variância para pH, Acidez Total Titulável (ATT), Relação SST/ATT em frutos de caqui ‘Rama-Forte’	163
Apêndice K. Análise de variância para atividade respiratória ($\text{mgCO}_2\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$) e quociente respiratório em frutos de caqui ‘Rama-Forte’	164
Apêndice L. Análise de variância para Cor Instrumental (Hue e <i>Chroma</i>) em frutos de caqui ‘Rama-Forte’	164
Apêndice M. Análise de variância para carotenoides totais, β - criptoxantina e zeaxantina ($\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$), em frutos de caqui ‘Rama-Forte’	164
Apêndice N. Análise de variância para os carotenoides luteína, β -caroteno, α -caroteno e 9- <i>cis</i> β -caroteno ($\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$), em frutos de caqui ‘Rama-Forte’	165
Apêndice O. Análise de variância para o carotenoide 13- <i>cis</i> β -caroteno ($\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$) e Fenólicos Totais (mg. ácido gálico.100g ⁻¹) em frutos de caqui ‘Rama-Forte’	165

Apêndice P. Análise de variância para Fenólicos Totais (mg. ácido gálico/100g) em frutos de caqui ‘Rama-Forte’	165
Apêndice Q. Análise de variância para Taninos Condensados (mg.100g ⁻¹) e Incidência de patógenos (%) em frutos de caqui ‘Rama-Forte’	166
Apêndice R. Publicação referente ao subitem 4.2.1	166
Apêndice S. Declaração de submissão de artigo referente ao item 4.2.2	167
Apêndice T. Análise de variância para os compostos voláteis hidrocarbonetos, 4-hidroxi-4-metil-pentanona e decanal (área do pico) em frutos de caqui ‘Mikado’	167
Apêndice U. Análise de variância para os compostos voláteis nonanal, 3,7,11-trimetil,1-dodecanol e limoneno (área do pico) em frutos de caqui ‘Mikado’	168
Apêndice V. Análise de variância para a produção total de compostos voláteis (somatório das área dos picos) em frutos de caqui ‘Mikado’ e ‘Rama-Forte’,	168
Apêndice W. Análise de variância para os compostos voláteis hidrocarbonetos, 4-hidroxi-4-metil-pentanona e decanal (área do pico) em frutos de caqui ‘Rama-Forte’	168
Apêndice X. Análise de variância para os compostos voláteis nonanal, 3,7,11-trimetil,1-dodecanol e limoneno (área do pico) em frutos de caqui ‘Rama-Forte’	169
Apêndice Y. Ficha utilizada no teste sensorial Análise de Sobrevivência	169
Apêndice Z. Ficha CATA question utilizada no teste sensorial.....	170

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	21
1.2 OBJETIVOS	22
1.3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
2 AMADURECIMENTO E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE CAQUI ‘MIKADO’ TRANSPORTADO EM DIFERENTES TIPOS DE EMBALAGENS	43
2.1 INTRODUÇÃO	43
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	44
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
2.4 CONCLUSÃO	66
3 AMADURECIMENTO E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE CAQUI ‘RAMA-FORTE’ TRANSPORTADOS EM DIFERENTES TIPOS DE EMBALAGENS	67
3.1 INTRODUÇÃO	67
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	68
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	72
3.4 CONCLUSÕES	93
4 COMPOSTOS VOLÁTEIS EM CAQUIS BRASILEIROS POR CG-qEM	94
4.1 INTRODUÇÃO	94
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	95
4.2.1 Experimento 1	95
4.2.2 Experimento 2	97
4.2.3 Experimentos 3 e 4	98
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	99
4.3.1 Experimento 1	99
4.3.2 Experimento 2	102
4.3.3 Experimentos 3 e 4	110
4.4 CONCLUSÕES	116

5 QUALIDADE SENSORIAL DOS FRUTOS DE CAQUI ‘RAMA-FORTE’ DURANTE SUA VIDA ÚTIL	117
5.1 INTRODUÇÃO	117
5.2 MATERIAL E MÉTODOS	118
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	122
5.3.1 Análise de Sobrevivência	122
5.3.2 <i>Check-all-That-Apply</i>	125
5.4 CONCLUSÕES	136
6 CONCLUSÃO GERAL	136
7 REFERÊNCIAS	137
APÊNDICES	160

1 INTRODUÇÃO GERAL

O caquizeiro (*Diospyros kaki* L.) é uma frutífera originária da Ásia e tradicionalmente cultivada na China e no Japão, de onde seu cultivo foi expandido para outras regiões do mundo de clima temperado ou subtropical (DE CAMARGO FILHO et al., 2003). No Brasil, a cultura do caquizeiro possui importância econômica, sendo as regiões Sul e Sudeste as maiores produtoras por possuírem condições climáticas favoráveis ao seu desenvolvimento (BRACKMANN & SAQUET, 1995).

Em 2012, o Brasil produziu cerca de 158.241 mil toneladas de frutos, sendo a região sudeste a maior contribuinte devido ao clima ameno exigido pela cultura, com cerca de 67,64% da produção nacional, seguida da região sul (32,34%) e nordeste (0,2%). São Paulo é o principal estado produtor e, isoladamente, responde por 50,43% da produção brasileira. (IBGE, 2014).

Campo-Dall'Orto et al. (1996) e Edagi e Kluge (2009) classificam os frutos em três grupos. O primeiro grupo é denominado sibugaki, cujos frutos são de polpa amarelada e sempre taninosa, apresentando sementes ou não, cujas variedades são: 'Taubaté', 'Pomelo', 'Hachiya', 'Mikado' e 'Coração de boi'. O segundo grupo é o amagaki, cujos frutos caracterizam-se por apresentar polpa amarelada e sempre não taninosa, com sementes ou não, cujas variedades são: 'Fuyu', 'Jiro', 'Hanagosho' e 'Fuyuhana'. O terceiro grupo, o "variável", caracteriza-se por abranger frutos tanto de cor amarelada, polpa taninosa e sem sementes, quanto frutos de polpa não taninosa, parcial ou totalmente, com uma ou mais sementes, de cor escura (chocolate), tendo como principais variedades o 'Rama-Forte', 'Giombo' e 'Kaoru'.

O Brasil, apesar de apresentar um setor agrícola economicamente crescente, que obtém recordes de safras desde 1990, apresenta-se também um grande campeão em perdas pós-colheita. Possui um dos maiores índices de perdas anuais em pós-colheita de frutas, em torno de 30 a 40%, onde as principais causas são a ausência de tecnologias adequadas do plantio ao armazenamento, embalagens inadequadas, descuido no manuseio dos produtos, o ataque de pragas e doenças e a deficiência da infraestrutura para o atendimento das necessidades do setor agrícola (DE CASTRO et al., 2006; CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O Estado do Rio de Janeiro, 3º produtor de caqui no país (IBGE, 2014), comercializa caquis, em sua maioria, em caixas K sem a devida padronização. Esta embalagem causa injúrias nos frutos, acelerando a atividade respiratória, e consequentemente aumentando a velocidade de deterioração e redução da vida útil do vegetal injuriado. O Estado de São Paulo

estabeleceu normas, através da Lei 14.264 de fevereiro de 2007 (SÃO PAULO, 2007) cujo artigo 2º, § 2º define que: “As caixas de madeira, além de previamente tratadas contra ameaças fitossanitárias, não podem ser reaproveitadas senão depois de nova esterilização, devidamente certificada por técnico ou empresa habilitados, sob pena de descarte”.

Quanto à utilização de embalagens para frutas e hortaliças, é de extrema importância a conscientização do produtor, do atacadista (fornecedor) e dos estabelecimentos responsáveis pela distribuição final em relação ao tipo de embalagem a ser utilizada. Ela deve ser adequada ao produto e promover, além de proteção, resistência, facilidade de transporte e manejo, melhoria no aspecto visual e ter um custo relativamente baixo (FAGUNDES e YAMANISHI, 2002). Ainda, de acordo com Martins e Faria (2002) e Luengo e Calbo (2006) o acondicionamento em embalagens especialmente adequadas às características do produto atenua as perdas qualitativas e quantitativas dos produtos agrícolas, além de promover sua classificação e valorização, permitindo operações logísticas mais rápidas.

1.2 OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo principal o estudo de uma nova opção de embalagem para transporte e comercialização de frutos de caqui ‘Mikado’ e ‘Rama-Forte’, comparando-a com outras embalagens tradicionalmente utilizadas quanto aos aspectos físicos, físico-químicos, sensoriais e microbiológicos, bem como pela investigação de sua composição volátil.

Os objetivos específicos foram:

1. Investigar o efeito de diferentes embalagens e transporte sobre as características físicas, físico-químicas, químicas, microbiológicas e vida útil de caquis ‘Mikado’ e ‘Rama-Forte’;
2. Otimização de uma metodologia por cromatografia em fase gasosa para a análise dos compostos voláteis presentes em frutos de caquis ‘Mikado’ e ‘Rama-Forte’ para posterior estudo da composição de voláteis emitidos durante a vida útil de caquis ‘Mikado’ e ‘Rama-Forte’ transportados em diferentes embalagens. Em um primeiro estudo, determinou-se a composição volátil em frutos de caqui ‘Mikado’ adstringentes e destanzados, em dois períodos de armazenamento, utilizando microextração em fase sólida (MEFS) e cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-qEM). Em um segundo estudo, otimizou-se

a metodologia de análise de compostos voláteis com aplicação de diferentes técnicas de extração e colunas cromatográficas em caquis ‘Fuyu’, e posterior aplicação em frutos comerciais de diferentes safras e origens no estado de São Paulo;

3. Estudar a influência das diferentes embalagens e sua contribuição para a redução do desenvolvimento de podridões pós-colheita de frutos de caqui ‘Mikado’ e ‘Rama Forte’ por meio da Incidência de patógenos, identificação e caracterização de isolados fúngicos;

4. Investigar a aceitação do consumidor, manutenção da qualidade sensorial e aumento da vida útil em frutos de caqui ‘Rama-Forte’ pela nova embalagem de transporte e comercialização.

1.3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Mundialmente, o Brasil ocupa o quarto lugar na produção do caqui (*Diospyros kaki* L, família Ebanaceae) sendo a China, em 2012, o maior produtor mundial, seguido da Coreia e do Japão (FAOSTAT, 2014). Em 2012, o maior produtor brasileiro foi São Paulo, com 79.811 toneladas, seguido do Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro, Paraná, Minas Gerais, Santa Catarina e Bahia, com 34.082, 14.802, 14.334, 12.522, 2.758 e 32 toneladas, respectivamente (IBGE, 2014).

O caqui começou a ser plantado no Brasil por volta de 1880, mas só a partir de 1920 a cultura passou a ser explorada comercialmente, quando chegaram os imigrantes japoneses. No Estado do Rio de Janeiro, os caquizeiros foram plantados na região serrana, onde o clima é frio, adequado ao seu desenvolvimento (SILVA et al., 2006). No Estado de São Paulo, o maior produtor nacional, as principais regiões produtoras são: Mogi das Cruzes, Guararema, Biritiba Mirim, Salesópolis, Suzano e Santa Isabel.

O cultivo do caquizeiro também tem demonstrado grandes possibilidades de produção na região semiárida tropical, como o Vale do São Francisco, onde pesquisas recentes revelaram que as variedades Rama Forte e Giombo (mais comercializadas no Sudeste do país) apresentaram grande potencial de produção (LOPES & OLIVEIRA, 2011).

No Brasil, o período de colheita do caqui vai de abril a maio no sul do país (FERRI et al., 2007) e, no Rio de Janeiro, a partir de fevereiro, podendo se prolongar até junho, dependendo da variedade, clima e tratos culturais (SILVA et al., 2006). Em São Paulo, a colheita vai de fevereiro a junho, com pico nos meses de março e abril.

De acordo com Vieites (2012) o consumo de caqui está aumentando progressivamente no mercado interno, devido à qualidade e aos preços relativamente acessíveis. O autor ainda acrescenta que o caqui apresenta perfeita adaptação às condições brasileiras, além de ser uma planta rústica, vigorosa e produtiva.

Do ponto de vista de valor nutritivo, independente da variedade considerada, o fruto do caquizeiro possui grande quantidade de polpa, com alta concentração de compostos antioxidantes (licopeno, que retarda o envelhecimento e protege contra câncer), vitaminas A (benéfica para os olhos, pele e tecidos), B1 (nervos), B2 (crescimento, pele unhas e cabelo) e C (ácido ascórbico) e polifenóis. Essa fruta também é rica em cálcio (ossos e dentes) e fósforo (nervos). Faz bem ao fígado, bexiga e vias respiratórias. Alcalinizante, é bom para quem sofre de acidez e a presença de potássio evita câibra e dores musculares. Com pouca gordura e sódio e muito carotenoide, protege as artérias e é recomendado para quem sofre de hipertensão. Para completar, o tanino, pectina, mucilagem e fibras contidas em sua composição, exercem função suavizante e anti-inflamatória sobre o intestino (SEVERIANO & REINISCH, 2012; ELIAS et al., 2008).

Devido às propriedades nutricionais, o caqui é bastante indicado para quem deseja levar uma vida saudável, sejam crianças, jovens adultos ou idosos (SILVA et al., 2006).

O caqui, além do consumo natural, pode ser usado tanto para preparo de passa, como para a elaboração de vinagre. Porém, a produção desta fruta de clima temperado, típica do outono, no hemisfério sul, destina-se exclusivamente ao mercado *in natura* (VILELA, 2014).

1.3.1 O caquizeiro

1.3.1.1 Aspectos botânicos

O caquizeiro (*Diospyrus kaki* L., família Ebanaceae) é uma espécie perene, de porte arbóreo e caducifólia, que apresenta desenvolvimento inicial bastante lento, porém mantém-se produtivo por várias décadas. A maioria das variedades tem tendência para a produção de frutos partenocárpicos, ou seja, frutificam mesmo que não haja polinização, resultando em frutos sem sementes. O caquizeiro é cultivado há anos, como plantas rústicas e de alta capacidade de adaptação (SILVA et al., 2006; SILVA, 2005).

Espécie de maior interesse comercial na fruticultura entre as quase 200 espécies do gênero *Diospyros* que produzem frutos comestíveis, o *Diospyrus kaki* L. é uma das espécies mais exploradas pela qualidade de seus frutos, que são chamados de alimento dos deuses: *Dios* = Deus, *pyrus* = alimento (BEZERRA, 2007).

O fruto do caquizeiro é oblongo-cônico variando bastante no tamanho, forma e cor. A fruta pode ser amarela, laranja ou vermelha, quando madura. Quanto ao sabor, o fruto é doce, mas a maioria das cultivares são adstringentes até amadurecerem, apresentando, em média, 1,4% de taninos solúveis nas células da casca quando não totalmente maduros (TOUS e FERGUSON, 1996).

Para as variedades taninosas (Sibugaki e Variável) se faz necessário um tratamento para remoção da adstringência, pois a perda do tanino, por meio da ação natural do etileno, só ocorre quando os frutos apresentam consistência mole, o que os inviabiliza para os processos de colheita, classificação e embalagem. Os principais processos empregados baseiam-se no uso do etileno ou do álcool, sendo o etileno associado ao CO₂ (na forma de gás Etil-5 ou Azetil), mais indicado para a variedade 'Rama-Forte', e o álcool etílico, mais indicado para a variedade Mikado (TEIXEIRA, 2006).

As sementes presentes nos frutos podem produzir acetaldeído e etanol, causando, assim, uma polimerização do tanino, mesmo antes do fruto amadurecer, diferenciando as variedades adstringentes e não adstringentes (WOOLF, 1975).

O caqui é um fruto climatérico que apresenta aumento na taxa respiratória e produção de etileno (C₂H₄), o que acelera o processo de amadurecimento e ocasiona mudanças como a ativação das enzimas de degradação da parede celular, aumento do amaciamento do fruto e rápida mudança na cor da casca (BESADA et al., 2010). Segundo KADER (2002) o caqui produz pequenas quantidades de etileno, porém é muito sensível à ação desse hormônio. O mesmo autor define o etileno como o mais simples dos compostos orgânicos que afetam os processos fisiológicos das plantas. É um produto natural do metabolismo das plantas, produzido por todos os tecidos de plantas superiores e por alguns microorganismos.

1.3.1.2 Cultivar Mikado

É uma variedade originária do Japão, cujo nome é uma alusão ao título dado ao soberano (imperador) daquele país. É bastante exigente em frio. Na Região Serrana Fluminense, na década de 80, era a principal variedade cultivada, com excelente aceitação no mercado (NEVES JUNIOR et al., 2007; TEIXEIRA, 2006). No entanto, com as mudanças no clima, com destaque para o aumento da temperatura e oscilação pluviométrica, houve aumento da incidência de doenças fúngicas, caracterizadas por seca de ramos e queda excessiva de frutos, ocasionando diminuição da produtividade (TEIXEIRA, 2006).

O caqui 'Mikado', por ser uma variedade adstringente, é rico em taninos solúveis, responsáveis pela adstringência dos frutos (CIA et al., 2010). Por essa característica, os frutos

necessitam passar por tratamento para remoção da adstringência. Esta variedade tem como característica desejável o consumo do fruto “duro” (SHIMIZU et al., 2002). Tanto a árvore quanto os frutos dessa variedade estão apresentados na Figura 1.



Figura 1. Árvore e frutos de caquizeiro ‘Mikado’

1.3.1.3 Cultivar Rama-Forte

Essa variedade é pouco exigente em frio, possuindo plantas vigorosas muito produtivas (média de 150 quilos de frutos por planta, por safra, quando adulto), com boa resistência à quebra de galhos, embora necessitem de escoramento, e menos suscetível às doenças fúngicas. Seus frutos são de tamanho médio a grande, achatados, com boa resistência ao transporte e boa conservação após a retirada da adstringência. Em virtude dessas características, é a variedade mais cultivada atualmente na Região Serrana Fluminense (TEIXEIRA, 2006).

Assim como a variedade Mikado, os frutos ‘Rama-Forte’ também possuem, como principal característica altos teores de taninos solúveis, responsáveis pela adstringência dos frutos (ITTAH, 1993). Sua árvore e frutos estão mostrados na Figura 2.



Figura 2. Árvore e frutos de caquizeiro ‘Rama Forte’

1.3.2 Pós-colheita

O caqui, sendo um fruto climatérico, apresenta intensa e transitória elevação na taxa respiratória e produção de etileno que desencadeia o amadurecimento, dificultando a comercialização em locais mais distantes (PINHEIRO et al., 2007). O estágio de amadurecimento comestível está intimamente relacionado com o pico climatérico (ÁLVARES, 2003).

O fruto do caqui, comparado com outros frutos, possui maiores índices de perdas pós-colheita, com estimativa média de 30% (CHITARRA & CHITARRA, 2005). As principais causas são a deficiência de recursos humanos bem qualificados, o uso de tecnologias inadequadas do plantio ao armazenamento, o descuido no manuseio dos produtos e o ataque de pragas e doenças que, em produtos sensíveis com o caqui, poderão causar danos que comprometerão a sua qualidade final (VIGNEAULT et al., 2002).

Brackmann et al. (2013) citam a ocorrência do aumento da oferta e demanda de caquis no mercado nos últimos anos, embora não tenha havido aumento na expansão da produção devido aos problemas ocasionados pela falta de tecnologia capaz de manter a oferta do

produto por um longo período. Os autores afirmam ainda que a concentração da colheita em um curto período de tempo, juntamente com o predomínio de uma cultivar e a incidência de distúrbios fisiológicos em pós-colheita são alguns dos principais empecilhos na ampliação da cultura do caqui.

1.3.3 Respiração e etileno

É importante o conhecimento da fisiologia do fruto no que diz respeito às alterações metabólicas que ocorrem durante as etapas de crescimento, colheita, manuseio no “packing house” e condições de armazenamento. Distinguir o estado fisiológico é essencial, bem como suas mudanças, pois influenciará diretamente nas operações de pós-colheita. O desenvolvimento de métodos apropriados de manuseio e armazenamento é facilitado com o conhecimento das mudanças bioquímicas e fisiológicas do fruto, atingindo a melhor qualidade possível para o consumidor (GALINDO et al., 2004).

Mesmo após os frutos terem sido destacados da planta mãe, estes mantêm a respiração e o metabolismo. O metabolismo envolve o consumo de substratos armazenados durante toda a fase pré-colheita, sendo fortemente ditado pela taxa respiratória (BESADA et al., 2010; NASCIMENTO JUNIOR, 2008). Além disso, mesmo após destacados da planta, os frutos podem curar pequenas feridas ou produzir compostos de defesa para combater ataques de doenças (BRECHT et al., 2010).

A energia necessária para o fruto continuar respirando, amadurecendo ou se defendendo vem principalmente da respiração aeróbia, pelo qual ocorre a oxidação de moléculas (carboidratos, ácidos orgânicos, proteínas, gordura, entre outros) para produzir energia, CO₂ e água (BRECHT e al., 2010; CHITARRA e CHITARRA, 2005; KADER, 2002; FONSECA et al., 2002).

A equação geral da respiração aeróbia pode ser expressa, como segue:



A velocidade da respiração reflete a taxa metabólica geral do fruto e, juntamente com a produção de etileno, é responsável por acelerar o processo de amadurecimento, ocasionando mudanças, dentre outras, como ativação das enzimas de degradação da parede celular, causando aumento do amaciamento do fruto e rápida mudança na cor da casca (BESADA et al., 2010).

No processo respiratório, os materiais orgânicos armazenados (carboidratos, proteínas, gorduras) são transformados em moléculas menores, com liberação de energia. O oxigênio

(O₂) é utilizado neste processo, e o dióxido de carbono (CO₂) é produzido (KADER, 2002). De acordo com o autor, a taxa de deterioração (pericibilidade) dos frutos colhidos é geralmente proporcional à taxa de respiração.

Os frutos se classificam, de acordo com o padrão respiratório e produção de etileno durante o amadurecimento, em climatérios e não-climatérios. Os climatérios se caracterizam por apresentar aumento da taxa respiratória e produção de etileno, que coincide com o amadurecimento, enquanto que os não-climatérios não apresentam essa característica (PINHEIRO, 2007). Kader (1999) preconizou que as frutas podem ser divididas em dois grupos: 1) aqueles que não são capazes de continuar o processo de maturação uma vez removido da planta (por exemplo cereja, frutas cítricas, uva, lichia, romã, e tamarillo) e 2) aqueles que podem ser colhidos fisiologicamente maduros e completar seu amadurecimento fora da planta (por exemplo maçã, damasco, abacate, banana, goiaba, kiwi, manga, mamão, maracujá, pêra, pêssego, caqui, ameixa, marmelo, sapoti, sapota). Para o autor, frutos do grupo 1 produzem quantidade menor de etileno e só respondem ao seu tratamento para o desverdecimento (remoção de clorofila). Eles devem ser colhidos quando completamente maduros, para garantir a qualidade de “sabor bom”. Frutos do grupo 2 produzem quantidade superior de etileno em conjunto com o seu amadurecimento e, a exposição ao etileno exógeno resulta em uma maturação mais rápida e uniforme.

Um padrão de climatério respiratório é representado na Figura 3, pelo qual pode se observar o pico respiratório, denominado “máximo climatério”, seguido um declínio dessa atividade, conhecida como a fase pós-climatério.

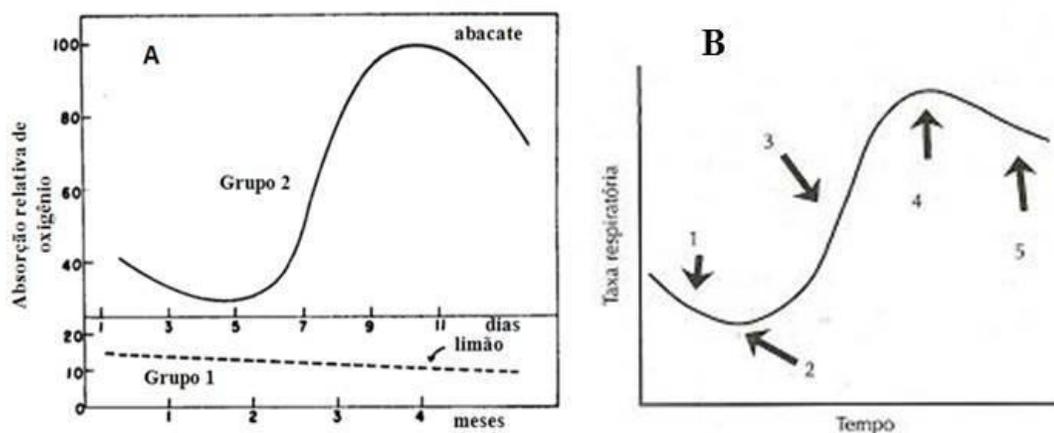


Figura 3. A) Tendências respiratórias em frutos climatéricos (abacate) e não climatérios (limão); B) Fases da respiração clilatérica: 1. Pré-climatérico, 2. Pré-climatérico mínimo, 3. Aumento climatérico, 4. Pico climatérico e 5. Fase pós-climatérica. Fonte: (A) Biale (1961); (B) Brech et al., 2010.

O etileno (C_2H_4), um hidrocarboneto gasoso simples, é produzido essencialmente em todas as partes da planta durante o desenvolvimento, sendo considerado o principal hormônio natural do amadurecimento. O aumento na concentração até o nível que estimula este processo é o evento que marca a transição entre as fases de desenvolvimento e senescência no fruto (CHITARRA e CHITARRA, 2005; TAIZ e ZEIGER, 2003). O aumento deste hormônio precede ou é concorrente ao aumento climatérico (BRECHT e al., 2010; KADER, 2002).

A biossíntese (Figura 4) de etileno envolve a conversão da *S*-adenosil-metionina (SAM) ao ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) catalisada pela ACC sintase (ACS) e conversão de ACC em etileno pela ACC oxidase (ACO) (BRECHT e al., 2010; ADAMS e YANG, 1979). Ainda, de acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a ACC sintase é a enzima limitante para a biossíntese do etileno nos tecidos vegetativos e, em conjunto com a ACC oxidase (que requer O_2), contribui para a regulação da biossíntese do etileno no amadurecimento dos frutos.

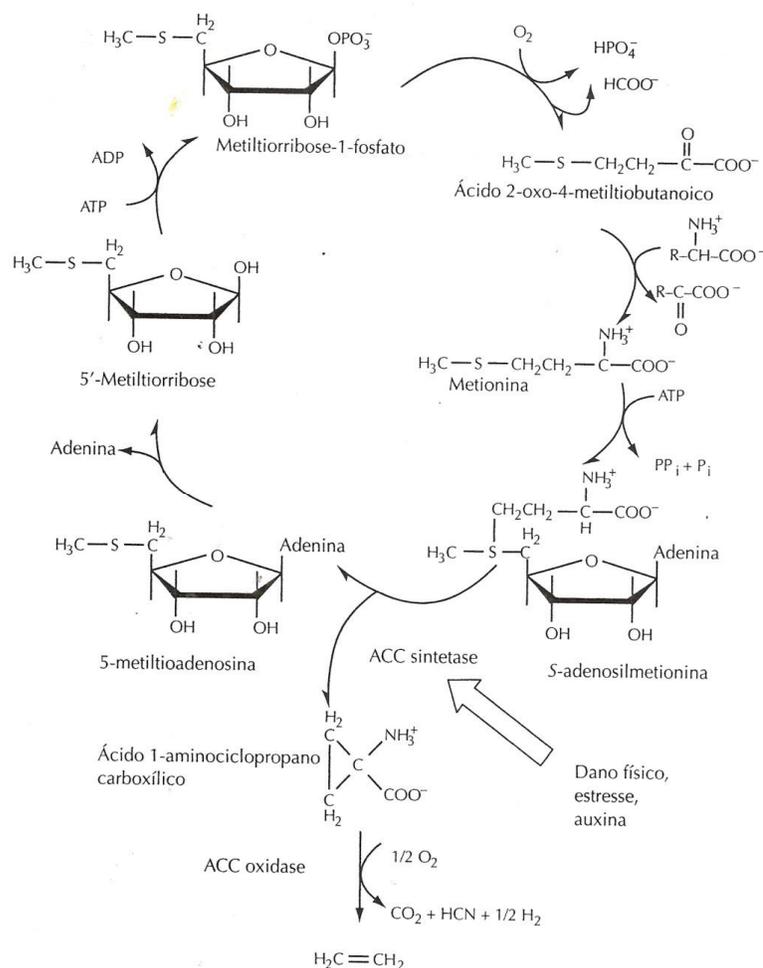


Figura 4. Ciclo de Yang para a biossíntese de etileno. O aminoácido sulfurado metionina é reciclado, sendo a fonte de carbono para o intermediário-chave 1-aminociclopropano carboxílico (ACC).
Fonte: Brecht et al., 2010.

Como o etileno está relacionado com a indução dos processos envolvidos no amadurecimento, quando o fruto sofre algum dano mecânico, pode haver aceleração do processo de amadurecimento, pelo aumento da produção do etileno e consequente aceleração da atividade respiratória, levando à redução da vida pós-colheita dos frutos (STEFFENS et al., 2008; MATIUZ e DURIGAN, 2001).

O caqui apresenta baixa taxa de produção de etileno, apesar de ser um fruto climatérico. No entanto, é fortemente sensível a este fitormônio, até mesmo em baixas concentrações, pois age induzindo o amaciamento da polpa, que é indesejável quando se pretende armazenar caquis por longos períodos (BRACKMANN et al., 2013; KADER, 2002).

1.3.4 Características físicas, químicas, físico-químicas e fitossanitárias dos frutos

O estágio de desenvolvimento é extremamente importante na determinação do ponto de colheita, da qualidade quando colhido e do comportamento pós-colheita (BRECHT et al., 2010). Portanto, distinguir o estado fisiológico, bem como suas mudanças, é essencial, pois influenciará diretamente nas operações de pós-colheita (GALINDO et al., 2004).

O amadurecimento é um processo complexo que envolve grandes transições desenvolvimento e metabolismo das frutas. Entre essas transições bioquímicas características do amadurecimento estão a biossíntese de pigmentos, produção de compostos voláteis e também o amolecimento em muitos frutos (FISCHER e BENNET, 1991).

No caqui, as alterações que ocorrem com a maturação contribuindo para o sabor de frutos maduros são o acúmulo de açúcares e declínio de ácidos e taninos solúveis (WOOLF, 1975). Ainda, de acordo com Ito (1971) os constituintes majoritários no caqui são os açúcares (glicose e frutose, quando maduros), pectinas, taninos (tanino solúvel em água presente nas células de tanino, responsável pela notável adstringência no fruto), carotenoides, (cuja coloração do fruto maduro se deve principalmente, aos pigmentos carotenoides, variando do vermelho ao laranja-amarelado), ácido ascórbico (em menores quantidades em frutos maduros que em imaturos) e aminoácidos.

O processo de perda de firmeza das frutas tem importância comercial muito grande, pois muitas vezes, a colheita dos frutos antes do ponto ideal, na tentativa de evitar danos nas etapas subsequentes, pode resultar em falhas no desenvolvimento da cor e sabor, além de aumentar a susceptibilidade ao ataque de patógenos, limitando a vida pós-colheita de muitas frutas (FISCHER e BENNET, 1991). Segundo Souza et al. (2011) durante a maturação do caqui, o amolecimento é causado pela atividade de enzimas hidrolíticas da parede celular, assim como por proteínas que facilitam essa atividade, como por exemplo, expansão da parede celular. Em outras espécies, essas mudanças têm sido atribuídas à ação da endo-1,4- β -glucanases (endo-1,4- β -gluc), poligalacturonase (PG), pectinametilesterase (PME) e β -galactosidase (β -gal) (SOUZA et al., 2011; SEYMOUR et al., 1993).

Outra alteração que ocorre após a colheita é a perda de massa fresca. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) o processo da respiração está associado ao da transpiração, principal fator responsável pela perda de massa. Vicentini et al. (1999) citaram que a perda de água em produtos armazenados resulta usualmente na perda de qualidade, especialmente quando causa murchamento ou enrugamento, que devem ser evitados.

Quanto à acidez, normalmente durante a maturação os frutos sofrem redução no teor, porém, em alguns casos, pode haver aumento nos valores com o avanço da maturação (CHITARRA e CHITARRA, 2005). A acidez em caquis é relativamente baixa, mesmo em

frutos imaturos, não mudando, em média, com o amadurecimento, tendo o ácido málico como ácido predominante, que aumenta com a maturidade e, em contrapartida, ocorre declínio do ácido cítrico (WOOLF, 1975).

A cor atraente alaranjada que o caqui possui é atribuída aos carotenóides presentes na composição química dessa fruta, sendo a β -criptoxantina o pigmento majoritário, como observado em um estudo com 38 variedades de *Diospyrus kaki* (ITO, 1971).

Os carotenoides são compostos terpênicos de cores amarela, laranja e vermelha (TAIZ e ZEIGER, 2003) formados por oito unidades de isopreno divididos em dois grupos estruturais: os carotenos hidrocarbonetos e xantofilas oxigenadas.

Amplamente distribuídos na natureza, estes pigmentos estão localizados nos cromoplastos e também nos cloroplastos associados com a clorofila, desempenhando funções importantes na fotossíntese e na fotoproteção dos tecidos vegetais, através da sua capacidade de desativação ou inativação das espécies reativas de oxigênio (especialmente o oxigênio singlete), formadas pela exposição à luz e ar (SHWARTZ et al., 2009). Já na dieta dos seres humanos, o principal papel da maioria dos carotenoides é de atuar como precursor da vitamina A, porém também são considerados antioxidantes, pois impedem a propagação da reação de oxidação celular, por servirem de substrato para as moléculas reativas da oxidação (SCHWARTZ et al., 2010; GOMES et al., 2007).

O sistema de duplas ligações conjugadas dos carotenoides serve como cromóforo pela sua habilidade em absorver luz na região visível e pelo seu poder corante (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Os autores ainda citam que, os carotenoides previamente presentes nos tecidos, tornam-se visíveis com a degradação da clorofila, bem como também podem ser sintetizados com o avanço da maturação ou podem ainda ser biodegradados, resultando na formação de compostos voláteis, contribuintes do aroma e sabor típico de cada espécie/cultivar.

Alguns carotenoides encontrados em frutos de caqui estão apresentados na Figura 5, por meio de sua estrutura química.

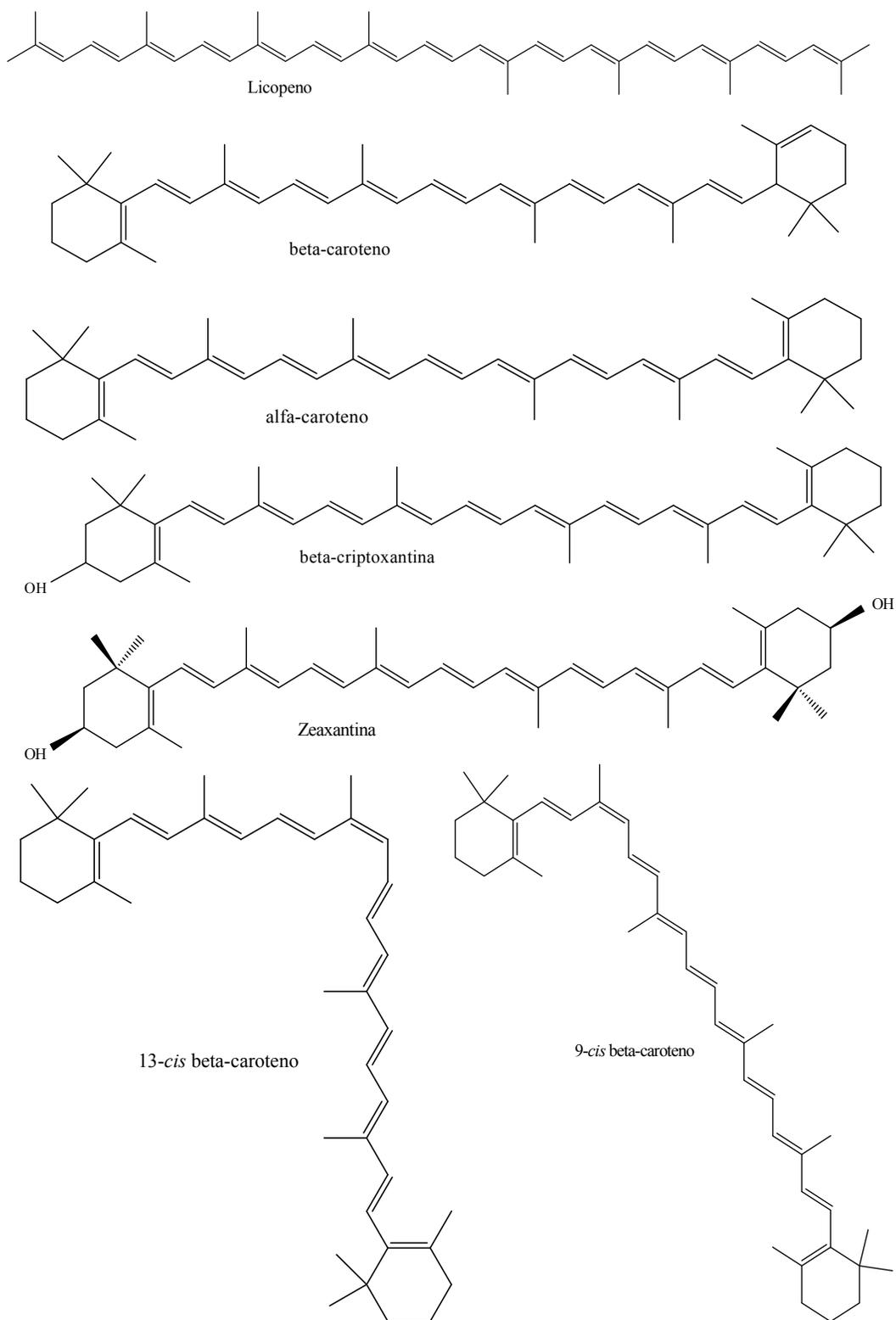


Figura 5. Estrutura química de pigmentos carotenoides encontrados em caqui

Outro composto abundante nos vegetais é o tanino. Os taninos são polifenóis com propriedades de defesa, fornecendo adstringência aos alimentos. Em frutas imaturas (verdes), a adstringência ocorre por esses compostos formarem complexos com as proteínas e glicoproteínas do muco da boca e induzirem à diminuição de sua ação lubrificante e à sensação de adstringência (BRECHT et al., 2010; TEIXEIRA, 2006). Chitarra e Chitarra (2005) citam que, durante a maturação, ocorre a polimerização dos compostos fenólicos de baixo peso molecular (o tanino deixa a forma hidrolisável e passa para a forma condensada), com redução da adstringência. Edagi e Kluge (2009) citam que o etileno, durante o processo de amadurecimento, induz à formação de acetaldeído (responsável pela polimerização das moléculas de taninos) e etanol, que pode ser transformado em acetaldeído pela enzima álcool desidrogenase, auxiliando no processo de destanização.

Taiz e Zeiger (2003) dividiram os taninos em duas categorias: condensados (compostos formados pela polimerização de unidades de flavonoides) e hidrolisáveis, que são polímeros heterogêneos que contém ácidos fenólicos, em especial, o ácido gálico e açúcares simples. Estes são menores que os condensados e podem ser hidrolisados com maior facilidade (BRECHT et al., 2010; CHITARRA e CHITARRA, 2005; TAIZ e ZEIGER, 2003).

Cada vez mais o consumidor exige frutas e hortaliças de melhor qualidade e com melhor classificação pós-colheita (MARIMOTO e GRIGOLO, 2001). Quanto ao aspecto fitopatológico, entre as causas que provocam perdas qualitativas e quantitativas na pós-colheita de produtos hortícolas estão o uso de embalagens inadequadas que podem acarretar perdas por danos mecânicos, a principal via de penetração de agentes patogênicos, que causam deterioração e perda do alimento (LUENGO et al., 2003).

Os fungos são os principais causadores de doenças pós-colheita em frutas, podendo as doenças iniciar no campo, durante desenvolvimento da fruta, ou mesmo após a colheita, com a maturação fisiológica (CHITARRA e CHITARRA, 2005; SILVEIRA et al. 2005).

Entre os fungos que causam podridões pós-colheita em caqui reportados na literatura, estão *Alternaria*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Colletotrichum* spp, *Mucor*, *Penicillium*, *Phoma* e *Rhizopus* (CIA et al., 2010). Os danos causados pelo fungo *Colletotrichum* spp inicia-se com o aparecimento de manchas deprimidas de cor parda à negra, cujas lesões podem atingir a polpa e as sementes, causando a podridão total do fruto (LOURENÇO JR. et al., 2014). A podridão-mole, causada pelo *Rhizopus*, inicia-se com uma mancha circular aquosa e a casca se desfaz com facilidade; rapidamente, o patógeno se desenvolve formando um mofo branco com “esporos” pretos na superfície. As lesões da podridão de *Cladosporium*, causadas pelo *Cladosporium* são associadas com injúrias e caracterizam-se inicialmente pela presença de

mofo branco que, mais tarde evoluem apresentando “esporos” verde-escuros visíveis a olho nu (CIA, SD).

1.3.5 Compostos voláteis

Os componentes voláteis naturais em frutos incluem substâncias químicas diversas, dentre elas, os ésteres, lactonas, alcoóis, ácidos, aldeídos, cetonas, acetais, hidrocarbonetos e alguns fenóis, éteres e compostos oxigenados heterocíclicos, de origem terpênica ou não (DEFILIPPI et al., 2009; CHITARRA e CHITARRA, 2005). De acordo com Arruda et al. (2007) durante o amadurecimento, a maioria dos frutos libera mais de 100 compostos voláteis em concentrações muito pequenas e poucos são responsáveis pelo aroma característico do fruto. Segundo Heath e Reineccius (1986) o aroma típico de cada fruto não está presente desde o início de sua formação, mas se desenvolve completamente durante o período de amadurecimento. Neste período, o metabolismo das frutas muda para catabolismo, dando início à formação do aroma. Lipídeos, carboidratos, proteínas e aminoácidos são convertidos em aromas voláteis.

Os compostos voláteis que formam o odor do fruto são produzidos através de vias metabólicas durante o amadurecimento, colheita, pós-colheita e armazenamento e dependem de muitos fatores relacionados com a espécie, variedade e tipos de tratamento tecnológico (MATTHEIS e FELLMAN, 1999; IBÁÑEZ et al., 1998). Ainda, de acordo com Defilippe et al. (2009) durante o desenvolvimento do fruto, especialmente no amadurecimento, existem muitas modificações destes metabolitos causadas pela sua síntese, o transporte ou a degradação.

Os componentes do aroma são importantes sinalizadores agrônômicos que, além de agirem na comunicação da espécie com seu ambiente, afetam diretamente a qualidade e a aceitação do consumidor. Formados durante a maturação do fruto, um processo dinâmico e sujeito a inúmeros fatores climáticos e de colheita, têm sido exaustivamente investigados em culturas de alto valor agregado como em tomates (TIKUNOV, 2005; RUIZ et al., 2005) e em morangos (DE LA PEÑA MORENO et al., 2010; WILLIANS et al., 2005). Em vários casos observa-se que compostos voláteis, presentes em concentrações muito baixas, são os responsáveis pelo aroma típico do fruto, o que reforça a importância de técnicas de análise de alto poder de resolução e sensibilidade (FALCÃO et al., 2012).

Várias técnicas já foram utilizadas para extrair estes compostos voláteis e as mais comuns são: a microextração em fase sólida - MEFS (MOTA et al., 2012; WANG et al.,

2009), extração líquido-líquido - ELL (SOLIS-SOLIS et al., 2007) e a extração em fase sólida - EFS (WANG et al., 2012; SOLIS-SOLIS et al., 2007). A escolha da técnica de extração é de suma importância no estudo de constituintes voláteis em alimentos, uma vez que vários fatores como temperatura, taxa de liberação dos voláteis e coeficiente de partição entre a matriz da fruta e o ambiente promovem intensas mudanças no perfil qualitativo e quantitativo destes extratos (LOPES et al., 1999).

A biossíntese de aromas em frutos e hortaliças envolve muitas rotas, incluindo o metabolismo de aminoácidos aromáticos e sulfurados, carboidratos e seus derivados e ácidos graxos insaturados (BRECH et al., 2010) e estão apresentadas na Figura 6.

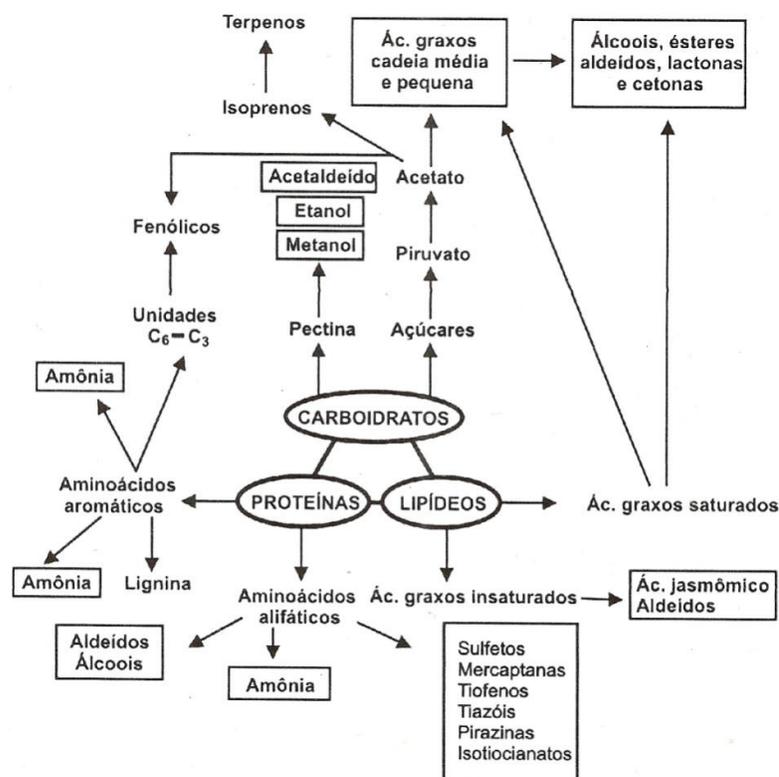


Figura 6. Esquema da biossíntese de compostos voláteis em frutas e hortaliças
Fonte: Chitarra e Chitarra (2005).

O aroma dos frutos pode ser modificado pela produção de compostos voláteis com odores indesejáveis, devido aos estresses que injúrias mecânicas causadas por manuseio e armazenamento impróprios (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O baixo número de compostos voláteis parece ser uma característica do caqui, uma vez que Taira et al. (1996) encontraram, em três variedades de caquis, um total de 23 compostos voláteis isolados. Horvat et al. (1991) observaram acetato de bornila e o (*E*)-2-hexenal como compostos majoritários e nove compostos minoritários, em caquis de

variedades adstringentes e não adstringentes. Martineli et al. (2013) identificaram 13 compostos voláteis em frutos de caqui 'Mikado'.

1.3.6 Análise Sensorial

Cada vez mais a indústria alimentícia utiliza a Análise Sensorial, pois a avaliação das características sensoriais dos produtos é essencial no desenvolvimento, manutenção, otimização, controle de qualidade e avaliação do potencial de mercado de alimentos (STONE e SIDEL, 1993). Um dos objetivos da Análise Sensorial é detectar diferenças entre os produtos e nas diferenças perceptíveis na intensidade de alguns atributos (FERREIRA et al., 2000).

De acordo com os objetivos específicos, diferentes testes sensoriais podem ser aplicados em pós-colheita de frutas e hortaliças, como TANIWAKI et al. (2010), que trabalharam com seis provadores não treinados em estudo com melão; GARITTA et al. (2008) aplicaram análise de sobrevivência em tomates; VARELA et al. (2005) aplicaram ADQ em estudo de maçã. CASTELLÓ et al. (2011) estudando caqui, utilizaram o teste de ordenação e NEVES et al. (2004), a análise sensorial em frutos de caqui 'Fuyu' foi realizada através de escala não segmentada, do tipo 0 a 9, onde dez julgadores treinados avaliaram: aparência externa (0=ruim e 9=ótima mancha); maciez (0=mole e 9=duro); coloração da epiderme (0=amarelado e 9=avermelhado), e sabor (0=não característico e 9=característico). Também se realizou um teste de preferência, com dez julgadores treinados, através de escala hedônica de 5 pontos, variando de gostei muitíssimo (nota 5) a desgostei muitíssimo (nota 1).

