FLÁVIA REGINA PASSOS

EXTRATO DE PRÓPOLIS NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FRUTAS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa *Campus* de Rio Paranaíba, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

RIO PARANAÍBA
MINAS GERAIS − BRASIL
2014

FLÁVIA REGINA PASSOS

EXTRATO DE PRÓPOLIS NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FRUTAS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa *Campus* de Rio Paranaíba, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 28 de outubro de 2014.

Profa. Dra. Emiliane Andrade Araújo
(Coorientadora)

Profa. Dra. Milene Therezinha das Dores

Profa. Dra. Fabrícia Queiroz Mendes
(Orientadora)

A DEUS, presença constante no meu caminho,

OFEREÇO

Aos meus pais Nivaldo e Sônia.
Às minhas irmãs Heloneida e Júnia e aos meus cunhados Cléber e Geraldo.
Aos meus sobrinhos João Víctor, Marina e Laura.
E ao meu noivo Cristiano.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas bênçãos concedidas, possibilitando concluir mais uma etapa de minha vida, dando-me equilíbrio emocional e paz interior.

À professora Fabrícia Queiroz Mendes pela orientação, pela oportunidade de crescimento, pela valiosa experiência profissional e acadêmica, paciência, incentivo, atenção e principalmente pela confiança e amizade.

À Universidade Federal de Viçosa *Campus* de Rio Paranaíba, em especial, aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, que transmitiram com tanto zelo os ensinamentos, por proporcionar crescimento profissional e pessoal, e pela oportunidade de cursar o Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal).

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de estudos durante a realização do curso.

Aos professores Carlos Eduardo Magalhães dos Santos, Emiliane Andrade Araújo, André Mundstock Xavier de Carvalho e Ézio Marques da Silva, pela atenção, pelas críticas e sugestões e pela transmissão de seus conhecimentos que muito contribuíram para o aperfeiçoamento deste trabalho.

À professora Milene Therezinha das Dores pela gentileza de sua participação da banca de defesa de dissertação e pelas críticas e sugestões que contribuíram para o aprimoramento do presente trabalho.

À Natucentro (Indústria e Apiários Centro Oeste Ltda) que gentilmente forneceu extratos de própolis para a realização da pesquisa.

À Mariana Crivelari pelo convívio agradável, pela ajuda nos experimentos, ponderando sempre as situações, calma e generosa, obrigada pelo incentivo e amizade durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus colegas de Pós-Graduação, pela agradável convivência, em especial, Marina, Marcelo, Sabrina, Vinícius Nasser, Vinícius Rezende e Wellington, pela amizade e auxílios prestados durante a realização deste trabalho.

Às colegas de graduação de Ciências de Alimentos, Marília, Amanda, Vera, Carolina, Mariana Rodrigues e Michele, em destaque, as estagiárias Mariana Pigozzi e Martha, pelo companheirismo e pelo imprescindível auxílio durante os experimentos, mostrando-se sempre atentas e dispostas a colaborar.

Aos meus incomparáveis pais, Nivaldo e Sônia, pela compreensão, dedicação constante, ajuda e, por compartilharem valores que levarei para sempre em minha vida.

Às minhas admiráveis irmãs, Heloneida e Júnia, e aos meus cunhados Cléber e Geraldo, pela amizade incondicional, cumplicidade e pelo convívio sempre harmonioso.

Aos meus queridos e singulares sobrinhos, João Víctor, Marina e Laura, que apesar da pouca idade, foram tão compreensíveis, amorosos e fonte de alegria.

Ao meu amado noivo, Cristiano, pelo amor, companheirismo, paciência, compreensão e apoio imensurável, dando-me coragem para a conquista de mais uma vitória.

Aos meus estimados sogros, seu Sebastião e D. Vanilda, e ao meu cunhado Alisson, pelo incentivo e dedicação, se dispondo a ajudar em todos os instantes.

À querida D. Édina, por acolher-me como membro da família, pelas risadas contagiantes, pelo carinho e preocupação que sempre me dedicou.

Às minhas companheiras de república, Adriana e Natália pelo ótimo convívio, pelas trocas de experiências e pelos bons momentos de alegria.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a execução deste trabalho e a conclusão do mestrado, os meus sinceros agradecimentos.

BIOGRAFIA

FLÁVIA REGINA PASSOS, filha de Nivaldo Passos e Sônia Maria Passos, nasceu na cidade de Bambuí, Minas Gerais, em 24 de janeiro de 1987.

Em fevereiro de 2008, graduou-se em Tecnologia em Alimentos pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Bambuí (CEFET Bambuí), atual, Instituto Federal de Minas Gerais *Campus* Bambuí (IFMG *Campus* Bambuí).

Iniciou, em março de 2008, a especialização em Processamento e Controle de Qualidade de Carnes, Leite e Ovos na Universidade Federal de Lavras (UFLA).

No período de 2009 a 2012 atuou como Coordenadora do Laboratório de Alimentos do Centro Vocacional Tecnológico de Rio Paranaíba (CVT de Rio Paranaíba).

Em novembro de 2012 atuou como professora substituta no curso de Ciências de Alimentos na Universidade Federal de Viçosa *Campus* de Rio Paranaíba (UFV/CRP), bem como ingressou no Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal), em nível de Mestrado, na Universidade Federal de Viçosa *Campus* de Rio Paranaíba (UFV/CRP).

Em 28 de outubro de 2014 submeteu-se a defesa de dissertação.

RESUMO

PASSOS, Flávia Regina, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Outubro de 2014. **Extrato de própolis na conservação pós-colheita de frutas**. Orientadora: Fabrícia Queiroz Mendes. Coorientadores: Carlos Eduardo Magalhães dos Santos e Emiliane Andrade Araújo.

Os revestimentos são uma das mais recentes alternativas para auxiliar na conservação de alimentos. Os revestimentos possuem excelentes propriedades de barreira, principalmente às trocas gasosas e ao vapor de água, que contribuem para manutenção da qualidade pós-colheita de frutas. Objetivou-se neste trabalho avaliar os efeitos do revestimento com extrato de própolis sobre as características físico-químicas de mamão (*Carica papaya* L.), laranja (*Citrus sinensis*) e banana (*Musa* sp.), armazenados sob condição ambiente. Três ensaios foram montados, nos quais os referentes frutos foram selecionados e divididos em cinco tratamentos pós-colheita. Os ensaios dos frutos de mamoeiro Solo cv. 'Golden' e laranjeira 'Pera' consistiram em três formas de revestimento por imersão ("álcool 70%", "extrato hidroalcoólico de própolis a 2,5%", "extrato hidroalcoólico de própolis a 5%") e dois controles (um sem revestimento e outro em que os frutos não foram revestidos e mantidos sob refrigeração). O ensaio dos frutos de bananeira 'Prata' consistiu em quatro formas de revestimento por imersão em extrato de própolis de diferentes fontes botânicas com concentração de 2,5% (m/v) ("extrato aquoso de própolis silvestre", "extrato hidroalcoólico de própolis silvestre", "extrato hidroalcoólico de própolis verde alecrim e "extrato hidroalcoólico de própolis Green Red") e um controle (sem revestimento). As variáveis avaliadas foram perda de massa, firmeza da polpa, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT) e potencial hidrogeniônico (pH), realizadas em intervalos de 4 dias por 12 dias de armazenamento no ensaio do mamão, aos 0, 10, 18 e 25 dias de armazenamento no ensaio da laranja e em intervalos de 3 dias por 12 dias de armazenamento no ensaio da banana. Realizou-se a análise sensorial dos mamões aos 4 dias de armazenamento e das bananas aos 3 e 6 dias de armazenamento, avaliados por provadores não treinados através do teste de aceitação. No ensaio do mamão Solo cv. 'Golden', os tratamentos pós-colheita "refrigerado", "própolis 2,5%" e "própolis 5%" propiciaram menor perda de massa. A firmeza da polpa para o tratamento pós-colheita "própolis 5%" apresentou-se superior aos tratamentos pós-colheita "controle", "álcool" e "própolis 2,5%". O teor de SST foi maior para o tratamento pós-colheita "própolis

5%", que diferiu somente do tratamento pós-colheita "álcool". A ATT e a relação SST/ATT não variaram com os tratamentos pós-colheita, variando somente com o tempo de armazenamento. O pH dos mamões refrigerados apresentaram diferenças significativas em relação aos demais tratamentos pós-colheita. Os frutos armazenados sob condição de refrigeração apresentaram sintomas de injúria pelo frio, verificados através de observação visual. Mamões revestidos com extrato de própolis apresentaram aceitação sensorial semelhantes aos demais tratamentos pós-colheita no quarto dia de armazenamento. No ensaio da laranja 'Pera', os tratamentos com própolis reduziram a perda de massa até o 18º dia de armazenamento. Os frutos revestidos com extrato de própolis mantiveram-se mais firmes aos 25 dias de armazenamento, não diferindo significativamente dos demais tratamentos pós-colheita. O tratamento pós-colheita "refrigerado" apresentou menor perda de massa e firmeza da polpa durante o período de armazenamento, ocasionado pela incidência da injúria pelo frio. Os revestimentos com extratos de própolis proporcionaram alterações significativas de pequena magnitude nas variáveis SST, ATT, relação SST/ATT e pH nas laranjas ao final do período de armazenamento. Enquanto que no ensaio da banana 'Prata', ao final de 12 dias de armazenamento, os revestimentos de extrato de própolis "verde" e "aquoso" reduziram a perda de massa nos frutos, quando comparados ao tratamento pós-colheita "controle". Neste mesmo período, não foi observado diferenças entre os tratamentos pós-colheita na firmeza da polpa das bananas. Verificou-se a ocorrência de menores valores de ATT e maiores valores de pH em todos os tratamentos pós-colheita no decorrer do amadurecimento dos frutos. O teor de SST aumentou ao final do período de armazenamento, que consequentemente, contribuiu para elevar a relação de SST/ATT nos tratamentos pós-colheita, sendo mais significativo no tratamento pós-colheita "vermelho". Sensorialmente, as bananas 'Prata' não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos pós-colheita com e sem revestimento de extrato de própolis, apresentando qualidade sensorial até o 6º dia de armazenamento. Os revestimentos de extrato de própolis aliam a vantagem de ser uma alternativa para o aumento da vida útil pós-colheita de frutas, com o melhor controle da perda de massa.

PALAVRAS-CHAVE: *Carica papaya* L., *Citrus sinensis*, *Musa* sp., própolis, revestimento, armazenamento.

ABSTRACT

PASSOS, Flávia Regina, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, October of 2014. **Propolis extract in postharvest conservation fruit**. Advisor: Fabrícia Queiroz Mendes. Co-advisers: Carlos Eduardo Magalhães dos Santos and Emiliane Andrade Araújo.