Avaliação sensorial é o fator chave para determinar a vida útil de muitos produtos alimentares, uma vez que, depois de armazenados por tempo prolongado, sob o ponto de vista microbiológico, podem ser seguros, mas podem ser rejeitados devido às alterações em suas propriedades sensoriais (HOUGH et al., 2003). A análise de sobrevivência é um ramo da estatística que, quando aplicada aos alimentos, determina a vida de prateleira sensorial baseado na aceitação ou rejeição dos consumidores de produtos, podendo ser útil, portanto, na decisão de compra dos produtos pelos consumidores (GIMÉNEZ, GASTON e GÁMBARO, 2008). Alimentos como leite, bacalhau, alfajor, iogurte, hambúrgueres bovino e tomate foram submetidos à análise de sobrevivência, em diferentes tempos de armazenamento (RICHARDS et al., 2014; ØSTLI et al., 2013; CRUZ et al., 2013; NOVELLO e POLLINIO, 2010; GARITTA et al., 2008; GARRITA et al., 2006; CURIA et al., 2005; GÁMBARO et al., 2004; HOUGH et al., 2003).

Outra metodologia que tem sido recentemente utilizada para obter a caracterização sensorial do produto fornecida pelos consumidores é o *check-all-that-apply* (CATA question), que foi desenvolvida para coletar informações sobre a percepção dos consumidores sobre as características sensoriais de um alimento, por meio de uma listagem de palavras ou frases que o participante do teste seleciona todas as palavras que considerem adequadas para a descrição do produto alimentar (WAGEMAKER et al., 2013; LADO et al., 2010). Os autores destacam, ainda, a vantagem desta metodologia em permitir que os termos listados estejam relacionados com as características sensoriais, ocasiões de uso, posicionamento do produto e emoções.

Estudos envolvendo *check-all-that-apply* tem sido relatados na literatura (GIACALONE et al., 2015; MEYNER e CASTURA, 2014; ARES et al., 2014; ARES et al., 2014; ARES e JAEGER, 2013; ARES et al., 2010) em alimentos tais como carne, tomate, sobremesas lácteas, sorvetes, sucos e frutos de morango (DA CONCEIÇÃO JORGE et al., 2015; VILAS BOAS, 2014; ROCHA et al., 2013; LEE et al., 2013; ARES et al., 2010; DOOLEY et al., 2010, LADO et al., 2010).

1.3.7 Embalagens

As embalagens são usadas na colheita, transporte e varejo de produtos hortícolas. Suas principais funções são evitar danos mecânicos e agrupar produtos em unidades adequadas para o mercado e o manuseio, além das funções de transporte, venda, identificação do produto, visibilidade econômica, exposição de informações sobre a natureza, origem, qualidade, distribuição e comercialização dos produtos (LUENGO e CALBO, 2006; KOTLER, 2006).

Embalagens inadequadas, além de diminuir a qualidade dos frutos e hortaliças, causam grandes perdas pós-colheita. Segundo LUENGO et al. (2003) a comercialização de frutas e hortaliças são feitas em embalagens para outros usos, como é o caso da caixa K, causando injúrias mecânicas que, de uma maneira geral, estressam o vegetal, provocando aumento da produção de etileno e distúrbios referentes à compartimentalização celular, além de aumento na taxa respiratória, da velocidade de deterioração e consequente redução da vida útil do vegetal injuriado, o que justifica a ideia de construção de embalagens para produtos hortícolas, com necessidades próprias de proteção. Vilela et al. (2003) afirmam ainda que injúrias mecânicas, causadas por embalagens impróprias e manuseio incorreto, como a tradicional caixa K são responsáveis por perdas durante a comercialização.

As perdas compõem a parte física da produção que não é destinada ao consumo em razão de depreciação da qualidade dos produtos, devido à deterioração, causada por amassamentos, cortes, podridões e outros fatores (VILELA et al., 2003). Acondicionamento em embalagens adequadas às suas características atenuam as perdas qualitativas e quantitativas dos produtos agrícolas (MARTINS e FARIA, 2002).

Considerando a necessidade de regulamentar o acondicionamento, manuseio e comercialização dos produtos hortícolas "*in natura*" em embalagens próprias para a comercialização, visando a proteção, conservação e integridade dos mesmos e também a necessidade de assegurar a verificação das informações sobre a classificação dos produtos, as embalagens destinadas ao acondicionamento de produtos hortícolas "*in natura*", no Brasil, devem atender ao requisitos da Instrução Normativa Conjunta N° 9, de 12 de novembro de 2002 (BRASIL, 2002) dentre eles:

- ✓ ser paletizáveis;
- ✓ serem mantidas íntegras e higienizadas;
- ✓ podem ser descartáveis ou retornáveis;
- ✓ as retornáveis devem ser resistentes ao manuseio a que se destinam, às operações de higienização e não devem se constituírem veículos de contaminação;
- ✓ estar de acordo com às Boas Práticas de Fabricação, ao uso apropriado e às normas higiênico-sanitárias relativas a alimentos;
- ✓ conter informações obrigatórias de marcação ou rotulagem.”

A escolha de embalagens deve considerar a quantidade de produtos, número de camadas, tipo de material, visando acomodar o vegetal sem causar danos mecânicos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A caixa de madeira K (cuja denominação se deve ao seu uso para o transporte de querosene na segunda guerra mundial) é ainda hoje, 60 anos depois, muito utilizada. Portanto, torna-se necessário o uso de embalagens específicas e tecnificadas (LUENGO et al. 2001; LUENGO et al. 2003).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005) as embalagens de madeira já estão, obrigatoriamente, sendo substituídas pelas de papelão ondulado e pelas caixas plásticas, com objetivo de evitar os danos provenientes de embalagens e manuseio inadequados. Verifica-se, entretanto, que este processo está sendo extremamente lento devido, principalmente à resistência dos produtores, pois de acordo com Brasil (1988), o estado de conservação dessa embalagem não está diretamente relacionado ao valor do produto embalado, pois tanto faz

para o mercado o conteúdo estar em caixa nova quanto velha, não há diferença significativa de preço da mercadoria vendida. Isso, portanto, resulta em desestímulo ao uso de caixa nova, favorecendo o comércio de caixas usadas, remendadas e com suas medidas alteradas.

Em 2005, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Aprovou as Normas Técnicas Específicas para a Produção Integrada de Caqui – Instrução Normativa nº4 (BRASIL, 2005) com as seguintes especificações técnicas:

“1. Utilizar embalagens limpas, resistentes ao transporte e ao armazenamento que não promovam danos e contaminação nos frutos;

2. Proceder à identificação do produto conforme normas técnicas legais de rotulagem e embalagem com destaque ao Sistema da PICaqui;

3. As embalagens, antes de serem utilizadas ou com os frutos, devem ser dispostas em local limpo e sobre estrados.”

A Figura 7 apresenta a classificação do caqui, de acordo com o Programa Paulista para a Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros (uma parceria entre o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) e a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo), utilizando os parâmetros Grupo, Subgrupo ou cor, Classe ou calibre e Categoria (em função de defeitos graves e leves) para classificação e necessidade de rotulagem para comercialização.

Uma atenção deve ser dada ao fato de que o Estado do Rio de Janeiro, apesar da proibição legal, continua a haver comercialização de caquis em caixas tipo K sem a devida padronização, pesando entre 22 e 26 quilos e contendo 75, 90, 105, 120, 140, 170, 200 ou 220 frutos, dependendo da variedade e do tamanho, sendo que essa numeração corresponde à classificação do produto. Apenas para a variedade ‘Fuyu’ é que se utilizam caixas semelhantes às de uva ou caixetas de papelão, pesando cerca de 4 quilos, com apenas uma camada de frutos, protegidos com um acolchoado de fita fina de madeira (cepilho) ou individualmente com rede protetora (TEIXEIRA, 2006).



Figura 7. Classificação do caqui de acordo com o Programa Paulista para a Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros.
 Fonte: TEIXEIRA (2006).

2. AMADURECIMENTO E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE CAQUI ‘MIKADO’ TRANSPORTADO EM DIFERENTES TIPOS DE EMBALAGENS

2.1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o 3º maior produtor mundial de frutas, atrás apenas da China e da Índia (Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil – CNA, 2014). No entanto, também apresenta elevadas perdas pós-colheita, que ocorrem, em grande parte, pelo uso de embalagens impróprias durante o processo de comercialização que reduzem a qualidade, uma vez que, podem ocorrer alterações biológicas resultantes da ação de microrganismos que prejudicam ou decompõem os frutos logo após a colheita e armazenamento, além de injúrias mecânicas que os frutos podem sofrer, como amassamento e cortes (GARONE e PINHEIRO, 2010). O uso de embalagens padronizadas para cada tipo de vegetal contribui para uma comercialização bem-sucedida e para a redução das perdas pós-colheita (GARONE e PINHEIRO, 2010; LUENGO et al., 2003).

Considerando que uma embalagem deve facilitar o transporte e torná-lo mais seguro, protegendo o produto contra perdas, contaminações, degradação ou danos, além de possibilitar uma distribuição conveniente do produto (PETERS-TEXEIRA e BADRIE, 2005), a Embrapa Agroindústria de Alimentos, INT e IMA desenvolveram uma nova embalagem para transporte e comercialização de frutos de caquis, inédita, vinda de um projeto titulado “Desenvolvimento de embalagens valorizáveis para frutas e hortaliças”, cuja patente é PI1102806-8 (Pedido de Patente de Invenção), BR 3020130021025 (Pedido de Desenho Industrial), MU9101220-1 (Pedido de Patente de Modelo de Utilidade), 020110126204 (Pedido de Patente Modelo de Utilidade), BR 30 2013 001482 7 (Pedido de Desenho Industrial) e BR 30 2013 001495 9 (Pedido de Desenho Industrial), financiado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

A nova opção de embalagem para frutos de caqui é composta de *base* constituída de polietileno reciclado com 10% de bucha, através do processo de termoinjeção e *bandeja* de polipropileno, formatada por termoformação e seus objetivos são: a) redução de perdas, pela manutenção da qualidade, devido à acomodação que essa embalagem proporciona ao vegetal, evitando danos aos frutos durante o transporte e, b) valorização dos produtos embalados, pelo designer inovador e com “apelo” ecológico (polímeros recicláveis e fibras vegetais).

Com base no que foi descrito acima, o objetivo deste trabalho foi investigar o efeito de diferentes embalagens e transporte sobre as características físicas, físico-químicas, químicas, micológicas e vida útil de caquis ‘Mikado’.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados frutos de caqui ‘Mikado’, colhidos em estágio pré-climatérico (“de vez”), com coloração verde, porém fisiologicamente desenvolvidos, provenientes de pomar comercial do município de Sumidouro, RJ. Após a colheita, os frutos foram submetidos à remoção da adstringência (destanização) seguindo a prática do produtor, com pulverização de álcool, na proporção de 1 L para cada 20 caixas, por um período de 60 horas. Os frutos foram embalados logo após a destanização, selecionados por tamanho, grau de amadurecimento e ausência de injúrias.

2.2.1 Nova embalagem para caqui

Foi realizado um experimento com o protótipo da nova embalagem com frutos da safra 2012 (Figura 8), uma vez que a versão final da embalagem ainda não estava disponível no período da referida safra de caqui.

As bandejas foram feitas a partir de uma chapa de plástico poliestireno (PS), de 0,3 ou 0,4 mm de espessura, conformada até se chegar ao formato e dimensões desejadas por meio de um processo chamado de termoformação a vácuo. Este é um dos processos mais simples e baratos de moldagem de peças em plástico. O material com que foram feitas as bases dos protótipos foi o plástico ABS e elas foram produzidas por meio do processo de “prototipagem rápida”, que permite a produção de peças sem a necessidade de se fabricar a ferramenta (molde). Basicamente, esse processo consiste na deposição do material de fabricação em camadas até se obter a forma com as dimensões finais desejadas. O processo ainda é considerado de fabricação de “laboratório”, e que por isso ainda não tem uma aplicação muito desenvolvida e difundida como processo de fabricação em escala industrial.



Figura 8. Embalagem protótipo utilizada na safra 2012, caqui ‘Mikado’

2.2.2 Tratamentos

Na casa de embalagem da propriedade onde foram colhidos, os frutos receberam os seguintes tratamentos, constituídos das seguintes embalagens (Figura 9):

- 1. Caixa K (controle):** caixa de madeira tipo K, de 20 kg, com capacidade para aproximadamente 90 frutos, no qual os foram distribuídos em 5 camadas;
- 2. Papelão:** caixa de papelão modulado, com capacidade aproximada para 35 frutos, distribuídos em duas camadas;
- 3. Plástica:** caixa plástica, com capacidade aproximada para 56 frutos, distribuídos em duas camadas;
- 4. Nova embalagem:** embalagem customizada, com bandejas comportando 18 frutos, cada.

Devido ao limitado número de frutos utilizados neste estudo, gerado disponibilidade apenas do protótipo da nova embalagem, optou-se por incluir a caixa plástica, mesmo não sendo tradicionalmente utilizada no transporte e comercialização de frutos de caqui.

Imediatamente após serem embalados, os frutos foram transportados ao Laboratório de Fisiologia Pós-colheita da Embrapa Agroindústria de Alimentos, retirados das respectivas embalagens e dispostos em bancadas de inox, onde permaneceram por 12 dias de armazenamento à temperatura média de 21°C e avaliados nos tempos 3, 6, 9, 12 e 15 dias após a colheita.

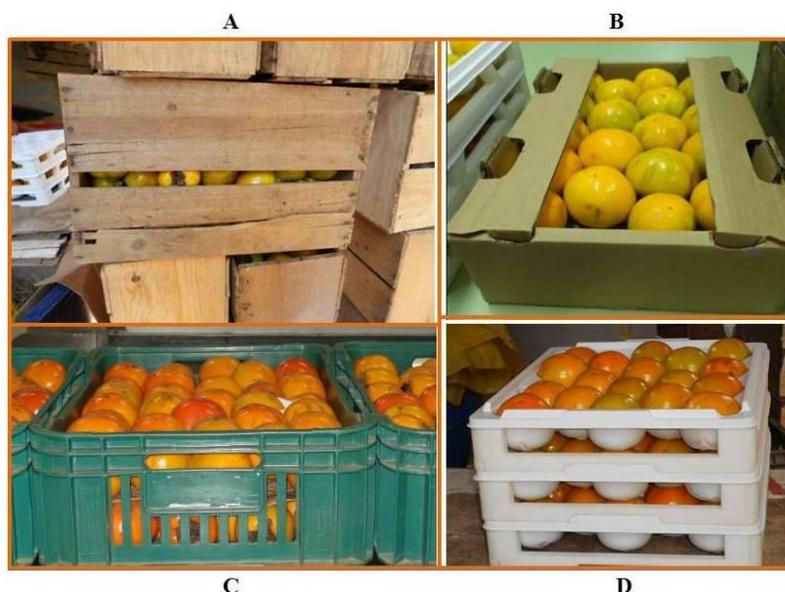


Figura 9. Embalagens utilizadas no experimento: A) caixa “K”; B) caixa de papelão modulado; C) caixa plástica e D) embalagem customizada (protótipo).

2.2.3 Avaliações físicas, químicas, físico-químicas e micológicas.

À fim de se facilitar a execução das análises, a cada dia de avaliação, os frutos selecionados foram triturados (com casca) em liquidificador, congelados e a polpa posteriormente utilizadas nas análises de sólidos solúveis totais (SST), açúcares redutores, pH, acidez total titulável (ATT), relação SST/carotenoides, cor instrumental, fenólicos totais e taninos totais.

2.2.3.1 Perda de massa fresca: Os frutos foram pesados no primeiro dia e durante o armazenamento, permitindo o cálculo da perda de massa fresca em porcentagem. O cálculo foi obtido pela fórmula $PM (\%) = 100 - ((PP * 100) / Pi)$, onde: PM = perda de massa (%), Pi = peso inicial dos frutos (g), Pp = peso no período (g);

2.2.3.2 Firmeza: Por punctura, utilizando-se penetrômetro de bancada TA. XT.plus – Texture analyses, ponteira 2 mm, sendo realizadas duas leituras na região equatorial de cada fruto com casca (3 frutos por repetição), e o valor obtido para se determinar a textura em Newtons, é definido como a força máxima requerida para que uma parte do ponteiro penetre na polpa dos produtos;

2.2.3.3 pH: Obtido por potenciometria (ISO 1842, 1991), utilizando-se o potenciômetro Metron, antes de se realizar a titulação para quantificação da acidez titulável;

2.2.3.4 Açúcares redutores: Utilizou-se metodologia descrita por Macrae (1998), com injeção em HPLC. A extração se deu em ultrassom e com acetonitrila, com resultados expressos em g.100g⁻¹ de amostra;

2.2.3.5 Sólidos solúveis totais (SST): Obtido por refratometria, utilizando-se um Refrômetro Pal-1, da Atago com resultados expressos em °Brix (ISO 2173, 1978);

2.2.3.6 Acidez total titulável (ATT): utilizando-se o aparelho Titulador 794 Basic Titrimo – Metron, com NaOH, até pH 8,1, com resultados expressos em g. ácido málico. 100g⁻¹ de amostra (ISO 750, 1998);

2.2.3.7 Relação SST/ATT: Ouociente entre estas duas características;

2.2.3.8 Carotenóides (totais e perfil): O método de extração dos carotenoides dos frutos de caqui foi realizado segundo Rodriguez-Amaya (2001), seguido de uma saponificação para romper as ligações dos carotenoides com lipídeos e proteínas e remover a clorofila. A leitura dos carotenoides totais se deu por espectrofotometria, com leituras 450nm. Para a quantificação e identificação dos carotenoides individuais (perfil) foi realizada a leitura do extrato em cromatografia líquida de alta eficiência pelo método de Pacheco (2009);

2.2.3.9 Cor instrumental (casca + polpa): Realizada através do colorímetro Minolta, utilizando o sistema L a* b*, com resultados expressos em ângulo Hue (cor) e *chroma* (saturação da cor). A leitura se deu no dia de cada avaliação e utilizou-se 50 mL de amostra, com duas leituras para cada repetição;

2.2.3.10 Fenólicos totais: Para a quantificação dos compostos fenólicos totais foi realizada uma extração prévia em acetona 70% por 20 minutos em ultrassom e centrifuga a 4.000rpm por 20 minutos. A mistura foi filtrada em papel de filtro de rápida filtração e este seguiu para a quantificação seguindo o procedimento do APÊNDICE A, de acordo com o método espectrofotométrico proposto por Singleton e Rossi (1965) modificado por Georgé et al. (2005). A quantificação dos compostos fenólicos totais foi realizada através de uma curva de

calibração de ácido gálico, sendo os valores expressos em mg de ácido gálico.100 g⁻¹ de amostra;

2.2.3.11 *Taninos totais*: A determinação de taninos condensados foi realizada por vanilina em ácido clorídrico. A leitura se deu por espectrofotometria a 500 nm e curva padrão com catequina após a leitura das amostras, com resultados expresso em mg.100 g⁻¹ de amostra (DESCHAMPS e CHERYAN, 1985; DESCHAMPS e CHERYAN 1987);

2.2.3.12 *Análise Micológica*: A verificação da incidência de patógenos no decorrer do armazenamento se deu pela contagem de lesões nos frutos. Para se obter isolados dos fitopatógenos, frutos maduros de caquis foram acondicionados individualmente em becher sanitizado contendo algodão umedecido em água destilada e temperatura ambiente. Tal condicionamento proporciona uma câmara úmida, que favorece o aparecimento das lesões. Os frutos com lesões bem desenvolvidas foram levados a câmara de fluxo laminar onde se isolou os fitopatógnos através da raspagem de estrutura fúngica. Esta estrutura foi transferida com o auxílio de uma alça para as placas de Petri de 90 mm, contendo meio de cultura batata-dextrose-agar (BDA). Os microrganismos isolados, utilizados nos ensaios, foram acondicionados em BOD a 25°C até o aparecimento de estruturas fúngicas caracterizadas por uma massa de esporos, com aproximadamente 5 dias. As estruturas fúngicas foram repicadas em endorfs e enviadas para identificação em nível de gênero pela MICOTECA URM da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE);

2.2.3.13 *Porcentagem de frutos descartados*: No início do estudo os frutos foram contados e, no decorrer do período experimental, foram descartados os frutos com características de sobremaduros, com injúrias e podridões (frutos impróprios para consumo). O descarte realizado pelo mesmo avaliador durante todo o estudo. O cálculo foi feito pelo somatório cumulativo do número de frutos descartados a cada dia, expresso em porcentagem.

2.2.4 Delineamento experimental

O delineamento estatístico empregado foi inteiramente casualizado constituído por quatro tratamentos, três repetições por tratamento com três frutos por repetição, perfazendo um total aproximado de 900 frutos. Cada repetição foi formada por:

- Caixa k: 1 caixa (com aproximadamente 90 frutos)

- Papelão: 2 caixas (com aproximadamente 80 frutos)
- Caixa plástica: 2 caixas (com aproximadamente 112 frutos)
- Embalagem customizada: 1 bandeja para 18 frutos (18 frutos)

O critério adotado para a composição de cada repetição, com excessão da nova embalagem, foi o de se obter um número aproximado de frutos para todas as embalagen. O número total de frutos (compondo o experimento) para cada tratamento, portanto foi:

- Caixa k: 1 caixa (aproximadamente 90 frutos x 3 repetições = 270 frutos)
- Papelão: 2 caixas (aproximadamente 80 frutos x 3 repetições = 240 frutos)
- Caixa plástica: 2 caixas (aproximadamente 112 frutos x 3 repetições = 336 frutos)
- Embalagem customizada: 1 bandeja para 18 frutos (18 frutos x 3 repetições = 54 frutos).

O baixo número de frutos da embalagem customizada se deu pela limitação do protótipo, cuja disponibilidade foi de 3 bases e 3 bandejas para 18 frutos, cada.

A Análise de variância dos dados foi realizada em esquema parcela subdividida, utilizando-se o programa estatístico SPSS 17. Para determinação de diferenças entre tratamentos, foram utilizados os testes Tukey à nível de 5% de probabilidade. A análise de regressão foi realizada para estudar o efeito dos tratamentos sobre as variáveis ao longo do tempo.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Modelos matemáticos de regressão foram aceitos sempre com os coeficientes de regressão (R^2) indicassem, no mínimo 0,47; desde que possibilitassem explicar os fenômenos biológicos estudados. Este critério foi adotado, pois nos estudos de fisiologia pós-colheita, utilizam-se repetições compostas por diferentes frutos que, por mais criteriosa e uniforme seja a seleção inicial dos frutos que irão compor o experimento, o amadurecimento ocorre de maneira distinta e individual, gerando valores discrepantes entre as repetições.

2.3.1 Perda de massa fresca

Os frutos de caqui cv. 'Mikado' não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos e nem interação significativa entre época e tratamento. Como pode ser observado

na Figura 10, esses frutos perderam massa fresca na faixa de 17% ao fim do período experimental, sendo que, pelo ajuste de modelo linear, aos 6 dias após a colheita (DAC), os frutos de todas as embalagens, já haviam perdido mais de 5% de massa fresca. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), perdas entre 5 a 10% são suficientes para reduzir a qualidade da maioria das frutas e hortaliças. Segundo os mesmos autores, após a colheita, devido ao acúmulo de calor no produto, há aumento da transpiração, afetando, diretamente, na perda de umidade e do turgor celular, com aumento da taxa respiratória e rápida senescência dos frutos. A literatura relata valores inferiores de perda de massa fresca em diferentes variedades de caquis submetidos a algum tipo de tratamento pós-colheita (DE MOURA et al., 1997, ANTONIOLLI et al., 2003, SILVA et al., 2011) com valores de 3,17%, 8,08% e 5,68%, respectivamente. Luengo et al. (2001), não observaram diferenças em relação a perda de água, em frutos de tomate transportando em diferentes embalagens, inclusive a caixa K e plástica.

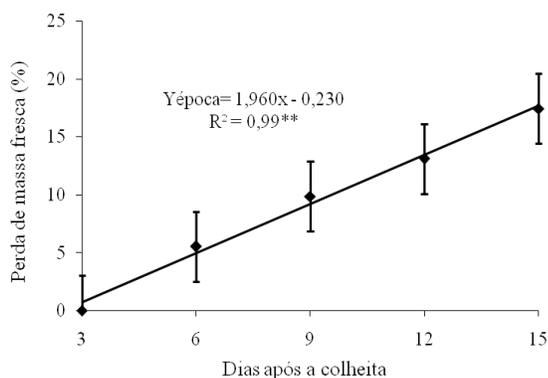


Figura 10. Médias gerais de Perda de massa fresca (%) em frutos de caqui 'Mikado', transportados em diferentes embalagens e armazenados à temperatura média de 21°C e UR 78%

2.3.2 Firmeza

Não houve interação significativa entre época e tratamentos, bem como não houve diferença significativa entre as diferentes embalagens para essa variável. No entanto, houve ajuste de modelo cúbico ($p \leq 0,05$) para o fator época, indicando perda de firmeza nos frutos de todos os tipos de caixas com o decorrer no amadurecimento dos mesmos (Figura 11). Com o avanço da maturação, ocorre liberação do cálcio e solubilização do polímero péctico pela ação das enzimas pectinametilsterase (PME), responsável pelo rompimento das ligações metil-éster e poligalacturonase (PO), que transforma os polímeros de ácido galacturônico em ácidos pécticos, solúveis em água. O processo de solubilização das pectinas reduz as forças de coesão das células, contribuindo para o amaciamento dos tecidos. No presente estudo, a

firmeza dos frutos atingiu, no final do período experimental, 3,73N. Frutos de caqui ‘Fuyu’ atingiram firmeza de 3N (com ponteira 8mm) no final do armazenamento (FERRI et al., 2004) e 2,84N frutos sem casca e ponteira 8mm (SILVA et al., 2011). A firmeza em frutos de tomate transportados em diferentes embalagens também não diferiu (LUENGO et al., 2001), comportamento semelhante ao do presente estudo.

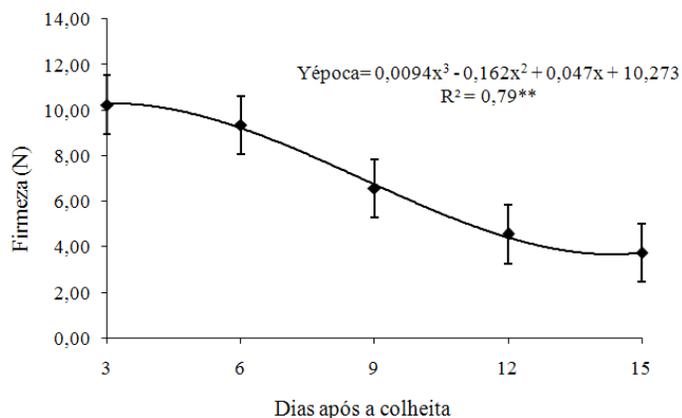


Figura 11. Redução da firmeza (N) em frutos de caqui ‘Mikado’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%

2.3.3 pH

Os caquis ‘Mikado’ transportados nos diferentes tipos de embalagem apresentaram interação significativa entre épocas x tratamentos avaliados, assim como não houve diferença significativa entre as embalagens. A fonte de variação época apresentou significância (APÊNDICE D). No entanto, não houve ajuste de modelo. A média geral de pH para todos os frutos durante todo o estudo foi 5,76.

Na célula, os ácidos orgânicos encontram-se associados com seus sais de potássio constituindo sistemas tampões, tendo grande importância, particularmente, na regulação da atividade enzimática. Sarria (1998), Shimizu et al. (2002) e Gonzalez et al. (2005) observaram valores de pH em caquis ‘Fuyu’ e ‘Mikado’ bem próximos ao do presente estudo.

2.3.4 Glicose e Frutose

Não houve diferença significativa entre os tratamentos, nem interação significativa entre épocas avaliadas e tratamentos estudados. Nos frutos de caqui ‘Mikado’ do presente estudo, apenas os açúcares glicose e frutose foram detectados, cujas médias nos frutos em todo o período experimental foram 6,79 e 6,37, respectivamente.

No presente trabalho, frutose e a glicose se mantiveram na razão 1:1 durante todos o amadurecimento. Porém, a literatura reporta aumento desses açúcares redutores na maturação pós-colheita caqui, com redução da sacarose (WOOLF, 1975), bem como, o predomínio da frutose, glicose e sacarose em diferentes cultivares de caqui nos estágios inicial e final do amadurecimento (SENER et al., 1991). Em nêspersas, nenhuma alteração significativa foi detectada no conteúdo de açúcares durante o armazenamento (SELCUK e ERKAN, 2015).

Os carboidratos sofrem mudanças nos vegetais que incluem a conversão do amido a açúcar (indesejável nas batatas e desejável na maçã, banana e caqui); açúcar para a conversão de amido (indesejável nas peras, mas, desejável em batatas), e conversão de amido e açúcares em CO₂ e água através da respiração (KADER, 2002).

A ausência da sacarose nestes frutos nos diferentes estágios de amadurecimento pode ser explicada, segundo Daood et al. (1992), pela presença muito ativa da enzima invertase (catalisa a hidrólise da sacarose em frutose mais glicose), tanto em frutos mais imaturos, quanto em frutos maduros. Os autores também observaram o mesmo comportamento em frutos de caqui (variedade desconhecida, importada da Albânia), tanto pela razão glicose: frutose, quanto para a ausência da sacarose.

O cromatograma representado pela Figura 12 mostra a identificação da frutose e glicose, bem como, antes dito, a não detecção da sacarose (tempo de retenção do padrão: 8,22 min).

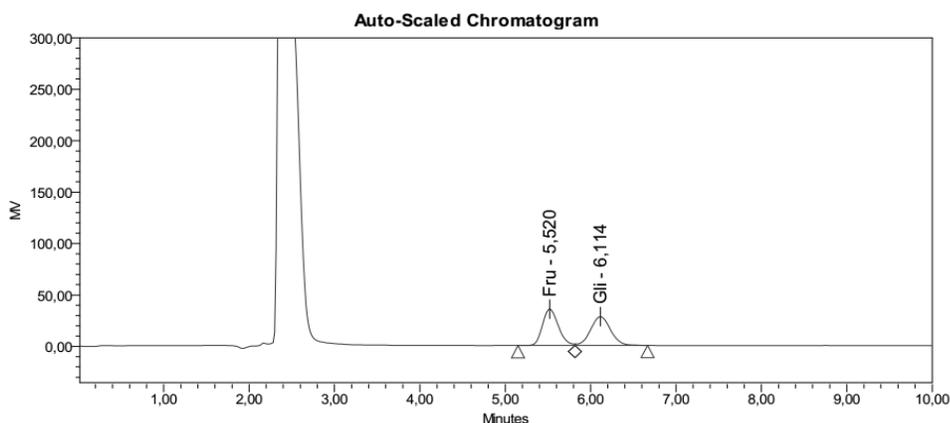


Figura 12. Figura representativa de Análise cromatográfica (CLAE-UV) para detecção dos açúcares totais em frutos de caqui 'Mikado', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%.

2.3.5 Sólidos Solúveis Totais (SST)

Os frutos acondicionados nas diferentes embalagens não apresentaram diferenças significativas no conteúdo de sólidos solúveis, assim como não houve interação significativa entre épocas avaliadas e tratamentos aplicados. Houve um aumento no conteúdo de sólidos solúveis totais para todos os frutos das quatro embalagens estudadas, com ajuste de modelo quadrático durante o período de armazenamento, apresentando aumento gradual até o 12º dia após a colheita, atingindo 15,79ºBrix no final do experimento (Figura 13).

O teor de sólidos solúveis atinge o máximo no final da maturação, conferindo excelência de qualidade ao produto e que, em frutos climatéricos, após o armazenamento prolongado, decrescem devido ao consumo dos substratos no metabolismo respiratório dos frutos (CHITARRA e CHITARRA, 2005; FAN, 1992). Frutos do controle de caqui ‘Mikado’ apresentaram conteúdo de sólidos solúveis de 16,56% com 96 horas de armazenamento, sem oscilação nas médias (SHIMIZU et al., 2002). Em ‘Fuyu’, houve um aumento crescente até o 3º dia de armazenamento, atingindo, 17,60% no 8º dia (WRIGHT e KADER, 1997). Em nespas, o teor de SST também aumentou gradualmente durante o armazenamento (SELCUK e ERKAN, 2015).

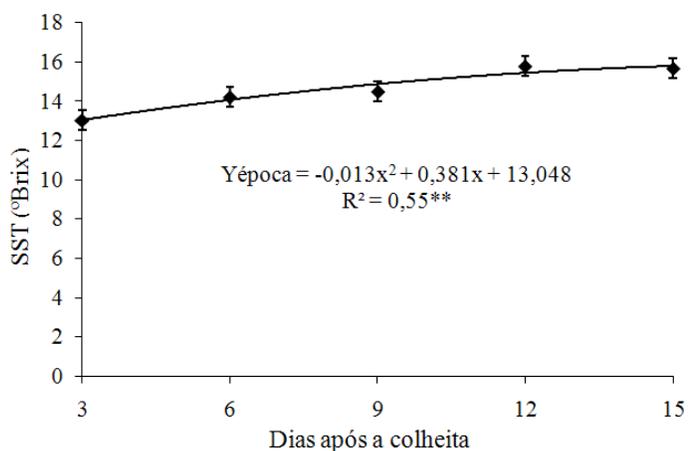


Figura 13. Médias gerais de SST (°Brix) em frutos de caqui ‘Mikado’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%

2.3.6 Acidez Total Titulável (ATT)

Para essa variável, os frutos das diferentes embalagens não diferiram significativamente entre si e não houve interação significativa entre épocas e tratamentos aplicados. Os valores de acidez diferiram entre as épocas avaliadas, apresentando ajuste de modelo quadrático, no qual o teor do ácido málico aumentou até o 12º dia após a colheita, mantendo-se estável até o último dia (Figura 14).

Nos frutos, ocorre um declínio na concentração de ácidos orgânicos após a colheita e durante o armazenamento, uma vez que esses ácidos são utilizados com substrato da respiração ou da sua transformação em açúcares. No entanto, esse comportamento pode ser diferenciado em algumas situações, em que, pode haver aumento nos valores com o avanço da maturação, já que as transformações variam com o tipo de tecido, cultivar, grau de maturação, condições de armazenamento, entre outros (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Para Cordenunsi et al. (2002), os ácidos orgânicos, após os açúcares, são os principais constituintes do teor de sólidos solúveis. Os teor de ATT do presente estudo variou de 0,05 à 0,17g. ácido málico.100g. Em frutos controle de caqui ‘Rojo brilhante’, após submetidos à remoção da adstringência, o teor de ácido málico atingiu 0,117g (VÁZQUEZ-GUTIÉRREZ et al., 2012). Em seu trabalho, De Moura et al. (1997) citam que a acidez em caqui ‘Taubaté’ apresentou pequena variação durante o armazenamento. Comportamento semelhante ao do presente estudo foi reportado por Fagundes e Ayub (2005), com aumento dos teores de acidez total titulável em frutos de caqui ‘Fuyu’ em função das datas de avaliação. Os autores comentam que, possivelmente, o motivo desse aumento seria a degeneração acelerada da polpa.

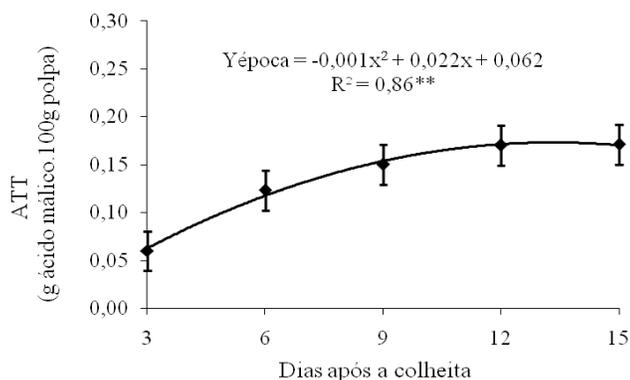


Figura 14. Médias gerais da ATT (ácido málico) em frutos de caqui ‘Mikado’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%

2.3.7 Relação SST/ATT

Não houve diferenças entre os tratamentos para essa variável, bem como não houve interação significativa entre embalagens e épocas avaliadas. No entanto, a fonte de variação época foi significativa e como apresentada na Figura 15, houve ajuste de modelo quadrático, cujo valor da relação SST/ATT no início do armazenamento se encontrava com valores elevados, declinando até o 12º dia após a colheita, apresentando pequena elevação na última

época avaliada. Nas frutas, o teor de SST não varia muito, diferente da acidez. Por isso, a relação SST/ATT é fortemente afetada pelos teores de ácidos orgânicos. Observa-se que, no momento em que ocorre aumento da concentração de ácido málico (Figura 20), por volta do 9º DAC, essa relação está baixa, devido ao SST e ATT estarem altos nessa época. Quando os ácidos começam a ser consumidos, ocorre um decréscimo destes com conseqüente aumento da relação SST/ATT, ou seja, é uma relação inversa. Segundo Nascimento et al. (2003), a relação SST/ATT é considerada um das formas mais práticas para avaliação do sabor dos frutos, sendo a acidez decisiva nesse ponto, pois, se estiver alta, provoca redução na relação. Em diversas frutas, a relação SST/ATT foi descrita na faixa de 146 a 370 (caquis ‘Giombo’), 56 a 158 (maçãs ‘Fuji’), 10,42 a 12,13 (ameixas) 25,22 (uvas ‘Centennial Seedless’), 49,83 em pêssegos ‘Aurora’ (ROMBALDI et al., 2012; DE MORAES, 2012; MACEDO et al., 2011; COELHO et al., 2008; MALGARIM et al., 2007).

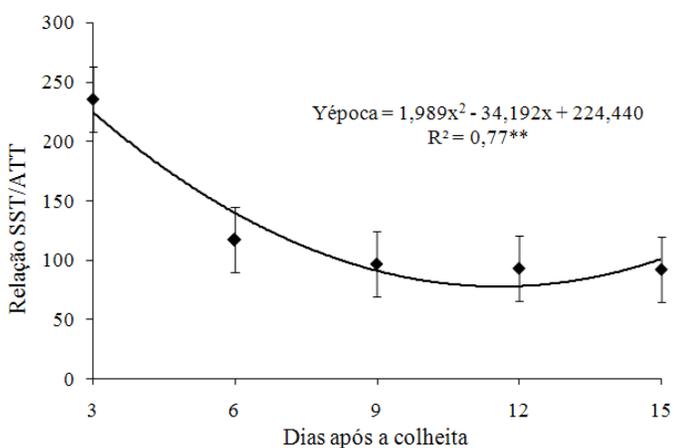


Figura 15. Médias gerais da Relação SST/ATT em frutos de caqui ‘Mikado’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%

2.3.8 Cor Instrumental (casca + polpa)

A coloração dos frutos, de acordo com o ângulo Hue, não diferiu significativamente entre os frutos acondicionados nas diferentes embalagens nas épocas avaliadas (Tabela 1).

Houve interação significativa entre embalagens X épocas avaliadas, em que todos os tratamentos apresentaram ajuste de modelo linear, com decréscimo do ângulo Hue ao longo do amadurecimento dos frutos, indicativo de que a coloração dos frutos passou de amarelo para laranja, uma vez que, valores mais próximos de 90, indicam coloração tendendo ao amarelo (Figura 16). O ângulo Hue indica o valor em graus correspondente ao diagrama tridimensional de cores, sendo, 0º - vermelho, 90º - amarelo, 180º - verde e 270º - azul (SILVA et al., 2011; AMARANTE et al., 2008; CHITARRA & CHITARRA, 2005). Em

caquis ‘Fuyu’, o ângulo Hue tendeu a decrescer durante o armazenamento (SILVA et al., 2011), bem como, frutos dessa mesma variedade colhidos em diferentes estágios de amadurecimento, apresentaram valores de °hue na casca entre 70,5 e 82,9 (KRAMMES et al., 2005) e 65,5 quando armazenados a temperatura de 17,5°C (Fuyu) e 75,1 em frutos ‘Kioto’ tratados com 1-MCP e armazenados à 17,5°C (THEWES et al., 2011).

Tabela 1. Cor Instrumental (°Hue) da casca+polpa de caqui ‘Mikado’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%

Embalagens	Dias após a colheita				
	3	6	9	12	15
Caixa k	87,33 a	85,85 a	82,10 a	77,51 a	74,48 a
Papelão	88,27 a	83,04 a	78,59 a	76,40 a	75,65 a
Caixa plástica	89,03 a	84,42 a	81,62 a	75,25 a	75,18 a
Customizada	92,06 a	86,02 a	82,40 a	78,36 a	73,72 a

Médias acompanhadas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

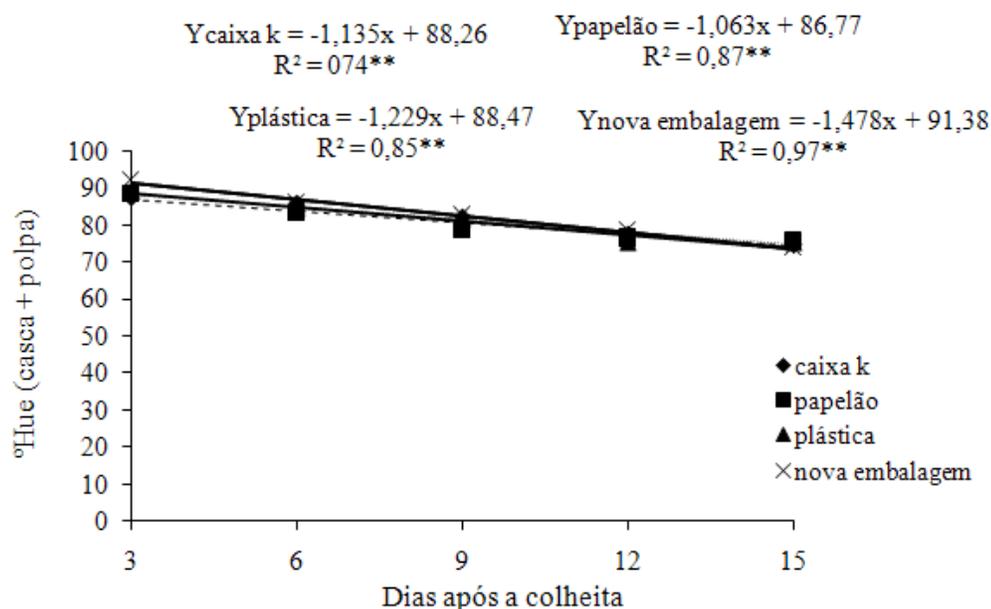


Figura 16. Cor Instrumental (°Hue) da casca e polpa de caqui ‘Mikado’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%

Quanto ao *Chroma*, não houve diferença significativa entre as embalagens e nem interação significativa entre embalagens e épocas estudadas. Houve ajuste de modelo quadrático para a fonte de variação época analisada isoladamente, com aumento até o 9º DAC, mantendo-se constante até o final do período experimental (Figura 17). O componente *Chroma* define a intensidade da cor, assumindo valores próximos a zero para cores neutras (cinza) e ao redor de 60 para cores vividas (SILVA et al., 2011). O caqui ‘Mikado’ tende a

intensificar a coloração amarela com o avanço do amadurecimento, conseqüentemente, o valor de *Chroma* tende a aumentar.

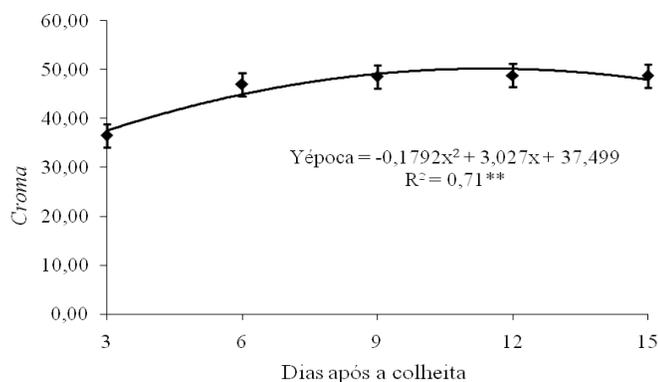


Figura 17. Médias gerais da Cor Instrumental (*Chroma*) da casca + polpa de caqui 'Mikado', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%

2.3.9 Carotenoides Totais e perfil

Como observado na Tabela 2, os frutos das diferentes embalagens não apresentaram diferenças no conteúdo de carotenóides totais nas épocas avaliadas, exceto aos 6 dias após a colheita, cujos frutos da caixa k continham menor teor de carotenóides, diferindo dos demais frutos. No final do período experimental, o conteúdo de carotenóides totais não diferiu estatisticamente entre os frutos das diferentes embalagens, denotando amadurecimento, uma vez que, nesta etapa, ocorre degradação da clorofila e os carotenóides previamente sintetizados nos tecidos tornam-se visíveis, podendo também ser sintetizados com o avanço da maturação (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Tabela 2. Carotenoides Totais em frutos de caqui 'Mikado', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%

Embalagens	Dias após a colheita				
	3	6	9	12	15
Caixa k	564,33 a	354,33 b	447,33 a	642,66 a	780,33 a
Papelão	555,00 a	560,00 a	581,00 a	596,33 a	750,33 a
Caixa plástica	446,66 a	450,33 ab	568,00 a	864,66 a	968,66 a
Nova embalagem	431,66 a	514,33 a	429,00 a	609,00 a	1139,66 a

Médias acompanhadas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Houve interação significativa entre os fatores embalagens X épocas avaliadas, com ajuste de modelo quadrático para a caixa K, tendendo a um acréscimo com o tempo a partir do 9º dia após a colheita. Para as embalagens caixa plástica e customizada, as curvas

apresentaram ajuste de modelo linear, em que o conteúdo de carotenoides totais aumentou à medida que o grau de amadurecimento dos frutos aumentava (Figura 18). Nessa situação, o caqui ‘Mikado’ apresenta, como característica, passar do amarelo para o laranja, o que reforça a queda do ângulo Hue apresentados na Figura 16. Não houve ajuste de modelo para a embalagem papelão, revelando que o conteúdo de carotenóides nos frutos desta embalagem apresentou valores constantes durante todo o período experimental, diferentemente dos frutos dos demais tratamentos, que tiveram aumento destes pigmentos, no decorrer do armazenamento.

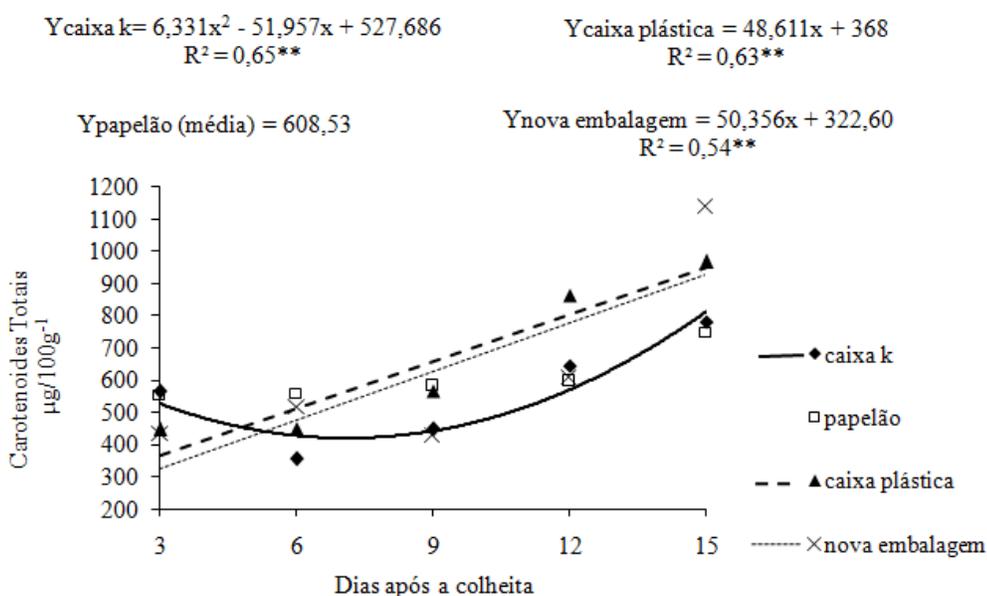


Figura 18. Teor de Carotenoides Totais ($\mu\text{g}/100\text{g}$) em frutos de caqui ‘Mikado’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%

Os carotenoides encontrados em ambas as cultivares foram a β -criptoxantina, luteína, zeaxantina, α -caroteno, β -caroteno, licopeno, 13-cis β -caroteno e 9-cis β -caroteno (Figura 5). Nenhum desses oito carotenoides específicos encontrados apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos.