The coatings are one of the newest alternatives to aid in food preservation. The coatings have excellent barrier properties, especially gas exchange and water vapor, which contributes to maintaining the quality post-harvest fruits. The aim of this study was to evaluate the effects of coating with propolis extract on the physico-chemical characteristics of papaya (*Carica papaya* L.), orange (*Citrus sinensis*) and banana (*Musa* sp.), stored under ambient condition. Three trials were conducted in which the related fruits were selected and divided into five post-harvest treatments. Assays of Solo papaya fruits cv. 'Golden' and orange 'Pera' consisted of three forms of dip coating ("70% alcohol", "alcoholic extract of propolis to 2.5%", "hydroalcoholic extract of propolis to 5%") and two controls (one uncoated and another in which the fruits were not covered and kept under refrigeration). The test of the fruits of banana 'Prata' consisted of four forms of dip coating in propolis extract concentration of 2.5% (m/v) from different botanical sources ("aqueous extract of propolis wild", "hydroalcoholic extract of propolis wild", "hydroalcoholic extract of propolis rosemary" and "hydroalcoholic extract of propolis Green Red") and a control (uncoated). The variables evaluated were weight loss, firmness, total soluble solids (TSS), titratable acidity (TTA), the relationship between total soluble solids and titratable acidity (TSS/TA) and hydrogen potential (pH) were carried out every 4 days storage for 12 days in the assay papaya, to 0, 10, 18 and 25 days of storage in the assay orange and 3 day intervals for 12 days of storage bananas in the assay. Held the sensory evaluation of papayas after 4 days of storage and bananas at 3 and 6 days of storage, assessed by untrained through the acceptance test tasters. In testing the Solo papaya cv. 'Golden', postharvest treatments "refrigerated", "propolis 2.5%" and "5% propolis" propitiated smaller weight loss. The firmness for post-harvest treatment "propolis 5%" showed himself superior to post-harvest "control", "alcohol" and "2.5% propolis" treatments. The TSS was higher for post-harvest treatment "propolis 5%", which only differed from the post-harvest treatment "alcohol". The TTA and TSS/TTA ratio did not vary with the post-harvest treatments, varying only with time of storage. The pH of chilled papaya showed significant differences in relation to other post-harvest treatments. The fruits stored

under refrigeration condition showed symptoms of chilling injury, verified by visual observation. Papayas coated with propolis extract showed sensory acceptance similar to other post-harvest treatments on the fourth day of storage. In the trial of 'Pera' orange, treatments with propolis reduced the mass loss up to the 18th day of storage. The fruits coated with propolis extract remained firmer after 25 days of storage, not significantly different from other post-harvest treatments. The post-harvest treatment "refrigerated" showed less mass loss and firmness during the storage period, caused by the incidence of chilling injury. The coatings with propolis extracts produce significant changes of small magnitude in the variables TSS, TTA, TSS/TTA ratio and pH in oranges at the end of the storage period. While the test of banana 'Prata', after 12 days of storage, jackets extract "green" and "aqueous" propolis decreased the mass loss in the fruits when compared to post-harvest "control" treatment. In the same period, no differences were observed between the post-harvest treatments on the firmness of bananas. There was the occurrence of lower values of ATT and higher pH values in all post-harvest treatments during ripening of fruits. The TSS increased at the end of the storage period, which consequently contributed to raise the ratio TSS/TA in post-harvest treatments, being more significant in the post-harvest treatment "red". Sensory, bananas 'Prata' showed no significant differences between post-harvest treatments with and without coating of propolis extract, presenting sensory quality until the 6th day of storage. The coatings of propolis extract combine the advantage of being an alternative to increasing the postharvest life of fruits, with better control of weight loss.

KEYWORDS: *Carica papaya* L., *Citrus sinensis*, *Musa* sp, propolis, coating, storage.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO GERAL 1

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 3

3. EXTRATO DE PRÓPOLIS NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MAMÃO SOLO CV. 'GOLDEN' 7

3.1. RESUMO 7
3.2. ABSTRACT 8
3.3. INTRODUÇÃO 8
3.4. MATERIAL E MÉTODOS 10
3.4.1. Preparo do extrato de própolis 10
3.4.2. Desenho experimental 11
3.4.3. Obtenção, seleção e avaliação dos frutos 11
3.4.4. Variáveis analisadas 12
3.4.5. Análise sensorial 13
3.4.6. Análises estatísticas 13
3.5. RESULTADOS E DISCUSSÕES 14
3.5.1. Perda de massa 14
3.5.2. Firmeza da polpa 16
3.5.3. Sólidos solúveis totais (SST) 18
3.5.4. Acidez total titulável (ATT) 19
5.5.5. Relação entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT) 20
3.5.6. Potencial hidrogeniônico (pH) 21
3.5.7. Análise sensorial 22
3.6. CONCLUSÃO 23
3.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 24

4. EXTRATO DE PRÓPOLIS NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE LARANJA 28

4.1. RESUMO 28
4.2. ABSTRACT 28
4.3. INTRODUÇÃO 29
4.4. MATERIAL E MÉTODOS 31
4.4.1. Preparo do extrato de própolis 31
4.4.2. Desenho experimental 32
4.4.3. Obtenção, seleção e avaliação dos frutos 32
4.4.4. Variáveis analisadas 33

4.4.5. Análises estatísticas 34
4.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO 34
4.5.1. Perda de massa 34
4.5.2. Firmeza da polpa 36
4.5.3. Sólidos solúveis totais (SST) 37
4.5.4. Acidez total titulável (ATT) 38
4.5.5. Relação entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT) 40
4.5.6. Potencial hidrogeniônico (pH) 41
4.6. CONCLUSÃO 42
4.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 42

5. EXTRATO DE PRÓPOLIS NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE BANANA 'PRATA' 47
5.1. RESUMO 47
5.2. ABSTRACT 48
5.3. INTRODUÇÃO 48
5.4. MATERIAL E MÉTODOS 50
5.4.1. Preparo do extrato de própolis 50
5.4.2. Desenho experimental 51
5.4.3. Obtenção, seleção e avaliação dos frutos 51
5.4.4. Variáveis analisadas 52
5.4.5. Análise sensorial 53
5.4.6. Análises estatísticas 53
5.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO 54
5.5.1. Perda de massa 54
5.5.2. Firmeza da polpa 56
5.5.3. Sólidos solúveis totais 57
5.5.4. Acidez total titulável (ATT) 58
5.5.5. Relação entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT) 59
5.5.6. Potencial hidrogeniônico (pH) 60
5.5.7. Análise sensorial 61
5.6. CONCLUSÃO 62
5.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 63

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS 67

1. INTRODUÇÃO GERAL

A fruticultura é uma das atividades mais importantes da economia brasileira. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, com uma colheita que excede 40 milhões de toneladas anuais, com grande potencial de produção e comercialização de frutas tropicais, subtropicais e temperadas (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2014). Dentre as principais frutas tropicais em termos de valor de produção no país, destacam-se a banana, a laranja e o mamão (IBGE, 2012).

Os frutos passam por quatro fases de desenvolvimento: crescimento, maturação, amadurecimento e senescência. O crescimento é marcado por um período de rápida divisão ou alongamento celular. A maturação é caracterizada por mudanças físicas e químicas que afetam a qualidade sensorial do fruto. A maturação sobrepõe-se à parte do estádio de crescimento e culmina com o amadurecimento do fruto, período no qual o fruto se torna apto para o consumo, em virtude de alterações desejáveis na aparência, no sabor, no aroma e na textura. Em seguida, ocorre à predominância de reações degradativas que sinaliza o início da senescência, resultando na morte dos tecidos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A pós-colheita de uma fruta começa no momento da separação desta de sua fonte produtora (a planta) e se estende até que a mesma atinge o consumidor final e seja consumida (BLEINROTH et al., 1992). A fase de pós-colheita é uma das fases mais crítica dentro do processo produção-comercialização, uma vez que ela define, desde o momento que se colhe até o consumo, a qualidade e a capacidade de conservação da fruta (RINALDI, 2011). As perdas pós-colheita de frutas podem ocorrer devido a manejos inadequados durante a colheita, processamento, armazenamento, transporte e comercialização (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Essas perdas podem deteriorar completamente o produto, no caso de doenças, ou parcialmente, pela perda de massa e alterações nas características físicas, químicas e sensoriais, reduzindo a qualidade e a aceitação por parte do mercado consumidor (KADER, 2002).

As frutas, em sua maioria, são altamente perecíveis por apresentarem alto teor de nutrientes, umidade excessiva, textura facilmente danificável e altas taxas respiratórias. Desta forma, constituem substratos ricos e adequados à multiplicação microbiana. Diversos microrganismos estão associados às podridões em pós-colheita, destacando-se os fungos que penetram por ferimentos acidentais durante a colheita, transporte e armazenamento; ou outras aberturas naturais como lenticelas e partes florais (LIMA; ALVES e TERAO, 2006).

A conservação pós-colheita de frutas por meio do armazenamento em baixas temperaturas é uma técnica utilizada nos modernos sistemas de distribuição, uma vez que permite uma redução na velocidade dos processos fisiológicos e bioquímicos (AGHDAM et al., 2013; CHITARRA e CHITARRA, 2005). Porém, este tipo de armazenamento quando realizado de forma inadequada pode propiciar desordens fisiológicas em certas frutas, relacionadas à injúria pelo frio (AGHDAM et al., 2013). O armazenamento a frio é um método de conservação pós-colheita pouco empregado no Brasil, principalmente, por ser um processo oneroso, sendo que a quase totalidade de frutas comercializadas em nível de varejo no país encontra-se sem refrigeração (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A aplicação de revestimentos biodegradáveis é uma técnica que também pode ser utilizada para a conservação pós-colheita de frutas (PASTOR et al., 2011). O revestimento forma uma cobertura extremamente fina na superfície do fruto, que têm a finalidade de criar uma barreira semipermeável às trocas gasosas (CO_2 e O_2) e vapor d'água, reduzindo, assim, a atividade respiratória e a perda de água, melhorando as características intrínsecas dos frutos recobertos (SANCHEZ-GONZALEZ et al., 2011). O uso de revestimentos biodegradáveis também pode diminuir a incidência de patógenos, caso o revestimento utilizado tenha efeito bacteriostático (TORLAK e SERT, 2013; SANCHEZ-GONZALEZ et al., 2011).

A aplicação de revestimento em frutas é um procedimento simples e passível em larga escala (PLOOY; REGNIER e COMBRINCK, 2009). Os frutos íntegros ou fatiados são diretamente mergulhados ou submetidos à nebulização com sistema de pressão manual (spray) do revestimento em condição líquida. Após o escoamento do excesso, a fração superficial passa por processo de polimerização por evaporação espontânea ou forçada do solvente, formando um revestimento (ASSIS; FORATO e BRITO, 2008).

A base dos revestimentos são os biopolímeros, como polissacarídeos, proteínas e lipídeos, derivados de várias fontes naturais, os quais podem ser utilizados isoladamente ou combinados (CHITARRA e CHITARRA, 2005; VILLADIEGO et al., 2005). A própolis é uma substância resinosa produzida por abelhas africanizadas *Apis mellifera* L. a partir de exsudados coletados em diferentes partes de plantas (BANKOVA, 2005). É considerada uma substância de caráter lipofílica, dura e quebradiça a baixas temperaturas, mas macia, maleável e viscosa quando levemente aquecida (MARCUCCI, 1995). Sua composição é de 50 – 60% de flavonóides e ácidos fenólicos, 30 – 40% de cera, 5 – 10% de óleos essenciais, 5% de pólen, além de pequenas quantidades de metais e vitaminas (BURDOCK, 1998).

A composição química da própolis sofre variações conforme a biodiversidade da região visitada pelas abelhas, que varia dependendo do clima, do solo, da flora, da estação do ano, entre outros fatores (TOSI et al., 2007; PARK; ALENCAR e AGUIAR, 2002). Portanto, a origem vegetal da própolis determina a sua composição química (BANKOVA, 2005; PARK; ALENCAR e AGUIAR, 2002; BURDOCK, 1998), influenciando também na coloração da própolis, tons que podem variar do amarelo-esverdeado, passando pelo marrom-avermelhado ao negro (MARCUCCI, 1995).

A própolis apresenta um amplo espectro de atividade antimicrobiana contra uma variedade de bactérias, fungos, parasitas e vírus (TORLAK e SERT, 2013; KALOGEROPOULOS et al., 2009; ERKMEN e ÖZCAN, 2008; ALENCAR et al., 2007; TOSI et al., 2007; DANTAS et al., 2006; GEKKER et al., 2005), além de possuir propriedades antioxidantes (FROZZA et al., 2013; KALOGEROPOULOS et al., 2009; ALENCAR et al., 2007; SILVA et al., 2006), imunomodulador (SFORCIN et al., 2007) e antitumoral (FROZZA et al., 2013; ALENCAR et al., 2007; SFORCIN, 2007). A maior parte das atividades biológicas da própolis tem sido atribuída aos flavonóides (SILVA et al., 2006; PARK; ALENCAR e AGUIAR, 2002).

Atualmente, a própolis tem sido utilizada na conservação pós-colheita de frutos na forma de revestimento (ALI et al., 2013; ZAHID et al., 2013; DAIUTO et al., 2012; PASTOR et al., 2011), uma vez que é reconhecida como segura (GRAS = Generally Recognized As Safe) para o consumidor quando usada em substituição aos materiais sintéticos (TOSI et al., 2007; BURDOCK, 1998) e também ao meio ambiente. Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos do revestimento com extrato de própolis sobre as características físico-químicas de mamão, laranja e banana durante o armazenamento sob temperatura ambiente.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGHDAM, M.S.; SEVILLANO, L.; FLORES, F.B.; BODBODAK, S. Heat shock proteins as biochemical markers for postharvest chilling stress in fruits and vegetables. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 160, n. 1, p. 54–65, 2013.

ALENCAR, S.M.; OLDONI, T.L.C.; CASTRO, M.L.; CABRAL, I.S.R.; COSTA-NETO, C.M.; CURY, J.A.; ROSALEN, P.L.; IKEGAKI, M. Chemical composition and biological activity of a new type of Brazilian propolis: red propolis. **Journal of Ethnopharmacology**, Limerick, v. 113, n. 2, p. 278–283, 2007.

ALI, A.; CHOW, W.L.; ZAHID, N.; ONG, M.K. Efficacy of propolis and cinnamon oil coating in controlling post-harvest anthracnose and quality of chilli (*Capsicum annuum* L.) during cold storage. **Food and Bioprocess Technology**, Dublin, v. 6, n. 2, p. 1–7, 2013.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2014. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2014. 136 p.

ASSIS, O.B.G.; FORATO, L.A.; BRITO, D. Revestimentos comestíveis protetores em frutos minimamente processados. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 22, n. 160, p. 99–105, 2008.

BANKOVA, V. Recent trends and important developments in propolis research. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, Kuala Lumpur, v. 2, n. 1, p. 29–32, 2005.

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

BURDOCK, G.A. Review of the biological properties and toxicity of bee propolis (propolis). **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 36, n. 4, p. 347–363, 1998.

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

DAIUTO, E.R.; MINARELLI, P.H.; VIEITES, R.L.; ORSI, R.O. Própolis e cera vegetal na conservação de abacate 'Hass'. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 1463–1474, 2012.

DANTAS, A.P.; OLIVIERI, B.P.; GOMES, F.H.M.; CASTRO, S.L. Treatment of *Trypanosoma cruzi*-infected mice with propolis promotes changes in the immune response. **Journal of Ethnopharmacology**, Limerick, v. 103, n. 2, p. 187–193, 2006.

ERKMEN, O.; ÖZCAN, M.M. Antimicrobial effects of Turkish propolis, pollen, and laurel on spoilage and pathogenic food-related microorganisms. **Journal of Medicinal Food**, New Rochelle, v. 11, n. 3, p. 587–592, 2008.

FROZZA, C.O.S.; GARCIA, C.S.C.; GAMBATO, G.; SOUZA, M.D.O.; SALVADOR, M.; MOURA, S.; PADILHA, F.F.; SEIXAS, F.K.; COLLARES, T.; BORSUK, S.; DELLAGOSTIN, O.A.; HENRIQUES, J.A.P.; ROESCH-ELY, M. Chemical characterization, antioxidant and cytotoxic activities of Brazilian red própolis. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 52, n. 1, p. 137–142, 2013.

GEKKER, G.; HU, S.; SPIVAK, M.; LOKENSGARD, J.R.; PETERSON, P.K. Anti-HIV-1 activity of propolis in CD4(+) lymphocyte and microglial cell cultures. **Journal of Ethnopharmacology**, Limerick, v. 102, n. 2, p. 158–163, 2005.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal**: culturas temporárias e permanentes. v. 39. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 101 p.

KADER, A.A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 3. ed. California: University of California, 2002.

KALOGEROPOULOS, N.; KONTELES, S.J.; TROULLIDOU, E.; MOURTZINOS, I.; KARATHANOS, V.T. Chemical composition, antioxidant activity and antimicrobial properties of propolis extracts from Greece and Cyprus. **Food Chemistry**, Reading, v. 116, n. 2, p. 452–461, 2009.

LIMA, M.A.C.; ALVES, R.E.; TERAO, D. Colheita e manuseio na pós-colheita. In: OLIVEIRA, S.M.A.; TERAO, D.; DANTAS, S.A.F.; TAVARES, S.C.C.H. (Ed.). **Patologia pós-colheita**: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. cap. 16, p. 411–439.

MARCUCCI, M.C. Propolis: chemical composition, biological properties and therapeutic activity. **Apidologie**, Paris, v. 26, n. 2, p. 83–99, 1995.

PARK, Y.K.; ALENCAR, S.M.; AGUIAR, C.L. Botanical origin and chemical composition of Brazilian propolis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 50, n. 9, p. 2502–2506, 2002.

PASTOR, C.; SÁNCHEZ-GONZÁLES, L.; MARCILLA, A.; CHIRALT, A.; CHÁFER, M.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C. Quality and safety of table grapes coated with hydroxypropylmethylcellulose edible coatings containing propolis extract. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 60, n. 1, p. 64–70, 2011.

PLOOY, W.; REGNIER, T.; COMBRINCK, S. Essential oil amended coatings as alternatives to synthetic fungicides in citrus postharvest management. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 53, n. 3, p. 117–122, 2009.

RINALDI, M.M. **Perdas pós-colheita devem ser consideradas**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011. Disponível em: <http://www.cpac.embrapa.br/noticias/artigosmidia/publicados/306/>. Acesso em: 07 agosto 2014.

SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, L.; CHÁFER, M.; HERNÁNDEZ, M.; CHIRALT, A.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C. Antimicrobial activity of polysaccharide films containing essential oils. **Food Control**, Oxford, v. 22, n. 8, p. 1302–1310, 2011.

SFORCIN, J.M. Propolis and the immune system: a review. **Journal of Ethnopharmacology**, Limerick, v. 113, n. 1, p. 1-14, 2007.

SILVA, J.F.M., SOUZA, M.C., MATTA, S.R., ANDRADE, M.R., VIDAL, F.V.N. Correlation analysis between phenolic levels of Brazilian propolis extracts and their antimicrobial and antioxidant activities. **Food Chemistry**, Reading, v.99, n.3, p.431–435, 2006.

TORLAK, E.; SERT, D. Antibacterial effectiveness of chitosan–propolis coated polypropylene films against foodborne pathogens. **International Journal of Biological Macromolecules**, Philadelphia, v. 60, n. 1, p. 52–55, 2013.

TOSI, E.A.; RÉ, E.; ORTEGA, M.E.; CAZZOLI, A.F. Food preservative based on propolis: bacteriostatic activity of propolis polyphenols and flavonoids upon *Escherichia coli*. **Food Chemistry**, Reading, v. 104, n. 3, p. 1025–1029, 2007.

VILLADIEGO, A.M.D.; SOARES, N.F.F.; ANDRADE, N.J.; PUSCHMANN, R.; MINIM, V.P.R.; CRUZ, R. Filmes e revestimentos comestíveis na conservação de produtos alimentícios. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 52, n. 300, p. 221–244, 2005.

ZAHID, N.; ALI, A.; SIDDIQUI, Y.; MAQBOOL, M. Efficacy of ethanolic extract of propolis in maintaining postharvest quality of dragon fruit during storage. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 79, n. 1, p. 69–72, 2013.

3. EXTRATO DE PRÓPOLIS NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MAMÃO SOLO CV. 'GOLDEN'

3.1. RESUMO

A alta perecibilidade do mamão (*Carica papaya* L.) reduz sua vida útil limitando sua comercialização. Os revestimentos são uma das alternativas para auxiliar na conservação de alimentos. Objetivou-se avaliar os efeitos do revestimento com extrato de própolis nas características físico-químicas do mamão, armazenado sob temperatura ambiente. Mamões Solo cv. 'Golden' foram selecionados e divididos aleatoriamente em cinco tratamentos pós-colheita, sendo três formas de revestimento por imersão ("álcool 70%", "extrato hidroalcoólico de própolis a 2,5%", "extrato hidroalcoólico de própolis a 5%") e dois controles (um sem revestimento e outro em que os frutos não foram revestidos e mantidos sob refrigeração). As variáveis perda de massa, firmeza da polpa, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT) e potencial hidrogeniônico (pH), foram avaliadas em intervalos de 4 dias por 12 dias de armazenamento. Realizou-se análise sensorial no quarto dia de armazenamento dos mamões, avaliados por provadores não treinados através do teste de aceitação. Os tratamentos pós-colheita "refrigerado", "própolis 2,5%" e "própolis 5%" propiciaram menor perda de massa. A firmeza da polpa para o tratamento pós-colheita "própolis 5%" apresentou-se superior aos tratamentos pós-colheita "controle", "álcool" e "própolis 2,5%". O teor de SST foi maior para o tratamento pós-colheita "própolis 5%", que diferiu somente do tratamento pós-colheita "álcool". A ATT e a relação SST/ATT não variaram com os tratamentos pós-colheita, variando somente com o tempo de armazenamento. O pH dos mamões refrigerados apresentaram diferenças significativas em relação aos demais tratamentos pós-colheita. Os frutos do tratamento "refrigerado" apresentaram injúria pelo frio. Mamões revestidos com extrato de própolis apresentaram aceitação sensorial semelhantes aos demais tratamentos pós-colheita no quarto dia de armazenamento. O revestimento de extrato de própolis pode ser uma alternativa promissora no controle da perda de massa e manutenção da firmeza da polpa em mamão Solo cv. 'Golden'.

Palavras-chave: *Carica papaya* L., própolis, revestimento, armazenamento.

PROPOLIS EXTRACT IN POSTHARVEST CONSERVATION SOLO PAPAYA CV. 'GOLDEN'

3.2. ABSTRACT

The high perishability of papaya (Carica papaya L.) reduces their lifespan by limiting your marketing. The coatings are one of the alternatives to aid in food preservation. Aimed to evaluate the effects of coating propolis extract on the physicochemical characteristics of papaya stored at room temperature. Solo papaya cv. 'Golden' were selected and randomly divided into five post-harvest treatments, three forms of dip coating ("70% alcohol", "hydroalcoholic extract of propolis to 2.5%", "hydroalcoholic extract of propolis to 5%") and two controls (one uncoated and another in which the fruits were not covered and kept refrigerated). The variable mass loss, firmness, total soluble solids (TSS), total titratable acidity (TTA), ratio of total soluble solids and titratable acidity (TSS/TTA) and hydrogen potential (pH), were evaluated at intervals of 4 days per 12 day storage. Sensory analysis was performed on the fourth day of storage of papayas, evaluated by untrained through the acceptance testing. Postharvest treatments "refrigerated", "propolis 2.5%" and "5% propolis" also gave the lowest mass loss. The firmness for post-harvest treatment "propolis 5%" showed himself superior to post-harvest "control", "alcohol" and "2.5% propolis" treatments. The TSS was higher for post-harvest treatment "propolis 5%", which only differed from the post-harvest treatment "alcohol". The TTA and TSS/TA ratio did not vary with the post-harvest treatments, varying only with the storage time. The pH of refrigerated papaya showed significant differences in relation to other post-harvest treatments. The fruits of "refrigerated" treatment showed chilling injury. Papayas coated with propolis extract showed sensory acceptability similar to the other post-harvest treatments on the fourth day of storage. The coating of propolis extract could be a promising alternative for the control of weight loss and maintenance of firmness in Solo papaya cv. 'Golden'.

Key words: *Carica papaya* L., propolis, coating, storage.

3.3. INTRODUÇÃO

O fruto do mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma caricácea, originária da América Tropical. A Índia é o maior produtor mundial de mamão, seguido pelo Brasil

totalizando 45% da produção mundial (FAO, 2014). O Nordeste é a maior região produtora, destacando-se o estado da Bahia, seguido pela região Sudeste, destacando-se o estado do Espírito Santo, responsáveis por cerca de 90% da produção nacional, segundo IBGE (2012). Os grupos de mamões mais produzidos no Brasil são Solo e Formosa. O mamão Formosa é destinado, principalmente, para o mercado interno (ex: cv. 'Tainung nº 1' e 'Tainung nº 2'), enquanto o mamão Solo para os mercados externo e interno (ex: cv. 'Sunrise Solo' e 'Golden') (ROCHA et al., 2005).