Como pode ser observado na Figura 19, a β -criptoxantina, uma xantofila monohidroxilada, foi o carotenoide mais abundantemente encontrado nos frutos de caqui ‘Mikado’, seguido da zeaxantina e β -caroteno. Wright e Kader (1997) observaram decréscimo no conteúdo de β -caroteno, declínio da β -criptoxantina (a partir do 3º dia de armazenamento), α -caroteno e licopeno (a partir do 5º dia de armazenamento) a 5°C , em caquis ‘Fuyu’. Esse comportamento foi diferente para esses compostos encontrados nos frutos de ‘Mikado’ do

estudo em questão, onde, mesmo não apresentando diferenças significativas, a β -criptoxantina aumentou nos frutos de todas as embalagens durante o armazenamento e o β -caroteno, licopeno e α -caroteno mantiveram-se sem oscilações discrepantes (Figura 19). O baixo teor de licopeno do presente estudo, precursor do β -caroteno e, por conseguinte, da β -criptoxantina, poderia estar relacionado com a exposição do fruto ao sol, ainda na árvore, ou outros fatores intrínsecos ou ambientais (WRIGHT e KADER, 1997).

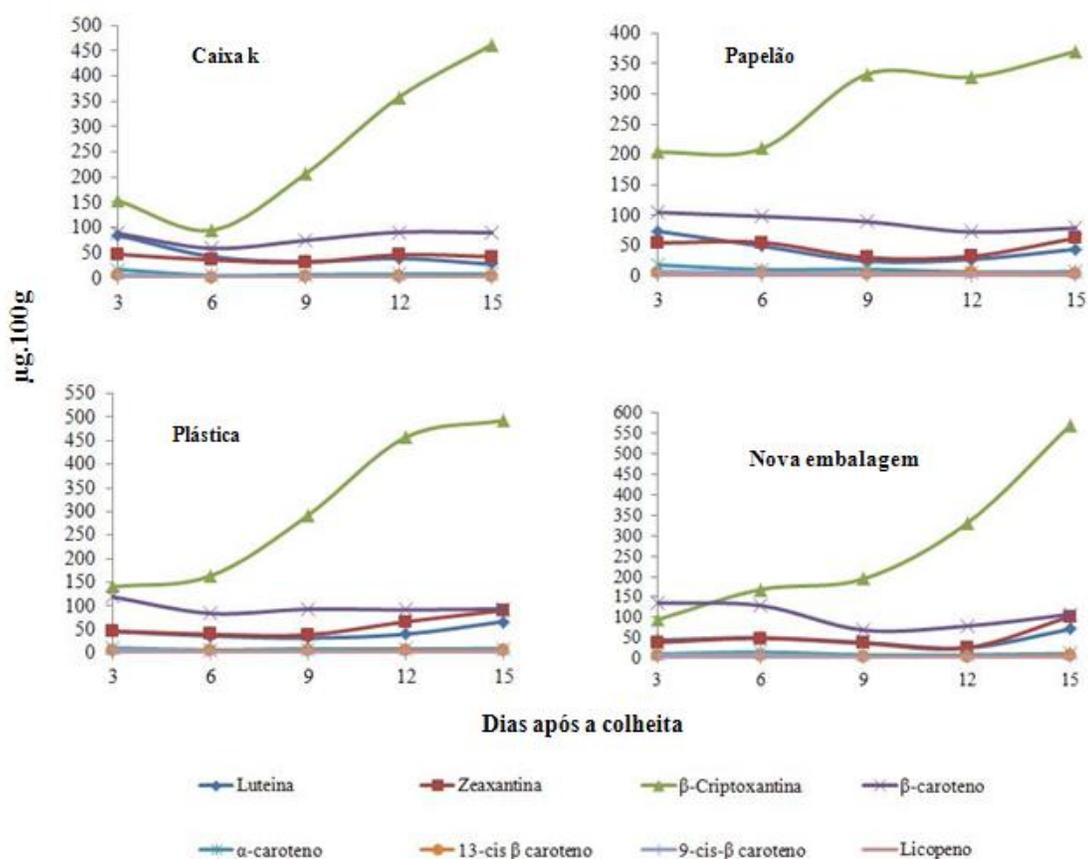


Figura 19. Carotenoides individuais ($\mu\text{g}/100\text{g}$) em frutos de caqui 'Mikado', transportados nas embalagens caixa K, papelão, caixa plástica e embalagem customizada e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%

Observando os picos cromatográficos, nota-se a superioridade da β -criptoxantina em relação aos demais carotenoides (Figura 20). Zhou et al., (2011) e , observaram o mesmo comportamento em caqui 'Yueshi'. Segundo os autores, a β -criptoxantina, zeaxantina e β -caroteno são formadas na ramificação cíclica do licopeno, e com a maturação do fruto, aumenta a expressão da enzima β -caroteno hidroxilase (HYb), levando a maior conversão de β -caroteno a β -criptoxantina e zeaxantina, o que pode ser observado nos frutos do presente estudo.

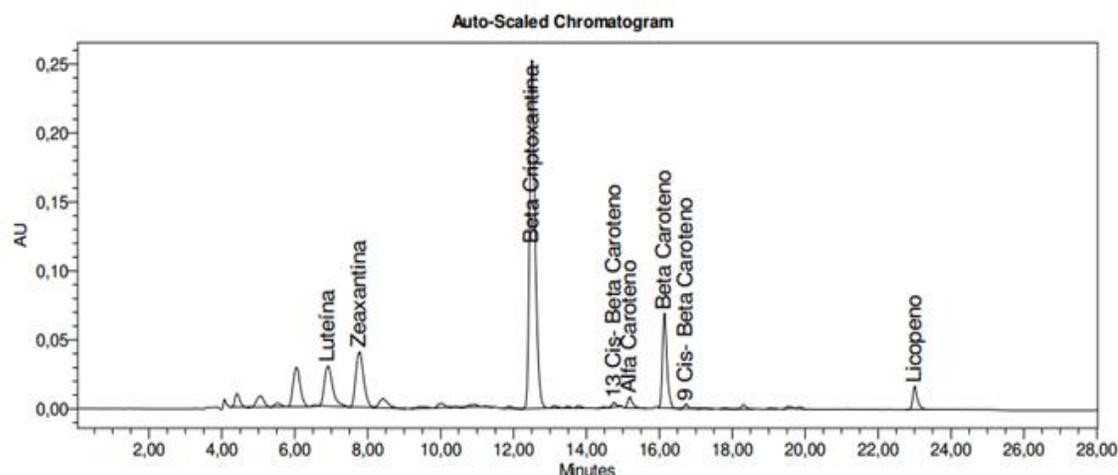


Figura 20. Figura representativa dos cromatogramas do perfil de carotenóides em caqui 'Mikado' transportados e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78% (condições cromatográficas descritas no item 2.2.2.9).

2.3.10 Fenólicos Totais

As diferentes embalagens diferiram significativamente para o conteúdo de fenóis totais nos frutos de caqui. Pela Tabela 3, é possível observar, no 3º dia após a colheita, conteúdo de fenóis totais em quantidade inferior, nos frutos das caixas k e plástica, diferindo estatisticamente das caixas papelão e customizada. Uma redução ainda mais acentuada foi observada aos 9 dias após a colheita, notadamente nos frutos da caixa k. No final do período experimental, no entanto, os frutos de caqui das quatro embalagens estudadas apresentaram o mesmo teor de compostos fenólicos totais.

Tabela 3. Fenólicos Totais (g.ácido gálico.100g⁻¹) ao longo do armazenamento em frutos de caqui 'Mikado', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%

Embalagens	Dias após a colheita				
	3	6	9	12	15
Caixa k	30,28 b	42,60 a	37,02 c	32,80 a	40,55 a
Papelão	57,95 a	44,60 a	40,61 b	35,93 a	35,63 a
Caixa plástica	38,30 b	40,31 a	43,68 a	34,14 a	31,02 a
Nova embalagem	67,52 a	39,22 a	47,73 a	40,82 a	39,98 a

Médias acompanhadas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Houve interação significativa entre os fatores embalagens X épocas avaliadas, em que na Figura 21, observa-se ajuste de modelo cúbico para a caixa k, com dois momentos de acréscimo no conteúdo de fenólicos totais (6º e 15º DAC). Esses aumentos, no entanto, não se

mostraram estatisticamente superiores aos demais frutos (Tabela 3). Os tratamentos caixa plástica e embalagem customizada apresentaram ajuste de modelo quadrático em suas curvas, pelo qual se observa que o teor de fenólicos totais decresceu com o avanço da maturação para ambas as embalagens, porém, um pequeno aumento no último período foi observado na embalagem customizada. Já a caixa papelão apresentou ajuste de modelo linear, com decréscimo de fenóis com o avanço do amadurecimento dos frutos. Esses aumentos (tanto para caixa k e customizada), no entanto, não se mostraram estatisticamente superiores aos demais frutos (Tabela 3).

Durante a maturação, o declínio no conteúdo de fenólicos totais pode ser devido à oxidação desses compostos pela ação da enzima polifenoloxidase (SHWARTZ et al., 2009) e ainda, a redução dos compostos fenólicos no amadurecimento é devido ao processo de polimerização (PRADO, 2009), como acontece com os taninos, que passam da forma hidrolisável para a forma condensada. Segundo Milani et al., (2012), as cultivares não adstringentes de caquis parecem ter muito menos polifenóis, catequinas e taninos do que os tipos adstringentes. O conteúdo de fenóis totais em caquis 'Mikado' do presente trabalho foi menor que o reportado por Chen et al., (2008) e Gorinstein et al., (1999) que foi 168,15 e 221,2mg. ácido gálico.100g⁻¹, respectivamente, porém, maior ou aproximado dos valores reportado por Veberic et al., (2010), estudando diversas variedades de caquis. Em frutos de nêspersas, o conteúdo de fenólicos totais diminuiu durante o período de armazenamento (SELCUK e ERKAN, 2015).

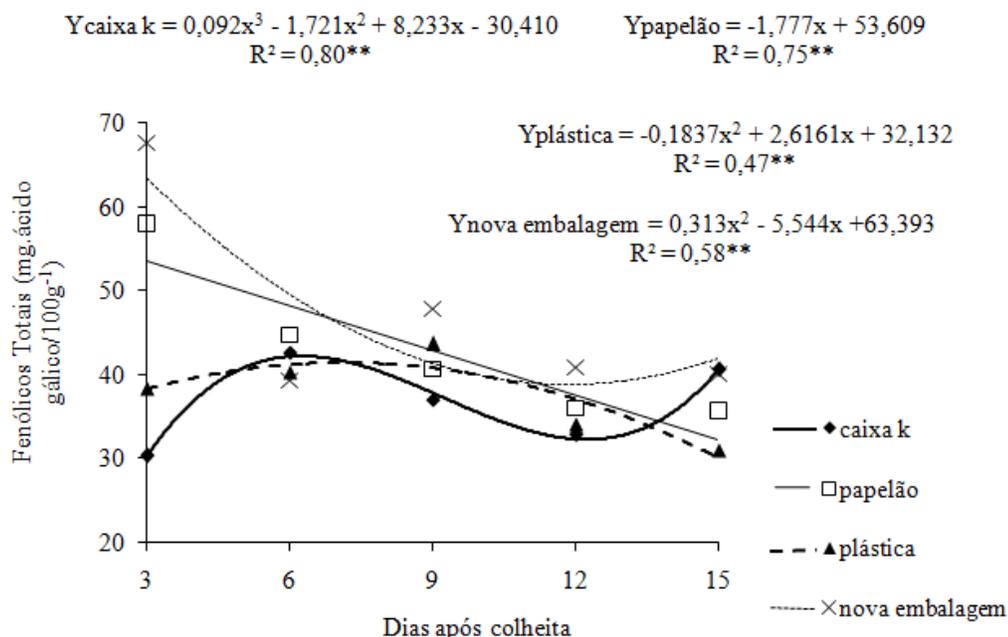


Figura 21. Fenólicos Totais em frutos de caqui 'Mikado', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%

2.3.11 Taninos Condensados

Não houve interação significativa entre embalagens e épocas avaliadas, bem como os tratamentos não diferiram significativamente entre si quanto ao conteúdo de taninos condensados. Representado por uma curva com ajuste de modelo quadrático (Figura 22), os taninos apresentaram uma redução até o 12º dia após a colheita (DAC), se mantendo constante até o final do período experimental. Esse comportamento corrobora com Osawa et al. (1987) e Menezes & Alves (1995), que citam que, durante o amadurecimento de muitos frutos comestíveis, ocorre a perda de adstringência, uma vez que, o conteúdo de taninos de peso molecular intermediário diminui pelo processo de polimerização. A causa desta polimerização, segundo Edagi e Kluge (2009), pode se dar por ligações covalentes com moléculas de acetaldeído, um composto que tem a capacidade de reagir aos grupamentos fenólicos, como é o caso dos taninos. Isto pode explicar a redução no conteúdo de fenólicos totais observados na Figura 21. Essa perda de taninos condensados durante o amadurecimento de caqui, que foi citada por Woolf (1975), como sendo uma alteração química que ocorre no amadurecimento, conferindo sabor de maduros aos frutos, também foi observado por Oshida et al. (1996) e em frutos de baru (ALVES et al., 2010). Segundo Goldstein e Swain (1963), as alterações na adstringência durante o amadurecimento são um reflexo de alterações no tamanho molecular dos taninos.

Observando a Figura 11, a perda de firmeza pode ter relação com a redução dos taninos, pois, segundo relata Woolf (1975), o metabolismo da parede celular pode também contribuir para a perda natural de adstringência concomitante com amolecimento, devido à formação de um complexo entre taninos solúveis e frações de paredes de células solubilizadas.

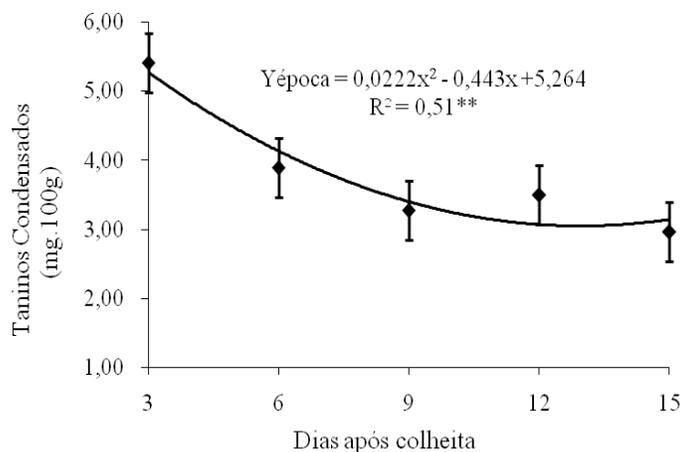


Figura 22. Taninos condensados (mg.100g^{-1}) em frutos de caqui 'Mikado', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%

2.3.12 Análise micológica

Foi considerado, para esta característica, a incidência de doenças causadas por fungos. Para a variedade 'Mikado', os frutos das diferentes embalagens não diferiram significativamente, bem como não houve interação significativa entre embalagens e épocas avaliadas. Um dos possíveis motivos pelo qual as embalagens não diferiram entre si, é a qualidade reduzida observada com que os frutos já vieram do campo ao que se espera quanto aos aspectos de qualidade, o que os tornaram mais sensíveis ao ataque de patógenos. Para o fator época analisado isoladamente, houve ajuste de modelo linear, com aumento constante de frutos lesionados por doenças, no decorrer do amadurecimento (Figura 23).

Os fungos são os principais causadores de doenças pós-colheita em frutas, podendo as doenças iniciar no campo, durante desenvolvimento da fruta, ou mesmo após a colheita, com a maturação fisiológica (CHITARRA e CHITARRA, 2005; SILVEIRA et al. 2005), podendo esse ser um dos prováveis motivos pelos quais a embalagem customizada não diferiu das demais embalagens, principalmente, da caixa K. Segundo os autores, ainda, durante as transformações metabólicas que acontecem durante o amadurecimento (textura, cor, sabor e aroma), as frutas tornam-se mais suscetíveis à invasão por patógenos, devido, principalmente,

ao aumento da propensão às injúrias mecânicas, que tornam esses produtos em um substrato disponível para o rápido desenvolvimento de microrganismos.

Os fungos identificados no presente estudo pela Micoteca da UFPE, o *Fusarium oxysporum*, o *Penicillium viridicatum*, o *Colletotrichum gloeosporioides* e o *Rhizopus*, estão reportados na literatura como agentes causadores de podridões pós-colheita em caqui (CIA et al., 2010).

Uma consideração importante deve ser feita em relação à embalagem customizada, pois, apesar da incidência não ter diferido das demais embalagens, nos frutos desta embalagem o fungo identificado foi o *C. gloeosporioides*, que, de acordo com Fischer et al. (2007), tem como característica a infecção inicial do fruto na fase pré-colheita.

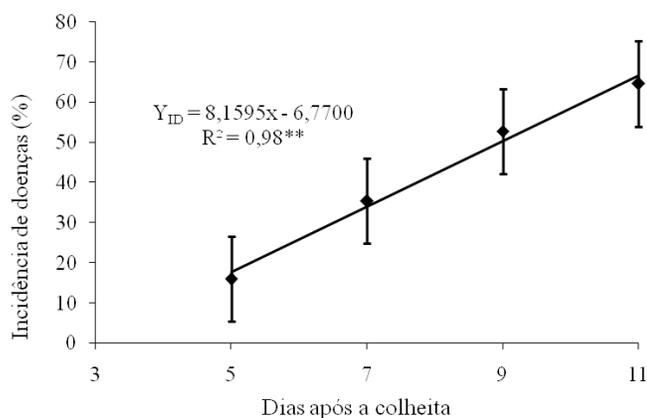


Figura 23. Incidência de doenças causadas por fungos (%) em frutos de caqui 'Mikado', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%

2.3.13 Porcentagem de Frutos descartados

Para essa variável, foi realizada apenas a estatística descritiva, na qual se considerou o descarte de frutos sobremaduros, injuriados e com podridões. Na Figura 24, observa-se que os frutos foram sendo descartados no decorrer do período experimental, com uma considerável redução de descarte no tratamento em que os frutos foram transportados na embalagem customizada, em torno de 16% aos 15 dias após a colheita (DAC) enquanto que esse valor, para as demais embalagens, foi alcançado aproximadamente aos 9DAC, chegando a atingir perdas superiores à 60% no final do período experimental. Luengo et al. (2001) citam que é desejável que a porcentagem de frutos deteriorados seja a menor possível, pois frutos descartados são sinônimo de prejuízo direto, além da possibilidade de funcionarem como fonte de inóculo e contaminarem frutos saudáveis. A redução verificada pela embalagem

customizada pode ter se dado pela acomodação que essa embalagem proporciona ao vegetal, evitando danos aos frutos durante o transporte. A embalagem de papelão utilizada no estudo não se mostrou apropriada para o acondicionamento das frutas e, uma das causas, pode ser devido à baixa resistência ao empilhamento (principalmente pelo fato da camada dupla de frutos em cada embalagem) e ao atrito causado entre as frutas, promovendo amassamento das frutas. Esse mesmo comportamento foi observado em bananas transportadas em caixas de papelão, que apresentaram perdas superiores à da caixa de madeira (SANCHES et al., 2004).

O alto percentual de frutos descartados causados pela caixa K, uma embalagem imprópria para transporte e comercialização de vegetais, se deu pelas injúrias mecânicas que, conseqüentemente, levou a uma redução da vida útil dos frutos. Em tomates transportados em diferentes embalagens, a caixa K também apresentou os maiores índices de frutos deteriorados descartados (LUENGO et al., 2001).

Para Martins e Farias (2002), o acondicionamento ideal dos produtos agrícolas em embalagens adequadas é o primeiro passo a minimizar os efeitos das perdas quantitativas e qualitativas. Fagundes e Yamanishi (2002) também afirmaram que, para reduzir perdas, aumentar a eficiência na comercialização e manter a qualidade do fruto, é recomendado o uso de embalagem adequada, de acordo com o tipo de fruto e estágio de maturação, corroborando com as características da nova opção de embalagem para frutos de caqui e confirmado pelos resultados apresentados.

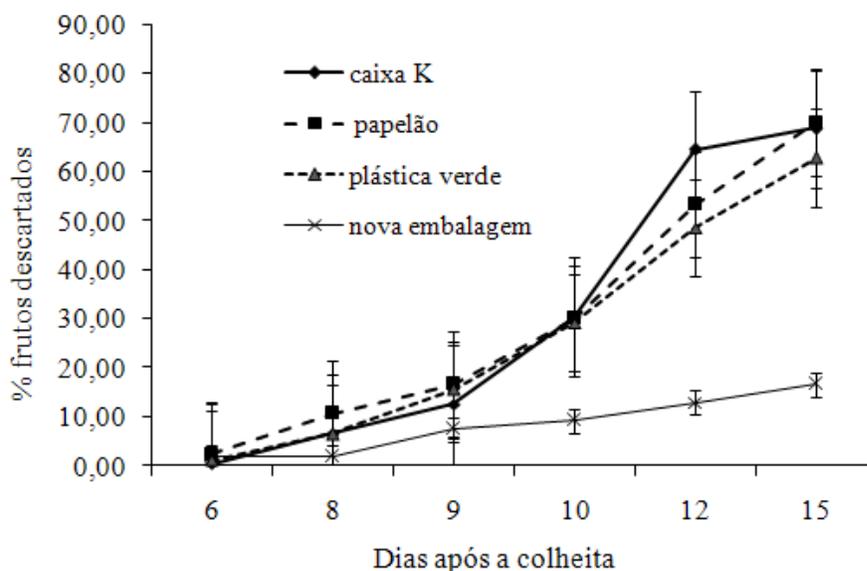


Figura 24. Porcentagem de descarte de frutos de caqui 'Mikado', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%

2.4 CONCLUSÃO

Embora a nova opção de embalagem para frutos de caqui não tenha diferido estatisticamente das características físicas, físico-químicas, químicas e micológicas analisadas, houve superioridade desta para o fator mais importante que foi a redução de perdas pós-colheita, contabilizada pelo reduzido número de frutos descartados.

3. AMADURECIMENTO E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE CAQUI ‘RAMA-FORTE’ TRANSPORTADOS EM DFERENTES TIPOS DE EMBALAGENS

3.1 INTRODUÇÃO

O aumento da área plantada e da produção, com conseqüente aumento da oferta do caqui para o mercado interno está fazendo com que a cultura do caquizeiro ganhe importância no cenário da fruticultura brasileira (SILVA et al., 2011).

Para Morimoto e Gricolo (2001), a globalização da economia, a abertura de mercados, à exigência cada vez maior do consumidor e a forte concorrência exige, cada vez mais, frutas e hortaliças de melhor qualidade e com melhor classificação pós-colheita.

A nova opção de embalagem para frutos de caqui, desenvolvida pela parceria Embrapa Agroindústria de Alimentos, INT, IMA e financiada pelo BNDES é composta de *base* constituída de polietileno reciclado com 10% de bucha e *bandeja* de polipropileno, representada pela Figura 25. Os principais objetivos desta nova embalagem são a redução de perdas, pela manutenção da qualidade, devido à acomodação que essa embalagem proporciona ao vegetal, evitando danos aos frutos durante o transporte e, a valorização dos produtos embalados, pelo designer inovador e com “apelo” ecológico, por utilizar polímeros recicláveis e fibras vegetais.



Figura 25. Versão final da nova embalagem para transporte e comercialização de frutos de caqui

O objetivo deste trabalho foi investigar o efeito de diferentes embalagens e transporte sobre as características físicas, físico-químicas, químicas, fisiológicas e micológicas e vida útil de caquis ‘Rama-Forte’.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados caquis ‘Rama-Forte’, colhidos em estágio pré-climatérico (“de vez”), com coloração laranja-avermelhado, fisiologicamente desenvolvidos, provenientes de pomar comercial do município de Nova Friburgo, RJ. Após a colheita, os frutos foram submetidos à remoção da adstringência (destanização) seguindo a prática do produtor, utilizando carbureto de cálcio por aproximadamente 24 horas. Os frutos foram embalados logo após a destanização, selecionados por tamanho, grau de amadurecimento e ausência de injúrias.

3.2.1 Tratamentos

Na casa de embalagem da propriedade onde foram colhidos, os frutos receberam os seguintes tratamentos, constituídos das seguintes embalagens (Figura 26):

- 1. Caixa K (controle):** caixa de madeira tipo K, de 20 kg, com capacidade para aproximadamente 90 frutos, no qual os foram distribuídos em 5 camadas;
- 2. Papelão:** caixa de papelão modulado, com capacidade aproximada para 35 frutos distribuídos em duas camadas;
- 3. Nova embalagem:** embalagem customizada, com bandejas para comportarem 18 frutos em camada única.

Neste estudo, optou-se por retirar a caixa plástica devido ao elevado número de frutos total que seriam utilizados no delineamento experimental, uma vez que não se tinha mais a limitação de frutos pela nova embalagem. Além disso, a caixa plástica não é uma embalagem tradicionalmente utilizada no transporte e comercialização de frutos de caqui.

Imediatamente após embalados, os frutos foram transportados ao Laboratório de Fisiologia Pós-colheita da Embrapa Agroindústria de Alimentos, retirados das respectivas embalagens 24 horas após embalados, e dispostos em bancadas de inox, onde permaneceram por 13 dias de armazenamento à temperatura média de 20°C e analisados a nos tempos 3, 5, 7, 9, 11, 13 e 15 dias após a colheita.



Figura 26. Embalagens utilizadas no experimento: A) caixa “K”; B) caixa de papelão modulado e C) nova embalagem.

3.2.2 Avaliações físicas, químicas, físico-químicas, micológica e atividade respiratória

À fim de se facilitar a execução das análises, a cada dia de avaliação, os frutos selecionados foram triturados (com casca) em liquidificador, congelados e a polpa posteriormente utilizadas nas análises de sólidos solúveis totais (SST), açúcares redutores, pH, acidez total titulável (ATT), relação SST/carotenoides, cor instrumental, fenólicos totais e taninos totais.

3.2.2.1 Perda de massa fresca: Os frutos foram pesados no primeiro dia e durante o armazenamento, permitindo o cálculo da perda de massa fresca em porcentagem. O cálculo foi obtido pela fórmula $PM (\%) = 100 - ((PP * 100) / Pi)$, onde: PM = perda de massa (%), Pi = peso inicial dos frutos (g), Pp = peso no período (g);

3.2.2.2 Firmeza: Por punctura, utilizando-se penetrômetro de bancada TA. XT.plus – Texture analyses, ponteira 2 mm, sendo realizadas duas leituras na região equatorial de cada fruto com casca (3 frutos por repetição), e o valor obtido para se determinar a textura em Newtons, é definido como a força máxima requerida para que uma parte do ponteiro penetre na polpa dos produtos;

3.2.2.3 pH: Obtido por potenciometria (ISO 1842, 1991), utilizando-se o potenciômetro Metron, antes de se realizar a titulação para quantificação da acidez titulável;

3.2.2.4 Açúcares redutores: Utilizou-se metodologia descrita por Macrae (1998), com injeção em HPLC. A extração se deu em ultrassom e com acetonitrila, com resultados expressos em $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de amostra;

3.2.2.5 Sólidos solúveis totais (SST): Obtido por refratometria, utilizando-se um Refrômetro Pal-1, da Atago com resultados expressos em °Brix (ISO 2173, 1978);

3.2.2.6 Acidez total titulável (ATT): utilizando-se o aparelho Titulador 794 Basic Titrimo – Metron, com NaOH, até pH 8,1, com resultados expressos em g. ácido málico. 100g^{-1} de amostra (ISO 750, 1998);

3.2.2.7 Relação SST/ATT: Ouociente entre estas duas características;

3.2.2.8 Atividade respiratória: Realizado neste estudo pela não mais limitação de frutos pela nova embalagem. A metodologia adaptada foi a de Fonseca et al., (2006). Os frutos foram colocados em recipientes de vidro (3265mL), cujas tampas foram adaptadas com válvulas de entrada e saída, para medições de %O₂ e %CO₂ (aparelho PIB – Dansensor). Os recipientes foram fechados e lacrados com uma fita isolante. As leituras foram feitas no momento do fechamento e 1, 2 3 e 4 horas depois do fechamento dos recipientes. Após as leituras, os recipientes foram novamente abertos. As leituras foram realizadas durante todo o período de armazenamento (13 dias);

3.2.2.9 Quociente respiratório: relação entre CO₂ produzido e O₂ consumido;

3.2.2.10 Carotenóides (totais e perfil): O método de extração dos carotenoides dos frutos de caqui foi realizado segundo Rodriguez-Amaya (2001), seguido de uma saponificação para romper as ligações dos carotenoides com lipídeos e proteínas e remover a clorofila. A leitura dos carotenoides totais se deu por espectrofotometria, com leituras 450nm. Para a quantificação e identificação dos carotenoides individuais (perfil) foi realizada a leitura do extrato em cromatografia líquida de alta eficiência pelo método de Pacheco (2009);

3.2.2.11 Cor instrumental (casca + polpa): Realizada através do colorímetro Minolta, utilizando o sistema L a* b*, com resultados expressos em ângulo Hue (cor) e *chroma*

(saturação da cor). A leitura se deu no dia de cada avaliação e utilizou-se 50 mL de amostra, com duas leituras para cada repetição;

3.2.2.12 Fenólicos totais: Para a quantificação dos compostos fenólicos totais foi realizada uma extração prévia em acetona 70% por 20 minutos em ultrassom e centrifuga a 4.000rpm por 20 minutos. A mistura foi filtrada em papel de filtro de rápida filtração e este seguiu para a quantificação seguindo o procedimento do APÊNDICE A, de acordo com o método espectrofotométrico proposto por Singleton e Rossi (1965) modificado por Georgé et al. (2005). A quantificação dos compostos fenólicos totais foi realizada através de uma curva de calibração de ácido gálico, sendo os valores expressos em mg de ácido gálico.100 g⁻¹ de amostra;

3.2.2.13 Taninos totais: A determinação de taninos condensados foi realizada por vanilina em ácido clorídrico. A leitura se deu por espectrofotometria a 500 nm e curva padrão com catequina após a leitura das amostras, com resultados expresso em mg.100 g⁻¹ de amostra (DESCHAMPS e CHERYAN, 1985; DESCHAMPS e CHERYAN 1987);

3.2.2.14 Análise Micológica: A verificação da incidência de patógenos no decorrer do armazenamento se deu pela contagem de lesões nos frutos. Para se obter isolados dos fitopatógenos, frutos maduros de caquis foram acondicionados individualmente em becher sanitizado contendo algodão umedecido em água destilada e temperatura ambiente. Tal condicionamento proporciona uma câmara úmida, que favorece o aparecimento das lesões. Os frutos com lesões bem desenvolvidas foram levados a câmara de fluxo laminar onde se isolou os fitopatógenos através da raspagem de estrutura fúngica. Esta estrutura foi transferida com o auxílio de uma alça para as placas de Petri de 90 mm, contendo meio de cultura batata-dextrose-agar (BDA). Os microrganismos isolados, utilizados nos ensaios, foram acondicionados em BOD a 25°C até o aparecimento de estruturas fúngicas caracterizadas por uma massa de esporos, com aproximadamente 5 dias. As estruturas fúngicas foram repicadas em endopórfis e enviadas para identificação em nível de gênero pela MICOTECA URM da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE);

3.2.2.15 Porcentagem de frutos descartados: No início do estudo, os frutos foram contados e no decorrer do período experimental, foram descartados os frutos com características de

sobremaduros, com injúrias e podridões (frutos impróprios para consumo). O descarte realizado pelo mesmo avaliador durante todo o estudo. O cálculo foi feito pelo somatório cumulativo do número de frutos descartados a cada dia, expresso em porcentagem.

3.2.3 Análise Estatística

O delineamento estatístico empregado foi inteiramente casualizado composta por três tratamentos, cinco repetições por tratamento, com 3 frutos por repetição e, perfazendo um total de 1200 frutos. Cada repetição foi formada por:

- Caixa K: 1 caixa com 90 frutos
- Papelão: 2 caixas com 40 frutos (80 frutos)
- Nova Embalagem: 4 bandejas com capacidade para 18 frutos (72 frutos)

Levando-se em conta as cinco repetições, o número total de frutos utilizados no delineamento experimental, para cada tratamento foi:

- Caixa K: 90 frutos x 5 repetições = 450 frutos
- Papelão: 80 frutos x 5 repetições = 400 frutos
- Nova Embalagem: 72 frutos x 5 repetições = 360 frutos.

A ANOVA dos dados foi realizada em esquema parcela subdividida, utilizando-se o programa estatístico SPSS 17. Para determinação de diferenças entre tratamentos, foram utilizados os testes Tukey à nível de 5% de probabilidade. A análise de regressão foi realizada para estudar o efeito dos tratamentos sobre as variáveis ao longo do tempo.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os modelos matemáticos de regressão foram aceitos conforme o item 2.3

3.3.1 Perda de massa fresca

Na Tabela 4, observa-se que os frutos diferiram quanto à perda de massa fresca apenas aos 7 dias após a colheita, em que os frutos da caixa K apresentaram menor perda em relação aos frutos das demais embalagens.

Tabela 4. Perda de massa fresca (%) em frutos de caqui ‘Rama-Forte’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

Embalagens	Dias após a colheita					
	5	7	9	11	13	15
Caixa k	1,09 a	1,15 b	3,45 a	4,58 a	5,82 a	6,89 a
Papelão	1,15 a	2,34 a	3,63 a	4,85 a	6,05 a	7,18 a
Nova embalagem	1,05 a	2,21 a	3,99 a	4,58 a	5,72 a	6,78 a

Médias acompanhadas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

A interação significativa entre os fatores (embalagens x época) apresentou ajuste de modelo linear, com perda gradativa de massa no decorrer do amadurecimento, não ultrapassando valor de 7,18% no final do período experimental (Figura 27).

A perda de massa fresca está relacionada com a transpiração, um processo biológico que ocorre nos frutos antes após a colheita, que tem como consequência, a perda de água através das cutículas, estômatos, lenticelas e região de inserção do pedúnculo. Como após a colheita, não ocorre reposição da água perdida pelo fruto, começa a ocorrer a perda de turgescência das células, consequentemente, a perda de peso do vegetal (SPOTO e GUTIERREZ, 2006). Levando-se em conta que a máxima perda de massa tolerada para a maioria dos produtos hortícolas frescos se encontra na faixa de 5 a 10% (SPOTO e GUTIERREZ, 2006; CHITARRA e CHITARRA, 2005), a perda de massa fresca do caqui ‘Rama Forte’ apresentadas neste estudo, encontra-se dentro do intervalo aceitável para a literatura.

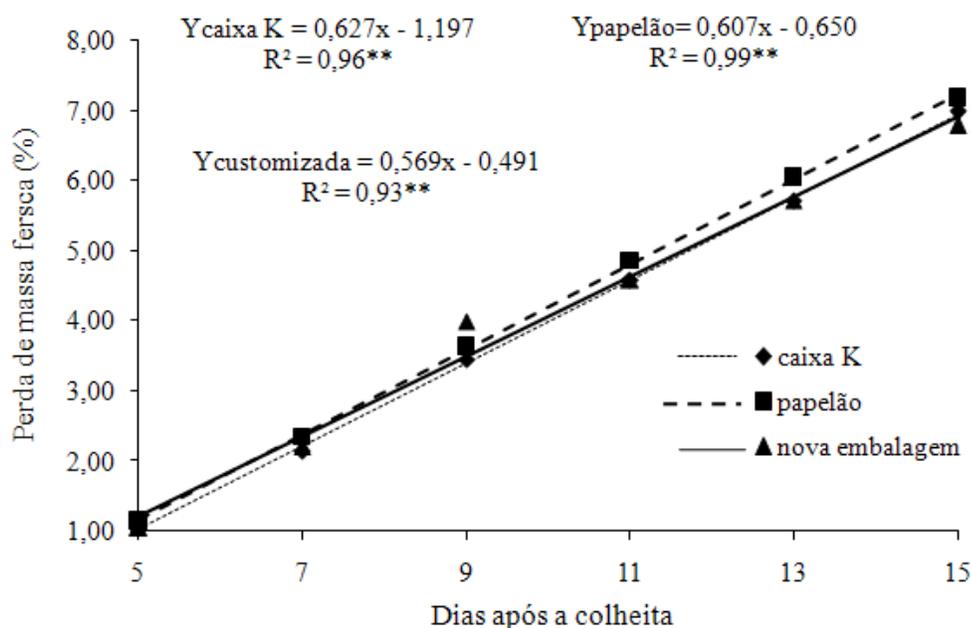


Figura 27. Perda de massa fresca (%) em frutos de caqui 'Rama-Forte', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

3.3.2 Firmeza

A firmeza dos frutos transportados nas diferentes embalagens relativa à todo o período experimental não apresentou diferenças significativas. Entretanto, como observado na Tabela 5, a firmeza dos frutos analisada nas épocas diferiu apenas nas épocas 9 e 11 dias após a colheita, em que os frutos da caixa K e papelão nessas datas apresentaram firmeza significativamente inferior aos frutos da nova embalagem.

Tabela 5. Firmeza (N) em frutos de caqui 'Rama-Forte', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

Embalagens	Dias após a colheita						
	3	5	7	9	11	13	15
Caixa k	3,96 a	1,57 a	1,29 a	1,04 b	0,68 b	0,95 a	1,10 a
Papelão	3,79 a	1,63 a	1,33 a	1,21 ab	0,99 a	1,14 a	0,99 a
Nova embalagem	3,78 a	1,48 a	1,33 a	1,38 a	1,27 a	1,18 a	1,07 a

Médias acompanhadas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Houve interação significativa entre os fatores embalagens x épocas, com ajuste de modelo quadrático, com perda de firmeza acentuada, chegando aos valores mínimos aos 11 dias após a colheita, apresentando pequeno aumento no final do período experimental, muito provavelmente, devido ao fenômeno chamado embuchamento (Figura 28), em que a casca fica elástica, dificultando a penetração da ponteira do penetrômetro. Esse comportamento

também foi observado em frutos de caqui ‘Giombo’ (VIEITES et al. 2012), onde os autores justificam esse evento em função da metodologia utilizada e também processo de amadurecimento avançado em alguns frutos. Monteiro et al. (2012) também relatam oscilação na firmeza de caquis ‘Giombo’, provavelmente pela dificuldade da realização da análise, uma vez que os frutos apresentavam-se murchos, o que requer mais força para penetração da ponteira.

Segundo LELIÉVRE et al. (1997), a perda da firmeza tem uma relação direta com o etileno, uma vez que ativa as enzimas pectinolíticas, transformando assim, a pectina insolúvel em solúvel, causando o amolecimento, sendo esse um dos processos mais sensíveis ao etileno. A perda da firmeza, ainda, pode ocorrer pela perda de turgor, mas principalmente, devido as alterações na parede celular (despolimerização, desmetilação ou perda de cálcio) (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Terra et al. (2014) relatam que, o processo de destanização, realizado tanto com vapores de álcool quanto com utilização de etileno, reduzem muito rapidamente a firmeza, uma vez que aceleram o amadurecimento dos frutos.

Baixos valores de firmeza em caqui ‘Rama-Forte’ também foi relatada por Gardin et al. (2012), em que frutos controle apresentaram, ao final do armazenamento, firmeza de 0,0 lb.

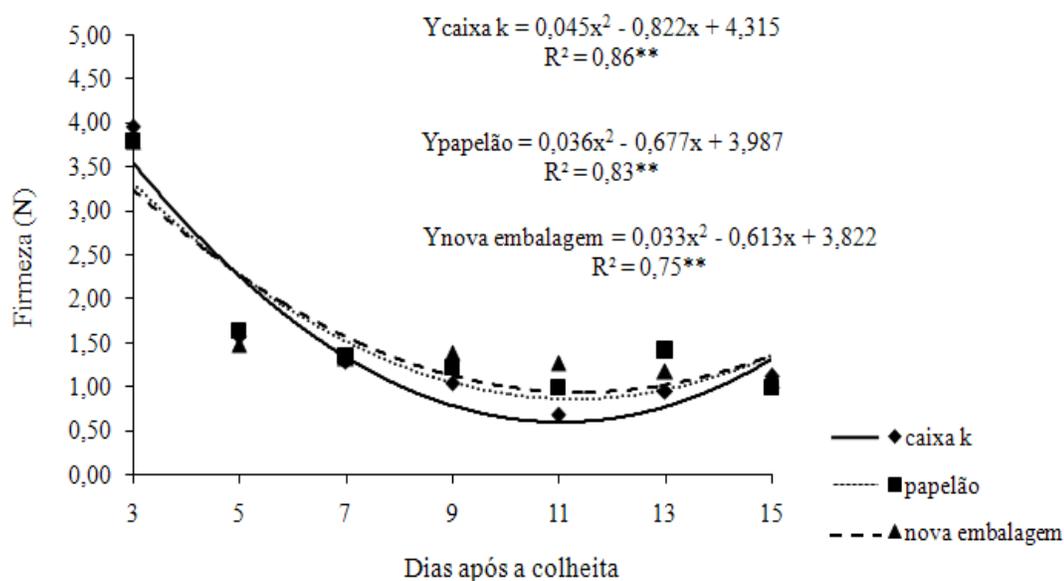


Figura 28. Redução da firmeza (N) de frutos de caqui ‘Rama-Forte’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

3.3.3 pH

Quanto ao pH, não houve diferenças entre os tratamentos (embalagens) e nem interação significativa entre os fatores embalagens x épocas. A fonte de variação época apesar de significativa, não apresentou ajuste de modelo na curva. A média geral do pH nos frutos de caqui ficou em 5,55.

Diferentes comportamentos de pH em caquis são relatados na literatura, tais como aumento, com o passar do tempo e amadurecimento dos frutos ‘Giombo’, com média de 5,62 (BLUM et al., 2008), aumento também em ‘Fuyu’, passando de 5,61 aos 32 dias para 6,33 aos 52 dias de armazenamento (FAGUNDES e AYUB, 2005). Já, em caquis ‘Rama Forte’, parece não ter havido mudanças significativas de pH durante o amadurecimento dos frutos (SHIMIZU et al., 2002). Segundo Muñoz (2002), durante o amadurecimento natural do caqui, ocorre aumento do pH com diminuição da acidez total da polpa.

3.3.4 Glicose, Frutose e SST

As diferentes embalagens apresentaram diferenças significativas quanto aos açúcares redutores detectados nos frutos. Não houve interação significativa entre embalagens x épocas estudadas. Observa-se que os frutos transportados na nova embalagem mantiveram-se com menores teores desses açúcares no decorrer do período experimental, diferindo da caixa K e papelão (Tabela 6). Nota-se, ainda que, a proporção foi de 1: 1, mantendo-se durante todo o estudo, além da não detecção da sacarose. Esse comportamento foi reportado em caqui por Daood et al. (1992).

Na Figura 29 pode-se observar o cromatograma representativo com os respectivos açúcares frutose e glicose, detectados nos frutos de caqui ‘Rama-Forte’. O tempo de retenção da sacarose foi de 8,224, podendo ser confirmada, com isso, a ausência desse açúcar nos frutos.

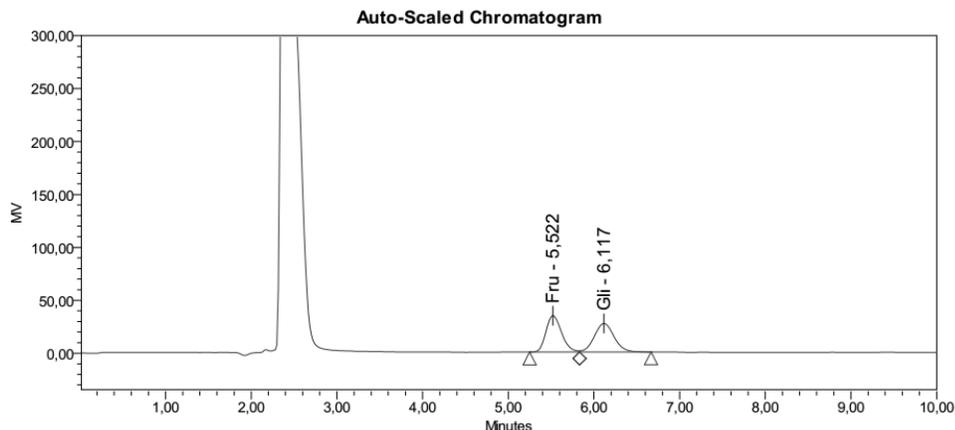


Figura 29. Figura representativa de Análise cromatográfica (CLAE-UV) para detecção dos açúcares totais em frutos de caqui ‘Rama-Forte’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

Quanto ao conteúdo de SST, não houve interação significativa entre os fatores tratamentos X épocas estudadas. Porém, os frutos das diferentes diferiram significativamente entre si, em que o teor de sólidos solúveis (referente à todo o período experimental) nos frutos da nova embalagem apresentou-se menor que o das demais embalagens (Tabela 6), indicativo de que os frutos das caixas K e papelão, durante o período de armazenamento, estavam mais maduros, já que, segundo Chitarra e Chitarra (2005), nos frutos em geral, os açúcares compõem a maioria dos sólidos solúveis totais. Shimizu et al. (2002) observaram que teor de SST variou muito pouco (16,33 a 16,60° Brix). Já, frutos em frutos ‘Fuyu’ variou entre 16,90 a 18,20 (WRIGHT e KADER, 1997) e em ‘Rojo brilhante’, houve um aumento com o amadurecimento (ARNAL e DEL RÍO, 2004).

Tabela 6. Conteúdo de Sólidos Solúveis Totais (°Brix), glicose e frutose (g/100g) em frutos de caqui ‘Rama-Forte’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

Tratamentos	SST	Frutose	Glicose
Caixa K	17,04a	6,82 a	6,75 a
Papelão	17,18a	6,89 a	6,80 a
Nova embalagem	15,98 b	6,10 b	6,00 b

Médias acompanhadas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

3.3.5 Acidez Total Titulável

As diferentes embalagens não diferiram significativamente entre si, bem como não houve interação significativa entre os fatores embalagens x épocas avaliadas. O fator época mostrou-se significativo, e a curva apresentou ajuste de modelo cúbico, com aumento até o 5°

dia após a colheita, vindo a declinar até o 11º dia (Figura 30). Segundo Muñoz (2002), os ácidos orgânicos são utilizados como substrato na respiração, motivo pelo qual, seu conteúdo declina após a colheita e durante o amadurecimento.

O mesmo comportamento foi relatado por De Moura et al. (1997) e diminuição do conteúdo de ácido málico em caqui também foi evidenciado por Wright e Kader (1997), Danieli et al. (2002) e por Luo (2006). Esses resultados podem ser reforçados pela afirmação de Brech et al. (2010), em que os ácidos orgânicos estão em constante estado de fluxo nos tecidos vegetais pós-colheita, e que, durante a senescência, tendem a diminuir.