O mamão consiste em um fruto climatério cujas transformações resultantes do amadurecimento ocorrem rapidamente após a colheita do fruto fisiologicamente maduro, desencadeadas pela produção do etileno e aumento da taxa respiratória (CHITARRA e CHITARRA, 2005). O controle do amadurecimento é fundamental para o aumento da vida útil após a colheita (ALI et al., 2011), visando o mercado interno e exportação de frutas (SILVA et al., 2014).

Os revestimentos com polímeros biodegradáveis podem ser uma alternativa com boa relação custo-benefício no acondicionamento de frutas em atmosfera modificada (SILVA et al., 2014; DAIUTO et al., 2012). Esta técnica tem sido continuamente utilizada como tratamento para ampliar a vida útil de frutos, reduzindo perdas e mantendo a qualidade (KADER e SALTVEIT, 2003). Geralmente, os revestimentos consistem de um biopolímero (polissacarídeo, proteína e/ou lipídeo) formador de filme que carrega um agente funcional (aromas, corantes, antioxidantes e agentes antimicrobianos) (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A modificação da atmosfera ocorre em função da interação entre o processo natural de respiração do fruto e a permeabilidade as trocas gasosas por meio do revestimento, retardando o amadurecimento e a senescência (ALI et al., 2011). Há um aumento na concentração de CO_2 e vapor de água e esgotamento do O_2 (PASTOR et al., 2010). A intensidade das trocas gasosas através do revestimento utilizado depende de suas características, como espessura utilizada, tipo de revestimento e composição química. Melhores resultados são obtidos quando há um balanço adequado entre a permeabilidade do revestimento aos gases e a respiração do produto, que depende do tipo, da variedade, do peso, do estádio de maturação e da temperatura dos frutos (CHITARRA e CHITARRA, 2005; KADER e SALTVEIT, 2003).

A própolis e seus extratos possuem papel importante pela atividade antimicrobiana e pelos compostos hidrofóbicos que contribuem para melhorar algumas propriedades de revestimentos biodegradáveis em frutas (ALI et al., 2013; PASTOR et al., 2010). Pesquisas realizadas por Zahid et al. (2013), em pitaia apresentaram que a

própolis possui excelentes propriedades antifúngicas, proporcionando uma barreira eficiente para limitar o crescimento micelial e germinação de esporos de *Colletotrichum capsici*, fungo responsável pela antracnose. Estudos realizados por Ali et al. (2013), mostraram que extrato de própolis, combinado com óleo de canela é um bio-fungicida eficiente contra *Colletotrichum capsici*, bem como retarda as alterações da perda de massa, firmeza da polpa, coloração da casca e concentração de sólidos solúveis totais em pimentões. Em vários estudos, verificou-se eficiência da própolis contra bactérias Gram-positivas e atividade limitada contra bactérias Gram-negativas (TORLAK e SERT, 2013; UZEL et al., 2005). Daiuto et al. (2012) observaram menor perda de massa e produção de CO_2 em frutos de abacateiro submetidas a aplicação de extrato de própolis associada a cera vegetal.

Este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos do revestimento com extrato de própolis nas características físico-químicas do mamão Solo cv. 'Golden', armazenado sob temperatura ambiente.

3.4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento e as avaliações foram conduzidos no Laboratório de Análises Químicas de Alimentos do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, *Campus* de Rio Paranaíba (UFV/CRP).

3.4.1. Preparo do extrato de própolis

A própolis utilizada foi proveniente de abelhas africanizadas *Apis mellifera* L., do tipo marrom, coletada entre os meses de outubro de 2010 e março de 2011 em apiários localizados no sul do estado do Paraná, com pastagem apícola típica de floresta ombrófila mista.

A própolis bruta foi submetida à pré-limpeza, lavagem com água fria e secagem em estufa a 60 ºC por 10 horas. A própolis foi embalada em sacos de polietileno e armazenada em freezer à temperatura de -5 ^{o}C durante 12 horas. Em seguida, 100 g do material foram triturados em liquidificador, acondicionado em um recipiente de vidro âmbar, e o volume completado para um litro com álcool etílico a 70% (1ª diluição). A suspensão foi deixada em repouso durante 5 dias, à temperatura ambiente, agitando-se a mesma uma vez ao dia, manualmente, por um minuto. Após este período, filtrou-se a suspensão em filtro de papel e o extrato hidroalcoólico de própolis obtido foi diluído em

álcool etílico a 70%, para obter as concentrações finais de 2,5% e 5,0% (2ª diluição) (CARVALHO et al., 2013).

3.4.2. Desenho experimental

Mamões Solo cv. 'Golden' foram selecionados quanto à uniformidade, coloração da casca e grau de maturação, e em seguida, aleatoriamente divididos em cinco grupos que receberam os seguintes tratamentos pós-colheita:

1. Controle – frutos sem revestimento;
2. Álcool – frutos revestidos com álcool etílico a 70% (v/v);
3. Própolis 2,5% – frutos revestidos por extrato hidroalcoólico de própolis a 2,5% (m/v);
4. Própolis 5% – frutos revestidos por extrato hidroalcoólico de própolis a 5% (m/v);
5. Refrigerado – frutos sem revestimento e acondicionados sob refrigeração à temperatura de 9 ± 1°C.

Os revestimentos foram aplicados por meio de imersão dos frutos nas referidas soluções, individualmente, durante 5 segundos. Após a aplicação das soluções, os frutos foram colocados horizontalmente sobre uma tela de "nylon" para a drenagem do líquido excedente, por aproximadamente 5 minutos. Os frutos dos tratamentos pós-colheita "controle", "álcool", "própolis 2,5%" e "própolis 5%" foram dispostos sobre bancadas em um delineamento inteiramente casualizado, nas seguintes condições de armazenamento: 20 ± 5 °C e 75 ± 5% UR. Os frutos do tratamento pós-colheita "refrigerado" foram acondicionados sob refrigeração em geladeira à temperatura de 9 ± 1 °C, valor situado dentro da faixa crítica, sendo que a Temperatura Mínima de Segurança (TMS) do mamão varia de 7 e 12 °C (CHITARRA e CHITARRA, 2005) e umidade relativa de 80 ± 5%. O experimento foi realizado no período chuvoso, concentrando-se no mês de janeiro/2013.

3.4.3. Obtenção, seleção e avaliação dos frutos

Mamões Solo cv. 'Golden' foram obtidos do entreposto de Contagem da Central de Abastecimento de Minas Gerais S/A – CEASAMINAS e selecionados quanto à coloração da casca, com índices de cor 2 (15 a 25% da área superficial da casca amarela), de acordo com o Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura (2005). As avaliações dos frutos do mamoeiro foram realizadas antes da aplicação dos tratamentos pós-colheita (tempo 0) e aos 4, 8 e 12 dias de armazenamento, totalizando três tempos de avaliação.

3.4.4. Variáveis analisadas

As unidades experimentais foram submetidas às análises de perda de massa (grupo não destrutivo), firmeza da polpa, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT) e potencial hidrogeniônico (pH) (grupo destrutivo), segundo metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (2004).

Para a análise de perda de massa (grupo não destrutivo), os frutos de cada tratamento pós-colheita foram pesados ao início do experimento e aos 4, 8 e 12 dias de armazenamento. A análise de perda de massa foi disposta em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial de parcelas subdivididas 5 x 3, tendo nas parcelas os tratamentos pós-colheita (controle, álcool, própolis 2,5%, própolis 5% e refrigerado) e nas subparcelas os tempos de avaliação (4, 8 e 12 dias de armazenamento), com oito repetições. A análise foi realizada com o uso de uma balança eletrônica semi-analítica, modelo BL-320H, marca Splabor, com 0,001 g de sensibilidade, pela subtração do peso inicial e final dos frutos e os resultados expressos em percentagem.

As análises de firmeza da polpa, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT) e potencial hidrogeniônico (pH) (grupo destrutivo) foram determinadas em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial de parcelas subdivididas 5 x 3 + 1, tendo nas parcelas os tratamentos pós-colheita (controle, álcool, própolis 2,5%, própolis 5% e refrigerado) e nas subparcelas os tempos de avaliação (4, 8 e 12 dias de armazenamento), com adição das análises realizadas no tempo zero, com seis repetições.

Para a determinação da firmeza da polpa, utilizou-se penetrômetro digital, modelo PTR-300, marca Instrutherm, com ponteira de 5 mm de diâmetro. A firmeza foi tomada em dois pontos opostos, localizados na região equatorial dos frutos, sendo uma pequena porção da casca retirada, com uso de uma lâmina. Os resultados representam a força em Newton (N). O teor de sólidos solúveis totais (SST) foi medido diretamente em um refratômetro digital, modelo PAL-1, marca ATAGO, com compensação de temperatura automática a 20 ºC e os resultados expressos em ^{o}Brix. A acidez total titulável (ATT) foi determinada mediante titulação da amostra com solução de NaOH 0,01 mol L^{-1}, tendo como indicador fenolftaleína a 1% e os resultados expressos em g ácido cítrico 100 g^{-1} de polpa. A relação entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT) foi calculada pela razão entre os teores de sólidos solúveis totais (ºBrix) e a acidez total titulável (g ácido cítrico 100 g^{-1} de polpa) e os resultados expressos por meio do valor

absoluto encontrado. Os valores de pH foram obtidos através de leitura direta em pHmetro digital do modelo mPA-210 da Tecopon, calibrado com solução-tampão de pH 4,0 e 7,0 e os resultados expressos por meio do valor absoluto encontrado.

3.4.5. Análise sensorial

Esta pesquisa foi aprovada em seus aspectos éticos e metodológicos pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa, sob certificado de apresentação para apreciação ética nº 32222114.8.0000.5153. Os mamões Solo cv. 'Golden' foram avaliados sensorialmente no 4º dia de armazenamento, no período vespertino, entre 14h00 e 16h00. Os provadores, constituídos por estudantes, professores e funcionários da UFV/CRP, com idade entre 18 e 61 anos foram selecionados quanto ao hábito de consumir mamão e em função da disponibilidade e do interesse em participar do teste.

Participaram da análise sensorial 54 provadores não treinados, que provaram cinco amostras de mamão (controle, álcool, própolis 2,5%, própolis 5% e refrigerado). Cada provador recebeu 20 g de cada amostra, servidas em copos descartáveis brancos, codificados com números de três dígitos, em blocos completos casualizados e balanceados, apresentadas de forma aleatória (REIS e MINIM, 2010). As amostras foram acompanhadas de um copo com água potável à temperatura ambiente, para ingestão entre as degustações das amostras para limpeza do palato. As amostras foram avaliadas mediante escala hedônica estruturada de 9 pontos, variando de "gostei extremamente" com nota igual a 9 à "desgostei extremamente" com nota igual a 1, segundo metodologia descrita por Dutcosky (2013).

3.4.6. Análises estatísticas

Os dados obtidos das variáveis analisadas foram submetidos ao teste de homogeneidade das variâncias (teste de Hartley) e normalidade dos resíduos (teste de Jarque-Bera). As variáveis firmeza da polpa e relação SST/ATT sofreram transformações log (x + 1) para atender às pressuposições da ANOVA.

A influência dos fatores (tratamentos pós-colheita e período de armazenamento) e suas interações sobre as respostas foram submetidas à análise fatorial de parcelas subdivididas. Após o desdobramento da ANOVA, as médias dos tratamentos pós-colheita (foco principal deste trabalho) foram comparadas entre si pelo teste de Student-

Newman-Keuls (SNK) a 5% de probabilidade, teste escolhido por apresentar maior poder que o teste de Tukey e por também apresentar um bom controle do erro tipo I real (PERECIN e BARBOSA, 1988). As médias dos tratamentos pós-colheita ao longo dos tempos de avaliação foram também submetidas à análise de regressão, sendo buscado ajuste dos dados à modelos com até dois fatores dependentes. Os modelos de equações descritos são significativos a 5% pelo teste F e apresentaram falta de ajuste não significativa.