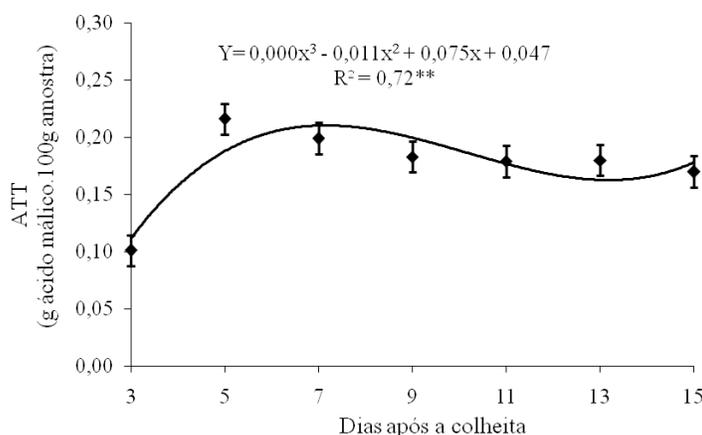


Figura 30. Médias gerais da ATT (ácido málico) em frutos de caqui 'Rama-Forte', transportados em diferentes embalagens.

3.3.6 Relação SST/ATT

Como observado na Tabela 7, os frutos da nova embalagem apresentaram menor razão SST/ATT na maioria das épocas avaliadas, dentre elas, o 15º dia. Com este resultado, é possível inferir que, os frutos das demais embalagens estavam em um grau mais avançado de amadurecimento, pois, segundo Malgarim et al. (2007), quanto mais madura está a fruta maior a relação SST/ATT.

Tabela 7. Relação SST/ATT em frutos de caqui 'Rama-Forte', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

Embalagens	Dias após a colheita						
	3	5	7	9	11	13	15
Caixa k	179,98a	75,82a	86,92a	91,26a	107,26a	96,23a	107,48a
Papelão	167,51ab	74,74a	87,83a	93,68a	102,82a	101,35a	107,94a
Nova embalagem	144,73 b	64,16 b	77,36 b	86,01a	86,64 b	89,96a	92,30 b

Médias acompanhadas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Interação significativa foi observada entre os fatores embalagens X épocas, com ajuste de modelo cúbico para as equações referentes á todas as embalagens (Figura 31). Observa-se um decréscimo entre o 3º e 7º dia após a colheita, com posterior aumento até o 13º, declinando novamente no final do período experimental. Nota-se que, o decréscimo desta relação ocorre no mesmo período de declínio da acidez titulável (Figura 38), por estarem sendo utilizados no processo respiratório e aumento dos sólidos solúveis.

Diferentes valores de SST/ATT foram encontrados na literatura: 5,3 a 12,7 em laranjas (VILANOVA et al., 2014), 3,7 a 8,4 em cerejas (GUNDUZ et al., 2013), 146 a 370 em caquis ‘Giombo’ (ROMBALDI et al., 2012), 80 a 115 em frutos de jaca (SAXENA et al., 2008).

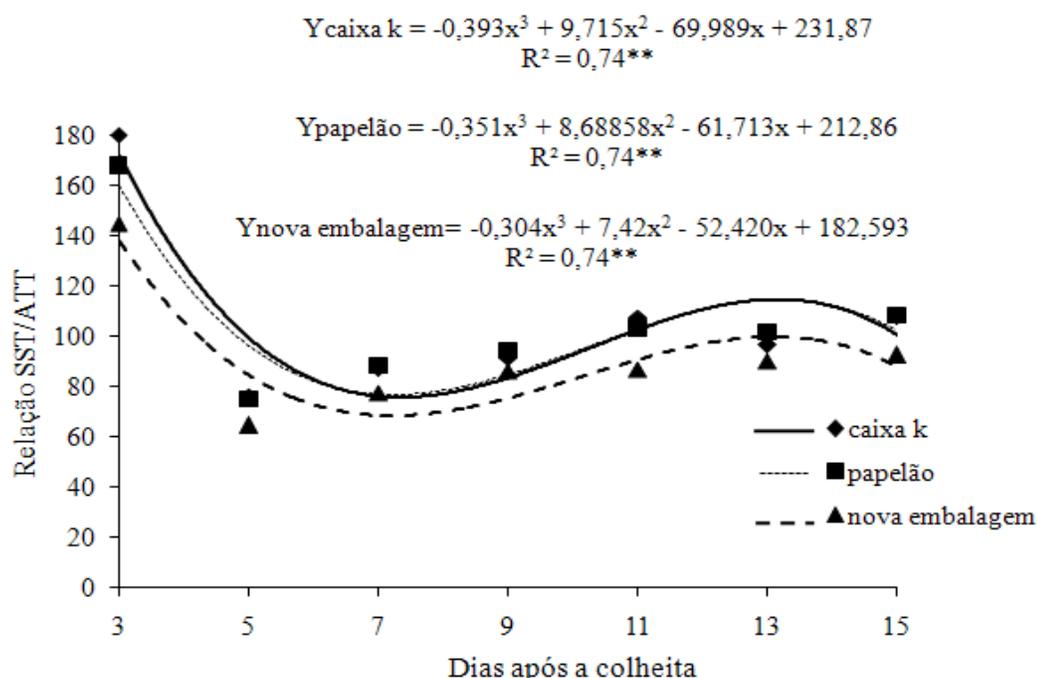


Figura 31. Relação SST/ATT em frutos de caqui ‘Rama-Forte’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

3.3.7 Atividade respiratória e Quociente respiratório

Houve diferença significativa entre os tratamentos quanto à concentração de CO₂, com menor valor médio encontrado nos frutos da caixa K (Tabela 8). Esse resultado pode ser devido que, aos três dias após a colheita (1ª avaliação), os frutos transportados na caixa K já terem atingido o pico climatérico, o que pode ter ocorrido nos frutos das demais embalagens em um momento seguinte. Assim, as médias dos demais frutos, que incluíram o pico climatérico, apresentaram-se superiores.

Tabela 8. Produção de CO₂ (mg. kg. h⁻¹) em frutos de caqui ‘Rama-Forte’ transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

Tratamento	CO₂
Nova embalagem	14,91a
Papelão	14,89a
Caixa k	13,40b

Médias acompanhadas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Não houve interação significativa entre os fatores embalagens X épocas avaliadas. Para o fator época, houve ajuste de modelo quadrático para a concentração de CO₂ liberado pelos frutos, com tendência a um declínio ao longo do armazenamento (Figura 32). No início, a respiração está alta devido ao alto consumo de O₂ e elevada quantidade de ácidos disponíveis (Figura 30). Depois, ocorre um equilíbrio entre produção de ácidos orgânicos e consumo na respiração. Quando os teores de ácidos diminuem, ocorre a queda da taxa respiratória.

A respiração é um processo metabólico que fornece energia para os processos bioquímicos das plantas e a taxa respiratória dos produtos frescos pode ser expressa como a taxa de consumo de O₂ e/ou taxa de produção de CO₂. Em frutos climatéricos, como o caqui, ocorre um rápido aumento na taxa respiratória (climatério), seguido por um declínio na atividade (KADER, 2002; CHITARRA e CHITARRA, 2005). Segundo Biale et al., (1961), a ocorrência do climatério no caqui não é muito claro. Ainda, o caqui apresenta baixa taxa de produção de etileno, apesar de ser um fruto climatérico. No entanto, é fortemente sensível a este fitormônio, até mesmo em baixas concentrações, pois age induzindo o amaciamento da polpa, que é indesejável quando se pretende armazenar caquis por longos períodos (BRACKMANN et al., 2013; KADER, 2002).

A produção de CO₂ em caquis foram reportados na literatura nas concentrações de 40mg.kg.h⁻¹ em caqui ‘Qiandaowuhe’(adstringente) e 17mg.kg.h⁻¹ em caqui ‘Fuyu’ (STEFFENS et al., 2007; LUO, 2006), cujo resultado semelhante ao do presente estudo, em que os frutos de Rama Forte atingiram valores de 19,73mg.kg.h⁻¹. Em demais frutas, valores diversos foram reportados, tais como em jaboticaba, cerca de 140mL kg.h⁻¹ (CORRÊA et al., 2007), cajá-manga atingiu cerca de 50mL kg.h⁻¹ (KOHATSU et al., 2011), graviola 197 mg CO₂. kg.h⁻¹ (LIMA et al., 2003) e melão 60 mg CO₂. kg.h⁻¹ (ALMEIDA et al., 2001).

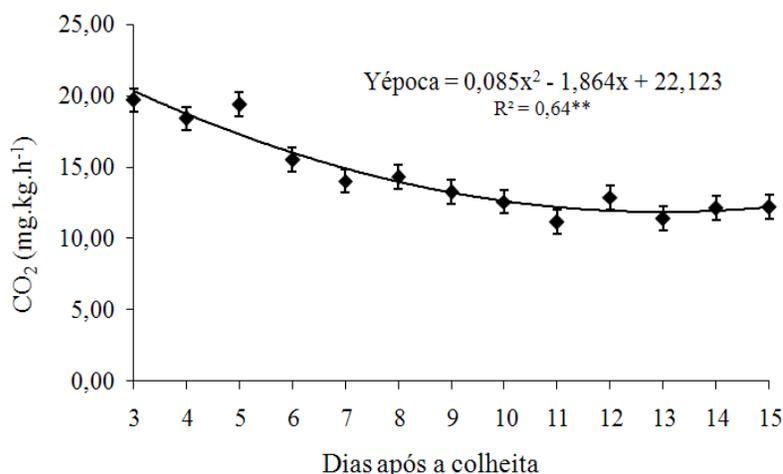


Figura 32. Produção de CO₂ em frutos de caqui 'Rama-forte' transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

Quanto ao quociente respiratório (Q.R), essa razão não diferiu significativamente, na média, entre os frutos transportados nas diferentes embalagens. Entretanto, verifica-se pela Tabela 9, que o Q.R dos frutos da nova embalagem diferiu dos demais frutos aos 9, 11 e 15º dias após a colheita, apresentando, nestas datas, valores inferiores aos frutos das demais embalagens.

Tabela 9. Quociente respiratório (Q.R) em frutos de caqui 'Rama-Forte', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

Tratamentos	Dias após a colheita											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Caixa k	1,27a	1,43a	1,09a	1,10a	1,08a	0,99a	0,96a	0,98a	1,72a	0,59a	0,50a	0,78a
Papelão	1,24a	1,34a	1,12a	1,07a	0,98a	0,90a	0,86a	0,88a	0,68a	0,55a	0,44a	0,71ab
Nova embalagem	1,21a	1,41a	1,10a	1,09a	0,94a	0,73b	0,64a	0,70b	0,64a	0,51a	0,43a	0,63 b

Médias acompanhadas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Interação significativa ocorreu entre embalagens X épocas estudadas. A época 3 foi retirada, levando-se os valores da produção de CO₂ diferenciado nos frutos da caixa K nesta época. Os valores Q.R permaneceram acima de 1,0 até o 8º (customizada, papelão) e 9º dias após a colheita (caixa k), vindo a declinar linearmente no decorrer do armazenamento (Figura 33). A proporção entre CO₂ produzido e O₂ consumido, o quociente respiratório, normalmente é igual a 1,0 caso os substratos metabólicos sejam os carboidratos (FONSECA et al., 2002). Ainda, segundo os autores, se o substrato for um lipídeo, o Q.R é sempre abaixo de 1,0 porque a relação entre C:O em lipídeo é menor que a relação em carboidrato. Já, se o substrato for um ácido, o Q.R se apresenta maior que a unidade 1,0. No momento em que o Q.R se encontra acima de 1,0 a ATT está alta, o que sugere que os ácidos orgânicos estavam

servindo de substrato na atividade respiratória. Em contrapartida, com o avanço do amadurecimento, ocorre uma desorganização da parede celular com consequente disponibilidade de lipídeos e proteínas como substrato respiratório (Q.R abaixo 1,0), o que foi percebido com maior relevância, como observado na Tabela 9, nos frutos da embalagem customizada (Q.R abaixo 1,0 e estatisticamente inferior aos demais frutos).

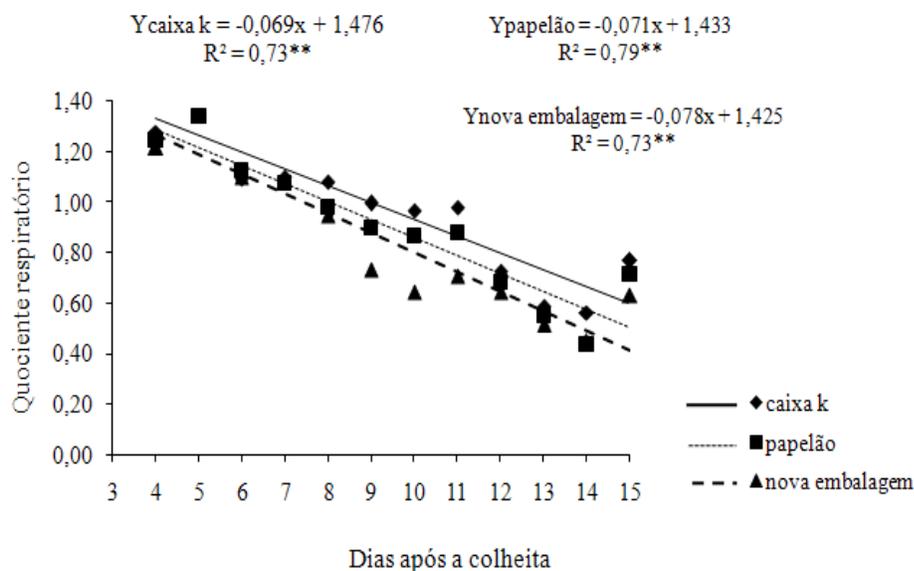


Figura 33. Quociente respiratório (Q.R) em frutos de caqui 'Rama-Forte', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

3.3.8 Cor Instrumental (casca + polpa)

As embalagens diferiram significativamente entre si, quanto ao ângulo Hue, sendo que os frutos transportados na embalagem customizada tiveram maior valor durante o período experimental, diferindo dos frutos das demais embalagens (Tabela 10). Considerando que o ângulo Hue indica 0° = vermelho; 90° = amarelo; 180° = verde e 270° = azul (MINOLTA, 1994) pode-se supor que os frutos das caixas K e papelão apresentaram-se mais maduros, pois seus valores de ângulo Hue estavam mais próximos da coloração vermelha do que os frutos da nova embalagem para caqui que se apresentaram mais amarelo-alaranjado durante o período experimental, o que justifica menores valores de carotenoides totais nos frutos dessa embalagem (Tabela 12).

Tabela 10. Valores de ângulo Hue em frutos de caqui ‘Rama-Forte’ transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

Tratamentos	°Hue
Caixa K	59,45 b
Papelão	59,56 b
Nova embalagem	64,35 a

Médias acompanhadas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Não houve interação significativa entre embalagens X épocas estudadas, mas, o fator época se mostrou significativo, com uma curva com ajuste de modelo linear, com decréscimo da coloração Hue com o avanço do amadurecimento dos caquis (Figura 34). Os valores de ângulo Hue para a variedade ‘Rama Forte’ tende a ser mais baixo que a ‘Mikado, uma vez que a coloração da casca dos frutos passa para o vermelho com o amadurecimento. Cia et al. (2010), observaram em caquis ‘Rama-Forte’, valores de 34,24 a 41,98 em diferentes tratamentos, após 5 dias de armazenamento.

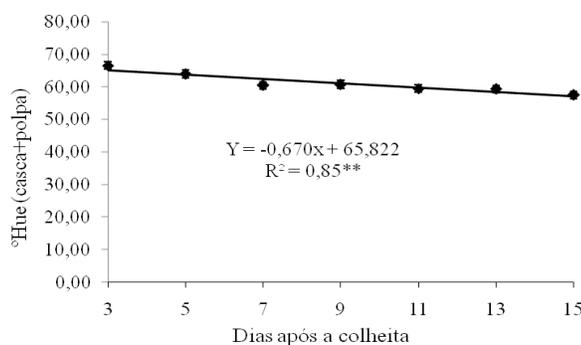


Figura 34. Ângulo Hue da casca e polpa de caqui ‘Rama-Forte’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

Quanto à cromaticidade, houve diferença significativa entre as embalagens. Os frutos da caixa K diferiram estatisticamente, apresentando maiores valores de Chroma no 7º, 11º e 13º dias após a colheita (Tabela 11). Assim, os frutos da nova embalagem apresentaram frutos com maior intensidade de cor alaranjada.

Tabela 11. Valores de *chroma* de frutos de caqui ‘Rama-Forte’ transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

Embalagens	Dias após a colheita						
	3	5	7	9	11	13	15
Caixa k	39,10 a	39,40 b	40,26 b	39,46 a	41,63 b	38,56 b	37,99 a
Papelão	38,88 ab	41,61 ab	39,58 b	42,08 a	43,19 b	37,85 b	37,24 a
Nova embalagem	37,60 b	42,13 a	44,21 a	45,20 a	48,49 a	42,11 a	39,78 a

Médias acompanhadas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Houve interação significativa entre as embalagens x épocas avaliadas. No entanto, apenas a nova embalagem apresentou ajuste de modelo (quadrático), em que o componente *Chroma* aumentou até o 9º dia após a colheita, com posterior declínio até o final do período experimental (Figura 35). O caqui ‘Rama-forte’ tende a intensificar a coloração alaranjada com o avanço do amadurecimento, conseqüentemente, o valor de *Chroma* tende a aumentar.

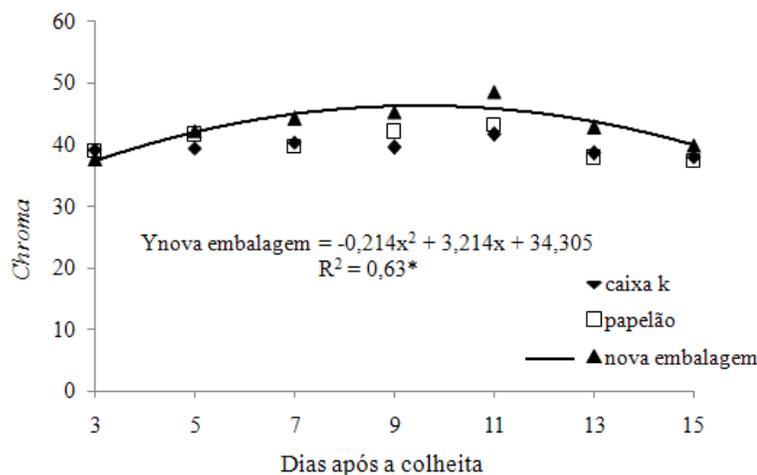


Figura 35. Valores de *Chroma* (casca + polpa) em frutos de caqui ‘Rama-Forte’ transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

3.3.9 Carotenoides Totais e perfil

Os frutos das diferentes embalagens apresentaram diferenças significativas quanto aos carotenoides. O teor de carotenoides totais no decorrer do estudo diferiu significativamente entre as diferentes embalagens apenas no 3º e 7º dia, com maior conteúdo de pigmentos nos frutos da caixa K em relação aos frutos da nova embalagem e, no 11º dia, em que os frutos da caixa de papelão é que apresentaram maior teor de carotenóides (Tabela 12).

Tabela 12. Carotenoides Totais em frutos de caqui ‘Rama-Forte’ transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

Embalagens	Dias após a colheita						
	3	5	7	9	11	13	15
Caixa k	3138,00 a	3010,40 a	3064,60 a	2901,20 a	2703,00 b	2854,80 a	3336,20 a
Papelão	2956,80 ab	3178,20 a	2394,80 b	3072,80 a	3454,40 a	3316,60 a	3400,60 a
Nova embalagem	2401,20 b	2445,80 a	2498,60 b	2692,20 a	2731,40 b	3024,40 a	3153,80 a

Médias acompanhadas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Houve interação significativa para os fatores embalagens X épocas avaliadas, em que, a única curva que apresentou ajuste de modelo foi a da nova embalagem, com aumento linear

do conteúdo de carotenoides totais com o avanço do amadurecimento destes frutos (Figura 36). Esse comportamento indica que os frutos da embalagem permaneceram com menor conteúdo de carotenoides no decorrer do período experimental, o que pode ser confirmado pelo menor valor de ângulo Hue (Figura 43), denotando menor grau de amadurecimento nos frutos desta embalagem. Segundo Woolf (1975), a característica mais evidente na maturação dos frutos de caqui é a mudança na cor que passado do laranja amarelado, para o laranja intenso e vermelho, resultado da degradação da clorofila e biossíntese de carotenoides.

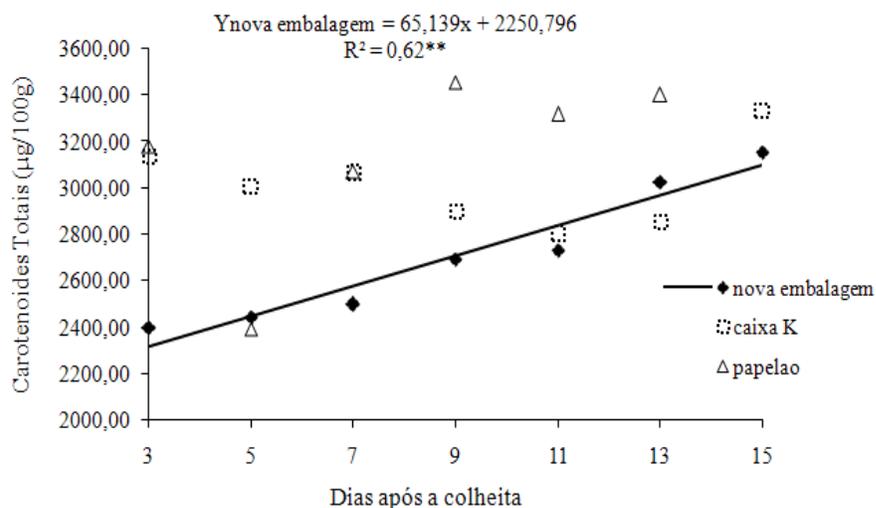


Figura 36. Evolução dos carotenoides totais em frutos de caqui 'Rama-Forte' transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

Os carotenoides identificados nesta cultivar foram a β -criptoxantina, luteína, zeaxantina, α -caroteno, β -caroteno, licopeno, 13-cis β -caroteno e 9-cis β -caroteno (Figura 37), sendo que apenas dois diferiram significativamente entre os frutos das embalagens (Tabela 13). A β -criptoxantina estava contida em menor valor nos frutos da nova embalagem, diferindo dos frutos da papelão, enquanto o conteúdo de luteína foi detectado em maior quantidade nos frutos da nova embalagem, diferindo significativamente da caixa K.

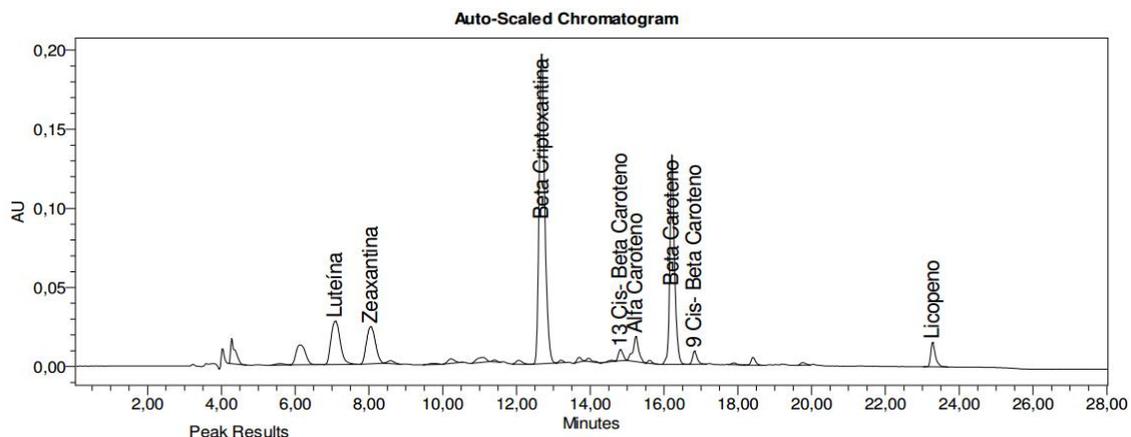


Figura 37. Figura ilustrativa (amostra caixa K, 5º dia após a colheita) da corrida cromatográfica (CLAE UV) para identificação dos carotenóides em caqui ‘Rama-Forte’.

Tabela 13. Média Geral dos carotenoides individuais em frutos de caqui ‘Rama-Forte’ transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

Tratamentos	Carotenoides	
	β -criptoxantina	Luteína
Caixa K	1032,11ab	92,11 b
Papelão	1095,20a	105,25 ab
Nova embalagem	1010,68 b	108,25 a

Médias acompanhadas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Os principais carotenoides em caquis são, inicialmente, a β -criptoxantina, zeaxantina, anteraxantina e violaxantina (WOOLF, 1975). Além disso, no início do amadurecimento, há predominância dos carotenoides cloroplastídicos β - caroteno, luteína, os isômeros violaxantina e neoxantina, ao passo que, com o avanço no grau de amadurecimento, esses carotenoides diminuem drasticamente, ocorrendo, então, a predominância dos carotenoides cromoplastídicos, como a β -criptoxantina (GROSS et al., 1984).

Como pode ser observado na Figura 38, a β -criptoxantina foi o carotenoide predominante nos frutos de caqui ‘Rama-Forte’, independente da embalagem, seguido da zeaxantina e β -caroteno. Observando os picos cromatográficos, nota-se a superioridade da β -criptoxantina em relação aos demais carotenoides (Figura 37). De acordo com Woof (1975), a mudança de coloração para o vermelho, como o que ocorre com os caquis ‘Rama-Forte’ é devido ao acúmulo de licopeno, especialmente após a colheita. Daoud et al (2002) detectou, além da zeaxantina, β -criptoxantina, β -caroteno e α -caroteno no presente estudo, também relatou a presença de *cis*-mutatoxanthin, anteroxantina e neoluteína.

É relevante mencionar que o conteúdo dos carotenoides individuais pode variar de acordo com as cultivares, como foi observado por Bueno et al. (2009), com teores de β -criptoxantina significativamente maiores em caqui ‘Kioto’ do que em frutos ‘Rama-Forte’, resultado diferente do encontrado no presente estudo.

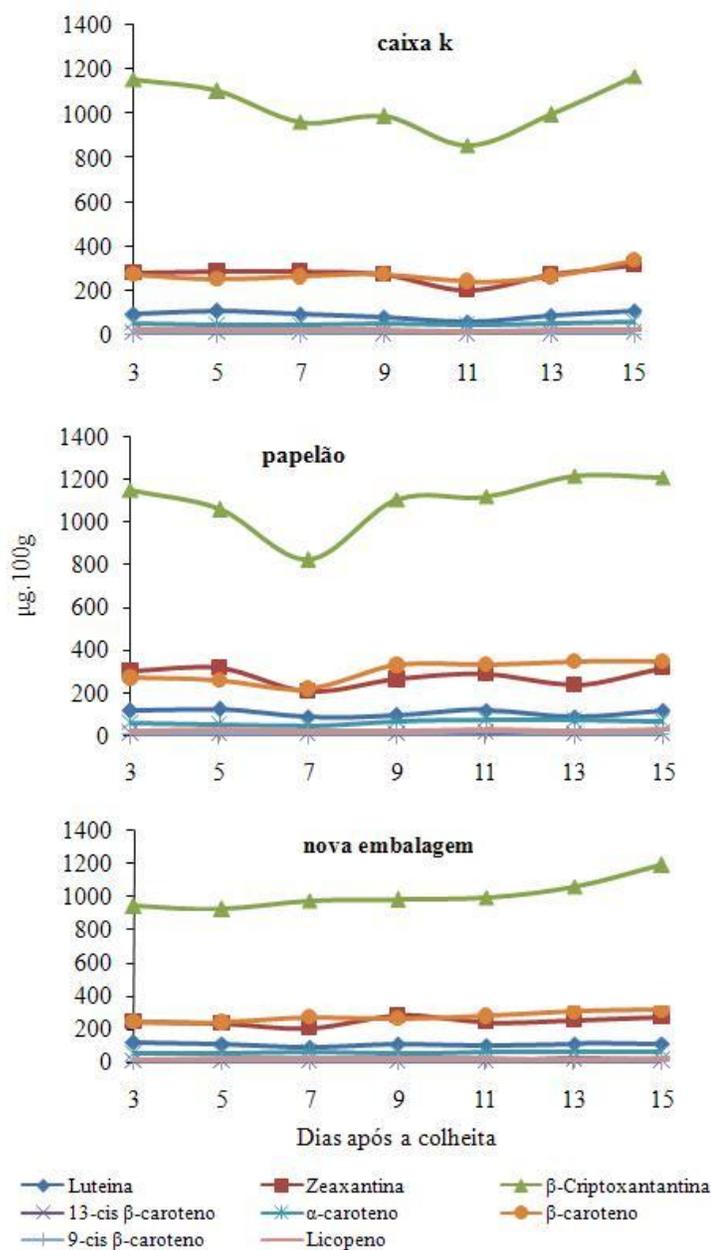


Figura 38. Carotenoides individuais ($\mu\text{g}/100\text{g}$) em frutos de caqui ‘Rama-Forte’, transportados nas embalagens caixa K, papelão e nova embalagem, armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

3.3.10 Compostos fenólicos

Para a obtenção da curva de fenólicos totais foi retirada a época 3, pelo fato dos frutos se apresentarem muito adstringentes, o que elevou muito os valores da primeira data avaliada (> 400mg. ácido gálico/100g).

Houve diferença significativa entre as embalagens para esta característica. Como observado na Tabela 14, no 7º dia após a colheita, menor conteúdo foi observado nos frutos da nova embalagem. Já, no 9º dia, diferença significativa foi observada nos frutos da embalagem papelão, com menor valor de fenóis. No final do período experimental, os frutos da caixa K permaneceram com maior teor de compostos fenólicos. Um dos motivos pelo menor teor de fenóis nos frutos da caixa K no final do experimento pode ser devido estes frutos apresentarem-se com maior incidência de doenças fúngicas nesta época (Tabela 15), corroborando com Chitarra e Chitarra (2005) que citam que o ataque de microrganismos é uma condição que pode provocar modificações no metabolismo fenólico.

Tabela 14. Conteúdo de Fenólicos Totais (mg. ácido gálico/100g⁻¹) em frutos de caqui ‘Rama-Forte’ transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

Embalagens	Dias após a colheita						
	3	5	7	9	11	13	15
Caixa k	470,22 b	101,26 a	84,29 a	78,40 a	73,85 a	64,25 a	73,78 a
Papelão	455,86 b	88,49 a	79,62 ab	61,54 b	72,17 a	68,94 a	62,93 b
Nova embalagem	711,59a	92,37 a	71,45 b	74,34 a	72,04 a	61,80 a	59,15 b

Médias acompanhadas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (p≤0,05).

Houve interação significativa entre as embalagens X épocas estudadas, com ajuste de modelo linear para a caixa K e quadrático para as embalagens papelão e nova embalagem, com perda de fenóis nos frutos com o avanço do amadurecimento (Figura 39). Segundo Brecht et al. (2010), a redução de compostos fenólicos no amadurecimento é característica das frutas e aumento na resposta a estressores, como contusões e infecções por fungos. Assim como no presente estudo, Ferri et al. (2004) relatam que o conteúdo de fenóis em caquis ‘Fuyu’ também apresentou reduções significativas durante a maturação. Blum et al. (2008), também observaram redução no teor de fenóis em caquis ‘Giombo’ e citam que ao passo que esse fruto amadurece e perde a firmeza, os teores de fenóis diminui. Também, em caquis ‘Giombo’, houve diminuição do teor de fenóis com o tempo de armazenamento (BLUM et al., 2008).

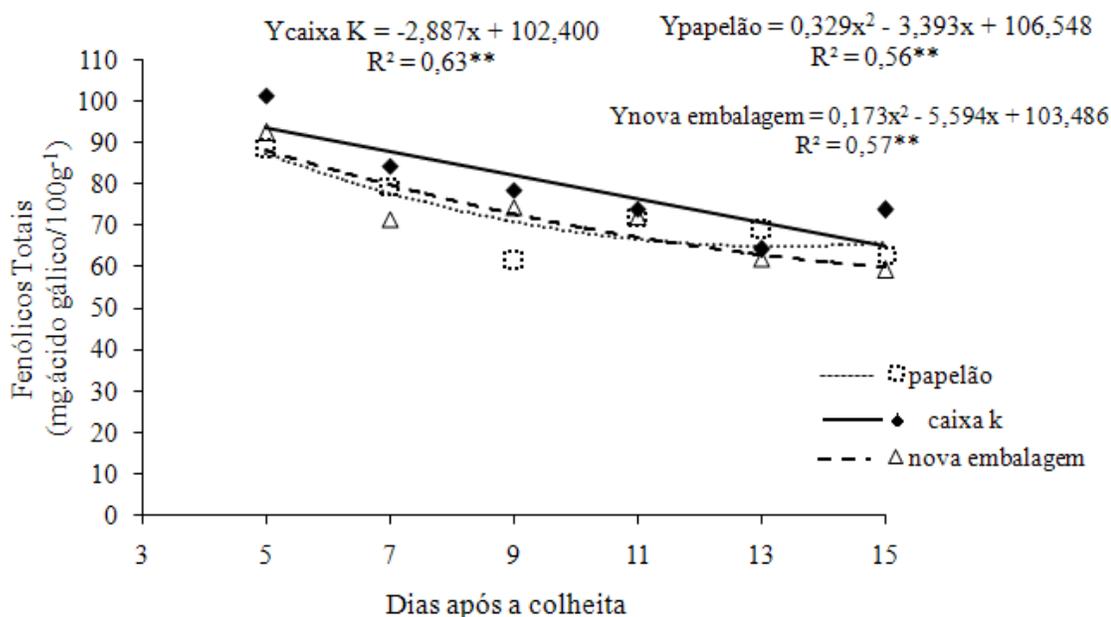


Figura 39. Fenólicos totais em frutos de caqui 'Rama-Forte' transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

3.3.11 Taninos Condensados

Não houve diferença significativa entre as embalagens quanto ao teor de taninos condensados, bem como não houve interação significativa entre os fatores embalagens X épocas avaliadas. No entanto, o fator época analisado isoladamente, apresentou significância, com uma curva apresentando ajuste de modelo linear, onde os frutos foram perdendo a adstringência ao longo do amadurecimento (Figura 40). Esta diminuição ocorre, por que as moléculas de tanino são polimerizadas durante o processo de amadurecimento, tornando-se insolúveis, conseqüentemente, impossíveis de reagir com as enzimas presentes na saliva (BRECHT et al. 2010; CHITARRA e CHITARRA, 2005). Terra et al. (2014) observaram redução acentuada na adstringência de frutos 'Giombo' destanizados logo nos primeiros dias de armazenamento. Para esta mesma variedade, Antonioli et al. (2001) relataram que frutos armazenados por 30 dias e submetidos ao vapor de álcool etílico tornaram-se não adstringentes após 3 dias do tratamento. No entanto, apresentou baixa firmeza de polpa, assim como ocorrido com os frutos 'Rama Forte' do presente estudo, quando destanizados com carbureto de cálcio. Comportamento diferenciado foi observado por Shimizu et al. (2002), em que frutos de caqui 'Rama-Forte' destanizados com diferentes concentrações de álcool, apresentaram médias semelhantes de taninos solúveis durante o amadurecimento dos frutos.

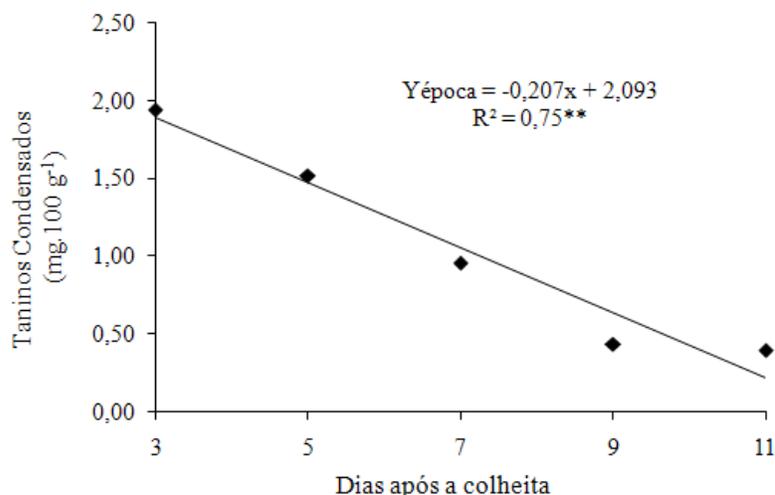


Figura 40. Taninos condensados (mg.100g⁻¹) em frutos de caqui 'Rama-Forte', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

3.3.12 Análise micológica

Considerou-se, para esta avaliação, apenas as doenças causadas por fungos. Nas épocas 3 e 5 dias após a colheita, não foi observado lesões nos frutos. Como observado na Tabela 15, os frutos das diferentes embalagens apresentaram diferenças significativas quanto à incidência de patógenos, onde os frutos embalados na caixa K apresentaram maior porcentagem de lesões por doenças no final do período experimental. Esse resultado vai de acordo com LUENGO et al. (2003) que preconizam que injúrias no vegetal facilitam a penetração de agentes patogênicos, que causam deterioração e perda do alimento, atribuindo às embalagens impróprias uma das causas de perdas qualitativas e quantitativas em pós-colheita de produtos hortícolas. Na Figura 41 pode-se observar as injúrias causadas pela caixa K no momento da retirada dos frutos desta embalagem.

Tabela 15. Incidência de patógenos (%) em frutos de caqui 'Rama-Forte', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

	7	9	11	13	15
Caixa k	11,14 a	25,03 a	25,00 a	33,33 a	100,00 a
Papelão	2,83 a	11,11 a	16,69 a	36,11 a	77,78 ab
Nova embalagem	0,083 a	0,083 a	25,00 a	33,33 a	61,11 b

Médias acompanhadas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).



Figura 41. Injúrias nos frutos causados pela caixa k

Interação significativa entre os fatores embalagens X épocas ocorreu, com ajuste de modelo linear para as curvas, com aumento crescente no número de frutos contaminados à medida que o grau de amadurecimento dos frutos aumentava (Figura 42), com destaque para a redução de frutos doentes proporcionada pela embalagem customizada, ao final do período experimental. O aumento na incidência de doenças nos frutos ocorreu, provavelmente, devido as transformações metabólicas que acontecem durante o amadurecimento (textura, cor, sabor e aroma), em que as frutas tornam-se mais suscetíveis à invasão por patógenos (CHITARRA e CHITARRA, 2005) e, em menor proporção nos frutos da embalagem customizada, devido a redução dos danos que esta embalagem promove.

Os fungos identificados nos frutos, responsáveis por causarem podridões pós-colheita em caqui (CIA et al., 2010) foram: *Fusarium oxysporum*, o *Penicillium viridicatum*, o *Colletotrichum gloeosporioides* e o *Rhizopus*.

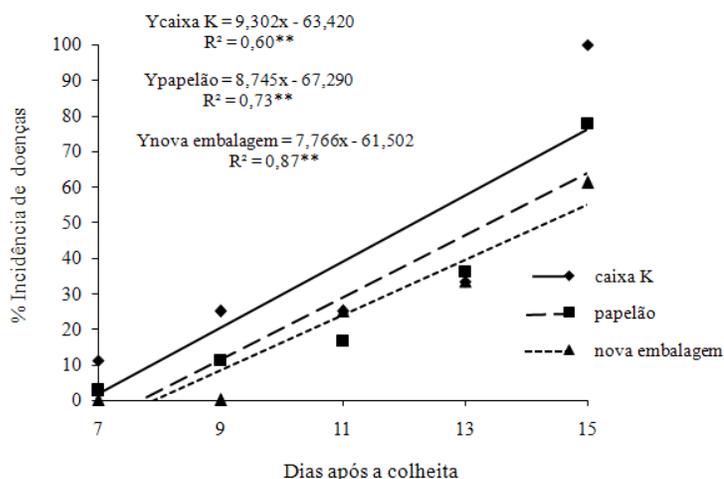


Figura 42. Incidência de doenças fúngicas (%) em frutos de caqui 'Rama-Forte', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

3.3.13 Porcentagem de frutos descartados

Na Figura 43 pode-se observar o percentual de descarte diário de caquis injuriados e excessivamente maduros, no decorrer do armazenamento. A caixa K, como se esperava, obteve o maior valor de frutos descartados, atingindo, no último dia da pesquisa, 35,7%. A caixa de papelão manteve o percentual abaixo de 10% até o 14 dias após a colheita (3 dias a mais que a caixa K), vindo a aumentar, consideravelmente, no final do período experimental (25,50%). Diferentemente, a nova embalagem mostrou-se superior as demais embalagens, permanecendo com valores de perdas abaixo de 4% até o 14º dia após a colheita, atingindo, na última data, 9,72% de frutos descartados. Esta redução pode ter se dado pela acomodação que esta embalagem proporciona ao vegetal, evitando danos aos frutos durante o transporte, levando a um valor de perda semelhante aos que ocorre em países de primeiro mundo, como os Estados Unidos (VILELA et al., 2003).

Neste estudo com caqui, a embalagem adaptada para esta fruta se mostrou importante para, além da redução das perdas, manutenção da qualidade destes frutos. Tal importância também é relatada para frutos de tomate (DE CASTRO et al., 2006), bananas (SANCHES et al., 2004) e tomates (LUENGO et al., 2001).

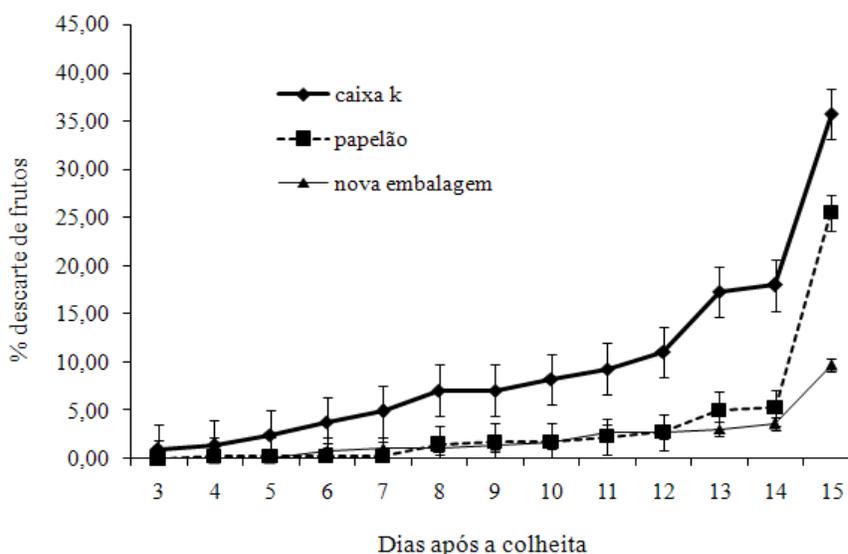


Figura 43. Porcentagem de descarte de frutos de caqui 'Rama-Forte', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

3.4 CONCLUSÕES

- Embora a nova opção de embalagem para frutos de caqui não tenha diferido estatisticamente de algumas características analisadas, mostrou-se superior quanto às características SST, glicose e frutose, relação SST/ATT, cor instrumental, carotenoides totais e fenólicos totais. Com isso, os frutos atingiram sua qualidade máxima em diferentes tempos e a embalagem customizada prolongou esse tempo, ou seja, os frutos desta embalagem atingiram a qualidade depois dos demais frutos.

- Houve superioridade desta para o fator mais importante que foi a redução de perdas, contabilizado pelo reduzido número de frutos descartados, além da redução na incidência de doenças.

4. COMPOSTOS VOLÁTEIS EM CAQUIS BRASILEIROS POR CG-qEM

4.1 INTRODUÇÃO

O caqui (*Diospyros kaki*) é uma fruta rica em vitamina A, cálcio, potássio, ácido tânico e compostos fenólicos antioxidantes (ALTUNTAS et al., 2011). Ele possui diversas variedades que variam em adstringência, dentre elas o ‘Mikado’ e ‘Rama-Forte’, em que a primeira apresenta, como características, boa produtividade, frutos grandes e saborosos (NEVES JUNIOR et al., 2007) e a segunda, além de altamente produtiva, é a mais cultivada e consumida no Brasil (CORSATO et al., 2005).

O aroma em frutas, segundo Baldwin (2002), é originado a partir de componentes voláteis e que, mesmo em diminutas concentrações (ng a µg/kg), podem ser percebidos pelo nariz humano, assumindo um importante papel para contribuição do aroma ou sabor, afetando a qualidade sensorial das frutas, conseqüentemente, a satisfação do consumidor.

Pino (2014) cita a importância de se identificar os compostos-traço que contribuem significativamente para o aroma de um alimento, sendo necessária, para isso, a identificação de constituintes que contribuem com o odor, combinado com a avaliação sensorial de frutas e seus componentes individuais.

De acordo com Besada et al. (2013) além da adstringência, o aroma e sabor apresentam grande importância na qualidade do caqui e que o sabor resulta, principalmente, da combinação de doçura e acidez (provenientes dos açúcares e ácidos orgânicos) e aroma voláteis.

Levando-se em conta que os estudos sobre a composição volátil em caquis são limitados, o objetivo deste trabalho foi:

1. Experimento 1. Determinar os compostos voláteis em frutos de caqui ‘Mikado’ adstringentes e destanizados, em dois períodos de armazenamento, utilizando microextração em fase sólida (MEFS) e cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-qEM);
2. Experimento 2. Otimizar metodologia de análise de compostos voláteis em caqui, com aplicação de diferentes técnicas de extração e colunas cromatográficas em caquis ‘Fuyu’, com posterior aplicação em frutos comerciais de diferentes safras e diferentes origens no estado de São Paulo;

3. Experimentos 3 e 4. Investigar o efeito de diferentes embalagens para transporte na composição volátil de caquis ‘Mikado’ e ‘Rama-Forte’ durante sua vida útil.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Experimento 1

Os frutos de caqui ‘Mikado’ provenientes de pomar comercial no município de Sumidouro-RJ, foram colhidos em estádio pré-climatérico (“de vez”) (com coloração verde-amarelada, porém fisiologicamente desenvolvidos) em junho de 2011. Em seguida, foram transportados para a Embrapa Agroindústria de Alimentos.

Ao chegarem ao Laboratório de Fisiologia da Pós-Colheita da Embrapa Agroindústria de Alimentos, RJ, os frutos permaneceram em câmara de refrigeração em temperatura de 5°C e umidade relativa de 80 %. No 15º dia após a colheita, foram escolhidos aleatoriamente e separados 10 frutos adstringentes e 10 frutos que foram submetidos à remoção da adstringência (destanização). A destanização foi realizada utilizando-se álcool 70% na proporção de 7mL de álcool para cada Kg de fruto por 48 horas, adaptado de Shimizu et al. (2002) e de Neves Júnior (2009). No mesmo dia, realizou-se a primeira avaliação (dia 0) dos frutos adstringentes escolhendo, ao acaso, 3 frutos. A segunda avaliação ocorreu 15 dias depois, da mesma forma. Após o período da retirada da adstringência, fez-se a primeira avaliação dos frutos destanizados, com a amostra sendo composta também por três frutos. A segunda avaliação ocorreu 15 dias depois do tratamento. Portanto, de acordo com a Figura 44, os frutos foram divididos em adstringentes, com avaliações aos 15 e 30 dias após a colheita (DAC), e frutos destanizados, avaliados no 1º dias após a destanização (DAD ou 18 DAC) e 15º (33 DAC) dias após a destanização.