O delineamento experimental da análise sensorial foi em blocos casualisados, com cinqüenta e quatro repetições. A classificação da ficha foi transformada em valores numéricos para que pudessem ser analisados, sendo aplicado o teste de variância (ANOVA), à 5% de significância, utilizando-se a razão de variância F, para detectar diferenças significativas.

3.5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.5.1. Perda de massa

Para os valores encontrados de perda de massa dos mamões houve efeito significativo nos tratamentos pós-colheita e dias de armazenamento, à medida que o período de armazenamento foi estendido, tendo sido verificada interação entre os fatores. A perda de massa aumentou gradualmente em todos os tratamentos pós-colheita no decorrer do período de armazenamento, sendo este aumento menos pronunciado nos frutos armazenados sob refrigeração (Tabela 1).

Tabela 1. Perda percentual de massa de mamão Solo cv. 'Golden' com e sem revestimento com extrato de própolis durante o período de armazenamento.

Tratamentos	4 dias		8 dias		12 dias		Médias	Modelo ajustado	R^2
Controle	3,85	*A*	6,75	*A*	10,98	*A*	7,19	$y = 0,0419x^2 + 0,2217x + 2,2943$	0,999
Álcool	3,56	*A*	6,52	*A*	10,71	*A*	6,93	$y = 0,0383x^2 + 0,2809x + 1,8239$	0,999
Própolis 2,5%	2,25	*B*	4,17	*B*	7,48	*B*	4,63	$y = 0,0431x^2 - 0,0361x + 1,7028$	0,999
Própolis 5%	1,85	*B*	3,70	*B*	7,41	*B*	4,32	$y = 0,0576x^2 - 0,2277x + 1,8363$	0,999
Refrigerado	1,90	*B*	3,35	*B*	4,83	*C*	3,36	$y = 0,3662x + 0,4337$	0,999
Médias	2,68		4,90		8,28		CV: 13,2%		

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de SNK.

Os tratamentos pós-colheita "controle" e "álcool" foram os que apresentaram maiores percentagens de perda de massa, não diferindo estatisticamente entre si, durante os 12 dias de armazenamento. No mamão, acredita-se que a principal via de perda de massa é através da casca (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Segundo os autores, o declínio da integridade da casca decorrente do amadurecimento do fruto é devido ao rompimento do látex. Tendo como referencial 10% de perda de massa para tornar a fruta imprópria para o consumo (KADER, 2002), os tratamentos pós-colheita que controlaram a perda de massa durante 12 dias de armazenamento foram "refrigerado", "própolis 2,5%" e "própolis 5%". Partindo desse referencial, os frutos dos tratamentos pós-colheita "controle" e "álcool" seriam considerados impróprios ao consumo a partir de 11 dias de armazenamento, enquanto que os frutos revestidos com extrato de própolis aos 14 dias de armazenamento, aproximadamente. Portanto, os tratamentos pós-colheita "própolis 2,5" e "própolis 5%" controlaram a perda de massa nos mamões, estendendo o período de armazenamento em 27%, tendo como referência o tratamento pós-colheita "controle". Os frutos do tratamento pós-colheita "refrigerado" seriam considerados impróprios ao consumo aos 26 dias de armazenamento.

Observa-se que até o oitavo dia de armazenamento a perda de massa dos mamões revestidos com extrato de própolis é semelhante à dos frutos mantidos sob refrigeração e menores que a dos tratamentos pós-colheita "controle" e "álcool". Aos 12 dias de armazenamento, os frutos revestidos com extrato de própolis possuem perda de massa superior ao tratamento pós-colheita "refrigerado", mas continuam significativamente inferiores aos tratamentos pós-colheita "controle" e "álcool". Os mamões armazenados a 9 ± 1 °C apresentaram perda de massa inibida, diferindo significativamente em relação aos demais tratamentos pós-colheita aos 12 dias de armazenamento. O armazenamento refrigerado retardou o processo de transpiração, respiração e amadurecimento e, consequentemente, reduziu a perda de massa dos frutos. Porém, observaram-se, visualmente, sintomas de injúria pelo frio nesses frutos, não havendo produção do climatérico, caracterizado pela polpa endurecida ao toque e alterações nos índices de coloração da casca e da polpa. Provavelmente, isto ocorreu em virtude da inibição da solubilização de pectinas e da hidrólise de clorofila como da síntese de carotenóides (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Resultados similares foram encontrados por Almeida et al. (2005) em mamão 'Solo' armazenados a 6 ºC.

Os revestimentos de extrato de própolis contribuíram nas propriedades de permeabilidade às trocas gasosas e ao vapor d'água, sendo a perda de massa diretamente relacionada à taxa de respiração e transpiração do produto fresco. Os revestimentos

formam sobre o fruto, portanto, uma camada fina superficial, a qual interfere sobre os mecanismos respiratórios e difusivos (ALI et al., 2011; KADER e SALTVEIT, 2003).

Porém, os tratamentos pós-colheita com 2,5% e 5% de extrato de própolis não foram eficientes para reduzir o surgimento de germinação de esporos fúngicos, a partir do 8º dia de armazenamento. O processo infeccioso desses fungos pode iniciar durante o tratamento pós-colheita, na linha de seleção ou durante a conservação na temperatura ambiente ou, até mesmo nas câmaras frigoríficas (SILVA e SOARES, 2001). As possíveis vias de contaminação partem do inóculo fúngico existente nas paredes, nas embalagens e no ar atmosférico (OLIVEIRA e SANTOS FILHO, 2007).

No 12º dia de armazenamento, todos os tratamentos pós-colheita estavam inaptos para a comercialização, considerando a grande concentração de esporos fúngicos na superfície dos mamões. Um ponto crítico na aplicação do extrato de própolis nos mamões pode ter sido a espessura do revestimento. Quando muito fina, não apresenta efeito contra a redução na perda de água pelos frutos e, se muito espessa, pode propiciar o colapso interno do fruto e a incidência de fungos (CHITARRA e CHITARRA, 2005). A combinação do extrato de própolis com outro tipo de revestimento pode melhorar o controle de doenças fitopatológicas em mamão (ALI et al., 2013; TORLAK e SERT, 2013; PASTOR et al., 2010).

A temperatura e a umidade relativa do ar são fatores que também têm grande influência na qualidade pós-colheita do mamão. Oscilações dessas variáveis causam elevadas perdas de água nos frutos, provocando a formação de água livre na superfície dos frutos, que tendem a vaporizar-se difusivamente para o meio com menor concentração de umidade, além de constituir condições propícias à germinação de fungos e subsequente penetração (CHITARRA e CHITARRA, 2005; LEE et al., 1996).

3.5.2. Firmeza da polpa

Para a variável firmeza da polpa do mamão Solo cv. ‘Golden’ observou-se influência dos tratamentos pós-colheita e do período de armazenamento, sendo a interação entre estes fatores não significativa. Os tratamentos pós-colheita “álcool” e “própolis 2,5%” não diferiram do tratamento pós-colheita “controle”, apresentando menores valores para firmeza da polpa. Entretanto, o tratamento pós-colheita “própolis 5%” proporcionou uma maior firmeza do fruto, em relação ao tratamento pós-colheita “controle”. O tratamento pós-colheita “refrigerado” diferiu significativamente dos

demais tratamentos pós-colheita, apresentando os maiores valores de firmeza em todos os tempos avaliados (Tabela 2).

Tabela 2. Firmeza da polpa (N) de mamão Solo cv. 'Golden' com e sem revestimento com extrato de própolis durante o período de armazenamento.

Tratamentos	0 dia	4 dias	8 dias	12 dias	Médias	Modelo ajustado	R^2
Controle	10,52	3,44	2,59	1,66	2,56 *C*	log (y+1) = -0,0482x + 0,9366	0,884
Álcool		1,69	2,00	1,18	1,62 *C*	log (y+1) = 0,0071x² - 0,1355x + 0,98	0,882
Própolis 2,5%		2,79	3,60	1,71	2,70 *C*	log (y+1) = -0,0435x + 0,9221	0,755
Própolis 5%		7,62	3,51	2,74	4,62 *B*	log (y+1) = -0,0401x + 1,0142	0,979
Refrigerado		9,02	6,31	9,72	8,35 *A*	log (y+1) = 0,0036x² - 0,0483x + 1,0316	0,887
Médias		4,91	3,60	3,40	CV: 32,2%	log (y+1) = -0,0376x + 0,9429	0,844

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de SNK.

No decorrer de 12 dias de armazenamento houve diminuição da firmeza da polpa, com exceção do tratamento pós-colheita "refrigerado". Esta redução foi mais pronunciada a partir do 8º dia de armazenamento. As enzimas hidrolíticas como a pectinametilesterase (PME) e a poligalacturonase (PG) atacam os carboidratos estruturais e são, em grande parte, responsáveis pela perda de firmeza dos frutos (CHITARRA e CHITARRA, 2005). A atividade da PME pode diminuir, permanecer constante ou aumentar durante a maturação, dependendo do fruto e do método de extração da enzima (PINTO et al., 2011). As mudanças são complicadas, ainda, pela presença de substâncias inibidoras da atividade da PME. Entre as substâncias inibidoras pode-se destacar a sacarose, maltose e glicose, através de inibição não competitiva e alguns peptídeos por competição aos sítios de ligação da PME (ALI; CHIN e LAZAN, 2004). A enzima PG apresenta uma intensa atividade no início do amadurecimento dos frutos e contribui com o amaciamento da polpa (BONNIN, GARNIER e RALET, 2014). Desta forma, a expressiva atividade inicial da PME disponibilizaria substrato para a atuação da PG (PINTO et al., 2011). De acordo com Bonnin, Garnier e Ralet (2014), a PME promove a desmetilação parcial dos ésteres metílicos dos ácidos poligalacturônicos das pectinas, facilitando o acesso da PG, que determina a despolimerização e solubilização das substâncias pécticas.

O valor elevado de firmeza da polpa para os frutos do tratamento pós-colheita "refrigerado" observado aos 12 dias de armazenamento sugere o endurecimento interno da polpa, verificado através de observação visual, que pode ter sido ocasionado pelo retardo no amadurecimento devido aos sintomas de injúria pelo frio, apesar do armazenamento sob refrigeração estar dentro da Temperatura Mínima de Segurança (TMS). Fato semelhante foi constatado por Almeida et al. (2005) e Rocha et al. (2005) em mamão refrigerado, onde frutos com maior severidade de injúria pelo frio tiveram seu amadurecimento totalmente inibido.

3.5.3. Sólidos solúveis totais (SST)

Os teores de SST sofreram influência do tipo de tratamento pós-colheita, não sendo significativos o fator período de armazenamento e a interação entre os fatores. Ao final de 12 dias de armazenamento, o tratamento pós-colheita "própolis 5%" diferiu significativamente somente do tratamento pós-colheita "álcool", não apresentando diferença significativa com os demais tratamentos pós-colheita (Tabela 3).

Tabela 3. Sólidos solúveis totais (°Brix) de mamão Solo cv. 'Golden' com e sem revestimento com extrato de própolis durante o período de armazenamento.

Tratamentos	**0 dia**	**4 dias**	**8 dias**	**12 dias**	**Médias**	
Controle	12,28	12,68	12,26	11,35	12,10	*AB*
Álcool		12,14	11,60	11,07	11,60	*B*
Própolis 2,5%		12,13	12,05	11,72	11,96	*AB*
Própolis 5%		13,25	12,85	12,10	12,73	*A*
Refrigerado		12,33	11,60	12,52	12,15	*AB*
Médias		12,51	12,07	11,75	CV: 7,8%	

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de SNK.

Os valores de SST apresentaram acima do teor mínimo definido pelo Regulamento Técnico do Mamão, que estabelece um teor mínimo de SST de 11 ºBrix (BRASIL, 2010). Os resultados encontrados para esta variável concordam com o encontrado por Bautista-Baños et al. (2003) e Gómez; Lajolo e Cordenunsi (2002), em que esta variável não se altera significativamente durante o período de amadurecimento do mamão. Os valores encontrados ficaram em torno de 12 ºBrix.

A constância de SST durante o período de amadurecimento do mamão é justificada pelo baixo acúmulo de amido (menor do que 1%) durante seu desenvolvimento, não permitindo, assim, grandes variações no conteúdo de açúcares solúveis durante o processo de amadurecimento (GÓMEZ; LAJOLO e CORDENUNSI; 2002). De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), os açúcares solúveis são acumulados, em sua maior parte, quando o fruto ainda está ligado à planta, provavelmente, em função da fotossíntese. No início do desenvolvimento dos frutos de mamoeiro, a glicose é o açúcar predominante, já, em estágios mais avançados, a sacarose torna-se o açúcar encontrado em maior concentração, atingindo níveis mais elevados que a frutose e a glicose (KADER, 2002).

3.5.4. Acidez total titulável (ATT)

A acidez total titulável foi influenciada pelos dias de armazenamento, não havendo influência do tipo de tratamento pós-colheita e não tendo sido verificada interação entre os fatores tempo e tratamentos pós-colheita. A acidez total titulável apresentou comportamento quadrático significativo, tendo seu valor diminuído e aumentado novamente (Tabela 4).

Tabela 4. Acidez total titulável (g ácido cítrico 100 g^{-1} de polpa) de mamão Solo cv. 'Golden' com e sem revestimento com extrato de própolis durante o período de armazenamento.

Tratamentos	0 dia	4 dias	8 dias	12 dias	Médias	Modelo ajustado	R^2
Controle	0,05	0,04	0,04	0,06	0,05	$y = 0,0005x^2 - 0,0052x + 0,0551$	0,990
Álcool		0,04	0,05	0,06	0,05	$y = 0,0003x^2 - 0,0035x + 0,0543$	0,964
Própolis 2,5%		0,05	0,04	0,04	0,04	$y = -0,0011x + 0,0538$	0,973
Própolis 5%		0,05	0,04	0,05	0,05	$y = 0,0003x^2 - 0,0037x + 0,0556$	0,864
Refrigerado		0,05	0,04	0,06	0,05	$y = 0,0004x^2 - 0,0046x + 0,0556$	0,905
Médias		0,05	0,04	0,05	CV: 22,4%	$y = 0,0003x^2 - 0,0037x + 0,055$	0,9832

A redução da ATT em mamões pode ser explicada pelo aumento do consumo de ácidos orgânicos pelo processo respiratório e conversão em açúcares simples (OLIVEIRA JR.; COELHO e COELHO, 2006; CHITARRA e CHITARRA, 2005). O posterior aumento da ATT ao final do período de armazenamento pode estar vinculado à formação de ácido galacturônico, proveniente da hidrólise da pectina pelas enzimas pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG) (BONNIN, GARNIER e RALET, 2014; PINTO et al., 2011; KADER e SALTVEIT, 2003). O aumento da atividade metabólica característica do pico climatérico do mamão, também pode ter contribuído à síntese de ácidos orgânicos (PAULL e CHEN, 1983).

Alguns autores relatam aumento na ATT durante o amadurecimento de mamão (KADER e SALTVEIT, 2003; REIS SILVA e MEDINA, 1997), enquanto outros afirmam que com o fruto totalmente maduro esta acidez diminui (ZAHID et al., 2013; AZEVEDO et al., 2008; CHITARRA e CHITARRA, 2005). Diminuição do conteúdo de ATT também foi observado por Ali et al. (2011) em mamão Solo 'Eksotika II' revestido com quitosana, independentemente do tempo de armazenamento, ocasionando a senescência dos frutos.

5.5.5. Relação entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT)

A relação entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT) variou significativamente com o período de armazenamento, não sofrendo alterações significativas com o tratamento pós-colheita e não havendo interação entre os fatores.

Observa-se um aumento da relação SST/ATT até o oitavo dia de armazenamento e posterior diminuição desta relação. Como não houve alteração significativa para sólidos solúveis totais com o período de armazenamento (Tabela 3), a alteração nos valores SST/ATT se dá pela alteração observada nos teores de acidez total titulável (ATT) (Tabela 4), que diminuiu até o oitavo dia de armazenamento e, ao final do período, voltou a aumentar (Tabela 5).

Tabela 5. Relação entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT) de mamão Solo cv. 'Golden' com e sem revestimento com extrato de própolis durante o período de armazenamento.

Tratamentos	0 dia	4 dias	8 dias	12 dias	Médias	Modelo ajustado	R^2
Controle	237,74	309,25	301,45	196,52	269,07	$\log (y+1) = -0{,}0037x^2 + 0{,}0368x + 2{,}371$	0,927
Álcool		276,18	260,34	208,58	248,37	$\log (y+1) = -0{,}0021x^2 + 0{,}0212x + 2{,}3603$	0,981
Própolis 2,5%		256,26	271,93	291,24	273,14	$\log (y+1) = 0{,}0081x + 2{,}3677$	0,983
Própolis 5%		292,00	306,24	233,21	277,15	$\log (y+1) = -0{,}0034x^2 + 0{,}0416x + 2{,}3574$	0,957
Refrigerado		300,66	302,96	227,23	276,95	$\log (y+1) = -0{,}0033x^2 + 0{,}0395x + 2{,}3594$	0,981
Médias		286,87	288,58	231,36	CV: 4,2%	$\log (y+1) = -0{,}0025x^2 + 0{,}03x + 2{,}3624$	0,999

A relação SST/ATT oscilou entre 196,52 e 309,25, resultados superiores aos valores obtidos por Fagundes e Yamanishi (2001) em mamão Solo, que oscilaram entre 74,7 e 275,7. A presença de ácidos orgânicos e açúcares no fruto contribuem para a formação do sabor e aroma do fruto (SIGRIST, 1988). Esta relação, conhecida como índice de maturidade (AGUSTÍ, 2000), indica a proporção de açúcares e ácidos existentes no fruto, porém o uso isolado destes valores não deve constituir-se em único fator para determinar a qualidade de um produto (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

3.5.6. Potencial hidrogeniônico (pH)

Os valores de pH dos mamões Solo cv. 'Golden' apresentaram diferença significativa como efeito de tratamento pós-colheita, não sendo significativas as variações ao longo do período de armazenamento e a interação entre os fatores. Os valores encontrados no presente estudo oscilaram entre 5,10 e 5,85. Estes valores ficaram próximos aos obtidos por Azene; Workneh e Woldetsadik (2011) e Fagundes e Yamanishi (2001) em mamão Solo, variáveis de 5,00 a 5,80 e de 5,20 a 5,71, respectivamente (Tabela 6).

Tabela 6. Potencial hidrogeniônico (pH) de mamão Solo cv. 'Golden' com e sem revestimento com extrato de própolis durante o período de armazenamento.

Tratamentos	0 dia	4 dias	8 dias	12 dias	Médias	
Controle	5,10	5,55	5,75	5,76	5,69	*A*
Álcool		5,64	5,56	5,71	5,63	*A*
Própolis 2,5 %		5,70	5,51	5,82	5,67	*A*
Própolis 5 %		5,85	5,65	5,83	5,77	*A*
Refrigerado		5,34	5,16	5,18	5,23	*B*
Médias		5,61	5,52	5,66	CV: 4,2 %	

Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de SNK.

O pH do mamão é geralmente superior a 5, devido ao baixo teor de ácidos orgânicos usualmente presentes no fruto (FAGUNDES e YAMANISHI, 2001). Os ácidos orgânicos da polpa do mamão são considerados como ácidos fracos e, portanto, apresentam baixa dissociação (ALMEIDA et al., 2006). Isso, possivelmente, explica os valores próximos dos relatados na literatura.

Apenas os mamões sob refrigeração diferiram significativamente dos demais tratamentos pós-colheita, apresentando menor valor de pH. O pH inferior encontrado nos mamões sob condição de refrigeração pode ser devido a injúria pelo frio, que ocasiona o enfraquecimento dos tecidos, tornando-os incapazes de desenvolver os processos metabólicos normais (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Dessa forma, essas alterações conduzem ao desenvolvimento de sintomas variados, como amadurecimento anormal, modificação da coloração, perda do sabor e de aroma da fruta (KADER, 2002).

3.5.7. Análise sensorial

A avaliação sensorial não evidenciou diferença significativa entre os tratamentos pós-colheita até o quarto dia de armazenamento. Os mamões Solo cv. 'Golden' foram pouco afetados pelos revestimentos e bem aceitos pelos provadores, sendo que as amostras foram classificadas entre os termos hedônicos "gostei ligeiramente" e "gostei moderadamente" (Tabela 7).

Tabela 7. Notas (média ± desvio padrão) atribuídas pelos provadores na análise sensorial de mamão Solo cv. 'Golden' com e sem revestimento com extrato de própolis, durante o período de armazenamento.

Tratamentos	4 dias*[1]
Controle	7,00 ± 1,58
Álcool	6,65 ± 1,75
Própolis 2,5%	6,39 ± 1,94
Própolis 5%	6,24 ± 1,88
Refrigerado	6,67 ± 1,73

*Não houve diferença significativa entre os tratamentos pós-colheita durante os dias de armazenamento (ANOVA; p>0,05).

[1]Escala hedônica estruturada de 9 pontos: 1-desgostei extremamente; 2-desgostei muito; 3-desgostei moderadamente; 4-desgostei ligeiramente; 5-indiferente; 6-gostei ligeiramente; 7-gostei moderadamente; 8-gostei muito; 9-gostei extremamente.

Optou-se realizar a análise sensorial neste tempo de avaliação, uma vez que os frutos se encontravam com firmeza média, elevado SST, ATT estável e considerável relação SST/ATT, característica que reflete a qualidade sensorial de frutos, conhecida como índice de maturidade (AGUSTÍ, 2000). No quarto dia de avaliação ocorre o desaparecimento do látex, considerado uma característica de fruto verde (GOMEZ et al., 2002), e ainda apresenta às mudanças nos níveis de compostos fenólicos as quais também contribuem para o sabor (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

3.6. CONCLUSÃO

Os revestimentos com extrato de própolis a 2,5% e 5% podem ser utilizados para prolongar a vida útil pós-colheita de mamão Solo cv. 'Golden', pois controlam a perda de massa aumentando o tempo de armazenamento pós-colheita em 27% em comparação ao tratamento pós-colheita "controle" e mantém a perda de massa semelhante ao tratamento pós-colheita "refrigerado" durante oito dias de armazenamento.

A firmeza da polpa para o tratamento pós-colheita "própolis 5%" apresenta-se superior aos tratamentos pós-colheita "controle", "álcool" e "própolis 2,5%".

Os frutos de mamoeiro mantidos sob refrigeração apresentam menor perda de massa e aumento na firmeza da polpa, durante doze dias de armazenamento, devido à incidência da injúria pelo frio, agravando-se com a extensão do período de armazenamento.

Os frutos revestidos com extrato de própolis mantêm os teores de sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e relação SST/ATT semelhantes aos frutos sob refrigeração e não são observadas alterações sensoriais até o 4º dia de armazenamento.

Sendo assim, o revestimento com extrato hidroalcoólico de própolis pode atuar como coadjuvante, diminuindo o uso de embalagens sintéticas, além de reduzir o emprego de condições favoráveis de conservação como refrigeração ou atmosferas controladas, limitando os custos de preservação.

3.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUSTÍ, M. Crecimiento y maduración del fruto. In: AZCÓN-BIETO, J.; TALÓN, M. **Fundamentos de fisiologia vegetal**. Barcelona: Edicions Universitat de Barcelona, Cap. 6, p. 419–433, 2000.

ALI, A.; CHOW, W.L.; ZAHID, N.; ONG, M.K. Efficacy of propolis and cinnamon oil coating in controlling post-harvest anthracnose and quality of chilli (*Capsicum annuum* L.) during cold storage. **Food and Bioprocess Technology**, New York, v. 6, n. 2, p. 1–7, 2013.