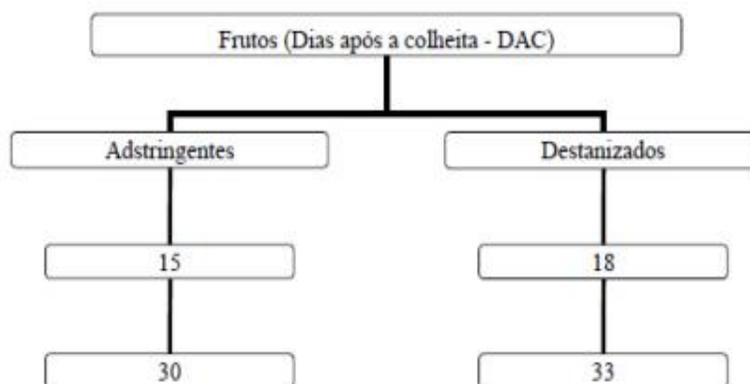


Figura 44. Esquema da formação dos grupos (frutos adstringentes e destanizados) e os respectivos períodos após a colheita em que ocorreram as análises dos compostos voláteis.

A extração dos compostos voláteis, das duas amostras de três frutos adstringentes ou destanizados, ocorreu por microextração em fase sólida (SPME), sendo três frutos uniformes, sem casca, triturados em liquidificador com água destilada, obtendo-se uma polpa cremosa. Em vial de 40mL, foi adicionado 15mL da polpa e 2g de cloreto de sódio. A fibra utilizada foi a DVB/CAR/PDMS (divinilbenzeno/carboxen/ polidimetilsiloxano). As condições de extração se deram com agitação magnética, temperatura de 45°C, por 30 minutos, adaptado de Paula Barros (2012).

Para a análise dos voláteis, o equipamento utilizado foi cromatógrafo a gás (GC6850) acoplado a espectrômetro de massas (MS5975C) – CG-qMS da *Agilent Technologies* com ionização de elétrons a 70 eV. Foi utilizada coluna capilar DB5 (*Agilent Technologies*), revestida por 5 % fenil 95 % dimetilsiloxano 30m x 0,25mm de diâmetro interno x 0,25µm de espessura de filme. O gás de arraste utilizado foi hélio 5.0 analítico da Air Products®, cujo fluxo inicial foi de 1,0 mL.min⁻¹ e sob pressão constante de 7 psi. A programação da temperatura foi iniciada com 35°C, mantida por 5 min e aumentando gradativamente a taxa de 5°C.min⁻¹ até 180°C permanecendo em isoterma por 10 min; 10°C. min⁻¹ até 300°C, permanecendo em isoterma por 5 min, perfazendo um total de 61 minutos de corrida cromatográfica. O modo de injeção utilizado foi de *splitless* (sem divisão de fluxo) com *delay* (não detecção pelo EM) de 5 min. A temperatura do injetor foi de 200°C e da linha de transferência 280°C. A análise foi feita por varredura total de íons (SCAN) e os espectros de massas foram obtidos na faixa de 50-400 Da.

As análises foram feitas em triplicadas, utilizando a espectroteca WILEY 275 (6th Edition, G1034C versão C0300-Hewlett-Packard 1984-1994) e a confirmação se deu por análise dos espectros de massas e por índice de retenção linear (IRL) dos compostos voláteis.

4.2.2 Experimento 2

No estudo das técnicas de extração, foram utilizados frutos de caqui 'Fuyu' da safra de 2012, de tamanhos e coloração uniforme, sem lesões, obtidos em supermercados da cidade do Rio de Janeiro.

Foram testadas diferentes técnicas de extração dos voláteis de caqui, a saber: extração líquido-líquido (ELL), onde a 50 mL de polpa de caqui, triturada no liquidificador, foram adicionados 25 mL de diclorometano (CH_2Cl_2 , Reagent grade, Vetec) e 2g de NaCl em erlemeyer, e levados para banho de ultrassom (Branson1510, Biocristal Prod. Lab. Ltda), por 10 min e sem aquecimento. O material foi transferido para um funil de separação de 50 mL, recolhida a fase orgânica (F.O.) e o resíduo de água removido com sulfato de sódio anidro (Na_2SO_4). A F.O. foi seca em fluxo de N_2 e ressuspensa a 1mL com CH_2Cl_2 para análise por CG-qEM.

Para a extração em fase sólida (EFS), cartuchos Florisil (J T Baker lot 7213-07, USA) e tC18 (Sep-Pak[®] Vac 12 cc de 2 g, marca Waters, lote 006630056B), foram condicionados com 5 mL de acetona, adaptado de Lanças (2004). Na extração dos voláteis, 3 mL de extrato de caqui foram adicionados ao cartucho e, em seguida, os voláteis foram eluídos com 5mL de CH_2Cl_2 , que foi seco em fluxo de N_2 e ressuspensa a 1mL com CH_2Cl_2 para análise por CG-qEM.

Para a microextração em fase sólida (MEFS), em um erlemeyer de 125 mL com agitador magnético, foram acrescentados 75 mL de extrato de caqui e 10 g de NaCl. O sistema erlemeyer-amostra foi aquecido em banho-maria a 50 °C. Após a estabilização da temperatura, a fibra foi exposta no *headspace* do erlemeyer, vedado com septo de silicone. O período de extração foi de 30 min, de acordo com Paula Barros (2012), sem agitação. A fibra foi então levada ao CG-qEM e exposta por 5 min para dessorção dos voláteis, com injetor a 200°C. As fibras testadas foram da empresa SUPELCO[®], sendo composta por divinilbenzeno/carboxen/ polidimetilsiloxano (50/30 μm DVB/CAR/PDMS, lote 57328-U – cinza) e outra de polidimetilsiloxano (100 μm PDMS, lote 57300U – vermelha).

As extrações e injeções foram realizadas em triplicata. Para a ELL e EFS foram injetados 2 μL de amostra. Uma mistura de hidrocarbonetos $n\text{-C}_8$ a $n\text{-C}_{25}$ (Sigma-Aldrich) foi utilizada para cálculo dos IRL (índice de retenção linear).

O equipamento utilizado foi um cromatógrafo a gás (GC6850) acoplado a um espectrômetro de massas 5975C (CG-qMS) da *Agilent Technologies*, com ionização por impacto de elétrons a 70 eV. Foram utilizadas as colunas capilares DBWax e DB1 (*Agilent*

Technologies), ambas de 30 m x 0,25 mm diâmetro interno x 0,25 µm de espessura de filme. O gás arraste foi hélio 5.0 analítico da Air Products[®], cujo fluxo foi de 1.0 mL.min⁻¹ e sob pressão constante de 7 psi. A programação da temperatura foi iniciada a 35 °C, mantida por 5 min, seguida de aumento gradativo com taxa de 10 °C.min⁻¹ até 200 °C e permanecendo em isoterma por 5 min, perfazendo um total de 26,5 min de corrida cromatográfica. O modo de injeção utilizado foi *splitless* (sem divisão de fluxo, 0.5 min) com *solvent delay* (não detecção pelo EM) de 3 min e temperatura da linha de transferência de 280°C. A temperatura do injetor foi de 200 °C. A análise foi realizada por monitoramento seletivo de íons (MSI), utilizando três íons para monitoramento de cada substância, e os espectros de massas foram obtidos na faixa de 50 - 600 Da. A espectroteca empregada foi a Wiley 275 (6th Edition, G1034C versão C0300-Hewlett-Packard 1984-1994) e a confirmação se deu por comparação com os espectros de massas, pela abundância relativa dos íons monitorados, tempo de retenção e os IRL (ADAMS, 2007).

A dez caquis ‘Fuyu’ da safra de 2013, obtidos em supermercados do Rio de Janeiro, aplicou-se a EFS (amostras F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9, e F10). Os frutos foram cultivados nas cidades de Piedade, São Miguel Arcanjo e Jundiaí, no Estado de São Paulo.

4.2.3 Experimentos 3 e 4

O experimento 3 e 4 se refere às variedades ‘Mikado’ e ‘Rama-Forte’, respectivamente. A colheita, tratamento para remoção da adstringência, transporte e armazenamento, épocas de avaliação e delineamento experimental se deram conforme item 2.2 (capítulo 1), para a variedade ‘Mikado’ e 3.2 (capítulo 2) para a variedade ‘Rama-Forte’.

O método de extração se deu conforme item 4.3.2 (capítulo 3), com extração em fase sólida (EFS), cartuchos Florisil, foram condicionados com 5 mL de acetona, adaptado de Lanças (2004). Na extração dos voláteis, 3 mL de extrato de caqui foram adicionados ao cartucho e, em seguida, os voláteis foram eluídos com 5mL de CH₂Cl₂, seco em fluxo de N₂ e ressuspenso a 1mL com CH₂Cl₂ para análise por CG-qEM. As extrações foram realizadas com três repetições e as injeções em triplicata para cada repetição.

O equipamento, coluna, programação, modo de injeção, monitoramento, espectroteca e confirmação também se deram conforme item 4.3.2.

A análise de variância dos dados foi realizada em esquema parcela subdividida, utilizando-se o programa estatístico SPSS 17. Para determinação de diferenças entre tratamentos, foi utilizado o teste Tukey à 5% de probabilidade.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Experimento 1

Foram identificados seis compostos voláteis (Tabela 16) nos frutos adstringentes 15 DAC, sendo eles: β -pineno, mirceno, *p*-cimeno, limoneno, γ -terpineno e isoterpinoleno, com redução no decorrer do armazenamento, identificados apenas os compostos *p*-cimeno, limoneno e γ -terpineno. Nos frutos em que houve a remoção da adstringência no 1º DAD ou 18 DAC foram encontrados 11 compostos voláteis (β -pineno, mirceno, *p*-cimeno, limoneno, γ -terpineno, terpinoleno, isoterpinoleno, δ -3-careno, heptanoato de etila, octanoato de metila e 2-canfanona). No entanto, com o decorrer do amadurecimento, apenas três dos 11 compostos encontrados no 1º DAD foram identificados nos frutos destanizados no 33º DAD (limoneno, γ -terpineno, δ -3-careno) e um novo composto (orto-cimeno). A perda de componentes voláteis no final do estudo no grupo dos frutos destanizados foi maior do que a perda ocorrida no grupo adstringente (73% e 50%, respectivamente), o que sugere que os frutos destanizados tiveram seu amadurecimento acelerado pelo álcool, corroborando com Itamura et al. (1997), citado por Antonioli et al. (2000), em que a remoção da adstringência com vapor de álcool acelerou a síntese de etileno. De acordo com Edagi e Kluge (2009), durante o processo de amadurecimento dos frutos, o etileno induz à formação de compostos responsáveis pelo aroma do fruto. Assim como no presente trabalho, Taira et al. (1996) também relataram maior detecção de voláteis totais em frutos de caquis após remoção da adstringência. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), na fase pós-colheita o aroma é alterado, mais comumente, pelo grau de maturação, a estação de colheita, a nutrição, o manuseio, o armazenamento e o amadurecimento artificial.

Não foram encontrados compostos fenólicos em ambos os grupos de caquis. A técnica utilizada no presente trabalho - microextração em fase sólida (MEFS), com fibra DVB/CAR/PDMS (divinilbenzeno/carboxen/polidimetilsiloxano) - deu-se em condições de captura de compostos voláteis, não sendo capaz de detectar compostos pesados como os taninos.

Tabela 16. Valores de coeficiente de variação (%) e área relativa (%) dos compostos voláteis em frutos de caqui cv. 'Mikado', submetidos ou não à remoção da adstringência após a colheita.

Compostos	Adstringentes				Destanizados			
	15 DAC		30 DAC		18 DAC		33 DAC	
	CV	AR	CV	AR	CV	AR	CV	AR
<i>Terpenos (hidrocarbonetos)</i>								
β-pineno	4,4	1,4	-	0	13,4	0,5	-	0
Mirceno	3,9	0,9	-	0	7,5	1,7	-	0
γ-terpineno		-	-	-	11,0	0,1	-	0
p-cimeno	2,4	1,5	0,2	1,2	9,4	2,6	-	0
Limoneno	6,7	90,0	0,1	93,8	8,7	81,3	4,1	96,3
Gama-terpineno	6,3	5,8	2,4	4,9	5,5	11,1	2,0	2,3
Terpinoleno	-	-	-	-	9,3	0,9	-	0
orto-cimeno	-	-	-	-	-	-	5,5	0,7
Isoterpinoleno	5,5	0,1	-	0	-	-	-	-
δ-3-careno	-	-	-	-	1,1	0,5	1,9	0,6
<i>Ésteres</i>								
Heptanoato de etila	-	-	-	-	7,8	0,3	-	0
Octanoato de metila	-	-	-	-	0,7	0,4	-	0
<i>Cetona terpênica</i>								
2-canfanona	-	-	-	-	0,03	0,1	-	0
TOTAL		100		100		99,8		99,9

DAC: Dias após colheita; AR: área relativa; CV: Coeficiente de variação

Quanto aos valores de área relativa, cujo cálculo foi baseado nas áreas obtidas para cada composto nas diferentes extrações, o limoneno, com aroma cítrico, foi o composto majoritário presente nos dois grupos (adstringentes e destanizados) e nos dois períodos de armazenamento, seguido do gama-terpineno, com nota aromática de gasolina. O aumento dos picos cromatográficos, antes e após a remoção da adstringência, pode ser observada na Figura 45. Taira et al. (1996), após remoção da adstringência com CO₂ em frutos de caqui 'Hiratanenashi', observaram maiores áreas de picos para os compostos decanal (aroma de casca de laranja e sabão) e 3-metil-butanol (aroma de uísque, malte, queimado).

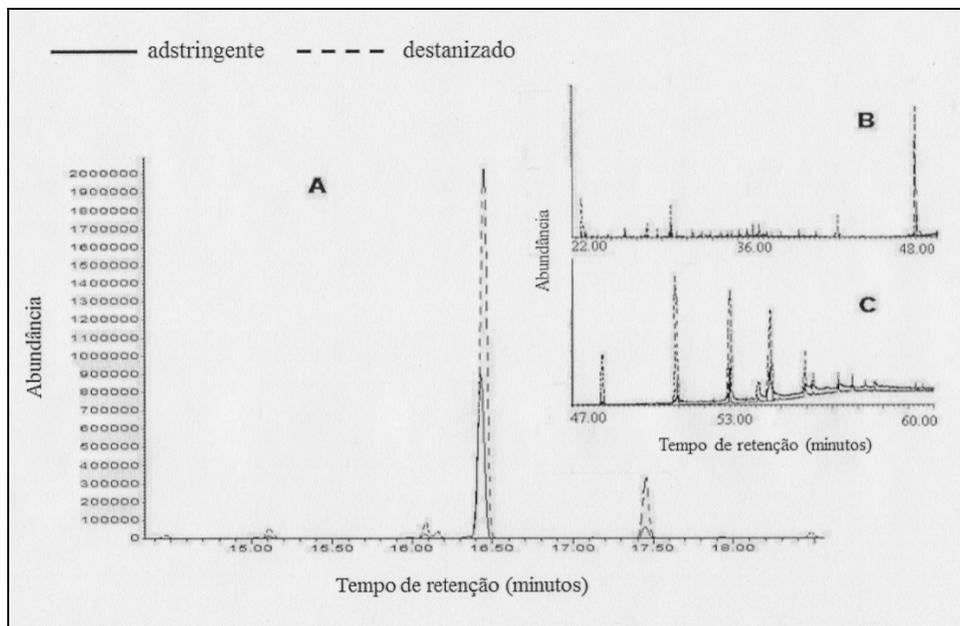


Figura 45. Cromatogramas sobrepostos de caqui 'Mikado' adstringentes (15 dias após colheita) e destanizados (1 dia após destanização) nos períodos de 14,00 min a 20,00 min (A), 22,00 min a 46,00 min (B) e 47,00 min a 61,00 min (C).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), os compostos voláteis presentes em frutas incluem substâncias químicas diversas, como os ésteres, lactonas, alcoóis, ácidos, aldeídos, cetonas, cetais, hidrocarbonetos e alguns fenóis, éteres e compostos oxigenados heterocíclicos. Os frutos de caqui 'Mikado' do presente trabalho apresentaram maior número de terpenos de aroma cítrico. Em três cultivares de manga originárias do Sirilanka, os terpenos também foram os principais voláteis encontrados (MacLEOD e PIERES, 1984). Taira et al. (1996) encontraram mais alcoóis, em três diferentes variedades de caquis.

Os valores de IRL experimentais (Tabela 17) encontram-se bem próximos dos valores observados na literatura. Os valores de coeficiente de variação (CV) encontrados no presente trabalho variaram de 0,03% a 13,40% (Tabela 15), estando abaixo do reportado na literatura em outras frutas, tais como em uva 'Baga', que variaram de 5% à 118% (COELHO et al., 2006) e em frutos de tomates cv. 'Delícia' (o tomate também é um fruto climatérico, assim como o caqui), em que os CV da altura dos picos variaram de 14% à 91% (BRAUSS et al., 1998).

Tabela 17. Índices de retenção linear e descrição do aroma dos compostos voláteis em frutos de caqui 'Mikado', submetidos ou não à remoção da adstringência após a colheita.

Compostos	Descrição do aroma	TR ^a	IRL ^b	IRL ^c
β-pineno	Resina pinheiro	14,5	959	980
Mirceno	Doce, plástico, balsâmico	15,1	972	991
γ-terpineno	gasolina	15,9	988	1018
<i>p</i> -cimeno	Solvente, gasolina, citrus	16,1	990	1026
Limoneno	Limão, laranja	16,5	997	1031
Gama-terpineno	Citrus, herbáceo	17,5	1011	1062
Terpinoleno	Plástico, petróleo	18,5	1025	1088
orto-cimeno	-	16,8	1004	1022
Isoterpinoleno	-	15,8	988	1018
□-3-careno	Citrus ^d	18,7	1028	1011
Heptanoato de etila	Frutal, doce	18,6	1027	1095
Octanoato de metila	Laranja	19,5	1039	1195
2-canfanona	-	19,8	1042	1093

^a Tempo de retenção do analito; ^b Índice de retenção experimental

^c Índice de retenção exibido pelos compostos em coluna capilar DB5 (5% fenildimetilsiloxano) segundo Adams (2007) e <http://www.odour.org.uk/lriindex.html>

^d <http://www.thegoodscentscompany.com/data/rw1014471.html>

4.3.2 Experimento 2

As análises dos extratos obtidos por ELL, SPE e MEFS, realizados por CG-qEM, mostraram a coluna DB1 (polidimetilsiloxano) como mais eficiente na separação dos compostos voláteis de caqui e permitiu visualizar um total de 31 componentes (10 ésteres, 6 cetonas, 5 terpenos, 4 aldeídos, 3 alcoóis/fenóis, 3 ácidos, contra apenas 5 componentes na DBWax (3 ésteres, 1 cetona e 1 aldeído, dados não apresentados). A literatura cita os mesmos grupos químicos encontrados em outras frutas com a coluna DB1, como ésteres, álcoois, ácidos, aldeídos, cetonas e fenóis em banana (NASCIMENTO JUNIOR et al., 2008; SHIOTA, 1993), álcoois monoterpênicos, aldeídos, ácidos e ésteres em manga (LOPES et al., 1999; ADEDEJI et al., 1992), ésteres, terpenos, aldeídos, cetonas, ácidos e álcoois em acerola (PINO e MARBOT, 2001), ésteres e álcoois em maçã (YOUNG et al., 1996), hidrocarbonetos, álcoois, ésteres, aldeídos e cetonas em abacaxi (BINDER e FLATH, 1989), corroborando com o resultado obtido no presente estudo. Além dos 31 compostos voláteis na DB1, dois compostos não naturais também foram detectados e identificados.

Quanto às diferentes técnicas de extração, observou-se que a EFS Florisil foi a que resultou no maior número de compostos voláteis identificados (18 compostos), alguns

possivelmente responsáveis pelos aromas característicos do caqui, entre os quais os monoterpenos γ -terpineno, limoneno, citronelal, propionato de linalila, os aldeídos nonanal, decanal e benzaldeído, os ésteres acetato de etila, benzoato de etila e 4-etoxi-benzoato de etila, além das cetonas acetofenona, 4-hidroxi-4-metil-2-pentanona e 4-metil-2-heptanona (Tabela 18), já observados anteriormente em outras frutas (GARCIA et al., 2012; BICCAS et al., 2011; CHEONG et al., 2011; ACOSTA et al., 2009; CANUTO et al., 2009; WANG et al., 2009; DHARMAWAN et al., 2007; BEAULIEU e GRIMM, 2001; BINDER e FLATH, 1989; TAIRA et al., 1996). O 2,6-di-*t*-butil-*p*-benzoquinona trata-se de um composto que pode ser utilizado na agricultura como agente de tratamento para melhorar germinação, sanidade e o rendimento do vegetal (http://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_EN_CB8247272.htm).

Segundo Wang et al (2012) em caquis ‘Triumph’, percebe-se o odor de pêssego fresco, com um toque de laranja, doce, amadeirado, floral, verde e batata. À princípio, os monoterpenos podem ser associados aos aromas cítrico, verde e floral, juntamente ao frutado usualmente observado no odor de ésteres (<http://www.flavornet.org/>). Os autores encontraram 50 compostos voláteis e realizaram estudos de olfatométrica. No entanto, foi empregada a técnica de hidrodestilação à polpa, que devido ao emprego de alta temperatura e prolongado tempo de extração, pode causar modificações químicas dos componentes, gerar artefatos e até mesmo a perda de moléculas mais voláteis (FERHAT et al., 2007; BABU e KAUL, 2007). A extração por ELL privilegiou constituintes menos voláteis, como os ácidos graxos de 12, 14 e 16 carbonos, comuns em frutas, enquanto a MEFS permitiu caracterizar constituintes de classes variadas em menor proporção, entre os quais o óxido de selina-1,3,7 (11)-trien-8-ona, comumente encontrado na pitanga (COSTA et al., 2009), além do anidrido ftálico, um importante produto químico industrial utilizado na produção de plastificantes e como potencial agente antibacteriano (http://www.chemicalbook.com/ProductChemicalPropertiesCB7414905_EN.htm).

Os compostos identificados pelo CG-qEM e confirmados pelo índice de retenção linear (IRL), com suas respectivas áreas relativas (A_r) e os respectivos coeficientes de variação (CV), estão apresentados na Tabela 18. Os valores de CV encontrados variaram de 0,17% à 19,40%, o que está de acordo com trabalhos anteriores realizados, por exemplo, em tomates, em que o CV variou de 3% a 27,93% (BOUKOBZA et al., 2001). Coelho et al. (2006) sugerem que variações nos valores de CV devem-se à variabilidade natural e intrínseca do fruto, diferenças nos estágios de amadurecimento e, não tanto à metodologia analítica.

Foi possível observar que o caqui ‘Fuyu’ apresenta poucos compostos voláteis em relação a outras frutas, como o morango (DU et al., 2010; MENAGER et al., 2004), kiwi (MOTA et al., 2012), maçã (YOUNG et al., 1996) e a manga (CANUTO et al., 2009). Em um estudo realizado anteriormente por nosso grupo, Martineli et al. (2013) identificaram 15 compostos voláteis em caquis ‘Mikado’, utilizando a técnica de MEFS, corroborando com o presente estudo. Besada et al. (2013) encontraram, em 12 variedades de caquis oriundos do Japão, Itália e Espanha, um somatório de 67 compostos voláteis, por MEFS, numa tentativa de associação entre caquis com diferentes graus de adstringência, tratamentos para controle da mesma e a natureza dos voláteis observados. Dentre estes, decanal, geranil acetona, acetofenona, ácido dodecanóico e benzil álcool foram os constituintes em comum com os caquis ‘Fuyu’ do presente estudo. Possíveis explicações para a variação dos compostos voláteis em diferentes caquis podem se dever, segundo Mattheis e Fellman (1999), a influência da cultivar, maturidade do fruto no momento da colheita e aspectos edafoclimáticos, determinantes no aroma e sabor de frutas e vegetais em geral. Chitarra e Chitarra (2005) reforçam que o grau de maturação e a estação da colheita influenciam a composição aromática dos frutos na fase pós-colheita. Horvart et al. (1991) encontraram tanto em variedades de caquis adstringentes como não adstringentes, o acetato de bornila (aroma pinho, balsâmico) como composto majoritário, também observado no presente estudo.

Tabela 18. Relação dos compostos identificados em caquis ‘Fuyu’ nas coluna DB1 pelas técnicas de ELL, EFS e MEFS, e suas respectivas áreas relativas (Ar) e coeficientes de variação (CV), em porcentagem (%).

Nº	Composto ^c	IRL		ELL		EFS Florisil		EFS tC18		MEFS _{vermelha}		MEFS _{cinza}	
		Exp	Lit [*]	Ar ^a	(CV) ^b	Ar ^a	(CV) ^b	Ar ^a	(CV) ^b	Ar ^a	(CV) ^b	Ar ^a	(CV) ^b
1	4-hidroxi-4-metil-2-pentanona	830	811	-	-	0,9	(15,63)	-	-	-	-	-	-
2	4-metil-2-heptanona	921	918	-	-	0,2	(2,31)	-	-	-	-	-	-
3	benzaldeído	927	941	-	-	0,2	(1,73)	-	-	-	-	-	-
4	álcool benzílico	1006	1004	-	-	0,1	(10,61)	-	-	-	-	-	-
5	limoneno	1011	1020	10,0	(3,98)	0,6	(0,61)	96,8	(2,19)	-	-	5,4	(22,64)
6	2-etil-hexanol	1014	1016	-	-	2,1	(7,31)	-	-	-	-	-	-
7	γ-terpineno	1025	1046	-	-	0,1	(0,96)	-	-	-	-	-	-
8	acetofenona	1032	1031	-	-	0,1	(0,17)	-	-	-	-	-	-
9	nonanal	1042	1089	-	-	0,2	(4,43)	-	-	-	-	24,9	(0,27)
10	α-terpinoleno	1080	1082	-	-	-	-	-	-	2,6	(2,70)	-	-
11	α-etilbenzil álcool	1123	1147	-	-	0,6	(11,10)	-	-	-	-	-	-
12	acetato de benzila	1132	1134	-	-	0,6	(11,58)	-	-	-	-	-	-
13	benzoato de etila	1143	1150	-	-	1,4	(15,71)	-	-	-	-	-	-
14	propionato de linalila	1170	1173	-	-	3,6	(0,45)	-	-	-	-	-	-
15	citronelal	1178	1129	-	-	0,1	(17,59)	-	-	-	-	-	-
16	decanal	1183	1180	-	-	0,1	(5,68)	-	-	21,1	(4,21)	22,3	(5,46)
17	acetato de octila	1186	1188	-	-	-	-	-	-	-	-	35,9	(4,40)
18	nonanoato de metila	1202	1208	-	-	-	-	-	-	-	-	5,2	(5,80)
19	anidrido ftálico	1255	-	-	-	-	-	-	-	4,0	(0,05)	2,1	(8,25)
20	acetato de bornila	1273	1262	-	-	3,4	(19,40)	-	-	-	-	-	-
21	decanoato de metila	1309	1300	-	-	-	-	-	-	-	-	2,1	(10,60)
22	acetato de citronila	1337	1337	-	-	-	-	-	-	3,1	(8,23)	-	-
23	α-copaeno	1381	1379	-	-	-	-	-	-	1,6	(43,28)	-	-
24	β-elememo	1393	1389	-	-	-	-	-	-	6,3	(1,09)	-	-
25	geranil acetona	1429	1412	-	-	-	-	-	-	13,9	(0,09)	-	-
26	2,6-di-t-butil-p-	1448	1460	-	-	24,8	(18,90)	-	-	12,3	(5,42)	-	-

27	benzoquinona 4-etoxi-benzoato de etila	1490	1494	-	-	60,6	(7,53)	3,2	(6,69)	-	-	-	-
28	ácido dodecanóico	1534	1557	7,8	(22,82)	-	-	-	-	-	-	-	-
29	selina-1,3,7(11)-trien-8-ona	1613	1616	-	-	-	-	-	-	13,0	(6,77)	1,7	(3,28)
30	óxido de selina-1,3,7(11)trien-8-ona	1720	1725	-	-	-	-	-	-	6,4	(14,44)	-	-
31	ácido tetradecanóico	1732	1748	53,5	(11,68)	-	-	-	-	-	-	-	-
32	hexadecanoato de metila	1912	1901	-	-	-	-	-	-	15,3	(10,59)	-	-
33	ácido hexadecanóico	1947	1951	28,5	(4,21)	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL				99,8		99,5		100		99,6		99,6	

*Terpenois Library List - http://massfinder.com/wiki/Terpenoids_Library_List;

ELL – Extração liquid-líquido, EFS – Extração em fase sólida – cartuchos fases tC18 (não polar) e Florisil (polar), MEFS – Microextração em fase sólida; ^a Área relativa em % de cada composto químico; ^b Coeficiente de variação em % de cada composto químico obtido pela fórmula $CV = (s/x_m) \times 100$; ^c Identificação dos compostos voláteis do caqui (em torno de 80 % dos picos totais) com 70 % confiabilidade com a biblioteca do CG-EM e confirmado com espectros de massas da literatura.

Devido aos melhores resultados dos voláteis de caquis ‘Fuyu’ terem sido obtidos com o emprego de EFS Florisil, esta técnica foi em seguida aplicada a dez amostras comerciais de caquis ‘Fuyu’ adquiridos em mercados da cidade do Rio de Janeiro, durante a safra no ano de 2013, e os valores de área relativa e coeficiente de variação destes voláteis estão apresentados na Tabela 19. Observa-se que boa parte dos compostos anteriormente observados foi novamente identificada nos caquis comerciais da nova safra de 2013, mostrando a eficiência do método EFS Florisil para a análise dos compostos voláteis em frutos de caqui.

Destaca-se que o limoneno, nonanal e decanal, com aromas descritos como cítrico, floral, doce (<http://www.flavornet.org/>) e o 4-hidroxi-4-metil-2-pentanona estão presentes em todas as amostras analisadas, enquanto a 4-metil-2-heptanona foi detectada apenas na amostra F10. O limoneno também foi reportado na literatura em diferentes cultivares de manga e caquis adstringentes e não-adstringentes (MARTINELLI et al., 2103; PINO e MESA, 2006; FRANCO et al., 2004), decanal e nonanal em diferentes variedades de manga (PINO e MESA, 2006), amoras pretas (GEORGILOPOULOS e GALLOIS, 1987) e uva (SCHREIER et al., 1976), além do 4-hidróxi-4-metil-2-pentanona, identificado em frutos de graviola e gabioba (CHEONG et al., 2011; VALLILO et al., 2006, repectivamente). Taira et al. (1996) não identificaram esses compostos voláteis em três cultivares de caqui japoneses (‘Hiratanenashi’, ‘Yokono’ e ‘Atago’). No entanto, o 2-etil-hexanol, com aroma doce e floral (<http://www.flavornet.org/>), reportado em todas as amostras por esses autores, foi detectado em 90% das amostras comerciais do presente estudo. Nota-se, também, a presença do composto 2,6-di-t-butil-p-benzoquinona, proveniente de práticas agrícolas, presente em oito das dez amostras comerciais.

Tabela 19. Área relativa (%) dos compostos voláteis extraídos de 10 caquis ‘Fuyu’ comerciais adquiridos em supermercados da cidade do Rio de Janeiro, durante a safra 2013.

Compostos ^c	Caquis									
	F1		F2		F3		F4		F5	
	Ar ^a	(CV) ^b								
4-hidroxi-4-metil-2-pentanona	37,8	(17,24)	60,9	(15,18)	36,3	(13,06)	57,8	(12,58)	69,8	(4,24)
4-metil-2-heptanona	ND	-								
benzaldeído	2,6	(9,83)	2,1	(13,33)	ND	-	1,1	(19,03)	1,3	(16,92)
álcool benzílico	0,5	(11,34)	1,1	(1,33)	1,1	(18,85)	0,5	(3,84)	0,4	(11,73)
limoneno	5,8	(3,86)	4,5	(19,98)	1,0	(4,54)	2,3	(13,34)	3,1	(13,96)
2-etil-hexanol	1,6	(10,64)	0,9	(17,42)	0,1	(10,54)	0,5	(15,89)	0,5	(4,69)
γ- terpineno	0,6	(3,74)	0,5	(1,14)	0,1	(30,30)	ND	-	ND	-
acetofenona	2,8	(3,87)	ND	-	0,4	(13,40)	0,5	(36,36)	0,7	(21,77)
nonanal	4,5	(8,43)	4,1	(17,93)	31,4	(9,27)	7,5	(3,00)	1,8	(11,28)
α-etilbenzil álcool	3,2	(9,55)	ND	-	1,3	(26,45)	ND	-	ND	-
acetato de benzila	ND	-	ND	-	0,4	(24,85)	ND	-	ND	-
benzoato de etila	0,7	(34,10)	1,1	(34,53)	0,2	(26,76)	0,2	(21,15)	0,4	(18,24)
propionato de linalila	1,2	(20,66)	ND	-	ND	-	ND	-	ND	-
citronelal	13,7	(21,86)	4,5	(14,27)	3,4	(41,41)	5,2	(27,26)	0,5	(14,01)
decanal	4,0	(3,54)	4,5	(5,21)	2,2	(11,92)	2,7	(19,22)	2,3	(5,57)
acetato de bornila	1,3	(34,11)	ND	-	ND	-	ND	-	1,15	(6,86)
4-etoxi etilbenzoato	9,8	(9,64)	6,9	(42,75)	13,8	(26,01)	10,3	(24,89)	5,5	(16,17)
2,6-di-t-butil-p-benzoquinona	9,6	(17,80)	8,8	(11,78)	7,9	(28,20)	11,2	(9,77)	11,3	(13,91)
TOTAL	95,2		99,9		99,6		99,8		98,7	
	F6		F7		F8		F9		F10	
4-hidroxi-4-metil-2-pentanona	45,2	(9,22)	18,1	(5,61)	21,2	(6,03)	28,0	(13,03)	16,3	(18,79)
4-metil-2-heptanona	ND	-	ND	-	ND	-	ND	-	6,8	(4,04)

benzaldeído	ND	-	3,0	(10,16)	2,0	(24,35)	1,0	(16,51)	2,5	(26,77)
álcool benzílico	0,4	(21,27)	4,5	(11,89)	1,1	(29,15)	1,8	(11,49)	ND	-
limoneno	11,2	(6,26)	1,9	(5,94)	4,1	(23,69)	3,9	(1,60)	2,1	(30,84)
2-etil-hexanol	1,0	(36,33)	ND	-	1,4	(22,24)	1,4	(8,05)	0,2	(32,33)
γ- terpineno	1,2	(29,36)	0,6	(19,82)	ND	-	1,8	(23,73)	0,3	(24,73)
acetofenona	0,6	(24,93)	1,6	(24,33)	2,1	(16,33)	2,8	(6,78)	ND	-
nonanal	4,2	(8,98)	8,9	(4,78)	2,6	(23,52)	6,3	(1,95)	38,6	(7,33)
α-etilbenzil álcool	1,3	(20,74)	2,6	(17,84)	ND	-	3,8	(6,01)	ND	-
acetato de benzila	0,5	(32,41)	ND	-	ND	-	ND	-	ND	-
benzoato de etila	ND	-	0,6	(21,29)	1,1	(30,58)	ND	-	ND	-
propionato de linalina	ND	-	ND	-	2,9	(37,52)	0,7	(17,42)	1,7	(22,16)
citronelal	ND	-	ND	-	ND	-	8,5	(1,15)	ND	-
decanal	19,9	(5,68)	20,2	(5,93)	8,4	(4,75)	5,2	(5,40)	7,0	(11,04)
acetato de bornila	ND	-	ND	-	ND	-	ND	-	2,8	(23,29)
4-etoxi etilbenzoato	ND	-	ND	-	32,3	(9,82)	34,4	(22,74)	21,5	(27,84)
2,6-di-t-butil-p-benzoquinona	14,1	(33,93)	37,4	(16,04)	20,4	(32,39)	ND	-	ND	-
TOTAL	99,6		99,4		99,6		99,6		99,8	

ND: não detectado

^a Área relativa em % de cada composto químico; ^b Coeficiente de variação em % de cada composto químico obtido pela fórmula $CV = (s/x_m) \times 100$

^c Identificação dos compostos voláteis do caqui (em torno de 80 % dos picos totais) com 70 % confiabilidade com a biblioteca do CG-EM e confirmado com espectros de massas da literatura.

4.3.3 Experimentos 3 e 4

A produção total de compostos voláteis não diferiu entre os frutos de caqui da variedade Mikado e o comportamento. A Figura 46A apresenta o comportamento dos compostos no decorrer do período experimental, com variação entre os frutos das diferentes embalagens.

Os compostos identificados nos frutos de caqui ‘Mikado’ ao longo do armazenamento foram: tolueno, decanal, nonanal, 4-hidroxi-4-metil-2-pentanona, limoneno, 3-metil-pentadecano, 3,7,11-trimetil-1-dodecanol, hexadecanoato de metila e os hidrocarbonetos C₁₄ à C₂₀ (tetradecano, pentadecano, hexadecano, heptadecano, octadecano, nonadecano e eicosano).

Nos frutos da variedade Rama-Forte, os frutos das diferentes embalagens não diferiram entre as embalagens, quanto à produção total de compostos voláteis. Observa-se, na Figura 46B, declínio nos frutos de todas as embalagens, com o avanço do amadurecimento. Nota-se, que esse comportamento seguiu um padrão semelhante ao da respiração (Figura 32), onde a concentração de CO₂ liberado pelos frutos apresentou tendência a um declínio ao longo do armazenamento. Em algumas frutas, como a banana, ocorre a produção de substâncias voláteis importantes para o aroma, durante o amadurecimento (NASCIMENTO JUNIOR et al., 2008). No entanto, assim como no presente estudo com caquis, maçãs após atingiram o climatério máximo apresentaram um declínio na emanação de voláteis (SONG e BANGERTH, 1996), assim como em abacates, em que a maioria dos compostos voláteis diminuiu ou mantiveram-se em quantidades inalteradas (OBENLAND et al., 2012).

Os compostos identificados nos frutos de caqui ‘Rama-Forte’ ao longo do armazenamento foram: tolueno, decanal nonanal, 4-hidroxi-4-metil-2-pentanona, limoneno, álcool benzílico, 1,4-dimetil, 2-etil benzeno, benzoato de etila, propionato de linalina, 9-metil nonadecano, 7-metil-tridecano, 2,6-dimetil decano, 2,6-di-t-butil-p-benzoquinona, 2-hexil octan-1-ol, octadecan-1-ol, 2-hexil decan-1-ol, eicosanol, 3,7,11-trimetil-dodecanol, hexadecanoato de metila, citronelol, 9-hexadecenato de eicosila e os hidrocarbonetos tetradecano, pentadecano, hexadecano, heptadecano, octadecano, nonadecano e eicosano.

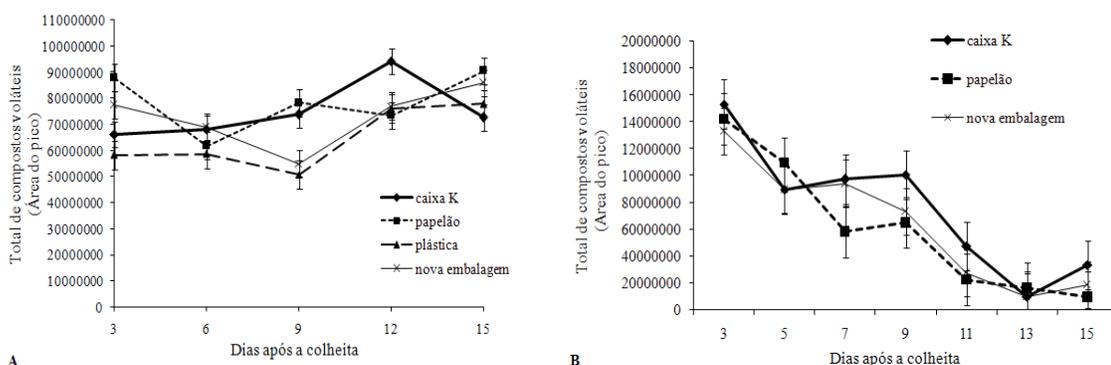


Figura 46. Produção Total de compostos voláteis em frutos de caqui 'Mikado' (A) e 'Rama-Forte' (B), transportados em diferentes embalagens.

Os compostos voláteis apresentados nas Figuras 47 e 48 tratam-se dos compostos identificados durante todo o período experimental nos frutos das variedades Mikado e Rama-Forte, respectivamente. Os compostos são: 4-hidroxi-4-metil-2-pentanona (cetona), decanal e nonanal (aldeídos), limoneno (monoterpeno), 3,7,11-trimetil,1-dodecanol (álcool) e os hidrocarbonetos C_{14} à C_{20} . Estes compostos apresentam considerável relevância para o estudo pós-colheita de frutas, por serem, durante o amadurecimento, importantes substâncias voláteis produzidas que contribuem para o aroma, como ésteres, álcoois, aldeídos, cetonas, aminas e fenóis (NASCIMENTO JUNIOR et al., 2008; CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Em relação aos hidrocarbonetos, não houve diferença tanto nos frutos 'Mikado' quanto nos 'Rama-Forte'. Observa-se, pela Figura 47A, um comportamento diferenciado no 12º dia nos hidrocarbonetos de cadeia C_{14} à C_{20} nos caquis da caixa K e plástica, em relação aos da caixa papelão e nova embalagem. Já, nos caquis 'Rama-Forte' (Figura 48A), os hidrocarbonetos diminuíram ao longo do armazenamento. De acordo com Schiavo et al., (2007) e Nierop (1998), os *n*-alcanos com maior número de C na estrutura são frequentemente observados em tecidos de plantas. Jacques (2012), Moreno et al., (2012) e Beaulieu e Grimm (2001) relataram a presença dos hidrocarbonetos tetradecano, pentadecano, hexadecano, heptadecano, octadecano, nonadecano e eicosano, em amora preta, pimentão e melão, respectivamente. Li et al., (2007) trabalhando com bagas de uva, relataram que os alcanos foram um dos principais constituintes voláteis. Taira et al. (1996) também identificaram os hidrocarbonetos nonadecano e eicosano em caquis 'Hiratenanashi', corroborando com o presente estudo.

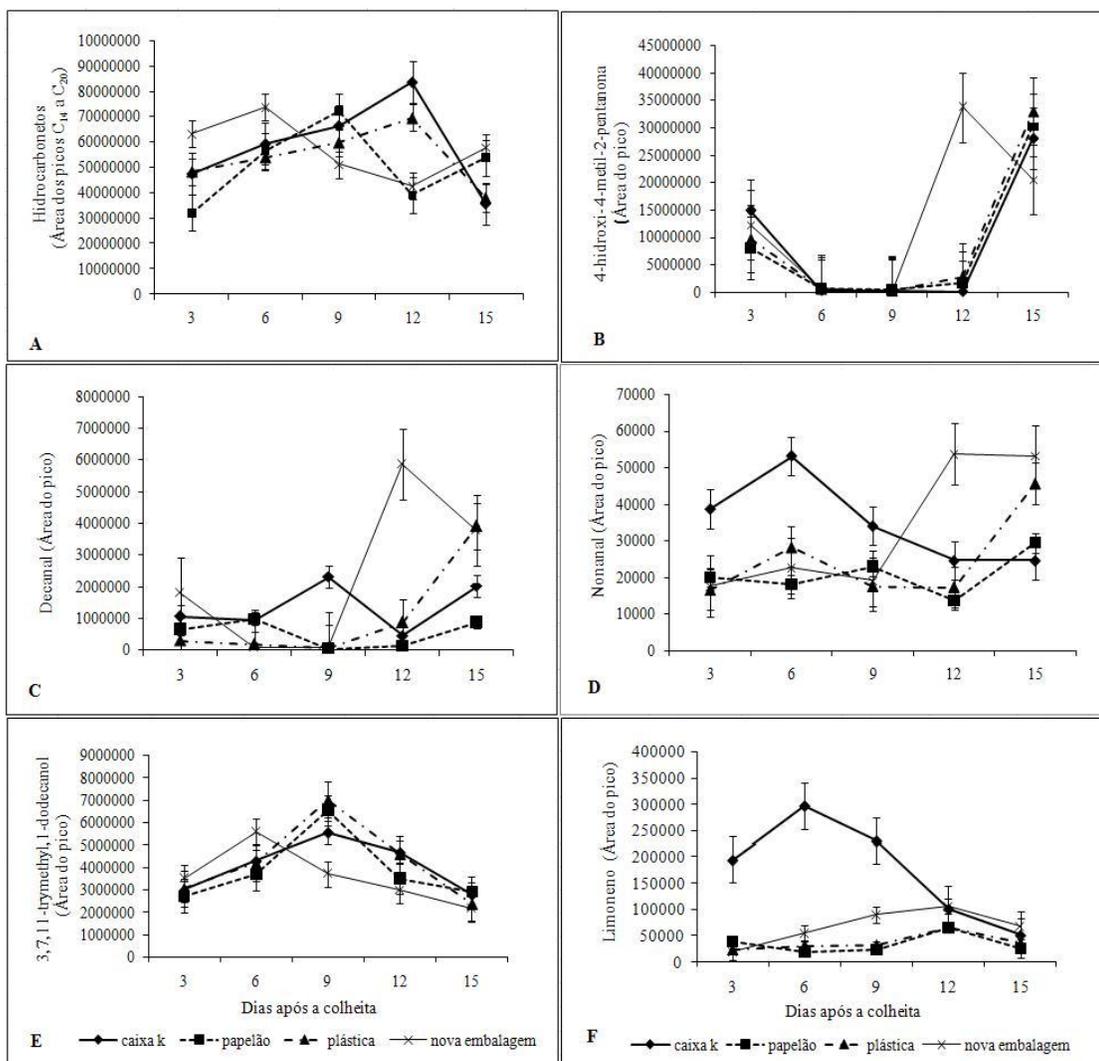


Figura 47. Compostos voláteis em frutos de caqui ‘Mikado’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%. A) hidrocarbonetos; B) 4-hidroxi-4-metil-2-pentanona; C) decanal; D) nonanal; E) 3,7, 11-trimetil-dodecanol e F) limoneno.

Quanto ao composto 4-hidroxi-4-metil-2-pentanona, os frutos de ambas as variedades também não apresentaram diferenças significativas quanto ao conteúdo deste composto. Nos caquis ‘Mikado’, houve um aumento nos frutos de todas as embalagens, no entanto, este aumento ocorreu de forma antecipada nos frutos da nova embalagem (12^a DAC) e no 15^a DAC nos demais frutos (Figura 47B). Na variedade Rama-Forte, no 12^oDAC houve um pico na emissão deste composto pelos frutos de ambas as embalagens, notadamente, nos transportados na caixa K. No final do armazenamento, foi observado uma tendência à queda nos frutos transportados em todas as embalagens (Figura 48B). Mc Gorrin (2010) cita que o 4-hidroxi-4-metil-2-pentanona é um intermediário para formação do composto 4-mercapto-4-metil-2-pentanona, um característico aromatizante em chá verde japonês e vinhos. Apesar de

descrito na literatura em vinhos, geléia de morango, frutos de gabioba e kiwi (GARCIA et al., 2012; COMMUZO et al., 2006; VALLILO et al., 2006; BARREN e ETIÉVANT, 1990), não há descrição do aroma para este composto. Com base em um levantamento sensorial realizado com uma equipe de dez provadores não treinados, o odor do 4-hidroxi-4-metil-2-pentanona (SIGMA-ALDRICH, CAS 123-42-2, Código 101306850, 99% pureza) foi descrito como semelhante a acetona, agradável, floral, doce e esmalte.

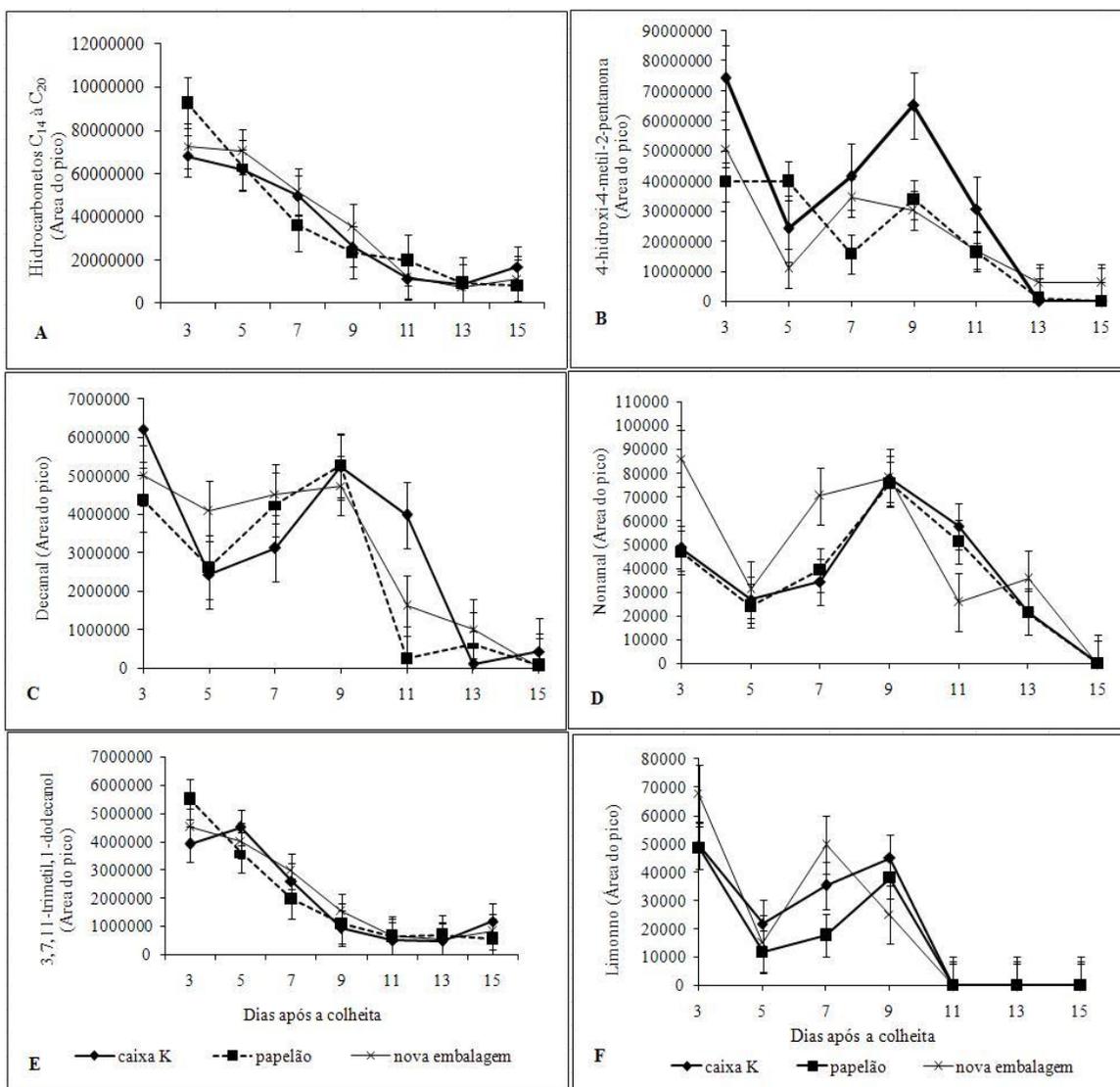


Figura 48. Produção Total de compostos voláteis em frutos de caqui 'Rama-Forte', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%. A) hidrocarbonetos; B) 4-hidroxi-4-metil-2-pentanona; C) decanal; D) nonanal; E) 3,7, 11-trimetil- dodecanol e F) limoneno.

Em relação ao decanal, não houve diferença significativa entre os frutos das diferentes embalagens e variedades de caqui. Observa-se, na Figura 47C, aumento na emissão deste composto no 12º DAC nos frutos da nova embalagem, o que não ocorreu com os frutos transportados nas demais embalagens, que só apresentaram um pequeno aumento no final do período experimental. Nos frutos ‘Rama-Forte’, todos os frutos apresentaram um pequeno declínio entre o 3º e 5º DAC, aumentando até o 9ºDAC, vindo, posteriormente, a declinar no final do armazenamento (Figura 48C).

O nonanal, assim como ocorrido com o decanal, não diferiu significativamente quanto ao seu conteúdo nos frutos acondicionados nas diferentes embalagens, em ambas as variedades estudadas. De acordo com a Figura 47D, nos frutos ‘Mikado’, os frutos transportados na caixa K a emissão deste aldeído ocorreu de forma diferenciada dos frutos das demais embalagens, com aumento até o 6ºDAC, vindo a declinar no decorrer do armazenamento, diferentemente dos frutos das demais embalagens, que apresentaram um aumento a partir do 9ºDAC (frutos da nova embalagem) e 12ª DAC (frutos das caixas papelão e plástica). Já, nos frutos ‘Rama-Forte’, a emissão deste aldeído foi semelhante ao decanal (Figura 48D).

Segundo Difilipe et al. (2005) a acil-CoenzimaA (AcilCoA) é reduzida pela AcilCoA redutase para aldeídos, os quais, por sua vez, são reduzidos à álcoois pela enzima álcool desidrogenase (ADH), que são convertidos a ésteres via ação da enzima álcool aciltransferase. Do mesmo modo, Dixon e Hewett (2000) citam que a conversão de aldeídos à álcoois se dá por meio da ADH, que catalisa a oxidação de álcoois e redução de aldeídos com NAD e NADH como co-factores, além disso, para Flores et al. (2002) a redução do aldeídos parece ser essencialmente dependente de etileno. Ainda, Santos (2012) relata que os aldeídos, regularmente, são subprodutos do processo de fermentação, apresentando um papel importante no aroma característico das bebidas e alimentos fermentados. Já Obenland et al. (2012) citam que os aldeídos são produtos de degradação dos lipídeos. Estes dois aldeídos foram relatados na literatura em tomate, maçãs, folhas e frutos de oliva (CENTENO e NEVES, 2009; FLAMINI et al., 2003; MATTEIS et al., 1991). Em framboesas vermelhas, o decanal e nonanal apresentaram um aumento na transição de frutos verdes para frutos rosados, vindo a decair com o avanço do amadurecimento, quando os frutos apresentaram a cor característica vermelha (ROBERTSON et al., 1995). Já, em abacates colhidos em diferentes meses, o nonanal foi detectado em maiores quantidades nos frutos das colheitas mais tardias. Ainda, de acordo com os autores, este composto, com aroma de citrus e de gordura, podem mudar o aroma de abacates durante a maturação. Em cerejas, a concentração destes compostos variou após 7 dias de colhidas (MATTEIS et al., 1992). O decanal e nonanal,

ainda, com odor de casca de laranja e cítrico (<http://www.flavornet.org/flavornet.html>) são um dos principais aldeídos presentes na constituição volátil em cascas e folhas de laranja, em mandarins e limão (DARJAZI, 2014; DARJAZI, 2014; MACLEOD et al., 1988).

Quanto ao composto 3,7,11-trimetil,1-dodecanol, nos frutos de caqui 'Mikado' e 'Rama-Forte' não foi observado diferenças significativas entre os frutos transportados nas diferentes embalagens. Nos frutos 'Mikado', houve um aumento na emissão deste composto aos 6 DAC nos frutos transportados na nova embalagem e no 9ºDAC nos frutos das demais embalagens, com tendência à um declínio no final do período experimental (Figura 47E). Nos frutos da variedade Rama-Forte, como mostra a Figura 48E, o conteúdo deste composto diminuiu no decorrer do armazenamento dos frutos, atingindo valores mínimos no 13º dia. Segundo Flores et al. (2002) a última etapa de acetilação do álcool tem componentes dependentes e independentes do etileno, provavelmente correspondendo a diferentes reguladores da álcool acetiltransferase. Li et al. (2007) analisando bagas de uva colhidas no momento da "veraison" (início do amadurecimento das bagas) e aos 5, 21 e 24 dias depois deste evento, observaram a presença deste composto apenas no veraison. A literatura cita a presença de 3,7,11-trimetil,1-dodecanol em folhas de orquídeas perfumadas, e folhas de plantas da família Lamiaceae (JULSRIGIVAL et al., 2013; SILVA e CÂMARA, 2013).

O limoneno, um monoterpene com odor cítrico (<http://www.flavornet.org/flavornet.html>), não apresentou diferenças significativas em seu conteúdo, nos frutos de caquis 'Mikado' das diferentes embalagens e como observado na Figura 47F, o teor de limoneno nos frutos da caixa K apresentou um aumento até o 6º dia, com posterior declínio até o final do período experimental. Nos frutos das embalagens papelão e plástica um pequeno aumento no 12º dia e, na nova embalagem, conteúdo aumentado até o 12º dia, declinando na última época avaliada. O conteúdo de limoneno nos frutos da variedade Rama-Forte, como mostra a Figura 48F, apresentou um decréscimo na emissão deste composto entre o 3º e 5º dia após a colheita, vindo a aumentar no 7º dia (frutos da nova embalagem) e no 9º dia nos frutos das caixas K e papelão. No 11º dia após a colheita, o limoneno não foi mais identificado nos frutos de ambas as embalagens. O conteúdo de limoneno aumentou com o avanço do amadurecimento em mangas e variou em abacates colhidos em diferentes meses (OBENLAND et al., 2012; CANUTO et al., 2009). Em um trabalho também com mangas, Lalel et al, (2003) relataram que a produção da maioria dos terpenos durante o amadurecimento da manga 'Kensington Pride' foi paralela com a produção de etileno. No presente estudo, a ausência do limoneno no 11º, 13º e 15º dias após a colheita

nos frutos de caqui 'Rama-Forte', pode estar relacionada com a queda dos níveis de CO₂ apresentados na Figura 32.

4.4 CONCLUSÕES

Experimento 1

Com base nas condições experimentais do presente trabalho, observou-se diferenças na composição volátil de frutos de caqui cv. Mikado adstringentes e destanizados, com perdas de componentes em ambas as amostras durante o período de armazenamento. A remoção da adstringência com exposição ao álcool promoveu aumento dos voláteis no 1º dia após a destanização. Os compostos voláteis de caqui 'Mikado' são representados, majoritariamente, por hidrocarbonetos terpênicos, seguidos de ésteres de cadeia linear.

Estes resultados foram publicados na Revista Ciência Rural (APÊNDICE R).

Experimento 2

- O presente trabalho mostrou-se relevante, dando continuidade a estudos anteriores realizados por nosso grupo de pesquisas acerca de compostos voláteis em caquis cultivados no Brasil.

- A técnica EFS Florisil mostrou-se eficiente na extração de compostos voláteis como ésteres, cetonas, terpenos, aldeídos e álcoois, em frutos de caquis 'Fuyu'. Esta técnica de extração, ainda, foi aplicada em 10 amostras de caquis comerciais no qual os compostos 4-hidroxi-4-metil-2-pentanona, limoneno, nonanal e decanal foram detectados em todas as amostras analisadas.

- Os resultados deste estudo foram submetidos à publicação na Revista Brasileira de Fruticultura e estão em processo de avaliação dos revisores (APÊNDICE S).

Experimentos 3 e 4

- As diferentes embalagens não interferiram na produção total de compostos voláteis nos frutos de caqui 'Mikado' e 'Rama-Forte';

- Houve redução na quantidade de compostos voláteis totais com o avanço do amadurecimento nos frutos de caqui 'Rama-Forte'.

5. QUALIDADE SENSORIAL DOS FRUTOS DE CAQUI 'RAMA-FORTE' DURANTE SUA VIDA ÚTIL

5.1 INTRODUÇÃO

O comércio internacional de frutas frescas movimenta anualmente cerca de 40 milhões de toneladas (OLIVEIRA et al., 2014). O caqui (*Diospyros kaki*, L), um fruto climatérico, perecível e com um potencial pós-colheita relativamente curto (em torno de 15 a 30 dias sob refrigeração) (PINTO, 2010) e que apresentou produtividade, em 2012, de 158.241 mil toneladas (IBGE, 2014).

A cada ano, a exigência por frutas de qualidade cresce no mercado consumidor (FRANCILINO et al., 2014) e o seu comportamento no momento da compra tem apresentado, ao longo do tempo, objeto de estudos e pesquisas, a fim de se obter respostas sobre quais os motivos que o consumidor leva em consideração ao escolher um determinado produto (DE ABREU PINHEIRO et al., 2011). Os atributos mais observados em frutos de banana no momento da compra são aparência, amadurecimento, sabor e vida útil (OLIVEIRA et al., 2014; MATSUURA et al., 2004). Mascarenhas et al. (2010) relataram que consumidores nacionais de uva de mesa estão exigindo melhor qualidade na aparência, sabor, aroma e consistência, indo de acordo com semelhantemente ao reportado por Wei et al. (2003).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), as características externas de qualidade atuam na diferenciação do produto e são importantes na decisão de compra. Harker et al. (2008) afirmaram que maçãs de má qualidade podem ter sua demanda reduzida, prejudicando as vendas de retorno.

Apesar do setor agrícola brasileiro ser reconhecido como economicamente crescente, ainda esbarra no desafio de diminuir as perdas pós-colheita. Para isso, a aplicação de tecnologia adequada para prevenir a deterioração pós-colheita de frutas e hortaliças "frescas" é a alternativa adequada para se reduzir tais perdas (DURIGAN, 2013). A má qualidade dos produtos hortícolas, como o caqui, se deve ao uso de embalagens impróprias que não obedecem aos parâmetros citados por Pathare e Opara (2014) de facilitação do transporte, proteção contra perdas, danos, contaminações e distribuição conveniente do produto.

A análise de sobrevivência (Survival analysis) e o *check-all-that-apply* (CATA) são metodologias que tem sido utilizadas na avaliação da vida útil dos alimentos e na caracterização sensorial, respectivamente. A análise de sobrevivência compreende um conjunto de procedimentos para analisar dados estatísticos, incluindo o tempo entre dois

eventos como a variável resposta. O modelo Weibull é o mais aplicado em estudos de vida útil dos alimentos e sua função $F(x)$ pode ser definida como a probabilidade de um consumidor aceitar um produto após certo tempo de armazenamento (HOUGH et al., 2003). Já, no CATA, se obtém um perfil rápido do produto pelos consumidores através de um questionário (DA CONCEIÇÃO JORGE et al., 2015; ARES et al., 2014;; ARES e JAEGER, 2013).

Considerando que as embalagens inadequadas são grandes contribuintes para a redução da qualidade e aumento de perdas pós-colheita de produtos hortícolas, os objetivos específicos deste estudo foram:

1. Avaliar o efeito de três diferentes embalagens para transporte (caixa K, papelão e uma nova embalagem) sobre a aceitação/rejeição do consumidor de caqui 'Rama-forte' durante a vida útil sensorial;
2. Avaliar as características sensoriais destes frutos durante o armazenamento considerando a percepções dos consumidores.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 Amostras

Frutos de caqui da variedade 'Rama-forte', colhidos em 2013 e provenientes de pomar comercial do município de Nova Friburgo, RJ foram utilizados neste trabalho. Após a colheita, os frutos passaram pelo processo de remoção da adstringência (com carbureto de cálcio), de acordo com as práticas do produtor. Na casa de embalagens, os frutos foram selecionados e padronizados de acordo com o tamanho (de pequeno à médio porte), grau de amadurecimento (coloração laranja avermelhado) e ausência de injúrias (cortes, amassados e podridões) sendo acondicionados e transportados nas seguintes embalagens: *Controle*: caixa de madeira tipo K, de 20 kg; *Caixa de papelão*, para 6,0 kg de frutos; 3. *Nova embalagem* para caqui, para 3,0 kg de frutos para o Laboratório de Fisiologia da Pós-colheita da Embrapa Agroindústria de Alimentos. Setecentos e vinte e seis frutos permaneceram nas embalagens e no dia seguinte foram dispostos em bancada inox, mantidos em temperatura média de 18° C e UR de 70% por 15 dias de armazenamento.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos, com o número: 35634514.9.0000.5257.

5.2.2 Recrutamento dos participantes

O estudo foi realizado na Embrapa Agroindústria de Alimentos, na cidade do Rio de Janeiro, onde funcionários e estagiários que gostavam e consumiam caqui e que estavam interessados em participar foram convidados a tomar parte do estudo, totalizando 60 consumidores (homens e mulheres) por dia de teste. A idade dos participantes variou de 20 e 65 anos. Os testes foram realizados em cabines sensoriais individualizadas, sob iluminação branca e temperatura ambiente.

5.2.3 Análise de Sobrevivência

O estudo da vida de prateleira sensorial foi realizado utilizando a Análise de Sobrevivência (GARITTA et al., 2008) em relação à aparência dos frutos, em que os mesmos lotes, compostos por seis frutas de cada uma das três embalagens foram preparados e utilizados ao longo do estudo. Ao receberem as amostras pires de porcelana branco codificado, os participantes avaliaram as frutas e responderam “sim” ou “não” se eles iriam comprar o caqui, com base na aparência e também se iriam consumi-lo, considerando que eles já tinham a fruta em casa.

5.2.4 *Check-all-That-Apply*

Foi solicitado que os consumidores observassem os frutos e marcassem o quanto gostaram da aparência dos frutos utilizando escala hedônica de 9-pontos variando de 1: desgostei extremamente a 9: gostei extremamente. Quando os frutos alcançaram o ponto de maturação adequado para ser consumido, os consumidores avaliaram também o quanto gostaram do caqui após provarem. Além disso, os participantes responderam ao *CATA question* com 37 termos relacionados às características sensoriais de caqui considerando apenas os atributos de aparência no início do estudo e todos os atributos quando os frutos estavam maduros. Os consumidores foram solicitados a marcar todos os termos que consideravam apropriados para descrever cada amostra. Foi montado previamente um painel envolvendo quinze provadores (LAGE, 2012) selecionados na Embrapa Agroindústria de Alimentos, com experiência em análise sensorial e com hábito de consumir caqui, os quais receberam amostras de frutos de caqui ‘Rama-Forte’ com diferentes características sensoriais em relação à aparência, aroma, sabor e textura. O objetivo foi fornecer maior diversidade de características sensoriais para facilitar a identificação de atributos para caracterizar as amostras e compor a ficha CATA. Esses atributos foram: cor alaranjada, cor avermelhada,

aparência boa, aparência ruim, grande, pequeno, casca com brilho, casca sem brilho, manchas pretas, imaturo, maduro, aparência de passado, enrugado, injuriado, cor uniforme da casca, aroma característico, aroma doce, aroma de passado, aroma de fermentado, aroma verde, sabor ruim, gostoso, sabor característico, sabor passado, adstringente, muito adstringente, gosto doce, gosto amargo, sabor de fermentado, textura firme, textura mole, casca firme, casca solta na mastigação, polpa gelatinosa, desmanchando e textura arenosa.

Para avaliação da aparência, lotes com 6 frutas de cada uma das três embalagens foram preparados e utilizados ao longo do estudo. Para degustar o produto foram selecionadas frutas aleatoriamente, as quais foram higienizadas e cada fruto cortado em quatro pedaços de tamanhos homogêneos e servidos aos consumidores em pratos brancos codificados com números de três dígitos. As amostras foram apresentadas monadicamente seguindo delineamento balanceado e água mineral à temperatura ambiente foi oferecida. Os dados foram coletados no 1º dia de armazenamento e a cada dois dias, finalizando aos 15 dias de armazenamento.

5.2.5 Análise estatística

5.2.5.1 Análise de Sobrevivência

Metodologia de análise de sobrevivência foi utilizada para estimar a vida útil de caquis, utilizando os resultados obtidos a partir de consumidores quando perguntado se eles comprariam o fruto, com base em sua aparência e também se eles o consumiriam, considerando que já tinham a fruta em casa.

Devido ao número elevado de rejeições no primeiro tempo de armazenamento (época 1), considerou-se utilizar o tempo 3 (época referente ao 3º dia de armazenamento) como tempo inicial, pois apresentou menor rejeição em % que na época 1. A época 3, então, foi subtraída de 3 para se obter o tempo zero, dado necessário para processar a estatística da análise de sobrevivência. Do mesmo modo, os demais tempos também foram subtraídos de 3 para que tivessem correlação com o tempo zero.

A rejeição do 1º dia se deu pelos frutos de todas as embalagens apresentarem-se com coloração alaranjada, cor da casca que caracteriza o fruto desta variedade de caqui como “de vez”.

As duas co-variáveis: Tratamentos (caixa K, papelão e nova embalagem) e Contextos (comprar e comer), foram testadas para significância no modelo de sobrevivência utilizando o

critério de *log-likelihood*. Os modelos normal, lognormal e Weibull foram considerados, sendo que a distribuição Weibull foi escolhida como a mais adequada para os dados.

$$F(t) \% = \left\{ 1 - \exp \left[- \exp \left(\frac{\ln(t) - \mu}{\sigma} \right) \right] \right\} \times 100 = \left\{ 1 - \exp \left[- \exp \left(\frac{\ln(t) - (\beta_0 + \dots + \beta_y \cdot Z_y)}{\sigma} \right) \right] \right\} \times 100$$

Onde:

t = tempo de armazenamento no qual o consumidor rejeita uma amostra

μ and σ = parâmetro do modelo (eixos x e y utilizados para construir o gráfico (Figura 49))

β_0 to β_y = coeficientes de regressão

Z_1 to Z_y = covariáveis

Considerando os efeitos relevantes, o resultado do modelo foi:

$$\mu = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{tratPapelo} + \beta_2 \cdot \text{tratK} + \beta_3 \cdot \text{context} + \beta_4 \cdot \text{tratPapelo} \cdot \text{context} + \beta_5 \cdot \text{tratMadeira} \cdot \text{context}$$

Onde os coeficientes de regressão, foram:

β_0 : 2.3979;

β_1 : -0.4404 (tratPapelo);

β_2 : -1.0297 (tratK);

β_3 : 0.0602 (context);

β_4 : 0.1568 (tratPapelo. context);

β_5 : 0.3933 (tratK. context)

E, as covariáveis foram:

Z tratPapelo = 1 se trat = Papelo,

= 0, se trat = nova embalagem ou K

Z tratK = 1 se trat = K

= 0 se trat = Nova embalagem ou Papelo

Z context = 1 se context = Comer

= 0 se context = Comprar

Para estimar a vida útil dos frutos, a probabilidade de um consumidor rejeitar um produto $F(t) = P(T \leq t)$ foi calculada para $F(t) = 25$ e 50% , adotando os critérios de GAMBARO et al., (2004).

5.2.5.2 Check-all-That-Apply (CATA)

A frequência que cada palavra do CATA foi mencionada foi determinada pela contagem do número de consumidores que utilizam o atributo para descrever os caquis transportados em cada uma das embalagens nas diferentes épocas de armazenamento obtendo-se uma tabela de frequência. A fim de avaliar se a questão CATA foi capaz de detectar diferenças na percepção dos frutos de caquis avaliados pelos consumidores, o teste de Cochran's Q foi aplicado em cada um dos termos, em todas as épocas em que foi realizado o estudo, considerando a amostra e consumidor como fontes de variação. Para a última sessão, no entanto, não foi possível a aplicação do teste, uma vez que 100% dos consumidores optaram por não comprar e nem provar os frutos das caixas K e papelão. O teste Cochran's Q é usado para investigar se existem diferenças significativas entre produtos em estudo com amostras relacionadas uma vez que cada avaliador avalia todos os produtos. Por este motivo, este teste é usado em um contexto CATA para inferência estatística de diferenças do produto por atributo (MEYNER e CASTURA, 2014).

A Análise Múltipla de Fatores (AMF) foi utilizada na tabela de frequência contendo as respostas do CATA e os dados da preferência foram utilizados como variável suplementar. Esta análise foi realizada como proposto por Danzart et al. (2004) utilizando o programa estatístico XLSTAT (2014).

A análise de variância (ANOVA) foi realizada nos dados da escala hedônica em relação à aparência e aroma/sabor/textura, considerando amostra e consumidor como fonte de variação, utilizando o programa estatístico SPSS 17. Para determinação de diferenças entre tratamentos, foi utilizado o teste Tukey à nível de confiança de 95% ($p \leq 0,05$). A análise de regressão foi realizada para estudar o efeito das embalagens sobre a preferência do consumidor (gostar ou desgostar) ao longo do armazenamento.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1 Análise de Sobrevida

Aplicando o modelo Weibull aos dados, obteve-se mais de um valor μ , especificamente 6 μ , uma vez que levou-se em conta 2 co-variáveis no desenho da análise: 3 tratamentos (embalagens) e 2 situações de avaliação (comprar e comer). No cálculo de cada valor de μ , o modelo resultante substituiu cada coeficiente de regressão e co-variável, dependendo da combinação, segundo o tratamento e a situação que corresponda.

Os valores μ resultantes estão apresentados na Tabela 20 e a Figura 49 mostra a percentagem de rejeição para cada combinação de tratamentos e contexto. O parâmetro de forma σ foi a mesma para todos os valores de $6\mu = 0,3152$.

A Tabela 21 mostra os valores da vida de prateleira correspondente a 25% e 50% de probabilidades de rejeição, em conjunto com os intervalos de confiança inferiores e superiores a 95% para cada uma das combinações de variáveis independentes.

Tabela 20. Valores de μ para cada combinação de tratamentos e contexto

Tratamento	Contexto	μ
Nova embalagem	Comprar	2,3979
	Comer	2,4581
Caixa K	Comprar	1,3682
	Comer	1,8217
Papelão	Comprar	1,9575
	Comer	2,1745

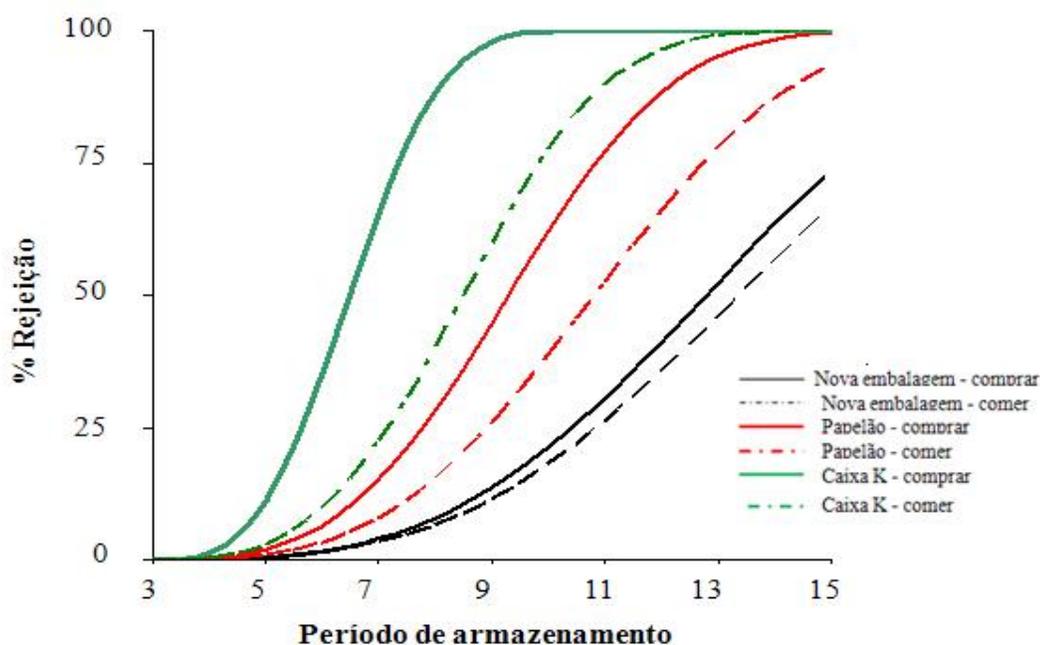


Figura 49. Percentagem de rejeição X tempo de armazenamento para diferentes combinações de variáveis independentes.

Como observado na Figura 49, frutos acondicionados e transportados na nova embalagem alcançaram vida útil mais longa, de acordo com a avaliação do consumidor, pois 25% dos participantes do estudo rejeitaram a aparência do fruto desta embalagem aproximadamente aos 10 dias de armazenamento, enquanto que para as caixa de madeira e

papelão esse percentual foi atingido aos 5 e 8 dias de armazenamento, respectivamente. Quando a rejeição da aparência ocorreu na ordem de 50%, os frutos da nova embalagem também apresentaram qualidade superior, sendo rejeitados pelos consumidores apenas no 13º dia de armazenamento, enquanto a caixas K e papelão, a rejeição ocorreu perto do 6º e 9º dia, respectivamente.

Para as caixa K e papelão, a vida útil sensorial foi maior no contexto de comer do que comprar, ou seja, os consumidores primeiramente rejeitaram estes frutos considerando a qualidade no momento da compra, porém, a rejeição quanto à qualidade comestível ocorreu após dois dias. Este resultado pode ter ocorrido porque os consumidores consideraram que, uma vez que pagaram e levaram o produto para casa, iriam consumir o fruto de qualquer maneira, apesar da baixa qualidade sensorial. Este efeito não foi tão evidente para a nova embalagem, onde os consumidores rejeitaram a aparência dos frutos no momento da compra e 1 dia depois, consideraram que estes frutos estavam inaptos para consumo. Uma possível causa seria o fato de que esta embalagem manteve a integridade do fruto durante o transporte, permitindo o desenvolvimento de características de qualidade durante o amadurecimento e, posteriormente, os frutos entraram em processo de degradação (senescência). A rejeição, portanto, se deu pelo amadurecimento excessivo. Este resultado corrobora com Chitarra e Chitarra (2005) quando citaram que as características externas de qualidade atuam na diferenciação do produto, importantes na decisão de compra e, embora não tenha sido avaliada a intenção de compra, a rejeição em relação ao consumo foi observada.

Um dos motivos pela baixa qualidade na aparência dos frutos da caixa K foi devido às injúrias causadas por esta embalagem, anteriormente sugerido por LUENGO et al. (2001). Os autores relataram que os danos mecânicos prejudicam a aparência do produto diretamente e diminuem o seu valor comercial. Semelhante ao ocorrido no presente estudo, o uso da caixa de papelão reduziu a incidência e a intensidade de dano mecânico em bananas ‘Prata-anã’ e tomates, em relação à caixa de madeira (MAIA et al., 2008; DE CASTRO et al., 2001). Souza et al. (2003) atribuíram à caixa de madeira o ponto crítico para incidência de injúrias mecânicas em raízes de mandioquinha-salsa.

Diferente do que ocorreu com os caquis, em que a caixa K antecipou a rejeição dos frutos devido à baixa qualidade, Viviane e Leal (2007) e Sanches et al. (2004) observaram maior percentagem de frutos com defeitos graves em bananas embaladas em caixa de papelão. Os autores justificaram que esta embalagem não suportou o empilhamento no palete e causou deformações e esmagamento das bananas. Pode-se sugerir, portanto, que a embalagem de papelão utilizada no presente estudo pode ter provocado danos aos frutos de caqui e

consequente redução da qualidade, em relação aos frutos da nova embalagem. Pathare e Opara (2014) citam que as caixas de papelão ondulado só protegem produtos frescos durante o armazenamento e transporte, se apresentarem boa resistência e rigidez.

Na Tabela 21, a análise de sobrevivência mostra os valores de vida útil correspondentes a 25% e 50% de probabilidade de rejeição, juntamente com os menores e maiores intervalos de confiança para cada uma das covariáveis combinadas. Como esperado, a caixa K diminuiu a vida útil dos frutos de caqui, principalmente no critério comprar, tanto para 25% ou 50%, indicativo de que houve maior exigência dos consumidores por frutos de qualidade no momento da compra. Tal resultado foi semelhante ao reportado por DE SOUZA et al. (2008), onde os consumidores consideraram, no momento da compra de frutas e hortaliças, a aparência, seguido do sabor. A distribuição de Weibull estimou vida útil em 10 dias considerando a rejeição de 50% dos participantes quanto aos frutos da nova embalagem e, em 6 e 3 dias para as embalagens de papelão e madeira, respectivamente. Em um estudo com brócolis minimamente processado, Martínéz-Hernandéz (2015) observaram que o modelo Weibull se mostrou uma boa alternativa para descrever as curvas não linear de inativação dos microrganismos *E. coli*, *S. enteritidis* e *L. monocytogenes*.

Tabela 21. Valores de vida útil correspondente a 25% e 50% de probabilidade de rejeição, em conjunto com intervalos de confiança inferiores e superiores de 95% para cada uma das combinações de variáveis independentes.

Combinações de covariáveis	Vida útil (dias*) \pm intervalo de confiança	
	25 % de Rejeição	50 % de Rejeição
Nova embalagem - comprar	7,4 \pm 0,9	9,8 \pm 1,0
Nova embalagem - comer	7,9 \pm 1,0	10,4 \pm 1,0
Papelão - comprar	4,8 \pm 0,7	6,3 \pm 0,7
Papelão - comer	5,9 \pm 0,8	7,8 \pm 0,8
Caixa K – comprar	2,6 \pm 0,4	3,5 \pm 0,4
Caixa K - comer	4,2 \pm 0,6	5,5 \pm 0,6

* Dias expressos em dia 3

5.3.2 Check-all-That-Apply

Os consumidores verificaram entre 1 e 37 termos do CATA para descrever as amostras de caquis avaliados durante sua vida útil. A Tabela 22 mostra a frequência dos termos usados no CATA question para descrever os caquis avaliados durante sua vida útil, com valores somente até o 13º dia de armazenamento, uma vez que houve rejeição total dos frutos das embalagens de madeira e papelão na última sessão. De acordo com o teste

Cochran's Q, dos 15 termos relativos à aparência, foram encontradas diferenças significativas em 8, 9, 12, 12, 12, 10 e 10 frequências nos dias 1, 3, 5, 7, 9, 11 e 13 dias de armazenamento, respectivamente. Nota-se que, os termos “aparência boa”, “aparência ruim” “aparência de passado”, “injurado” e “cor uniforme da casca”, apresentaram diferença significativa em todas as épocas avaliadas, sugerindo que os consumidores foram fortemente capazes de detectar diferenças entre as amostras. Destaca-se, também, diferenças significativas em 6 épocas de avaliação para os termos, “casca com brilho”, “casca sem brilho”, “manchas pretas” e “enrugado”, sugerindo que estes atributos de aparência utilizados na CATA foram capazes de detectar diferenças na percepção do consumidor nas características sensoriais de caquis. Diferentemente, os termos “imaturo”, “aroma fermentado”, “aroma verde”, “sabor ruim”, “adstringente”, “gosto amargo”, “sabor fermentado” e “textura arenosa” não apresentaram diferenças significativas, o que sugere que os consumidores perceberem maiores diferenças quanto aos atributos de aparência que de aroma, sabor e textura. Outro fator relevante é que, o período de armazenamento em que os consumidores mais perceberam diferenças entre as amostras, foi no 9º dia, em que 24 frequências dos 37 termos CATA, apresentaram diferenças significativas. Estes resultados, portanto, sugerem que o CATA question foi capaz de detectar diferenças na percepção dos consumidores nas características sensoriais dos caquis transportados em diferentes embalagens, apesar das pequenas diferenças em relação ao aroma, sabor e textura.

Tabela 22. Número de menções por amostras para os termos CATA usado pelos consumidores para descrever frutos de caquis transportados em diferentes embalagens e, resultados do teste Q Cochran

Term	Dia 1			Dia 3			Dia 5			Dia 7			Dia 9			Dia 11			Dia 13		
	K.	P.	NE.																		
Cor alaranjada	45	47	54 ^{***}	37	36	45 ^{ns}	33	32	38 ^{ns}	10	25	27 ^{ns}	12	19	20 ^{ns}	10	9	12 ^{ns}	5	4	11 ^{ns}
Cor avermelhada	13	12	4 ^{***}	27	28	22 ^{ns}	40	50	42 ^{ns}	43	48	44 ^{ns}	46	38	39 ^{ns}	39	38	39 ^{ns}	39	36	37 ^{ns}
Aparência boa	29	37	47^{***}	33	42	55^{***}	16	50	71^{***}	13	43	67^{***}	3	19	50^{***}	1	2	26^{***}	0	0	14^{***}
Aparência ruim	22	9	4^{***}	24	14	0^{***}	49	14	2^{***}	46	19	0^{***}	53	31	5^{***}	44	44	15^{***}	51	50	30^{***}
Grande	34	34	38 ^{ns}	32	39	39 ^{ns}	29	39	51 ^{***}	26	38	42 ^{***}	20	33	35 ^{***}	14	13	25 [*]	19	21	25 ^{ns}
Pequeno	9	8	5 ^{ns}	13	7	9 ^{ns}	13	7	3 ^{***}	18	8	7 ^{***}	20	11	10 [*]	24	16	17 [*]	14	11	10 [*]
Casca com brilho	34	33	41 ^{ns}	35	32	47 ^{***}	26	42	54 ^{***}	27	32	55 ^{***}	11	17	33 ^{***}	5	14	23 ^{***}	7	9	14 [*]
Casca sem brilho	14	11	10 ^{ns}	17	21	9 [*]	31	19	14 ^{***}	29	19	9 ^{***}	36	29	20 ^{***}	35	26	20 ^{***}	38	35	28 [*]
Pintas pretas	42	26	9 ^{***}	46	41	5 ^{***}	42	42	10 ^{***}	52	48	14 ^{***}	56	51	24 ^{***}	46	47	38 ^{***}	50	50	49 ^{ns}
<i>Imaturo</i>	26	26	30 ^{ns}	9	7	10 ^{ns}	3	2	2 ^{ns}	0	1	2 ^{ns}	0	0	0 ^{ns}	1	0	1 ^{ns}	1	2	4 ^{ns}
Maduro	22	19	17 ^{ns}	36	33	35 ^{ns}	42	63	64 ^{***}	49	56	60 [*]	31	33	56 ^{***}	25	29	37 [*]	24	25	35 [*]
Aparência de passado	12	3	1^{***}	8	5	0^{***}	41	6	1^{***}	38	14	1^{***}	50	25	4^{***}	42	36	14^{***}	29	50	24^{***}
Enrugado	5	3	2 ^{ns}	10	5	2 [*]	25	9	4 ^{***}	31	7	0 ^{***}	33	3	0 ^{***}	26	11	6 ^{***}	38	16	9 ^{***}
Injuriado	18	7	1^{***}	23	15	10^{***}	34	13	2^{***}	29	17	0^{***}	33	20	0^{***}	34	27	11^{***}	35	31	17^{***}
Cor uniforme da casca	13	22	38^{***}	13	18	42^{***}	17	25	51^{***}	13	21	51^{***}	3	10	32^{***}	1	0	10^{***}	0	1	9[*]
Aroma característico	23	22	21 ^{ns}	55	34	34 ^{***}	18	50	49 ^{***}	27	35	42 [*]	5	32	37 ^{***}	16	20	23 ^{ns}	1	1	16 ^{***}
Aroma doce	12	17	11 ^{ns}	17	16	22 ^{ns}	39	38	38 ^{ns}	17	28	37 [*]	3	13	24 ^{***}	6	4	15 [*]	1	2	9 [*]
Aroma de passado	0	0	0 ^{ns}	1	2	0 ^{ns}	1	1	1 ^{ns}	6	7	3 ^{ns}	3	10	3 [*]	4	5	3 ^{ns}	8	4	4 ^{ns}

<i>Aroma fermentado</i>	0	0	0 ^{ns}	1	1	0 ^{ns}	2	0	1 ^{ns}	2	0	0 ^{ns}	1	1	1 ^{ns}	0	0	0 ^{ns}	1	0	1 ^{ns}
<i>Aroma verde</i>	6	8	10 ^{ns}	2	5	4 ^{ns}	0	0	0 ^{ns}	0	2	1 ^{ns}	0	0	0 ^{ns}	0	0	0 ^{ns}	0	0	0 ^{ns}
<i>Gosto ruim</i>	11	4	6 ^{ns}	3	1	1 ^{ns}	3	1	1 ^{ns}	7	4	4 ^{ns}	4	4	0 ^{ns}	1	2	1 ^{ns}	1	1	1 ^{ns}
Gostoso	10	6	7 ^{ns}	35	38	40 ^{ns}	71	54	66*	45	48	53 ^{ns}	32	21	44 ^{***}	3	3	20 ^{***}	1	2	6 ^{ns}
Sabor característico	18	26	21 ^{ns}	34	44	36 ^{ns}	57	57	57 ^{ns}	55	50	55 ^{ns}	37	40	44 ^{ns}	16	3	20 ^{***}	1	4	0 ^{ns}
Sabor passado	1	0	0 ^{ns}	1	0	0 ^{ns}	1	4	0 ^{ns}	10	10	4 ^{ns}	19	23	4 ^{***}	20	20	10*	23	20	15*
<i>Asdtringente</i>	15	21	18 ^{ns}	19	20	16 ^{ns}	3	3	5 ^{ns}	2	5	4 ^{ns}	1	1	1 ^{ns}	0	0	0 ^{ns}	0	0	0 ^{ns}
Muito adstringente	21	9	26 ^{***}	3	0	3 ^{ns}	0	0	0 ^{ns}	0	0	0 ^{ns}	0	0	0 ^{ns}	0	0	0 ^{ns}	0	0	0 ^{ns}
Gosto doce	19	23	17 ^{ns}	31	44	37*	67	57	57 ^{ns}	55	53	57 ^{ns}	44	34	49*	23	20	29*	13	13	13 ^{ns}
<i>Gosto amargo</i>	6	2	5 ^{ns}	2	0	2 ^{ns}	0	2	0 ^{ns}	2	0	0 ^{ns}	0	1	0 ^{ns}	0	0	0 ^{ns}	0	0	0 ^{ns}
<i>Sabor fermentado</i>	0	0	0 ^{ns}	2	1	1 ^{ns}	1	1	1 ^{ns}	4	4	2 ^{ns}	0	3	0 ^{ns}	1	1	1 ^{ns}	2	2	2 ^{ns}
Textura firme	34	33	3 ^{ns}	32	33	39 ^{ns}	7	18	26*	3	8	10 ^{ns}	1	1	7*	0	0	2 ^{ns}	0	0	1 ^{ns}
Textura mole	5	5	2 ^{ns}	15	19	13 ^{ns}	64	44	38 ^{***}	36	33	42 ^{ns}	32	32	35 ^{ns}	33	14	8 ^{***}	6	6	6 ^{ns}
Textura muito mole	0	0	0 ^{ns}	1	1	1 ^{ns}	6	6	5 ^{ns}	25	14	12*	50	27	17 ^{***}	33	33	17 ^{***}	23	23	18*
Casca firme	37	32	37 ^{ns}	28	26	39*	11	23	34 ^{***}	10	10	19 ^{ns}	1	3	11*	1	0	5*	0	0	1 ^{ns}
Casca solta na mastigação	6	5	4 ^{ns}	11	15	9 ^{ns}	32	27	24 ^{ns}	52	44	40 ^{ns}	50	28	33 ^{***}	33	34	23 ^{***}	23	23	15 ^{***}
Polpa gelatinosa	7	7	5 ^{ns}	19	24	26 ^{ns}	30	26	30 ^{ns}	25	32	31 ^{ns}	50	19	21 ^{***}	34	7	16 ^{***}	8	22	10 ^{***}
Desmanchando	1	2	2 ^{ns}	4	4	2 ^{ns}	20	20	16 ^{ns}	33	34	24 ^{ns}	52	43	28 ^{***}	33	34	22 ^{***}	23	22	17*
<i>Textura arenosa</i>	4	0	5 ^{ns}	1	1	1 ^{ns}	2	1	3 ^{ns}	1	3	3 ^{ns}	0	4	5 ^{ns}	0	1	3 ^{ns}	0	1	4 ^{ns}

Asteriscos indicam diferenças significativas de acordo com o Teste Q Cochran; *** $P \leq 0.001$ ou * $P \leq 0.05$ (destacado em negrito quando as diferenças se deram em todas as épocas), enquanto ^{ns} indicativo de diferenças não significativas $P > 0.05$ (destacado em itálico).

K: caixa K; P: caixa de papelão; NE: Nova embalagem

Para a avaliação da aparência, a primeira e a segunda dimensão representaram 87,8% da variância (71,25% para F1 e 16,59% para F2). Como mostrado na Figura 50, a primeira dimensão do AMF foi positivamente correlacionada com os termos imaturo e cor alaranjada no 1º e 3º dia de armazenamento, respectivamente (especialmente nos frutos da nova embalagem) e, negativamente correlacionada com os termos casca sem brilho, enrugado, manchas pretas e aparência passado. Nota-se que, estes termos foram observados nos frutos pelos consumidores no 7º e 9º dia de armazenamento (caixa K), ao 9º dia (papelão) e somente aos 11 e 13 dias, nos frutos da nova embalagem, denotando a perda de qualidade antecipada nos frutos das demais embalagens.

Por outro lado, a segunda dimensão foi positivamente correlacionada pelos termos maduro, aparência boa, cor uniforme da casca e casca com brilho, apenas para os frutos da nova embalagem e a de papelão, aos 5 e 7 dias de armazenamento (principalmente, nos frutos da nova embalagem), épocas em que os consumidores mais gostaram dos frutos (preferência hedônica). Em contrapartida, foi negativamente correlacionada pelos termos aparência ruim e injuriado, para os frutos das embalagens caixa K e papelão, ao final do período experimental. Destaca-se, portanto, a ausência destes dois termos nos frutos da nova embalagem, reforçando a superioridade da mesma na manutenção da integridade dos frutos, refletindo numa maior vida útil.

Para a avaliação do aroma, sabor e textura, a primeira e a segunda dimensão representaram 69,9% da variância (41,24% para F1 e 28,42% para F2). De acordo com a Figura 51, observa-se que a primeira dimensão foi positivamente correlacionada com os termos aroma e sabor de passado e fermentado, textura arenosa, mole, muito mole, polpa gelatinosa, casca solta na mastigação e desmanchando. Para os consumidores, essas características foram percebidas no 5º e 7º dias de armazenamento, nos frutos da embalagem de madeira, 7º e 9º nos frutos da embalagem papelão e 7º, 9º, 11º e 13º nos frutos da nova embalagem. A primeira dimensão, ainda, foi negativamente correlacionada com o termo muito adstringente, percebido pelos consumidores na primeira sessão. Nesta época, provavelmente os frutos apresentavam-se com elevada concentração de taninos, o que pode ter levado os consumidores à atribuírem tal característica aos caquis, principalmente, da nova embalagem, seguido das caixas K e papelão, respectivamente.

Por outro lado, a segunda dimensão foi positivamente correlacionada pelos termos textura firme, adstringentes, casca firme e sabor ruim, observados nos frutos das três embalagens, aos 3 dias de armazenamento, além dos termos aroma característico e doce,

sabor característico, gostoso, gosto doce, em que esses atributos foram percebidos nos frutos da caixa e, principalmente a nova embalagem, no 5º dia de armazenamento, época em que os provadores mais gostaram dos caquis (preferência hedônica). Nota-se ainda que, na segunda dimensão, nenhum atributo que caracterizasse as amostras das embalagens caixa K e papelão no 9º, 11º, 13º e 15º dia de armazenamento e nova embalagem no 15º dia de armazenamento. Esse resultado pode ser devido ao baixo número de consumidores que optaram por consumir tais amostras nestas épocas.

As características externas de qualidade atuam na diferenciação do produto, importantes na decisão de compra, em que frutos murchos, amassados, sem a cor característica e com aparência desagradável sobram nas prateleiras dos supermercados (KASAT et al., 2007; CHITARRA e CHITARRA, 2005). De Souza et al. (2008) e Trevisan et al. (2006) citam que o aspecto mais importante a ser considerado pelos consumidores no momento da compra de frutas, legumes e verduras, é a aparência, seguido pelo sabor que os consumidores imaginam que os produtos possuem, transformando-se em um fator importante no comportamento do consumidor no momento da compra e recompra. Frutos de tomate, banana e manga também apresentaram qualidade sensorial inferior quando comercializados em caixa de madeira e papelão (MAIA et al., 2008; ANWAR et al., 2008; LUENGO et al., 2001; DE CASTRO et al., 2001).