ALI, A.; MUHAMMAD, M.T.M.; SIJAM, K.; SIDDIQUI, Y. Effect of chitosan coatings on the physicochemical characteristics of Eksotika II papaya (*Carica papaya* L.) fruit during cold storage. **Food Chemistry**, Reading, v. 124, n. 2, p. 620–626, 2011.

ALI, Z.M.; CHIN, L.; LAZAN, H.A comparative study on wall degrading enzymes, pectin modifications and softening during ripening of selected tropical fruits. **Plant Science**, Limerick, v. 167, n. 2, p. 317–327, 2004.

ALMEIDA, R.F.; MARTINS, M L.L.; RESENDE, E.D.; VITORAZI, L.; CARLOS, L.A.; PINTO, L.K.A. Influence of the refrigerating temperature on the chemical characteristics of papaya fruits cv. Golden. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 577–581, 2006.

ALMEIDA, R.F.; RESENDE, E.D.; VITORAZI, L.; CARLOS, L.A.; PINTO, L.K.A.; SILVA, H.R.F.; MARTINS, M.L.L. Injúria pelo frio em frutos de mamoeiro *(Carica papaya* L.) cv 'Golden'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 17–20, 2005.

AZENE, M.; WORKNEH, T.S.; WOLDETSADIK, K. Effect of packaging materials and storage environment on postharvest quality of papaya fruit. **Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 48, n. 6, p. 1–15, 2011.

AZEVEDO, I.G.; OLIVEIRA, J.G.; SILVA, M.G.; PEREIRA, T.; CORREIA, S.F.; VARGAS, H.; FAÇANHA, A.R. P-type H+-ATPases activity, membrane integrity, and apoplastic pH during papaya fruit ripening. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 48, n. 1, p. 242–247, 2008.

BAUTISTA-BAÑOS, S.; HERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; BOSQUEZ-MOLINA, E.; WILSON, C.L. Effects of chitosan and plant extracts on growth of *Colletotrichum gloeosporioides*, anthracnose levels and quality of papaya fruit. **Crop Protection**, Oxford, v. 22, n. 9, p. 1087–1092, 2003.

BONNIN, E.; GARNIER, C.; RALET, M.C. Pectin-modifying enzymes and pectin-derived materials: applications and impacts. **Applied Microbiology and Biotechnology**, Berlin, v. 98, n. 2, p. 519–532, 2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Instrução Normativa nº 4, de 22 de janeiro de 2010**. Estabelece o regulamento técnico do mamão. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 25 de janeiro, 2010.

CARVALHO, J.X.; SUÁREZ, R.O.; MENDES, F.Q.; FERNANDES, R.V.B.; CUNHA, M.C.; CARVALHO, A.M.X. Extensão da vida de prateleira de ovos pela cobertura com própolis. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 5, p. 2287–2296, 2013.

CHEN, N.M.; PAULL, R.E. Developmente and prevention of chilling injury in papaya fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 111, n. 4, p. 639–643, 1986.

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

DAIUTO, E.R.; MINARELLI, P.H.; VIEITES, R.L.; ORSI, R.O. Própolis e cera vegetal na conservação de abacate 'Hass'. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 1463–1474, 2012.

DUTCOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos**. 4. ed. rev. ampl. Curitiba: Champagnat, 2013. 531 p.

FAGUNDES, G.R.; YAMANISHI, O.K. Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro do grupo 'Solo' comercializados em 4 estabelecimentos de Brasília-DF. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 541–545, 2001.

FAO. FAOSTAT. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Estatistical Databases Agriculture**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/>. Acesso em: 06 de agosto de 2014.

GÓMEZ, M.; LAJOLO, F.; CORDENUNSI, B. Evolution of solubles sugars during ripening of papaya fruit and its relation to sweet tast. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 67, n. 1, p. 442–447, 2002.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRARIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, v. 39, 2012. 101 p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2004. 1018 p.

KADER, A.A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 3. ed. California: University of California, 2002. 535 p.

KADER, A.A.; SALTVEIT, M.E. Atmosphere modification. In: BARTZ, J.A.; BRECHT, J.K. (Ed.). **Postharvest physiology and pathology of vegetables**. New York: Marcel Dekker, 2003. p. 229–246.

LEE, L.; ARUL, J.; LENCKI, R.; CASTAIGNE, F. A review on modified atmosphere packaging and preservation of fresh fruits and vegetables. Physiological basis and practical aspects. **Packaging Technology and Science**, London, v. 9, n. 6, p. 315–331, 1996.

OLIVEIRA, A.A.R.; SANTOS FILHO, H.P. **Podridão de Rhizopus**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Mamão em foco, 2007. (Comunicado Técnico, n. 26). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/655529/1/mamao26.pdf>. Acesso em: 06 agosto 2014.

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

PASTOR, C.; SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, L.; CHÁFER, M.; CHIRALT, A.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C. Physical and antifungal properties of hydroxypropylmethylcellulose based films containing própolis as affected by moisture content. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 82, n. 4, p. 1174–1183, 2010.

PAULL, R.E.; CHEN, N.J. Postharvest variation in cell wall-degradin enzymes of papaya (*Carica papaya L.*) during fruit ripening. **Plant physiology**, Waterbury, v. 72, n. 2, p. 382-385, 1983.

PERESIN, D.; BARBOSA, J.C. Uma avaliação de seis procedimentos para comparações múltiplas. **Revista Matemática e Estatística**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 95–103, 1988.

PINTO, L.K.A.; MARTINS, M.L.L.; RESENDE, E.D.; THIÈBAUT, J.T.L. Atividade da pectina metilesterase e da β-galactosidase durante o amadurecimento do mamão cv. Golden. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 3, p. 713–722, 2011.

PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA. **Normas de Classificação de Mamão**. São Paulo: CEAGESP, Centro de Qualidade em Horticultura, 2005. 6 p. (CQH. Documentos).

REIS, R.C.; MINIM, V.P.R. Teste de aceitação. In: MINIM, V.P.R. **Análise sensorial**: estudos com consumidores. 2.ed. Viçosa: Ed. UFV, 2010. Cap.3, p.66-82.

REIS SILVA, J.R.; MEDINA, V.M. Alterações bioquímicas durante o desenvolvimento do fruto do mamoeiro "Sunrise Solo". **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 19, n. 2, p. 149–158, 1997.

ROCHA, R.H.C.; NASCIMENTO, S.R.C.; MENEZES, J.B.; NUNES, G.H.S.; SILVA, E.O. Qualidade pós-colheita do mamão Formosa armazenado sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 386–389, 2005.

SIGRIST, J. M. M. Transformações bioquímicas. In: BLEINROTH, E. W. (Cood**.) Tecnologia de pós-colheita de frutas tropicais**. Campinas: ITAL, p. 34–42, 1988. (Manual Técnico).

SILVA, D.A.; OLIVEIRA, J.K.; SANTOS, C.M.; BERY, C.C.S.; CASTRO, A.A.; SAANTOS, J.A.B. The use of sodium alginate-based coating and cellulose acetate in papaya post-harvest preservation. **Acta Scientiarum. Technology**, Maringá, v. 36, n. 3, p. 569–573, 2014.

SILVA, O.F., SOARES, A.G. **Recomendações para prevenção de perdas pós-colheita do mamão**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2001. 20 p.

TORLAK, E.; SERT, D. Antibacterial effectiveness of chitosan–propolis coated polypropylene films against foodborne pathogens. **International Journal of Biological Macromolecules**, Amsterdam, v. 60, n. 1, p. 52–55, 2013.

UZEL, A.; SORKUN, K.; ONCAG, K.O.; COGULU, D.; GENCAY, O.; SALIH, B. Chemical compositions and antimicrobial activities of four different Anatolian propolis samples. **Microbiological Research**, Berlin, v. 160, n. 2, p. 189–195, 2005.

ZAHID, N.; ALI, A.; SIDDIQUI, Y.; MAQBOOL, M. Efficacy of ethanolic extract of propolis in maintaining postharvest quality of dragon fruit during storage. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 79, n. 1, p. 69–72, 2013.

4. EXTRATO DE PRÓPOLIS NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE LARANJA

4.1. RESUMO

A laranja (*Citrus sinensis*) é um fruto não-climatérico e pode ser armazenada por longos períodos. Entretanto, o desenvolvimento de distúrbios fisiológicos e fitopatológicos limita a capacidade de armazenamento pós-colheita. Este trabalho objetivou avaliar os efeitos do revestimento com extrato de própolis nas características físico-químicas da laranja 'Pera' durante o armazenamento sob temperatura ambiente. Os frutos foram selecionados e submetidos à cinco tratamentos pós-colheita, sendo três formas de revestimento por imersão ("álcool 70%", "extrato hidroalcoólico de própolis a 2,5%", "extrato hidroalcoólico de própolis a 5%") e dois controles (um sem revestimento e outro em que os frutos não foram revestidos e mantidos sob refrigeração). As variáveis avaliadas foram perda de massa, firmeza da polpa, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT) e potencial hidrogeniônico (pH), realizadas aos 0, 10, 18 e 25 dias de armazenamento. Os tratamentos com revestimento de extrato de própolis reduziram a perda de massa até o 18º dia de armazenamento. Os frutos revestidos com extrato de própolis mantiveram-se mais firmes aos 25 dias de armazenamento, não diferindo significativamente dos demais tratamentos pós-colheita. O tratamento pós-colheita "refrigerado" apresentou menor perda de massa e firmeza da polpa durante o período de armazenamento, ocasionado pela incidência da injúria pelo frio. Os revestimentos com extratos de própolis proporcionaram alterações significativas de pequena magnitude nas variáveis SST, ATT, SST/ATT e pH nos frutos de laranjeira ao final do período de armazenamento.

Palavras-chave: *Citrus sinensis*, própolis, revestimento, armazenamento.

PROPOLIS EXTRACT THE CONSERVATION POST-HARVEST OF 'PERA' ORANGE

4.2. ABSTRACT

Orange (*Citrus sinensis*) is a non-climacteric fruit and can be stored for long periods. However, the development of physiological disorders and phytopathological

limits the ability of post-harvest storage. This study evaluated the effects of coating with propolis extract on physicochemical characteristics of 'Pera' orange during storage at room temperature. Fruits were selected and submitted to five post-harvest treatments, three forms of dip coating ("70% alcohol", "alcoholic extract of propolis to 2.5%", "hydroalcoholic propolis extract 5%") and two controls (one uncoated and another in which the fruits were not covered and kept under refrigeration). The variables evaluated were weight loss, firmness, total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA), total soluble solids and titratable acidity (TSS/TA) and hydrogen potential (pH) were made at 0, 10, 18 and 25 days of storage. The treatments with coating of propolis extract reduced the mass loss up to the 18th day of storage. The fruits coated with propolis extract remained firmer after 25 days of storage, not differing significantly from the other post-harvest treatments. The post-harvest "cold" treatment showed less mass loss and firmness during the storage period, caused by the incidence of chilling injury. The coatings with propolis extracts produce significant changes in the variables of small magnitude TSS, TTA, TSS/TA and pH in orange fruits at the end of the storage period.

Key-words: *Citrus sinensis*, propolis, coating, storage.

4.3. INTRODUÇÃO

A laranja (*Citrus sinensis*) é um fruto não-climatérico e apresenta atividade respiratória e produção de etileno relativamente baixa, com ligeiros declínios após a colheita. A colheita da laranja é realizada no ponto de maturação adequado para o consumo, mas os frutos podem ser armazenados por longos períodos (KADER, 2002). No entanto, alguns problemas podem limitar o armazenamento em longo prazo destes frutos, como perdas fisiológicas resultando no aparecimento de uma variedade de distúrbios na casca e na polpa dos frutos, como encrespamento, depressões superficiais, podridão estilar e oleocelosis, além de perdas fitopatológicas, que causam a deterioração dos frutos (CHITARRA e CHITARRA, 2005, KLUGE et al., 2001).