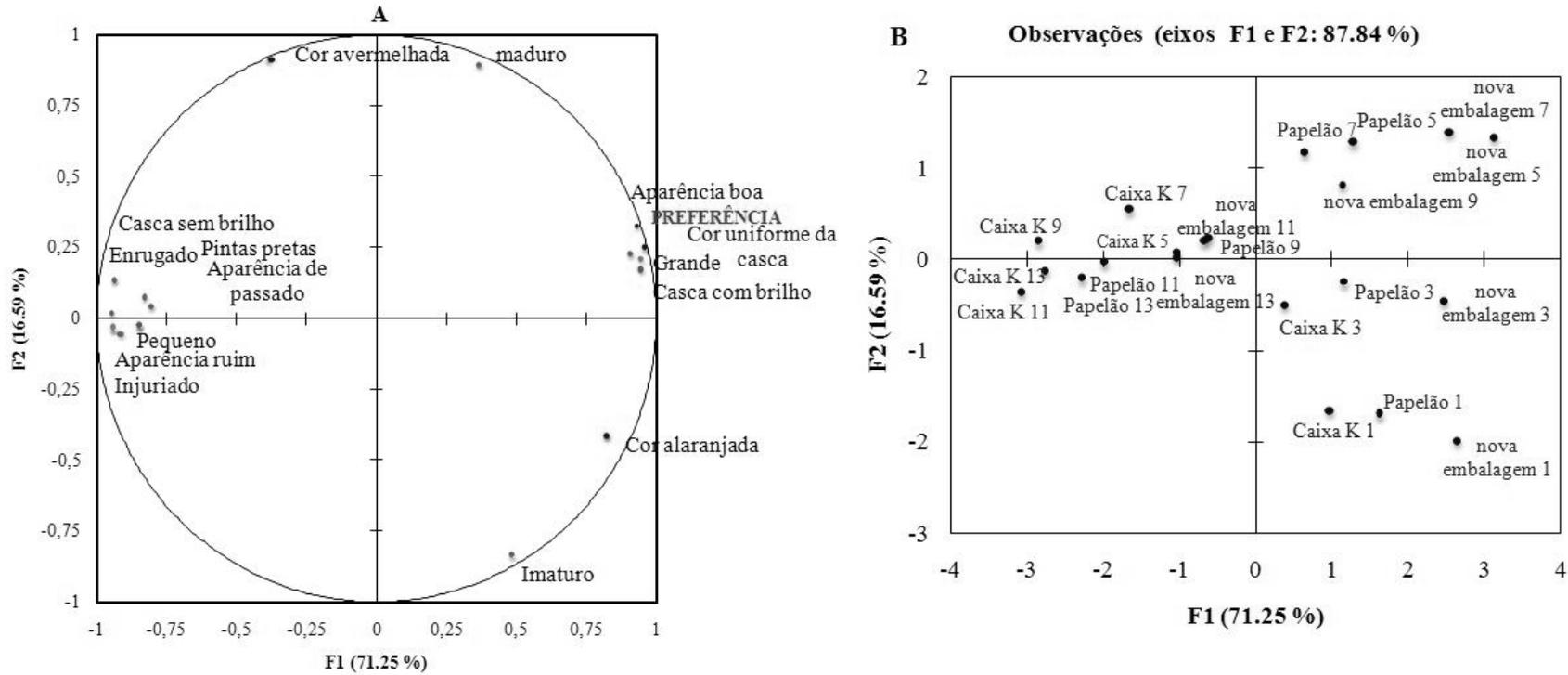


Figura 50. Representação dos termos sensoriais CATA para a aparência, nas duas primeiras dimensões do AMF de contagens CATA: (A) termos marcados pelos consumidores e (B) frutos das diferentes embalagens.

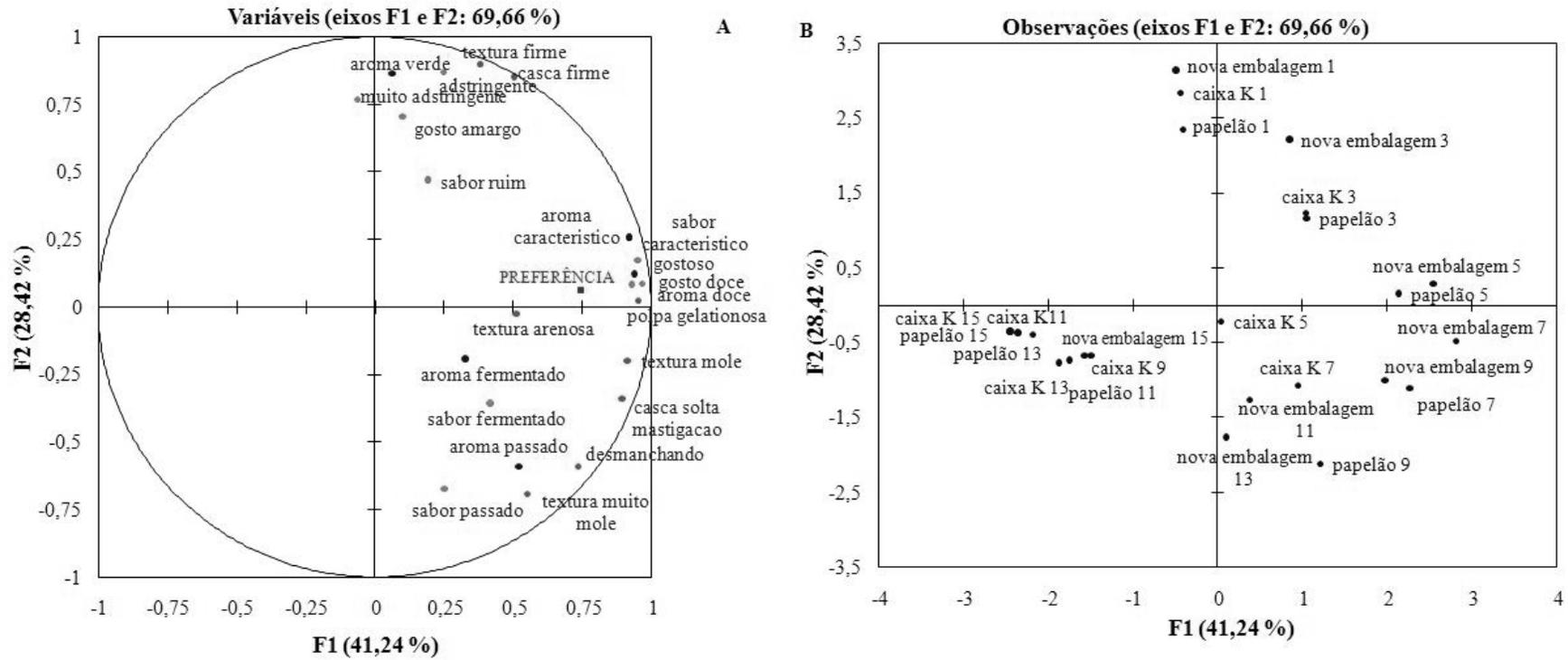


Figura 51. Representação dos termos sensoriais CATA para os atributos de aroma, sabor e textura, nas duas primeiras dimensões do AMF de contagens CATA: (A) termos marcados pelos consumidores e (B) frutos das diferentes embalagens.

A ANOVA mostrou haver diferenças significativas em relação a preferência do consumidor pelos frutos transportados nas diferentes embalagens. De acordo com a Tabela 23, a preferência dos consumidores, tanto em relação à aparência quanto ao aroma, sabor e textura foi significativamente superior pelos frutos da nova embalagem, em todos os dias de avaliação. Houve interação significativa entre os fatores embalagens X épocas avaliadas para aparência e aroma e sabor. Como observado na Figura 52A, para a caixa K, houve ajuste de modelo linear, com decréscimo da preferência no decorrer no período experimental. Os frutos desta embalagem, já no primeiro dia de armazenamento, receberam nota 5 (não gostei nem desgostei), indicativo de que, esses frutos já se apresentavam com qualidade inferior. As embalagens papelão e nova embalagem apresentaram ajuste de modelo quadrático, em que os consumidores “gostaram ligeiramente” destes frutos até o 5º dia de armazenamento, vindo, posteriormente, a receber notas mais baixas. Já, os frutos da nova embalagem, ainda no primeiro dia de avaliação, apresentaram maior preferência pelos consumidores (nota 7,60), vindo a obter maiores notas no 7º dia de armazenamento, indicativo de que, nesta época, estes frutos encontravam-se com qualidade ótima de consumo. Os frutos desta embalagem, ainda, mantiveram-se com qualidade ótima para consumo até o 9º dia (nota 7,08) e, somente no 13º dia de armazenamento, os consumidores expressaram notas referentes à “desgostar” (nota 4,08).

Tabela 23. Médias das notas atribuídas pelos provadores para aparência, aroma, sabor e textura de frutos de caqui ‘Rama-Forte’ transportados em diferentes embalagens e armazenados por 15 dias à temperatura média de 18° C e 70% de UR.

Embalagens	Armazenamento (dias)								
	1	3	5	7	9	11	13	15	
<i>Aparência</i>									
Caixa K	5,05b	5,44b	3,40c	3,80c	2,30c	1,59c	1,26b	1,00b	
Papelão	5,63b	5,90b	5,96b	5,49b	4,54b	2,46b	1,88b	1,00b	
Nova embalagem	6,59a	7,49a	7,60a	7,77a	7,08a	5,04a	4,08a	2,31a	
Média geral									4,51
CV									34,72
<i>Aroma, sabor e textura</i>									
Caixa K	4,59b	6,71a	4,08b	4,07c	2,18c	1,48b	1,39b	1,00b	
Papelão	4,93b	7,19a	7,39a	5,74b	4,35b	1,82b	1,69b	1,00b	
Nova embalagem	5,93a	7,50a	7,69a	7,31a	7,49a	6,14a	5,13a	4,41a	
Média geral									5,30
CV									34,42

Médias acompanhadas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

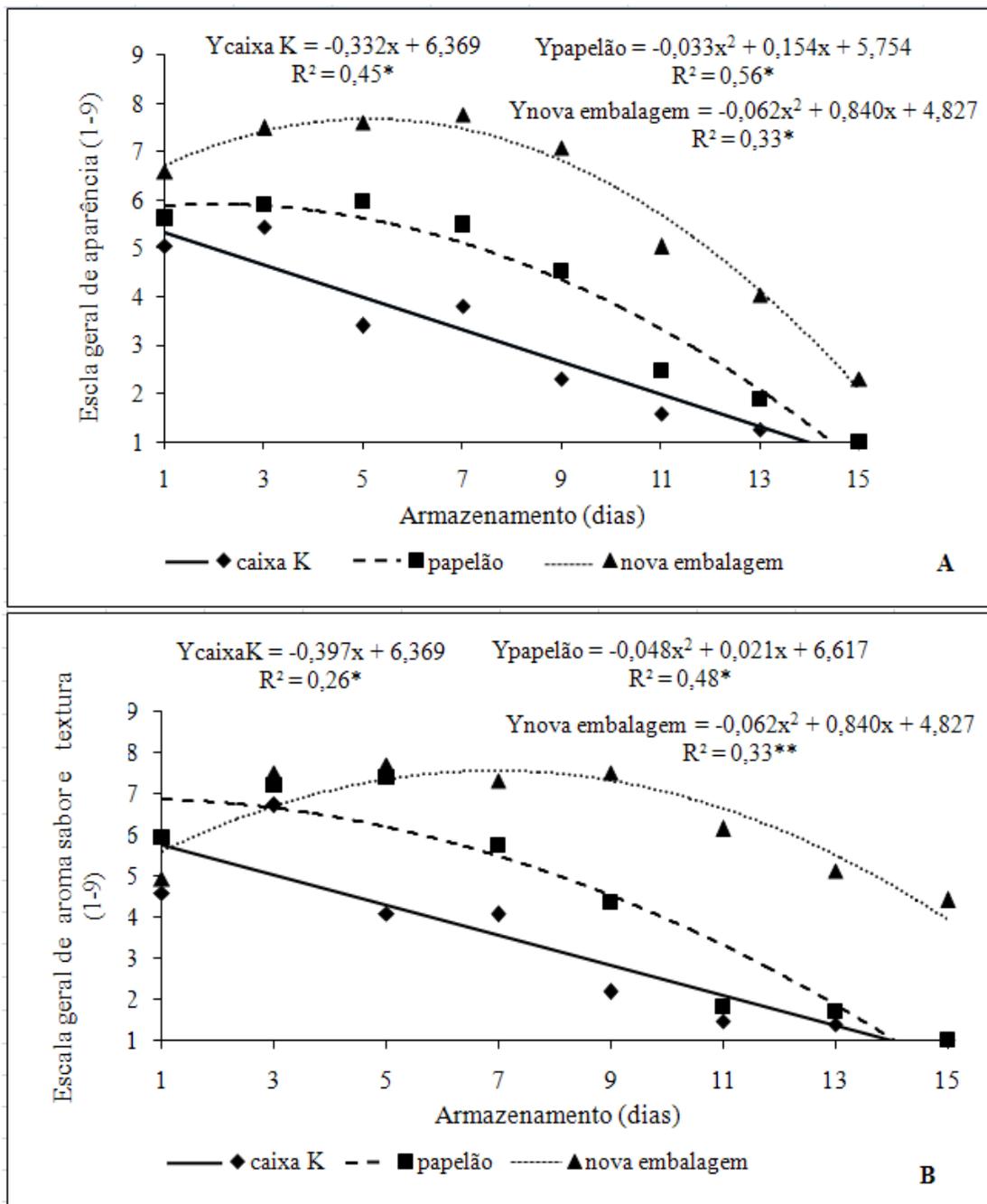


Figura 52. Preferência do consumidor quanto: (A) à aparência dos frutos e (B) em relação às características percebidas durante a mastigação (aroma, sabor e textura) de frutos de caqui transportados em diferentes embalagens e armazenados por 15 dias à temperatura média de 18° C e 70% de UR.

Em oposição ao ocorrido com os caquis do presente estudo, em que a caixa K antecipou a rejeição dos frutos devido à baixa qualidade (Figura 52A), Viviane e Leal (2007) e Sanches et al. (2004), observaram maior percentagem de frutos com defeitos graves em bananas embaladas em caixa de papelão. Os autores justificam que esta embalagem não

suporta o empilhamento no palete e acaba sofrendo deformações e esmagamento das bananas, o que pode ter ocorrido no presente estudo, em que a embalagem de papelão pode ter provocado danos aos frutos de caqui, promovendo redução da qualidade, em relação aos frutos da nova embalagem.

Em relação à preferência pelo aroma, sabor e textura, observa-se, na Figura 52B, que as curvas das diferentes embalagens apresentaram comportamento semelhante à aparência (Figura 52A), em que os avaliadores desgostaram dos frutos da caixa K à partir do 5º dia de armazenamento, desgostando extremamente no 11º dia. Em relação aos frutos da embalagem papelão, a qualidade sensorial também foi decrescendo, obtendo nota referente a “desgostei” à partir do 9º dia (nota 4,35). Já para os frutos da nova embalagem, os avaliadores observaram sabor adstringente, na primeira avaliação, o que justifica a nota 5,93 nesta data. No entanto, com o amadurecimento, a preferência do consumidor por esses frutos aumentou, atingindo o máximo no 5º dia de armazenamento, vindo, posteriormente, a declinar no decorrer do período experimental. Esta embalagem, portanto, prolongou as características desejáveis nos caquis, em relação aos frutos das demais embalagens, que no 13º dia de armazenamento receberam nota “desgostei extremamente”, enquanto os frutos da nova embalagem para caquis, receberam, no último dia de avaliação, nota 4,41 (desgostei pouco). Notou-se, ainda que, a preferência hedônica, tanto para a aparência, quanto para os atributos de aroma, sabor e textura, se deu aos 5 dias de armazenamento, principalmente nos frutos da nova embalagem, que obtiveram maior aceitação em relação aos da embalagem papelão nesta mesma época, uma vez que permaneceram com qualidade superior por maior período de armazenamento.

A baixa nota recebida pelos consumidores para os frutos da nova embalagem, na primeira Sessão (Figura 52B), se deu porque os mesmos se apresentavam adstringentes neste período de avaliação. Como avanço do amadurecimento, a preferência aumentou, indo de acordo com Chitarra e Chitarra (2005) que explicam que é na etapa do amadurecimento que as características sensoriais, como sabor, odor, cor e textura sofrem mudanças e o fruto torna-se aceitável para consumo, tendo como etapa seguinte, a senescência, processos predominantemente degradativo, normal e irreversível, que resulta na morte do tecido.

De acordo com Moretti e Sargent (2000), adicionalmente aos sintomas visuais, as injúrias mecânicas podem causar alterações metabólicas em diversos produtos hortícolas, como caqui. Em um estudo com tomates, os autores relataram que a desordem fisiológica causada por impacto alterou o sabor e o aroma de tomates, reduzindo de maneira potencial a aceitação dos frutos, corroborando com os resultados do presente estudo. Também, em um estudo com tomates, Moretti et al. (2000), observaram diferenças significativas nos

compostos voláteis emanados em frutos com e sem injúrias mecânicas. Godoy et al. (2010) relataram que a qualidade de mamões ‘Golden’ é prejudicada por injúrias mecânicas.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), as características internas, combinadas com a aparência, são importantes na determinação da aceitação do produto, justificando o resultado do presente estudo, em que os frutos transportados na embalagem customizada por se apresentarem com maior qualidade sensorial, tiveram maior aceitação pelos consumidores. Em um trabalho com mangas, Sivakumar et al. (2011) citam que o sabor das frutas pode ser influenciado pelas embalagens, em que, as perdas de qualidade podem ocorrer devido aos frutos permanecerem apertados na embalagem, corroborando com os resultados do presente estudo.

5.4 CONCLUSÕES

- A análise de sobrevivência foi uma ferramenta útil para estimar a vida útil de caquis tanto em relação à compra quanto ao consumo dos frutos, mostrando que a nova embalagem para o transporte e comercialização de caqui estendeu a vida de prateleira dos frutos, preservando a qualidade sensorial por período de tempo mais longo em relação aos frutos transportados na caixa K e papelão.

- A nova embalagem estendeu a vida útil dos frutos de caqui em 4 e 6 dias, em relação à caixa K, considerando 25 e 50% de rejeição, respectivamente. Em relação à caixa de papelão, a vida útil dos frutos foi prolongada em 2 e 3 dias, considerando 25% e 50% de rejeição, respectivamente.

- O presente estudo revelou diferenças sensoriais e preferência dos consumidores pelos frutos de caqui transportados em diferentes embalagens. Destacou-se a performance dos frutos da nova embalagem os quais alcançaram maiores médias quanto à aceitação dos participantes durante todo o estudo.

- A metodologia CATA question mostrou-se ferramenta útil na avaliação da descrição sensorial de frutos de caqui e as características sensoriais que os consumidores julgaram mais expressivas para diferenciar os frutos das diferentes embalagens foram os termos “aparência boa”, “aparência ruim”, “aparência de passado”, “injurado” e “cor uniforme da casca”.

6 CONCLUSÃO GERAL

A nova embalagem para transporte e comercialização promove redução de perdas pós-colheita de frutos de caqui ‘Mikado’ e ‘Rama-Forte’. Além disso, prolonga a vida útil destes frutos, mantendo a qualidade sensorial por maior período de tempo.

7 REFERÊNCIAS

ABANORTE. Perfil da fruticultura 2013. Disponível em: <http://www.abanorte.com.br/biblioteca-virtual/perfil-fruticultura-2013>. Acesso: 22 de março 2014.

ACOSTA, Óscar et al. Chemical characterization, antioxidant properties, and volatile constituents of naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) cultivated in Costa Rica. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 59, n. 1, p. 88, 2009.

ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry**. Allured publishing corporation, 2007.

ADAMS, D.O., YANG, S.F. Ethylene biosynthesis: identification of 1- aminocyclopropane-1-carboxylic acid as an intermediate in the conversion of methionine to ethylene. **Proceedings o the National Academy of Sciencis of the United States of America**, v.76, n.1, p. 170–174, 1979. Disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC382898/?page=1>. Acesso em 01 fev. 2010.

ADEDEJI, J. et al. Characterization of Glycosidically Bound Aroma Compounds in the African Mango (*Mangifera indica* L.) **Journal Agriculture and Food Chemistry**. v. 40, n.4, p.659-661, 1992.

ALMEIDA, A. S. et al. Conservação de melão Cantaloupe ‘acclaim’ submetido à aplicação pós-colheita de 1-MCP. **Horticultura Brasileira**, v. 19, 2001.

ALTUNTAS, E. et al. Physical and chemical properties of persimmon fruit. **International Agrophysics**, v. 25, p. 89-92, 2011.

ÁLVARES, V.S. **Amadurecimento e qualidade de banana ‘Prata’ (*Musa* AAB subgrupo Prata) submetidas a diferentes concentrações de etileno**, 2003,70 p. Tese (“Magister Scientiae”) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

ALVES, C. O. W; SILOCHI, R. M. H. Q. Caracterização dos agricultores familiares de frutas e hortaliças ea qualidade na comercialização. **Revista Faz Ciência**, v. 12, n. 15, p. 121-136, 2010.

ALVES, A. M. et al. Avaliação química e física de componentes do baru (*Dipteryx alata* Vog.) para estudo da vida de prateleira. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 3, p. 266-273, 2010.

AMARANTE, C.V.T. et al. Quantificação não destrutiva de clorofilas em folhas através de método colorimétrico. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 04, p. 471-475, 2008.

ANTONIOLLI, L. R. et al. Use of polyethylene bags on conservation of 'Giombo' persimmons during cold storage. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 77-80, 2003.

ANTONIOLLI, L. R. et al. Influência da embalagem de polietileno na remoção da adstringência e na qualidade de caquis (*Diospyros kaki* L.) cv. 'Giombo', armazenados sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 293-297, 2001.

ANTONIOLLI, L. R. et al. Remoção da adstringência de frutos de caquizeiro 'Giombo' sob diferentes períodos de exposição ao vapor de álcool etílico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.10, p.2083-2091, 2000.

ANWAR, R. et al. Packaging material and ripening methods affect mango fruit quality. **International Journal of Agriculture e Biology**, v. 10, p. 35-41, 2008.

ARES, G. et al. Further investigations into the reproducibility of check-all-that-apply (CATA) questions for sensory product characterization elicited by consumers. **Food Quality and Preference**, v. 36, p. 111-121, 2014.

ARES, G. et al. Investigation of the number of consumers necessary to obtain stable sample and descriptor configurations from check-all-that-apply (CATA) questions. **Food Quality and Preference**, v. 31, p. 135-141, 2014.

ARES, G.; JAEGER, S. R. Check-all-that-apply questions: Influence of attribute order on sensory product characterization. **Food Quality and Preference**, v. 28, p.141–153, 2013.

ARES, G. et al. Application of a Check-All-That-Apply question to the development of chocolate milk desserts. **Journal of Sensory Studies**, v. 25, p. 67-86, 2010.

ARNAL, L.; DEL RÍO, M. A. Quality of persimmon fruit cv. Rojo brillante during storage at different temperatures. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 2, n. 2, p. 243-247, 2004.

BABU, K.G.D.; KAUL, V. K. Variations in quantitative and qualitative characteristics of wild marigold (*Tagetes minuta* L.) oils distilled under vacuum and at NTP. **Industrial Crops and Products**, v. 26, n° 3, p. 241–251, 2007.

BALDWIN, E. A. **Fruit flavour, volatile metabolism and consumer perceptions**. M. Knee (Ed.), *Fruit Quality and its Biological Basis*, CRC Press, 2002, pp. 89–106. Disponível em <http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=xH76ZG8oaswC&oi=fnd&pg=PA89&dq=Fruit+flavour,+volatile+metabolism+and+consumer+perceptions&ots=Mvn6UyAWcc&sig=TK1m8mqYMQ98MpZs8pnO63O50e0#v=onepage&q=Fruit%20flavour%2C%20volatile%20metabolism%20and%20consumer%20perceptions&f=false>. Acesso em 28 out. 2014.

BARREN, D.; ETIÉVANT, P. X. The volatile constituents of strawberry jam. **Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung**, v. 191, n. 4-5, p. 279-285, 1990.

BEAULIEU, J. C.; GRIMM, C. C. Identification of volatile compounds in cantaloupe at various developmental stages using solid phase microextraction. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 3, p. 1345-1352, 2001.

BESADA, C. et al. Volatile compounds associated to the loss of astringency in persimmon fruit revealed by untargeted GC–MS analysis. **Metabolomics**, v. 9, n. 1, p. 157-172, 2013.

BESADA, C. et al. Response of “Fuyu” persimmons to ethylene exposure before and during storage. **Postharvest Biology and Technology**, v.57, p.124-131, 2010.

BEZERRA, M. R. **Enxertia de mesa, estaquia e fenologia do caquizeiro em regiões tropicais**. 2007. Dissertação de mestrado. Faculdade De Engenharia de Ilha Solteira. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

BIALE, J. B. The postharvest biochemistry of tropical and subtropical fruits. **Advances in Food Research**, v. 10, p. 293-354, 1961.

BICCAS, J. L. et al. Volatile constituents of exotic fruits from Brazil. **Food Research International**, 44, 1843–1855, 2011.

BINDER, R. G.; FLATH, R. A. Volatile components of pineapple guava. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 37, n. 3, p. 734-736, 1989.

BLUM, Julius et al. Destanizacao do caqui ‘Giombo’ com etanol e ethephon. **Revista Ceres**, v. 55, n. 1, p. 054, 2008.

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

BOUKOBZA, F. et al. Measurement of lipid oxidation-derived volatiles in fresh tomatoes. **Postharvest Biology and Technology**, 23, p.117–131, 2001.

BRACKMANN, A. et al. Controle da maturação de caqui ‘Fuyu’ com aplicação de Aminoetoxivinilglicina e 1-Metilciclopropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 4, p. 953-961, 2013.

BRACKMANN, A.; SAQUET, A. A. Efeito da temperatura e condições de atmosfera controlada sobre a conservação de caqui (*Diospyros kaki* L.). **Ciência Rural**, v.25, n.3, p.375-378, 1995.

BRASIL. Instrução normativa nº 4, de 19 de julho de 2005. Aprovar as Normas Técnicas Específicas para a Produção Integrada de Caqui – NTEPICAqui. **Diário Oficial da União**, 21 de julho de 2005.

BRASIL. Instrução Normativa Conjunta SARC/ANVISA/INMETRO nº 009 de 02 de novembro de 2002. Regulamenta o acondicionamento, manuseio e comercialização dos produtos hortícolas "in natura". **Diário Oficial da União**, 14 de novembro de 2002.

BRASIL. Padrões de embalagens para comercialização de produtos hortigranjeiros, 1988. Disponível em: <http://www.ceasa.gov.br/dados/publicacao/pub03.pdf>. Acesso em 27 março 2014.

BRAUSS, M.S. et al. Effect of variety, time of eating, and fruit-to-fruit variation on volatile release during eating of tomato fruits (*Lycopersicon esculentum*). **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.46, n.6, p.2287-2292, 1998.

BRECHT, J. K. et al. **Fisiologia Pós-Colheita de Tecidos Vegetais**. In: DAMODARAN, S. Química de Alimentos de Fennema; Tradução Adriano Brandelli...et al. 4ª edição, Porto Alegre: Artmed, 2010, 900p.

BUENO, F. M. et al. **Caracterização de carotenóides individuais em cinco cultivares de caqui (*Diospyros kaki* L.)**. In: XVIII Congresso de Iniciação Científica, Universidade Federal de Pelotas 2009. Disponível em: <http://www2.ufpel.edu.br/cic/2009/cd/>. Acesso em: 04 de abril 2014.

CANUTO, K. M. et al. Composição química volátil, em diferentes estádios de maturação, de manga 'Tommy Atkins' produzida no vale do São Francisco. **Química Nova**, v. 32, n. 9, p. 2377-2381, 2009.

CENTENO, D. C.; NEVES, N. R. Artigo: contribuidores do sabor em tomate (*Solanum Lycopersicum* var. Moneymaker) e suas inter-relações. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 3, n. 2, 2009.

CHEN, X. N. et al. Radical scavenging activity and phenolic compounds in persimmon (*Diospyros kaki* L. cv. Mopan). **Journal of Food Science**, v. 73, n. 1, p. C24-C28, 2008.

CHEONG, K. W. et al. Optimization of equilibrium headspace analysis of volatile flavor compounds of malaysian soursop (*Annona muricata*): Comprehensive two-dimensional gas chromatography time-of-flight mass spectrometry (GC× GC-TOFMS). **Food Chemistry**, v. 125, n. 4, p. 1481-1489, 2011.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças – Fisiologia e manuseio**. Editora UFLA, 2^aed, 2005.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças: Fisiologia e Manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320 p.

CIA, P. **Doenças de pós-colheita em frutas (caqui, maracujá-doce e nêspira)**. Disponível em <<http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.biologico.sp.gov.br%2Ffrifib%2FIIIRifib%2F60-65.pdf&ei=TmepVKaVC4OaNoS5hPgH&usg=AFQjCNFheYBA16q7YqBLcpR8r4EXb7owFQ&bvm=bv.82001339,d.eXY>>. Acesso em 03 jan. 2015.

CIA, P. et al. Quitosana no controle pós-colheita da podridão mole em caqui ‘Rama-forte’. **Bragantia**, v. 69, n. 3, p. 745-752, 2010.

CAMPO-DALL’ORTO, F.A. et al. Novo processo de avaliação da adstringência dos frutos no melhoramento do caquizeiro. **Bragantia**, v.55, n.2, p.237-243, 1996.

CASTELLÓ, M. L. et al. Influence of thermal treatment and storage on astringency and quality of a spreadable product from persimmon fruit. **Food Chemistry**, v. 128, n. 2, p. 323-329, 2011.

COELHO, L. R. et al. Avaliação de diferentes materiais no ensacamento de pêssegos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 822-826, 2008.

COELHO, E. et al. Headspace-SPME applied to varietal volatile components evolution during *Vitis vinifera* L. cv. ‘Baga’ ripening. **Analytica Chimica Acta** 563, 204–214, 2006.

COMUZZO, P. et al. Yeast derivatives (extracts and autolysates) in winemaking: Release of volatile compounds and effects on wine aroma volatility. **Food Chemistry**, v. 99, n. 2, p. 217-230, 2006.

CORSATO, C. E. et al. Fenologia do caquizeiro " Rama Forte" em clima tropical. **Bragantia**, v. 64, n. 3, p. 323-329, 2005.

CNA – Confederação Brasileira da Agricultura e Pecuária do Brasil. **Agronegócio, balanço 2013, perspectivas 2014**. Disponível em: <http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.canaldoprodutor.com.br%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fbalanco_CNA_2013_web.pdf&ei=3q6pVLWJEcGmgwSynYSADQ&usg=AFQjCNEXwj6NxO3uYgYXgjt3wV071y5Q&bvm=bv.82001339,d.eXY>. Acesso em 04 jan. 2015.

CORDENUNSI, B. R. et al. Influence of cultivar on quality parameters and chemical composition of strawberry fruits grown in Brazil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 9, p. 2581-2586, 2002.

CORRÊA, M. O. et al. Análise da atividade respiratória em frutos de jaboticabeira. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. S2, p. pg. 831-833, 2008.

CORSATO, C. E. et al. Fenologia do caquizeiro " Rama Forte" em clima tropical. **Bragantia**, v. 64, n. 3, p. 323-329, 2005.

COSTA, D. P. et al. Seasonal variability of essential oils of *Eugenia uniflora* leaves. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 20, n. 7, p. 1287-1293, 2009.

CRUZ, A. G. et al. Developing a prebiotic yogurt: Rheological, physico-chemical and microbiological aspects and adequacy of survival analysis methodology. **Journal of Food Engineering**, v. 114, n. 3, p. 323-330, 2013.

CURIA, A. et al. Survival analysis applied to sensory shelf life of yogurts-I: Argentine formulations. **Journal of Food Science**, v. 70, n. 7, p. 442-445, 2005.

DA CONCEIÇÃO JORGE, É. et al. Application of a check-all-that-apply question for evaluating and characterizing meat products. **Meat Science**, v.100, p. 124-13, 2015.

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**, v. 24, n. 1, p. 044-48, 2002.

DAOOD, H. G. et al. Chromatographic investigation of carotenoids, sugars and organic acids from *Diospyros kaki* fruits. **Food Chemistry**, v. 45, n. 2, p. 151-155, 1992.

DANZART, M. et al. New developments in preference mapping techniques: Finding out a consumer optimal product, its sensory profile and the key sensory attributes. In: **The 7th Sensometrics Conference**, Davis, CA. 2004.

DARJAZI, B. B. Comparison of peel components of mandarin, sour lemon and sour orange (*Citrus sp.*). **Journal of Pharmaceutical and Health Sciences**, v. 3, n. 1, p. 51-60, 2014.

DARJAZI, B. B. The effect of seasonal variation on sweet orange (*Citrus Sinensis*) leaf components. 2014. **Journal of Life Science and Biomedicine**, v. 4, n.4, p. 262-267, 2014.

DEFILIPPI, B. G. et al. Apple aroma: alcohol acyltransferase, a rate limiting step for ester biosynthesis, is regulated by ethylene. **Plant Science**, v. 168, n. 5, p. 1199-1210, 2005.

DE CAMARGO FILHO, W. P. et al. Mercado de caqui: variedades, estacionalidade e preços. **Informações Econômicas**, v.33, n.10, p. 81-87, 2003.

DE CASTRO, L. R. et al. Effect of sorting, refrigeration and packaging on tomato shelf life. **Journal of Food Agriculture and Environment**, v. 4, n. 1, p. 70, 2006.

DE ABREU PINHEIRO, F. et al. Perfil de Consumidores em Relação à Qualidade de Alimentos e Hábitos de Compras. **UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 13, n. 2, 2011.

DE CASTRO, L. R. et al. Influência da embalagem no desenvolvimento de injúrias mecânicas em tomates. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 1, p. 26-33, 2001.

DE MORAES, M. R. **Atmosfera Modificada e Aplicação de Cloreto de Cálcio em Caqui 'Giombo'**. 2012, 64p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2012.

DE MOURA, M. A. et al. Efeito da embalagem e do armazenamento no amadurecimento do caqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 11, p. 1105-1109, 1997.

DEFILIPPI, B. G. et al. Aroma volatiles: biosynthesis and mechanisms of modulation during fruit ripening. **Advances in Botanical Research**, v. 50, p. 1-37, 2009.

DE LA PEÑA MORENO, F. et al. Development of a method based on on-line reversed phase liquid chromatography and gas chromatography coupled by means of an adsorption-desorption interface for the analysis of selected chiral volatile compounds in methyl jasmonate treated strawberries. **Journal of Chromatography A**, v. 1217, n. 7, p. 1083-1088, 2010.

DESCHAMPS, S.S.; CHERYAN, M. Determination of phenolic compounds of dry beans using vanillin, redox and precipitation assays. **Journal of Food Science**, v. 52, n.2, p. 332-341, 1987.

DESCHAMPS, S.S.; CHERYAN, M. Evaluation of vanillin assay for taninis analysis of dry beans. **Journal of Food Science**, v.50, n.4, p. 905-910, 1985.

DE SOUZA, R. S. et al. Comportamento de compra dos consumidores de frutas, legumes e verduras na região central do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, p. 511-517, 2008.

DHARMAWAN, J. et al. Characterization of volatile compounds in selected citrus fruits from Asia. Part I: freshly-squeezed juice. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 22, n. 3, p. 228-232, 2007.

- DIXON, J.; HEWETT, E. W. Factors affecting apple aroma/flavour volatile concentration: a review. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, v. 28, n. 3, p. 155-173, 2000.
- DOOLEY, L. et al. The application of check-all-that-apply (CATA) consumer profiling to preference mapping of vanilla ice cream and its comparison to classical external preference mapping. **Food Quality and Preference**, v. 21, n. 4, p. 394-401, 2010.
- DU, X. et al. Volatile composition and odour-activity value of thornless 'Black Diamond' and 'Marion' blackberries. **Food Chemistry**, v. 119, n. 3, p. 1127-1134, 2010.
- DURIGAN, J. F. Pós-colheita de frutas. **Revista Brasileira de Fruticultura** [online]., v.35, n.2, pp. 0-0, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452013000200001>. Acesso em 30 outubro 2014.
- EDAGI, F.K.; KLUGE, R.A. Remoção de adstringência de caqui: um enfoque bioquímico, fisiológico e tecnológico. **Ciência Rural**, v.39, n.2, p. 585-584, 2009.
- ELIAS, N. F. et al. Avaliação nutricional e sensorial de caqui cv Fuyu submetido à desidratação osmótica e secagem por convecção. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 2, p. 322-328, 2008
- FAGUNDES, A. F; AYUB, R. A. Caracterização físico-química de caquis cv. Fuyu submetidos à aplicação de agentes inibidores de escurecimento e armazenados a 0° C. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 3, p. 403-408, 2005.
- FAGUNDES, G. R; YAMANISHI, O. K. Estudo da comercialização do mamão em Brasília-DF. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 91-95, 2002.
- FALCAO, L. D. et al. Identification of ethyl 2-hydroxy-4-methylpentanoate in red wines, a compound involved in blackberry aroma. **Food Chemistry**, v. 132, n. 1, p. 230-236, 2012.
- FAN, X. **Maturity and Storage of Fuji' Apples**. 1992. Tese de Doutorado. Washington State University.
- FERHAT, M. A. et al. Comparison of different isolation methods of essential oil from Citrus fruits: cold pressing, hydrodistillation and microwave 'dry' distillation. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 22, n. 6, p. 494-504, 2007.
- FERREIRA, V. L. P. et al. **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos**. Manual: série qualidade. Campinas, SBCTA, 127p. 2000
- FERRI, V. C. et al. Conservação de caquis "Fuyu" em diferentes condições de armazenamento. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 13, n. 1, 2007.

- FERRI, V. C. et al. Ácido giberélico no retardamento da maturação de caquis (*Diospyros kaki*, L.), cultivar Fuyu. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 1, 2004.
- FISCHER, I. H. et al. Caracterização dos danos pós-colheita em citros procedentes de “packinghouse”. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 4, p. 304-310, 2007.
- FISCHER, R. L.; BENNETT, A. B. Role of cell wall hydrolases in fruit ripening. **Annual review of plant biology**, v. 42, n. 1, p. 675-703, 1991.
- FLAMINI, G. et al. Volatiles from leaves, fruits, and virgin oil from *Olea europaea* Cv. Olivastra Seggianese from Italy. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 5, p. 1382-1386, 2003.
- FLORES, F. et al. Role of ethylene in the biosynthetic pathway of aliphatic ester aroma volatiles in Charentais Cantaloupe melons. **Journal of Experimental Botany**, v. 53, n. 367, p. 201-206, 2002.
- FONSECA, M.J.O. et al. Emissão de etileno e de CO₂ em mamão ‘Sunrise solo’ e ‘Golden’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 2, p. 322-324, 2006.
- FONSECA, S. C. et al. Modelling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages: a review. **Journal of Food Engineering**, v. 52, n. 2, p. 99-119, 2002.
- FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAOSTAT. Disponível em: <http://faostat.fao.org/>. Acesso em 10 out. 2013
- FRANCILINO, A. H. et al. Perfil dos consumos de hortaliças no município de Iguatu-CE. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 1, p. 120-126, 2014.
- FRANCO, M. R. B. et al. Compostos voláteis de três cultivares de manga (*Mangifera indica* L.). **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 2, p. 165-169, 2004.
- GALINDO, F.G. et al. Factors affecting quality an postharvest proprieties of vegetables: Integration of water Relations and metabolism. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.44, p. 139-154, 2004.
- GAMBARO, A. et al. Sensory shelf-life estimation of alfajor by survival analysis. **Journal of Sensory Studies**, v. 19, n. 6, p. 500-509, 2004.
- GARCIA, Coralía V. et al. Characterisation of bound volatile compounds of a low flavour kiwifruit species: *Actinidia eriantha*. **Food Chemistry**, v. 134, n. 2, p. 655-661, 2012.

- GARDIN, J. P. P. et al. Qualidade de caqui 'Rama Forte' após armazenamento refrigerado, influenciada pelos tratamentos 1-MCP e/ou CO₂. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, p. 1043-1050, 2012.
- GARITTA, L. et al. Determining optimum ripening time of fruits by applying survival analysis statistics to consumer data. **Food Quality and Preference**, v. 19, n. 8, p. 747-752, 2008.
- GARITTA, L. et al. Determination of optimum concentrations of a food ingredient using survival analysis statistics. **Journal of Food Science**, v. 71, n. 7, p. 526-532, 2006.
- GARITTA, L. et al. **Estadística de Supervivencia Aplicada a la Vida Útil de Alimentos**. Tutorial Introductorio y Cálculos a Realizar Utilizando S-PLUS. Ciencia y Técnica para El Desarrollo (CYTED), Madrid, 2003.
- GARONE, P. M. C.; PINHEIRO, O. J. Embalagem para Produtos da Fruticultura: Proposta para uma Reflexão Sistêmica. **Revista Educação Gráfica**, v. 14, n. 1, 2010.
- GEORGÉ, S. et al. Rapid determination of polyphenols and vitamina C in plant-derived product. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p.1370-1373, 2005.
- GEORGILOPOULO, D. N. et al. Aroma compounds of fresh blackberries (*Rubus laciniata* L.). **Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung**, v. 184, n. 5, p. 374-380, 1987.
- GOLDSTEIN, J. L.; SWAIN, T. Changes in tannins in ripening fruits. **Phytochemistry**, v. 2, n. 4, p. 371-383, 1963.
- GIACALONE, Davide et al. Situational appropriateness of beer is influenced by product familiarity. **Food Quality and Preference**, v. 39, p. 16-27, 2015.
- GIMÉNEZ, A. et al. Consumer perception of sandiness in dulce de leche. **Journal of Sensory Studies**, v. 23, n. 2, p. 171-185, 2008.
- GODOY, A. E. et al. Mechanical injuries and the effects on the quality of golden papaya fruits. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 682-691, 2010.
- GOMES, F.S. et al. Carotenoides: uma possível proteção contra o desenvolvimento de câncer. **Revista Nutrição**, v. 20, n. 5, p. 537-548, 2007.
- GONZALEZ, A. F. et al. Controle da maturação de caqui (*Diospyros kaki* L.) cv. Fuyu tratados com aminoethoxivinilglicina e armazenados a temperatura ambiente. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 11, n. 2, p. 231-233, 2005.

GORINSTEIN, S. et al. Comparative content of total polyphenols and dietary fiber in tropical fruits and persimmon. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 10, n. 6, p. 367-371, 1999.

GROSS, J. et al. Changes in chlorophyll and carotenoid pigments in the peel of 'Triumph' persimmon (*Diospyros kaki* L.) induced by pre-harvest gibberellin (GA 3) treatment. **Scientia Horticulturae**, v. 24, n. 3, p. 305-314, 1984.

GUNDUZ, K. et al. Antioxidant, physical and chemical characteristics of cornelian cherry fruits (*Cornus mas* L.) at different stages of ripeness. **Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus**, v. 12, n. 4, p. 59-66, 2013.

HARKER, F. R. et al. Eating quality standards for apples based on consumer preferences. **Postharvest Biology and Technology**, v. 50, n. 1, p. 70-78, 2008.

HEATH, H.B.; REINECCIUS, G. **Flavor Chemistry and Technology**. 1ª ed. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1986.

HORVAT, R.J. et al. Volatile compounds from the mesocarp of persimmons. **Journal of Food Science**, v.56, n.1, p.262–263, 1991.

HOUGH, G. et al. Survival analysis applied to sensory shelf life of foods. **Journal of Food Science**, v. 68, n. 1, p. 359-362, 2003.

IBANEZ, E. et al. Analysis of volatile fruit components by headspace solid-phase microextraction. **Food Chemistry**, v. 63, n. 2, p. 281-286, 1998.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal, 2012**. Available in <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1613&z=p&o=27&i=P>. Access 15 out 2014.

INTERNATIONAL STANDAR ISO 750:1998 (E) segunda edição. **Fruit and Vegetable Products. Determenation of Titrable Acidity**, 1998.

INTERNATIONAL STANDAR ISO 1842:1991 (E) segunda edição. **Fruit and Vegetable Products. Determination of pH**, 1991.

INTERNATIONAL STANDARD ISO 2173:1978 (E) primeira edição. **Fruit and Vegetable Products Determenation of Soluble Solids Content – Refractometric Method**, 1978.

ITAMURA, H. et al. Characteristics of fruit softening in Japanese persimmon 'Saijo'. **Acta Horticulturae**, n.436, p.179-188, 1997.

ITTAH, Y. Sugar content changes in persimmon fruits (*Diospyros kaki* L.) during artificial ripening with CO₂: a possible connection to destringency mechanisms. **Food Chemistry**, v. 48, n. 1, p. 25-29, 1993.

ITO, S. **The Persimmon**. In: HULME, A. C. et al. The biochemistry of fruits and their products. The biochemistry of fruits and their products. v. 2., 1971. p.281-301.

JACQUES, A. C. **Amora-preta (*Rubus fruticosus*): Compostos bioativos e voláteis**. 2012, 85p. Tese (Doutor em Ciências). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

JULSRIGIVAL, J. et al. Determination of Volatile Constituents of Thai Fragrant Orchids by Gas Chromatography-Mass Spectrometry with Solid-Phase Microextraction. **Journal of Natural Science**, v. 12, n. 1, p. 43-57, 2013.

KADER, A.A. **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. University of California, 3rd edition, 2002, 519 p.

KADER, A. A. **Fruit maturity, ripening, and quality relationships**. *Acta Horticulturae*, v. 485, p. 203-208, 1999. Disponível em http://www.actahort.org/books/485/485_27.htm. Acesso em 20 março 2014.

KASAT, G. F. et al. Injúrias mecânicas e seus efeitos em pêssegos ‘Aurora’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 2, p. 318-322, 2007.

KOHATSU, D. S. et al. Qualidade de frutos de cajá-manga armazenados sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, volume especial, p. 344-349, 2011.

KOTLER, P.; KELLER, K. L. **Administração de marketing**. 2006. Disponível em: <http://www.qir.com.br/wp-content/uploads/KOTLER-MARKETING-completo.pdf>. Acesso em 28 março 2014.

KRAMMES, J. G. et al. Controle da maturação e conservação da qualidade pós-colheita de caqui ‘Fuyu’ pelo manejo do etileno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 1, p. 36-39, 2005.

LADO, J. et al. Application of a check-all-that-apply question for the evaluation of strawberry cultivars from a breeding program. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 90, n. 13, p. 2268-2275, 2010.

LAGE, F. C. S. **Caracterização de apresentado com baixo teor de gordura formulado com soro de leite e lactulose**, 2012, 180p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Lavras, 2012.

LALEL, H. J. D. Aroma volatiles production during fruit ripening of 'Kensington Pride' mango. **Postharvest Biology and Technology**, v. 27, n. 3, p. 323-336, 2003.

LANÇAS, F. M. Extração em fase sólida (SPE). In: **Métodos cromatográficos de análise**. RiMa, 2004.

LEE, Y. et al. Experimental consideration for the use of check-all-that-apply questions to describe the sensory properties of orange juices. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 48, n. 1, p. 215-219, 2013.

LELIÈVRE, JEAN-MARC. et al. Ethylene and fruit ripening. **Physiologia Plantarum**, v. 101, n. 4, p. 727-739, 1997.

LI, Z. et al. **Changes of Aroma Components in Wine Grape Pinot Noir during Ripening**. In: V Simpósio Internacional e uvas para vinho, 2007. Disponível em: <http://58.59.135.118:8081/books%5C2010%5C2094673.pdf#page=235>. Acesso em 09 out 2014.

LIMA, M. A. C. et al. Comportamento respiratório e qualidade pós-colheita de graviola (*Annona muricata* L.) 'morada' sob temperatura ambiente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 49-52, 2003.

LOPES, P. R. C.; OLIVEIRA, I. V. de M. **Possibilidades de cultivo de novas fruteiras no Nordeste: maçã, pêra, caqui e cacau**. In: SEMANA INTERNACIONAL DA FRUTICULTURA E AGROINDÚSTRIA, 18.; AGROFLORES, 13, 2011. Fortaleza. Produção rural com sustentabilidade. Fortaleza: Instituto Frutal, 2011. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/913191>. Acesso em 23 março 2014.

LOPES, D. C. et al. Principais substâncias responsáveis pelo aroma de mangas comerciais brasileiras identificadas por cromatografia gasosa de alta resolução/olfatometria/espectrometria de massas. **Química Nova**, v. 22, n.1, p.31-36, 1999.

LOURENÇO JR. et al. **Antracnose do Caqui no Paraná**. Londrina : IAPAR, 2014. 19 p. : il. – (Informe da Pesquisa ; n.159).

LUENGO, R. F. A; CALBO, A. G. Classificação de hortaliças e frutas. **Embrapa Hortaliças. Circular Técnica**, v. 43, 2006.

LUENGO, R. F. A. et al. Avaliação da compressão em hortaliças e frutas e seu emprego na determinação do limite físico da altura da embalagem de comercialização. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 4, p. 704-707, 2003.

LUENGO, R. F. A. et al. Redução de perdas pós-colheita em tomate de mesa acondicionado em três tipos de caixas. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 2, p. 151-154, 2001.

LUO, Z. Extending shelf-life of persimmon (*Diospyros kaki* L.) fruit by hot air treatment. **European Food Research and Technology**, v. 222, n. 1-2, p. 149-154, 2006.

MACRAE, R. **Food Science and Technology - A series of Monographs: HPLC in Food Analysis**. Editora Academic Press, 2^a ed. 1998, p.77.

MACEDO, W. R. et al. Características dos cachos e bagas de uvas ‘Centennial Seedless’ tratadas com thidiazuron e ácido giberélico. **Ambiência**, v. 6, n. 3, p. 415-426, 2011.

MACLEOD, A. J. et al. Volatile aroma constituents of orange. **Phytochemistry**, v. 27, n. 7, p. 2185-2188, 1988.

MAIA, V. M. et al. Tipos e intensidade de danos mecânicos em bananas ‘prata-anã’ ao longo da cadeia de comercialização. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 365-370, 2008.

MALGARIM, M. B. et al. Estádio de maturação e variação da temperatura na qualidade pós-colheita de ameixas cv. Reubennel. **Revista brasileira de Agrociência**, v. 13, n. 1, p. 61-67, 2007.

MARIMOTO, F. e GRIGOLO, E. A. **Colheita, classificação, embalagem e acondicionamento do caqui**. In: Emater – PR, 2001, 28 p (Informação Técnica, 66).

MARTINELLI, M. et al. Persimmon cv. Mikado: analysis of volatile compounds in astringent and astringency removal. **Ciência Rural**, v. 43, n. 8, p. 1516-1521, 2013.

MARTINS, C. R.; FARIAS, R M. Produção de alimentos x desperdício: Tipos, causas e como reduzir perdas na produção agrícola–Revisão. **Revista da FZVA**, v. 9, n. 1, p.20-32, 2002.

MASCARENHAS, R. de J. et al. Avaliação sensorial de uvas de mesa produzidas no Vale do São Francisco e comercializadas em João Pessoa-PB. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 993-1000, 2010.

MATSUURA, F. C. A. U. et al. Marketing de banana: preferências do consumidor quanto aos atributos de qualidade dos frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, 2004.

MATTHEIS, J. P. et al. Volatile compounds emitted by sweet cherries (*Prunus avium* cv. Bing) during fruit development and ripening. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 40, n. 3, p. 471-474, 1992.

MATTHEIS, J. P. et al. Changes in headspace volatiles during physiological development of Bisbee Delicious apple fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 39, n. 11, p. 1902-1906, 1991.

MATTHEIS, J. P.; FELLMAN, J. K. Preharvest factors influencing flavor of fresh fruit and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, v. 15, n. 3, p. 227-232, 1999.

MATTIUZ, B; DURIGAN, J. F. Efeito de injúrias mecânicas no processo respiratório e nos parâmetros químicos de goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 282-287, 2001.

McGORRIN, R. J. Character-impact flavor compounds. **Sensory-Directed Flavor Analysis**, p. 223, 2010. Disponível em http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=tJ0JLpA5Mc0C&oi=fnd&pg=PA223&dq=character+impact+flavor+compounds&ots=Ho6EXKerv_&sig=IHALOQLihhuPvm2XdVugmgAJWGI#v=onepage&q=character%20impact%20flavor%20compounds&f=false. Acesso em 23 setembro 2014.

MÉNAGER, I. et al. Changes in physicochemical characteristics and volatile constituents of strawberry (Cv. Cigaline) during maturation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 5, p. 1248-1254, 2004.

MENEZES, J.B.; ALVES, R.E. **Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita do Pedúnculo do Caju**. Fortaleza : EMBRAPA-CNPAT, 1995. 20p. (EMBRAPA-CNPAT, Documentos, 17).

MEYNER, M.; CASTURA, J. C. **Check-All-That-Apply Questions**. In: Varela, P.; Ares, G. Novel Techniques in Sensory Characterization and Consumer Profiling, 1º ed, CRC Press 2014, p.272 – 305.

MILANI, L. I. G. et al. Atividade antioxidante e antimicrobiana *in vitro* de extratos de caqui (*Diospyros kaki* L.) cultivar Rama Forte. **Campinas**, v. 15, n. 2, p. 118-124, 2012.

MINOLTA CORPORATION. **Precise color communication: color control from feeling to instrumentation**. Minolta, 1994.

MONTEIRO, M. F. et al. Temperaturas para remoção da adstringência com etanol em caqui 'Giombo'. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 13, n. 1, p. 9-13, 2012.

MORENO, E. et al. HS-SPME study of the volatile fraction of *Capsicum* accessions and hybrids in different parts of the fruit. **Scientia Horticulturae**, v. 135, p. 87-97, 2012.

MORETTI, C. L.; SARGENT, S. A.. Alteração de sabor e aroma em tomates causada por impacto. **Scientia Agrícola**, v. 57, n. 3, p. 385-388, 2000.

MORETTI, C. L. et al. Electronic nose: a non-destructive technology to screen tomato fruit with internal bruising. **Horticultura Brasileira**, v. 18, n. 1, p. 20-23, 2000.

MOTA, L. M et al. Volatile profiling of kiwifruits (*Actinidia deliciosa* ‘Hayward’) evaluated by HS-SPME and GC-IT/MS: influence of ripening, training system and storage. **Food and Bioprocess Technology**, v. 5, n. 8, p. 3115-3128, 2012.

MUÑOZ, V. R. S. **Destanização do caqui (*Diospyrus kaki* L.) ‘Rama-Forte’**. 2002. 164p. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

NASCIMENTO, W. M. O. et al. Seleção de progênies de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) quanto à qualidade de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 186-188, 2003.

NASCIMENTO JUNIOR, B. B. N. et al. Efeito do 1-metilciclopropeno sobre a emissão dos ésteres voláteis de bananas ao longo do amadurecimento. **Química Nova**, v. 31, p. 1367, 2008.

NASCIMENTO JUNIOR, B. B. **Estudo químico de bananas *Musa* spp ao longo do amadurecimento**. 2008, 173p. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ.

NEVES JUNIOR, A.C.V. **Aplicação de revestimentos comestíveis em caqui ‘Mikado’ (*Diospyros kaki*) minimamente processado**. 2009, 77 f. Dissertação (mestrado em Fitotecnia) – Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, 2009.

NEVES JUNIOR, A.C.V. et al. **Levantamento de dados de manipulação e comercialização do caqui produzido no Distrito de D. Mariana, município de Sumidouro – RJ**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEIRA – FRUTAS, HORTALIÇAS E FLORES, 2., 2007, Viçosa, MG. Anais... Viçosa: UFV, 2007. p.265-265.

NEVES, L. C. et al. Armazenamento refrigerado de caquis' Fuyu', sob atmosfera modificada com adsorção de etileno. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 26, n. 3, p. 414-418, 2004.

NIEROP, K. G. J. Origin of aliphatic compounds in a forest soil. **Organic Geochemistry**, v. 29, n. 4, p. 1009-1016, 1998.

NOVELLO, D.; POLLONIO, M. A. R. Adição de linhaça dourada (*Linum usitatissimum* L.) e derivados em hambúrgueres bovinos: aceitação sensorial e análise de sobrevivência. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 30, n. 2, 2012.

OBENLAND, D. et al. Influence of maturity and ripening on aroma volatiles and flavor in ‘Hass’ avocado. **Postharvest Biology and Technology**, v. 71, p. 41-50, 2012.

OLIVEIRA, T. A. et al. Comportamento do Consumidor de banana do município de Mossoró-RN. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 10, n. 2, p. 07-13, 2014.

OSHIDA, M. et al. On the nature of coagulated tannins in astringent-type persimmon fruit after an artificial treatment of astringency removal. **Postharvest Biology and Technology**, v. 8, n. 4, p. 317-327, 1996.

ØSTLI, J. et al. How fresh is fresh? Perceptions and experience when buying and consuming fresh cod fillets. **Food Quality and Preference**, v. 27, n. 1, p. 26-34, 2013.

OZAWA, T. et al. Polyphenol interactions: astringency and the loss of astringency in ripening fruit. **Phytochemistry**, v. 26, n. 11, p. 2937-2942, 1987.

PACHECO, S. **Preparo de padrões analíticos, estudo da estabilidade e parâmetros de validação para ensaio de carotenóides por cromatografia líquida**. 2009, 105 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2009.

PATHARE, P. B.; OPARA, U. L. Structural design of corrugated boxes for horticultural produce: A review. **Biosystems Engineering**, v. 125, p. 128-140, 2014.

PAULA BARROS, E. et al. Development and validation of automatic HS-SPME with a gas chromatography-ion trap/mass spectrometry method for analysis of volatiles in wines. **Talanta**, v. 101, p. 177-186, 2012.

PETERS-TEXEIRA, A.; BADRIE, N. Consumers perception of food packaging in Trinidad, West Indies and its related impact on food choices. **International Journal of Consumer Studies**, v. 29, n. 6, p. 508-514, 2005.

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

PINTO, D. M. **Tecnologias de pós-colheita em caqui' Fuyu'**. 2014, 163p. Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

PINO, J. A. Odour-active compounds in papaya fruit cv. Red Maradol. **Food Chemistry**, v. 146, p. 120-126, 2014.

PINO, J.A.; MARBOT, R. Volatile flavor constituents of acerola (*Malpighia emarginata* DC.) Fruit. **Journal Agriculture and Food Chemistry**, v.49, n.12, p. 5880-5882, 2001.

PINO, J. A.; MESA, J. Contribution of volatile compounds to mango (*Mangifera indica* L.) aroma. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 21, n. 2, p. 207-213, 2006.

PRADO, A. **Composição fenólica e atividade antioxidante de frutas tropicais**. 2009, 106p. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo (USP). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2009.

ROBERTSON, G. W. et al. Changes in the chemical composition of volatiles released by the flowers and fruits of the red raspberry (*Rubus idaeus*) cultivar glen prosen. **Phytochemistry**, v. 38, n. 5, p. 1175-1179, 1995.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. **A Guide to Carotenoid Analysis in Foods**. Washington: International Life Sciences Institute (ILSI) Press, 2001, 64 p.

RICHARDS, M. et al. Multivariate accelerated shelf-life test of low fat UHT milk. **International Dairy Journal**, v. 36, n. 1, p. 38-45, 2014.

ROMBALDI, C. V. et al. Efeito do 1-metilciclopropeno em maçãs 'Fuji' armazenadas em atmosfera refrigerada e atmosfera controlada. **Current Agricultural Science and Echnology**, v. 11, n. 1, 2012.

ROCHA, M. C. et al. Identifying promising accessions of cherry tomato: a sensory strategy using consumers and chefs. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 93, 1903-1914, 2013.

RUIZ, J. J. et al. Quantitative analysis of flavour volatiles detects differences among closely related traditional cultivars of tomato. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 85, n. 1, p. 54-60, 2005.

SANCHES, J. et al. Avaliação de danos mecânicos causados em banana "Nanicão" durante as etapas de beneficiamento, transporte e embalagem. **Engenharia Agrícola**, v.24, n.1, p.195-201, 2004.

SANTOS, C. **Avaliação da influência do etanol na extração de compostos voláteis e semi-voláteis presentes em bebidas alcoólicas**. 2012, 54p. Dissertação (Mestre em Química). Universidade do Porto, Porto, 2012.

SÃO PAULO. Lei nº 14.264, de 06 de fevereiro de 2007. Estabelecer normas para a utilização de caixas descartáveis e retornáveis no acondicionamento, transporte, distribuição e venda de alimentos hortifrutícolas "in natura" no âmbito do Município de São. **Diário Oficial da Cidade de São Paulo**, 07 de fevereiro de 2007.

SARRIA, S. D. **Comportamento pós-colheita de caqui (*Diospyros kaki*): Avaliação física e química**. Campinas, 1998, 72 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

SAXENA, A. et al. Use of modified atmosphere packaging to extend shelf-life of minimally processed jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) bulbs. **Journal of Food Engineering**, v. 87, n. 4, p. 455-466, 2008.

SCHIAVO, J. A. et al. Revegetation of clay extraction sites with *Acacia mangium*: II-chemical aspects of humins. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 5, p. 1163-1171, 2007.

SCHREIER, P. et al. Identification of volatile constituents from grapes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 24, n. 2, p. 331-336, 1976.

SCHWARTZ, S. J. et al. **Corantes**. In: DAMODARAN, S. Química de Alimentos de Fennema; Tradução Adriano Brandelli...et al. 4ª edição, Porto Alegre: Artmed, 2010, 900p.

SELCUK, N.; ERKAN, M. The effects of modified and palliflex controlled atmosphere storage on postharvest quality and composition of 'Istanbul' medlar fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 99, p. 9-19, 2015.

SELCUK, N.; ERKAN, M. The effects of 1-MCP treatment on fruit quality of medlar fruit (*Mespilus germanica* L. cv. Istanbul) during long term storage in the palliflex storage system. **Postharvest Biology and Technology**, v. 100, p. 81-90, 2015.

SENER, S. D. et al. Sugar and nonvolatile acid composition of persimmons during maturation. **Journal of Food Science**, v. 56, n. 4, p. 989-991, 1991.

SEVERIANO, M.; REINISCH, K. **Caqui**. In: Almanaque Brasil, ano 14, n. 157, 2012.

SEYMOUR, G. B. et al. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman and Hall, 454 p, 1993.

SHIMIZU, M. K. et al. Avaliação do efeito de diferentes concentrações de álcool na destanização e amadurecimento de caqui. **Agronomia**, v. 36, n. 1-2, 2002.

SHIOTA, H. New esteric components in the volatiles of banana fruit (*Musa sapientum* L.). **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v.41, n.11, p. 2056-2062, 1993.

SHWARTZ, E. et al. Changes in chemical constituents during the maturation and ripening of two commercially important pomegranate accessions. **Food Chemistry**, v. 115, n. 3, p. 965-973, 2009.

SILVA, C. L.; CÂMARA, J. S. Profiling of volatiles in the leaves of Lamiaceae species based on headspace solid phase microextraction and mass spectrometry. **Food Research International**, v. 51, n. 1, p. 378-387, 2013.

SILVA, M. C. et al. Qualidade pós-colheita de caqui 'Fuyu' com utilização de diferentes concentrações de cobertura comestível. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 1, p. 144-151, 2011.

SILVA, P. R. **Diagnóstico da logística de caqui 'Rama Forte' e 'Fuyu', boas práticas agrícolas e análise dos perigos e pontos críticos de controle**. 2005, 68p. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista.

SILVA, V.V et al. **O nosso caqui**: a cartilha dos produtores da região Serrana Fluminense. Niterói: PESAGRO-RIO, 2006. 24p. (PESAGRO-RIO. Documentos, 99).

SILVEIRA et al. Doenças fúngicas pós-colheita em frutas Tropicais: patogênese e controle. **Caatinga**, v.18, n.4, p.283-299, 2005.

SINGLETON, V. L. & ROSSI Jr. J. A. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, p.144-168, 1965.

SIVAKUMAR, D. et al. Maintaining mango (*Mangifera indica* L.) fruit quality during the export chain. **Food Research International**, v. 44, n. 5, p. 1254-1263, 2011.

SOLÍS-SOLÍS, H. M. et al. Characterization of aroma potential of apricot varieties using different extraction techniques. **Food Chemistry**, v. 105, n. 2, p. 829-837, 2007.

SONG, J.; BANGERTH, F. The effect of harvest date on aroma compound production from 'Golden Delicious' apple fruit and relationship to respiration and ethylene production. **Postharvest Biology and Technology**, v. 8, n. 4, p. 259-269, 1996.

SOUZA, E. L. et al. Changes in enzymatic activity, accumulation of proteins and softening of persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) flesh as a function of pre-cooling acclimatization. **Scientia Horticulturae**, v. 127, n. 3, p. 242-248, 2011.

SOUZA, R. M. et al. Incidência de injúrias mecânicas em raízes de mandioquinha-salsa na cadeia de pós-colheita. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 4, p. 712-718, 2003.

SPOTTO, M. H. F.; GUTIERREZ, A. S. D. **Qualidade pós-colheita de frutas e hortaliças**. In: OETTERER, M.; ARCE, M.A.; SPOTO, M.H. Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos. 1ª ed. São Paulo: Manole, 2006.

STEFFENS, C. A. et al. Respiration, ethylene production and quality of Gala apples in function to impact injury and treatment with 1-methylcyclopropene. **Ciência Rural**, v. 38, n. 7, p. 1864-1870, 2008.

STONE, H.; SIDEL, J. **Sensory evaluation practices**. Academic Press: New York. 2 ed. 1993, 338p.

TAIRA, S. et al. Volatile compounds of astringent persimmon fruits. *Journal Japan Society Horticultural Science*, v. 65, n.1, p.177-183,1996.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ª ed. Porto Alegre, Artmed., 2003, 719p.

TANIWAKI, M. et al. Measurement of ripening speed and determination of the optimum ripeness of melons by a nondestructive acoustic vibration method. **Postharvest Biology and Technology**, v. 56, n. 1, p. 101-103, 2010.

TEIXEIRA, A. J. **A cultura do caquizeiro na região Serrana Fluminense** - Rio de Janeiro: Sebrae/RJ, 2006, 75p. (Série Agronegócios).

TERRA, F. A. M. et al. Aplicação do 1-metilciclopropeno e sua influência no processo de remoção da adstringência com etanol em caqui 'Giombo' refrigerado. **Ciência Rural**, v. 44, n. 2, 2014.

THEWES, F. R. et al. **Temperatura e manejo do etileno no armazenamento de caquis 'Fuyu'e 'Kyoto'**. XV Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2011. Disponível em <<http://www.unifra.br/eventos/sepe2011/Trabalhos/1716.pdf>>. Acesso em: 22 maio.2014.

TIKUNOV, Y. et al. A novel approach for nontargeted data analysis for metabolomics. Large-scale profiling of tomato fruit volatiles. **Plant Physiology**, v. 139, n. 3, p. 1125-1137, 2005.

TOUS, J.; FERGUSON, L. Mediterranean fruits. **Progress in new crops**, p. 416-430, 1996.
VARELA, P. et al. Shelf-life estimation of 'Fuji' apples: sensory characteristics and consumer acceptability. **Postharvest Biology and Technology**, v. 38, n. 1, p. 18-24, 2005.

TREVISAN, R. et al. Atributos de qualidade considerados pelo consumidor de Pelotas/RS, na compra de pêssego in natura. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.12, n.3, p. 371-374.2006.

VALLILO, M. I. et al. Composição química dos frutos de *Campomanesia adamantium* (Cambessédes) O. Berg. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 4, p. 805, 2006.

VÁZQUEZ-GUTIÉRREZ, J. L. et al. Impact of high hydrostatic pressures on the structure, diffusion of soluble compounds and textural properties of persimmon 'Rojo Brillante'. **Food Research International**, v. 47, n. 2, p. 218-222, 2012.

VEBERIC, R. et al. Comparative study of primary and secondary metabolites in 11 cultivars of persimmon fruit (*Diospyros kaki*). **Food Chemistry**, v. 119, n. 2, p. 477-483, 2010.

VICENTINI, N. M et al. Influência de películas de fécula de mandioca na qualidade pós-colheita de frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 1, p. 127-130, 1999.

- VIEITES, R. L. Persimmon tree. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 3, p. i-i, 2012.
- VILANOVA, L. et al. Acidification of apple and orange hosts by *Penicillium digitatum* and *Penicillium expansum*. **International Journal of Food Microbiology**, v. 178, p. 39-49, 2014.
- VILAS BOAS, A. C. **Caracterização físico-química, sensorial e atividade antioxidante de sucos de uva e blends, produzidas no sudoeste de Minas Gerais**. 2014, 114p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.
- VILELA, N. J. et al. O peso da perda de alimentos para a sociedade: o caso das hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 142-144, 2003.
- VILELA, P. Fruticultura. Disponível em: http://www.sebrae.com.br/setor/fruticultura/o-setor/frutas-de-a-a-f/caqui/caqui/BIA_1029. Acesso em 23 março 2014.
- VILELA, N. J. et al. O peso da perda de alimentos para a sociedade: o caso das hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 142-144, 2003.
- VIGNEAULT, C. et al. **Embalagem para frutas e hortaliças**. In: CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C. L. Resfriamento de frutas e hortaliças. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 95–121.
- VIVIANI, L.; LEAL, P. M. Qualidade pós-colheita de banana prata anã armazenada sob diferentes condições. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 465-470, 2007.
- YOUNG, H. et al. Causal effects of aroma compounds on Royal Gala apple *flavours*. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 71, n. 3, p. 329-336, 1996.
- WANG, Y. et al. Characterization of volatile and aroma-impact compounds in persimmon (*Diospyros kaki* L., var. Triumph) fruit by GC-MS and GC-O analyses. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 27, n. 2, p. 141-148, 2012.
- WANG, Y. et al. Volatile characteristics of 50 peaches and nectarines evaluated by HP-SPME with GC-MS. **Food Chemistry**, v. 116, n. 1, p. 356-364, 2009.
- WAGEMAKER, T. A. L. et al. Avaliação das propriedades sensoriais de uma formulação cosmética contendo óleo de café verde. **Biopharmaceutical Sciences**, v. 10, n. 1, p.101-108, 2013.
- WEI, S. et al. How important is appearance? Consumer preferences for mandarins in Indonesia. **International Journal of Consumer Studies**, v.27, n.5, p.406-411, 2003.

WILLIAMS, A. et al. Analysis of strawberry volatiles using comprehensive two-dimensional gas chromatography with headspace solid-phase microextraction. **Journal of Chromatography B**, v. 817, n. 1, p. 97-107, 2005.

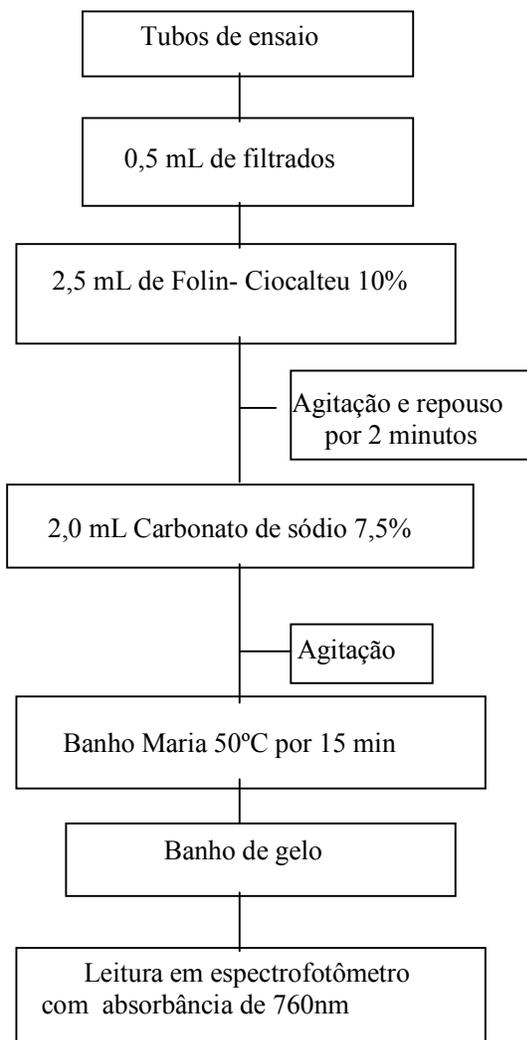
WOOLF, A. B. Persimmon (*Diospyros kaki* L.). In: PANTASTICO, E. B. et al. **Post-harvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables**. Avi Publishing Company, Inc., 1975., 483p.

WRIGHT, K. P.; KADER, A. Effect of slicing and controlled-atmosphere storage on the ascorbate content and quality of strawberries and persimmons. **Postharvest Biology and Technology**, v. 10, n. 1, p. 39-48, 1997.

ZHOU, C. et al. Carotenoids in fruits of different persimmon cultivars. **Molecules**, v. 16, n. 1, p. 624-636, 2011.

APÊNDICES

Apêndice A - Procedimentos para quantificação do teor de fenólicos totais por Folin-Ciocalteu.



Apêndice B. Análise de variância para Perda de massa fresca (PMF) em frutos de caqui 'Mikado', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%

FV	GL	PMF Mikado	GL	PMF Rama-Forte
Tratamento	3	63,513 ^{ns}	2	0,918 ^{ns}
Tratamento*Repetição	8	8,395**	9	0,604 ^{ns}
Época	3	307,996**	5	61,051**
Tratamento*Época	9	2,060 ^{ns}	10	0,306**
Resíduo	24	0,528	45	0,035
Total	48			
Coeficiente de variação (%)		16,87		6,53
Média geral		11,53		4,02

FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; ns: não significativo; *significativo; **altamente significativo

Apêndice C. Análise de variância para Firmeza (N), Sólidos Solúveis Totais (°Brix), Glicose e Frutose (g/100g) em frutos de caqui 'Mikado', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%

FV	GL	Quadrado Médio			
		Firmeza	SST	Glicose	Frutose
Tratamento	3	3,82 ^{ns}	1,55 ^{ns}	0,583 ^{ns}	0,517 ^{ns}
Tratamento*Repetição	8	1,22 ^{ns}	1,70**	0,223 ^{ns}	0,234 ^{ns}
Época	4	98,21**	15,46**	0,216 ^{ns}	0,288 ^{ns}
Tratamento*Época	12	0,720 ^{ns}	0,906 ^{ns}	0,329 ^{ns}	0,280 ^{ns}
Resíduo	32	2,30	0,470	0,238	0,191
Total	60				
Coeficiente de variação (%)		20,96	6,04	7,28	7,13
Média geral		6,88	14,64	6,79	6,37

FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; ns: não significativo; *significativo; **altamente significativo

Apêndice D. Análise de variância para pH, Acidez Total Titulável (ATT), Relação SST/ATT em frutos de caqui 'Mikado', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%

FV	GL	Quadrado Médio		
		pH	ATT	SST/ATT
Tratamento	3	0,032 ^{ns}	0,001 ^{ns}	763,205 ^{ns}
Tratamento*Repetição	8	0,014 ^{ns}	0,001**	1024,744 ^{ns}
Época	4	0,272**	0,026**	45194,549**
Tratamento*Época	12	0,025 ^{ns}	0,000 ^{ns}	654,768 ^{ns}
Resíduo	32	0,021	0,000	568,180
Total	60			
Coeficiente de variação (%)		2,43	11,58	20,18
Média geral		5,76	0,13	126,722

FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; ns: não significativo; *significativo; **altamente significativo

Apêndice E. Análise de variância para Cor Instrumental ($^{\circ}$ Hue e *Chroma*) em frutos de caqui 'Mikado', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%

Quadrado Médio			
FV	GL	Cor Instrumental (chroma)	Cor Instrumental ($^{\circ}$ Hue)
Tratamento	3	16,938 ^{ns}	11,70 ^{ns}
Tratamento*Repetição	8	5,663 ^{ns}	14,58**
Época	4	340,211**	410,38**
Tratamento*Época	12	8,654 ^{ns}	5,87*
Resíduo	32	6,603	2,41
Total	60		
Coeficiente de variação (%)		5,44	2,32
Média geral		45,97	81,36

FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; ns: não significativo; *significativo; **altamente significativo

Apêndice F. Análise de variância para carotenoides totais, β - criptoxantina e zeaxantina ($\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$), em frutos de caqui 'Mikado', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%

Quadrado Médio				
FV	GL	Carotenoides Totais	β - criptoxantina	Zeaxantina
Tratamento	3	26919,19 ^{ns}	7997,24 ^{ns}	612,46 ^{ns}
Tratamento*Repetição	8	16804,45 ^{ns}	4836,95 ^{ns}	270,91 ^{ns}
Época	4	411318**	234422,01**	2773,35 ^{ns}
Tratamento*Época	12	44113,65**	12471,05*	736,31*
Resíduo	32	18928,92	5598,49	311,10
Total	60			
Coeficiente de variação (%)		22,54	26,55	36,40
Média geral		612,68	281,26	48,63

FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; ns: não significativo; *significativo; **altamente significativo

Apêndice G. Análise de variância para os carotenoides luteína, β -caroteno, α -caroteno e 9-*cis* β -caroteno ($\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$), em frutos de caqui 'Mikado', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%

Quadrado Médio					
FV	GL	Luteína	β -caroteno	α -caroteno	9- <i>cis</i> β - caroteno
Tratamento	3	22,18 ^{ns}	1482,32 ^{ns}	11,58 ^{ns}	5,84 ^{ns}
Tratamento*Repetição	8	135,25 ^{ns}	160,90 ^{ns}	7,25 ^{ns}	1,36 ^{ns}
Época	4	2002,19**	1756,47**	74,16**	37,11**
Tratamento*Época	12	723,96 ^{ns}	835,45 ^{ns}	29,54**	3,80*
Resíduo	32	299,00	495,23	9,60	1,63
Total	60				
Coeficiente de variação (%)		38,15	23,53	31,32	28,87
Média geral		44,86	92,51	9,83	4,45

FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; ns: não significativo; *significativo; **altamente significativo

Apêndice H. Análise de variância para o carotenoide 13-*cis* β-caroteno ($\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$), Fenólicos Totais ($\text{mg}\cdot \text{ácido gálico}/100\text{g}^{-1}$) e Taninos Condensados ($\text{mg}\cdot 100\text{g}$) e Incidência de patógenos (%) em frutos de caqui ‘Mikado’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%

Quadrado Médio					
FV	GL	13- <i>cis</i> β-caroteno	Fenólicos Totais	Taninos Condensados	Incidência de doenças
Tratamento	3	8,01*	167,19 ^{ns}	0,497 ^{ns}	587,826 ^{ns}
Tratamento*Repetição	8	2,35 ^{ns}	69,86 ^{ns}	0,931 ^{ns}	617,664 ^{ns}
Época	4	10,31**	130,54*	10,932**	5386,739**
Tratamento*Época	12	4,36 ^{ns}	140,10**	0,603 ^{ns}	36,147 ^{ns}
Resíduo	32	2,28	44,09	0,553	60,292
Total	60				
Coeficiente de variação (%)		32,09	17,13	19,17	33,49
Média geral		4,65	40,25	3,80	42,18

FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; ns: não significativo; *significativo; **altamente significativo

Apêndice I. Análise de variância para Firmeza (N), Sólidos Solúveis Totais (°Brix), Glicose e Frutose ($\text{g}/100\text{g}^{-1}$) em frutos de caqui ‘Rama-Forte’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

Quadrado Médio					
FV	GL	Firmeza	SST	Glicose	Frutose
Tratamento	2	0,145 ^{ns}	15,144**	6,982**	6,681**
Tratamento*Repetição	12	0,047 ^{ns}	4,556**	1,255**	1,317**
Época	6	15,535**	8,686**	4,915**	6,200**
Tratamento*Época	12	0,101**	2,180**	0,831 ^{ns}	0,797 ^{ns}
Resíduo	72	0,029	0,682	0,477	0,469
Total					
Coeficiente de variação (%)		10,88	5,57	10,53	10,55
Média geral		1,58	16,73	6,51	6,60

FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; ns: não significativo; *significativo; **altamente significativo

Apêndice J. Análise de variância para pH, Acidez Total Titulável (ATT), Relação SST/ATT em frutos de caqui ‘Rama-Forte’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

Quadrado Médio				
FV	GL	pH	ATT	SST/ATT
Tratamento	2	0,011 ^{ns}	0,001 ^{ns}	2360,256*
Tratamento*Repetição	12	0,008 ^{ns}	7,260E-5 ^{ns}	253,193*
Época	6	0,017**	0,020**	13198,23**
Tratamento*Época	12	0,007 ^{ns}	0,000 ^{ns}	139,682**
Resíduo	72	0,004	8,292E-5	65,067
Total				
Coeficiente de variação (%)		1,19	5,20	8,63
Média geral		5,54	0,1755	101,49

FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; ns: não significativo; *significativo; **altamente significativo

Apêndice K. Análise de variância para atividade respiratória ($\text{mgCO}_2\text{kg.h}^{-1}$) e quociente respiratório em frutos de caqui 'Rama-Forte' transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

Quadrado Médio			
FV	GL	Atividade respiratória	Quociente respiratório
Tratamento		48,415**	0,170**
Tratamento*Repetição		15,777**	0,025**
Época		133,597**	1,065**
Tratamento*Época		2,76 ^{ns}	0,012*
Resíduo		2,497	0,007
Total			
Coeficiente de variação (%)		12,16	11,81
Média geral		14,40	0,90

FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; ns: não significativo; *significativo; **altamente significativo

Apêndice L. Análise de variância para Cor Instrumental (Hue e *Chroma*) em frutos de caqui 'Rama-Forte', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

Quadrado Médio			
FV	GL	Cor Instrumental (Chroma)	Cor Instrumental (Hue)
Tratamento	2	115,994**	273,604**
Tratamento*Repetição	12	5,405 ^{ns}	24,210**
Época	6	70,006**	143,527**
Tratamento*Época	12	13,207**	7,307 ^{ns}
Resíduo	72	6,381	5,142
Total			
Coeficiente de variação (%)		6,09	4,09
Média geral		40,81	61,12

FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; ns: não significativo; *significativo; **altamente significativo

Apêndice M. Análise de variância para carotenoides totais, β - criptoxantina e zeaxantina ($\mu\text{g.}100\text{g}^{-1}$), em frutos de caqui 'Rama-Forte', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

Quadrado Médio				
FV	GL	Carotenoides Totais	β - criptoxantina	Zeaxantina
Tratamento	2	1526720,343**	175721,686**	10557,371 ^{ns}
Tratamento*Repetição	12	241057,771**	32709,981*	1411,624 ^{ns}
Época	6	610625,105**	25136,889 ^{ns}	7133,283 ^{ns}
Tratamento*Época	12	339901,376**	66352,975 ^{ns}	5318,249 ^{ns}
Resíduo	72	101984,294	17645,553	4805,324
Total				
Coeficiente de variação (%)		11,37	13,31	23,75
Média geral		2939,51	1046,00	265,91

FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; ns: não significativo; *significativo; **altamente significativo

Apêndice N. Análise de variância para os carotenoides luteína, β -caroteno, α -caroteno e 9-*cis* β -caroteno ($\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$), em frutos de caqui 'Rama-Forte', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

FV	GL	Quadrado Médio			
		Luteína	β -caroteno	α -caroteno	9- <i>cis</i> β -caroteno
Tratamento	2	2597,752*	7973,752 ^{ns}	890,067 ^{ns}	27,438 ^{ns}
Tratamento*Repetição	12	372,919 ^{ns}	1696,814 ^{ns}	68,100 ^{ns}	25,395 ^{ns}
Época	6	874,098 ^{ns}	14786,683 ^{ns}	144,44 ^{ns}	31,765 ^{ns}
Tratamento*Época	12	1092,141 ^{ns}	4000,030**	301,178**	60,394**
Resíduo	72	810,397	1604,831	74,100	25,573
Total					
Coeficiente de variação (%)		26,13	14,22	15,37	70,25
Média geral		101,87	281,75	56,66	7,19

FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; ns: não significativo; *significativo; **altamente significativo

Apêndice O. Análise de variância para o carotenoide 13-*cis* β -caroteno ($\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$) e Fenólicos Totais (mg. ácido gálico/100g⁻¹) em frutos de caqui 'Rama-Forte', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

FV	GL	Quadrado Médio	
		13- <i>cis</i> β -caroteno	Fenólicos Totais
Tratamento	2	24,295 ^{ns}	1740,282 ^{ns}
Tratamento*Repetição	12	17,443 ^{ns}	3155,111 ^{ns}
Época	6	56,476**	482023,02**
Tratamento*Época	12	42,362**	2135,934 ^{ns}
Resíduo	72	16,682	3699,770
Total			
Coeficiente de variação (%)		42,37	25,72
Média geral		9,80	142,90

FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; ns: não significativo; *significativo; **altamente significativo

Apêndice P. Análise de variância para Fenólicos Totais (mg. ácido gálico/100g) em frutos de caqui 'Rama-Forte', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

FV	GL	Fenólicos Totais
Tratamento	2	524,822**
Tratamento*Repetição	12	41,035 ^{ns}
Época	5	1755,877**
Tratamento*Época	10	129,399**
Resíduo	60	40,846
Total		
Coeficiente de variação (%)		8,56
Média geral		74,48

FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; ns: não significativo; *significativo; **altamente significativo

Apêndice Q. Análise de variância para Taninos Condensados (mg.100g⁻¹) e Incidência de patógenos (%) em frutos de caqui 'Rama-Forte', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

Quadrado Médio				
FV	GL	Taninos Condensados	GL	Incidência de doenças
Tratamento	2	0,140 ^{ns}	2	872,818**
Tratamento*Repetição	12	0,148 ^{ns}	6	434,317**
Época	4	6,773**	4	7880,358**
Tratamento*Época	8	0,71 ^{ns}	8	228,537*
Resíduo	48	0,103	24	93,579
Total				
Coeficiente de variação (%)		31,81	31,20	
Média geral		1,05	30,57	

FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; ns: não significativo; *significativo; **altamente significativo

Apêndice R. Publicação referente ao subitem 4.2.1



Ciência Rural

Print version ISSN 0103-8478

Cienc. Rural vol.43 no.8 Santa Maria Aug. 2013

<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782013000800028>

ARTIGOS CIENTÍFICOS
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Caqui cv. 'Mikado': análise de compostos voláteis em frutos adstringentes e destanizados

Persimmon cv. 'Mikado': analysis of volatile compounds in astringent and astringency removal

Maristella Martineli^{I, 1}; Andréa Aparecida Ribeiro Alves^I; Gisele Machado de Figueiredo^I; Claudia Moraes de Rezende^I; Marcos José de Oliveira Fonseca^{II}

Services on Demand

Article ▾

- pdf in Portuguese
- ReadCube
- Article in xml format
- Article references
- How to cite this article
- Curriculum ScientI
- Automatic translation
- Send this article by e-mail

Indicators ▾

- Cited by SciELO
- Access statistics
- Altmetric 0

Related links ▾

Share ▾

Apêndice S. Declaração de submissão de artigo referente ao item 4.2.2



RBF - Revista Brasileira de Fruticultura
UNESP - Jaboticabal
CEP 14884-900 - Jaboticabal - SP - Tel.: (16) 3209-2692
rbf@fcav.unesp.br www.rbf.org.br SBF: www.sbfriti.com.br

Jaboticabal, 18 de setembro de 2014.

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o trabalho **“COMPOSTOS VOLÁTEIS EM CAQUIS ‘FUYU’ BRASILEIROS POR CG’-q EM”**, dos autores: Maristella Martineli, Andrea Aparecida Ribeiro Alves, Thais Matsue Uekane, Marcos José de Oliveira Fonseca, Claudia Moraes de Rezende, foi recebido e, encontra-se em análise para posterior publicação na Revista Brasileira de Fruticultura.

Atenciosamente,
Prof. Dr. Carlos Ruggiero
Prof. Dr. Carlos Ruggiero
Editor Chefe

Apêndice T. Análise de variância para os compostos voláteis hidrocarbonetos, 4-hidroxi-4-metil-pentanona e decanal (área do pico) em frutos de caqui ‘Mikado’, transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%

FV	GL	Hidrocarbonetos	4-hidroxi-4-metil-pentanona	Decanal
Tratamento	3	6,999E14 ^{ns}	8,103E13 ^{ns}	6,343E12 ^{ns}
Tratamento*Repetição	8	5,509E13 ^{ns}	1,922E13 ^{ns}	1,143E12 ^{ns}
Época	4	5,278E14*	1,514E15**	1,352E13**
Tratamento*Época	12	1,040E15**	2,046E14**	6,150E12**
Resíduo	32	1,744E14	4,211E13	1,952E12
Total				
Coefficiente de variação (%)		24,38	63,66	96,79
Média geral		52720239,60	9996565,15	1409712,6

FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; ns: não significativo; *significativo; **altamente significativo

Apêndice U. Análise de variância para os compostos voláteis nonanal, 3,7,11-trimetil,1-dodecanol e limoneno (área do pico) em frutos de caqui 'Mikado', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78%

FV	GL	Nonanal	3,7,11-trimetil,1-dodecanol	Limoneno
Tratamento	3	8,754E8 ^{ns}	3208E12 ^{ns}	2,464E11 ^{ns}
Tratamento*Repetição	8	1,163E8 ^{ns}	7,904E11 ^{ns}	9,192E10 ^{ns}
Época	4	5,315E8*	7,321E12**	1,574E11 ^{ns}
Tratamento*Época	12	5,478E8**	5,360E12**	1,589E11 ^{ns}
Resíduo	32	1,470E8	9,365E11	1,074E11
Total				
Coeficiente de variação (%)		43,12	26,58	318,17
Média geral		27575,11	3643691,65	102887,56

FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; ns: não significativo; *significativo; **altamente significativo

Apêndice V. Análise de variância para a produção total de compostos voláteis (somatório das áreas dos picos) em frutos de caqui 'Mikado' e 'Rama-Forte', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 21°C e UR 78% e 20°C e UR 75%, respectivamente.

FV	GL	Produção Total de Voláteis 'Mikado'	GL	Produção Total de Voláteis 'Rama-Forte'
Tratamento	3	1,118E15 ^{ns}	2	1,404E15 ^{ns}
Tratamento*Repetição	8	4,633E14 ^{ns}	6	1,656E15 ^{ns}
Época	4	1,260E15 ^{ns}	6	2,011E16**
Tratamento*Época	12	9,654E14 ^{ns}	12	4,588E14 ^{ns}
Resíduo	32	5,966E14	36	1,126E15
Total				
Coeficiente de variação (%)		34,46		51,67
Média geral		69151888,77		66811485,36

FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; ns: não significativo; *significativo; **altamente significativo

Apêndice W. Análise de variância para os compostos voláteis hidrocarbonetos, 4-hidroxi-4-metil-pentanona e decanal (área do pico) em frutos de caqui 'Rama-Forte', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%

FV	GL	Hidrocarbonetos	4-hidroxi-4-metil-pentanona	Decanal
Tratamento	2	4,993E13 ^{ns}	1,089E15 ^{ns}	2,400E12 ^{ns}
Tratamento*Repetição	6	4,966E14 ^{ns}	5,845E14 ^{ns}	1,978E12 ^{ns}
Época	6	7,041E15**	3,590E15**	3,373E13**
Tratamento*Época	12	1,522E14 ^{ns}	3,904E14 ^{ns}	3,101E12 ^{ns}
Resíduo	36	3,570E14	3,008E14	3,699E12
Total				
Coeficiente de variação (%)		53,97	72,96	65,92
Média geral		35444078,82	25361555,33	2,884501,60

FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; ns: não significativo; *significativo; **altamente significativo

Apêndice X. Análise de variância para os compostos voláteis nonanal, 3,7,11-trimetil,1-dodecanol e limoneno (área do pico) em frutos de caqui 'Rama-Forte', transportados em diferentes embalagens e armazenados em temperatura média de 20°C e UR 75%.

FV	Nonanal		3,7,11-trimetil,1-dodecanol		Limoneno	
	GL	Áreas	GL	Áreas	GL	Áreas
Tratamento	2	6,970E8 ^{ns}	2	1,077E11 ^{ns}	2	3,712E8 ^{ns}
Tratamento*Repetição	6	2,929E8 ^{ns}	6	1,501E12 ^{ns}	6	5,883E8 ^{ns}
Época	5	3,447**	6	2,623E13**	3	2,293E9**
Tratamento*Época	10	6,051E8 ^{ns}	12	6,276E11 ^{ns}	6	3,754E8 ^{ns}
Resíduo	30	5,329E8	36	1,714E12	18	2,987E8
Total						
Coefficiente de variação (%)	47,80		63,05		52,96	
Média geral	47203,66		2050150,85		35341,77	

FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; ns: não significativo; *significativo; **altamente significativo

Apêndice Y. Ficha sensorial utilizada na Análise de Sobrevivência



Agroindústria de Alimentos

Avaliação de Caqui

Nome:

Data:

Amostra:

Você vai receber uma amostra de caqui. Você **COMPRARIA** esse caqui?

- SIM
 NÃO

Por favor, anote na escala abaixo o quanto **gostou (ou não gostou)** da **aparência** do caqui.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Desgostei muitíssimo				Não gostei nem desgostei				Gostei muitíssimo

VOCÊ **COMERIA** esse fruto considerando que comprou e tem o produto na sua casa?

- SIM
 NÃO

Apêndice Z. Ficha CATA question utilizada no teste sensorial.



Agroindústria de Alimentos

Consumidor:

Amostra:

Você está recebendo uma amostra de **Caqui**. Por favor, observe/prove a amostra e marque o quanto você gostou na escala abaixo.

desgostei extremamente
 desgostei muito
 desgostei moderadamente
 desgostei ligeiramente
 não gostei e nem desgostei
 gostei ligeiramente
 gostei moderadamente
 gostei muito
 gostei extremamente

Marque todas as palavras que você considera adequada para descrever esse caqui iniciando pela coluna da esquerda:

<input type="checkbox"/>	Cor alaranjada ()	<input type="checkbox"/>	Aroma verde ()
<input type="checkbox"/>	Cor avermelhada ()	<input type="checkbox"/>	Sabor ruim ()
<input type="checkbox"/>	Aparência boa ()	<input type="checkbox"/>	Gostoso ()
<input type="checkbox"/>	Aparência ruim ()	<input type="checkbox"/>	Sabor característico ()
<input type="checkbox"/>	Grande ()	<input type="checkbox"/>	Sabor de passado ()
<input type="checkbox"/>	Pequeno ()	<input type="checkbox"/>	Adstringente ()
<input type="checkbox"/>	Casca com brilho ()	<input type="checkbox"/>	Muito adstringente ()
<input type="checkbox"/>	Casca sem brilho ()	<input type="checkbox"/>	Gosto doce ()
<input type="checkbox"/>	Manchas pretas ()	<input type="checkbox"/>	Gosto amargo ()
<input type="checkbox"/>	Imaturo ()	<input type="checkbox"/>	Sabor de fermentado ()
<input type="checkbox"/>	Maduro ()	<input type="checkbox"/>	Textura firme ()
<input type="checkbox"/>	Aparência de passado ()	<input type="checkbox"/>	Textura mole ()
<input type="checkbox"/>	Enrugado ()	<input type="checkbox"/>	Textura muito mole ()
<input type="checkbox"/>	Injuriado ()	<input type="checkbox"/>	Casca firme ()
<input type="checkbox"/>	Cor uniforme da casca ()	<input type="checkbox"/>	Casca solta durante a mastigação ()
<input type="checkbox"/>	Aroma característico ()	<input type="checkbox"/>	Polpa gelatinosa ()
<input type="checkbox"/>	Aroma doce ()	<input type="checkbox"/>	Desmanchando ()
<input type="checkbox"/>	Aroma de passado ()	<input type="checkbox"/>	Textura arenosa ()
<input type="checkbox"/>	Aroma fermentado ()	<input type="checkbox"/>	