A conservação pós-colheita através do armazenamento em baixas temperaturas é uma técnica que permite a redução na velocidade dos processos fisiológicos e bioquímicos (AGHDAM et al., 2013). Todavia, pode causar distúrbios fisiológicos, como a injúria pelo frio, caso a temperatura de estocagem da laranja seja inferior à Temperatura Mínima de Segurança (TMS) (KLUGE et al., 2007). A temperatura de refrigeração recomendada para os frutos de laranjeira está compreendida entre 3 e 9 °C

e 85-90% de UR, sendo que as frutas podem ser armazenadas durante 3 a 8 semanas, dependendo da cultivar e das condições climáticas (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Exposições prolongadas a temperaturas inferiores a TMS são críticas para frutas de laranjeira, pois resultam no colapso das células, com formação de depressões superficiais e desenvolvimento de grandes áreas sombreadas (SHYAM et al., 2004).

A aplicação de revestimentos é uma técnica comumente utilizada na conservação pós-colheita de laranjas (PEREIRA, MACHADO e COSTA, 2014; NJOMBOLWANA et al., 2013; KOUASSI, BAJJI e JIJAKLI, 2012; CONTRERAS-OLIVA, ROJAS-ARGUDO e PÉREZ-GAGO, 2011; ALLEONI, JACOMINO e ROSA, 2006; VIEITES, ARRUDA e GODOY, 1996). Os revestimentos para os frutos de laranjeira fornecem uma barreira à perda de água e permeabilidade adequada aos gases O_2 e CO_2 (SHYAM et al., 2004). No entanto, a utilização inadequada de revestimentos, especialmente revestimentos menos permeáveis, pode causar excesso de produção de etanol e acetaldeído associados às condições anaeróbias (HAGENMAIER, 2002).

Os biopolímeros utilizados nas formulações de revestimentos incluem polissacarídeos, proteínas, lipídeos e resinas (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Revestimentos com hidroxipropilmetilcelulose e cera de abelha proporcionaram controle de perda de massa, manutenção da firmeza e qualidade nutricional em laranjas 'Valência' (CONTRERAS-OLIVA, ROJAS-ARGUDO e PÉREZ-GAGO, 2011). Revestimentos contendo óleos essenciais (PLOOY, REGNIER e COMBRINCK, 2009) e quitosana (TORLAK e SERT, 2013) apresentaram efeito fungistático em laranjas. Alleoni, Jacomino e Rosa (2006) observaram que houve efeito dos revestimentos à base de concentrado protéico de soro de leite, associados a dois tipos de plastificantes (glicerol e sorbitol) em laranja 'Pera'. Estes autores observaram uma menor perda de massa após 11 dias de armazenamento, porém não obtiveram melhores resultados porque a concentração de plastificantes utilizados não foi eficiente para reduzir a propriedade hidrofílica do concentrado proteico.

A própolis também tem sido avaliada quanto à sua capacidade de melhorar a qualidade de revestimentos. Pesquisas realizadas com filmes poliméricos contendo própolis apresentam aplicações potenciais não só na indústria farmacêutica, mas também no setor agrícola e alimentício (CARVALHO et al., 2013; PASTOR et al., 2011; KALOGEROPOULOS et al., 2009). Daiuto et al. (2012) e Pastor et al. (2010) mencionam que os compostos hidrofóbicos da própolis contribuem para melhorar algumas propriedades dos revestimentos, atuando como barreira ao vapor de água e às trocas gasosas. A própolis e seus extratos apresentam também um amplo espectro de

atividade antimicrobiana contra uma variedade de bactérias, fungos, parasitas e vírus (TORLAK e SERT, 2013; KALOGEROPOULOS et al., 2009; TOSI et al., 2007; FREITAS et al., 2006; GEKKER et al., 2005).

A própolis é uma substância resinosa produzida pelas abelhas africanizadas *Apis mellifera* L. através da coleta de exsudados vegetais que são alterados pela ação de enzimas das abelhas (SFORCIN, 2007). Sua resina é composta de flavonóides e ácidos fenólicos, ésteres, ceras, óleos essenciais, pólen e vários compostos orgânicos (BURDOCK, 1998). A atividade antimicrobiana da própolis é atribuída principalmente aos flavonóides e ácidos fenólicos (BANKOVA; POPOYA e TRUSHEVA, 2014). Os óleos essenciais que constituem a própolis, principalmente terpenóides, são responsáveis pelo seu odor aromático, além de possuir atividade antimicrobiana (KALOGEROPOULOS et al., 2009). No entanto, em função da sua origem botânica e da estação em que é colhida, a própolis sofre variações de cor, sabor e/ou consistência (BANKOVA; POPOYA e TRUSHEVA, 2014; TOSI et al., 2007).

A própolis representa uma boa opção de revestimento no que diz respeito à sua origem, presumivelmente mais segura para o consumidor e o meio ambiente, quando usada em substituição aos materiais sintéticos de uso corrente na conservação pós-colheita de frutas (TOSI et al., 2007). Dessa forma, este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos do revestimento com extrato de própolis sobre as características físico-químicas de laranjas 'Pera' durante o armazenamento sob temperatura ambiente.

4.4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento e as avaliações foram conduzidos no Laboratório de Análises Químicas de Alimentos do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, *Campus* de Rio Paranaíba (UFV/CRP).

4.4.1. Preparo do extrato de própolis

A própolis bruta foi proveniente de abelhas africanizadas *Apis mellifera* L., do tipo marrom, coletada entre os meses de outubro de 2010 e março de 2011 em apiários localizados no sul do estado do Paraná, com pastagem apícola de floresta ombrófila mista.

A própolis bruta foi submetida à pré-limpeza, lavagem com água fria e secagem a temperatura de 60 ºC, por 10 horas. A própolis foi embalada em sacos de polietileno e armazenada à temperatura de –5 ^{o}C durante 12 horas. Em seguida, 100 g do material

foram triturados em liquidificador, acondicionado em um frasco de vidro âmbar, e o volume completado para um 1 L com álcool etílico a 70% (1ª diluição). A suspensão foi deixada em repouso durante 5 dias, em temperatura ambiente, agitando-se a mesma uma vez ao dia, manualmente. Após este período, filtrou-se a suspensão em filtro de papel e o extrato hidroalcoólico de própolis obtido foi diluído em álcool etílico a 70%, para obter as concentrações finais de 2,5% e 5,0% (2ª diluição) (CARVALHO et al., 2013).

4.4.2. Desenho experimental

Laranjas 'Pera' foram selecionadas quanto à uniformidade, coloração e grau de maturação, e em seguida, aleatoriamente divididas em cinco grupos que receberam os seguintes tratamentos pós-colheita:

1. Controle – frutos sem revestimento;
2. Álcool – frutos revestidos com álcool etílico a 70% (v/v);
3. Própolis 2,5% – frutos revestidos com extrato hidroalcoólico de própolis a 2,5% (m/v);
4. Própolis 5% – frutos revestidos com extrato hidroalcoólico de própolis a 5% (m/v);
5. Refrigerado – frutos sem revestimento e acondicionados sob refrigeração à temperatura de 9 ± 1 °C.

Os revestimentos foram aplicados por meio da imersão dos frutos nas referidas soluções, individualmente, durante 5 segundos. Após a aplicação das soluções, os frutos foram colocados horizontalmente sobre uma tela de "nylon" para a drenagem do líquido excedente, por aproximadamente 5 minutos. Os frutos dos tratamentos pós-colheita "controle", "álcool", "própolis 2,5%" e "própolis 5%" foram dispostos sobre bancadas em um delineamento inteiramente casualizado, nas seguintes condições de armazenamento: 25 ± 3 °C e 68 ± 10% UR. Os frutos do tratamento pós-colheita "refrigerado" foram acondicionados sob refrigeração em geladeira à temperatura de 9 ± 1 °C e 70 ± 5% UR. O experimento foi realizado ao final do período chuvoso, concentrando-se entre os meses de março e abril/2013.

4.4.3. Obtenção, seleção e avaliação dos frutos

Laranjas 'Pera' foram obtidas no comércio local de Rio Paranaíba – Minas Gerais e selecionadas quanto à coloração da casca, com índices de cor 2 (15 a 25% da área superficial da casca amarela), de acordo com o Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura (CEAGESP, 2005). As avaliações dos frutos da laranjeira (*Citrus*

sinensis) foram realizadas antes da aplicação dos tratamentos pós-colheita (tempo 0) e aos 10, 18 e 25 dias de armazenamento, totalizando três tempos de avaliação.

4.4.4. Variáveis analisadas

As unidades experimentais foram submetidas às análises de perda de massa (grupo não destrutivo), firmeza da polpa, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT) e potencial hidrogeniônico (pH) (grupo destrutivo), segundo metodologias descritas em Instituto Adolfo Lutz (2004).

Para a análise de perda de massa (grupo não destrutivo), os frutos de cada tratamento pós-colheita foram pesados ao início do experimento e aos 10, 18 e 25 dias de armazenamento. A análise de perda de massa foi disposta em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial de parcelas subdivididas 5 x 3, tendo nas parcelas os tratamentos pós-colheita (controle, álcool, própolis 2,5%, própolis 5% e refrigerado) e nas subparcelas os tempos de avaliação (10, 18 e 25 dias de armazenamento), com seis repetições. A análise foi realizada com o uso de uma balança eletrônica semi-analítica, modelo BL-320H, marca Splabor, com 0,001 g de sensibilidade, pela subtração do peso inicial e final dos frutos e os resultados expressos em percentagem.

As análises de firmeza da polpa, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação entre o teor de sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT) e potencial hidrogeniônico (pH) (grupo destrutivo) foram determinadas em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial de parcelas subdividas 5 x 3 + 1, tendo nas parcelas os tratamentos pós-colheita (controle, álcool, própolis 2,5%, própolis 5% e refrigerado) e nas subparcelas os tempos de avaliação (10, 18 e 25 dias de armazenamento), com adição das análises realizadas no tempo zero, com seis repetições.

Para a determinação da firmeza da polpa, utilizou-se penetrômetro digital, modelo PTR-300, marca Instrutherm, com ponteira de 5 mm de diâmetro. A firmeza foi tomada em dois pontos opostos, localizados na região equatorial dos frutos, sendo uma pequena porção da casca retirada, com uso de uma lâmina. Os resultados representam a força em Newton (N). O teor de sólidos solúveis totais (SST) foi medido diretamente em um refratômetro digital, modelo PAL-1, marca ATAGO, com compensação de temperatura automática a 20 ºC e os resultados expressos em ^{o}Brix. A acidez total titulável (ATT) foi determinada mediante titulação da amostra com solução de NaOH

0,01 mol L^{-1}, tendo como indicador fenolftaleína a 1% e os resultados expressos em g ácido cítrico 100 g^{-1} de polpa. A relação entre o teor de sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT) foi calculada pela razão entre os teores de sólidos solúveis totais (ºBrix) e a acidez total titulável (g ácido cítrico 100 g^{-1} de polpa), e os resultados expressos por meio do valor absoluto encontrado. Os valores de pH foram obtidos através de leitura direta em pHmetro digital do modelo mPA-210 da Tecopon, calibrado com solução-tampão de pH 4,0 e 7,0 e os resultados expressos por meio do valor absoluto encontrado.

4.4.5. Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de homogeneidade das variâncias (teste de Hartley) e normalidade dos resíduos (teste de Jarque-Bera). As variáveis perda de massa e relação SST/ATT sofreram transformações logarítmica e raiz quadrada, respectivamente, para atender às pressuposições da ANOVA.

A influência dos fatores (tratamentos pós-colheita e período de armazenamento) e suas interações sobre as respostas foram submetidas à análise fatorial de parcelas subdivididas. Após o desdobramento da ANOVA, as médias dos tratamentos pós-colheita (foco principal deste trabalho) foram comparadas entre si pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK) a 5% de probabilidade, teste escolhido por apresentar maior poder que o teste de Tukey e por também apresentar um bom controle do erro tipo I real (PERECIN e BARBOSA, 1988). As médias dos tratamentos pós-colheita ao longo dos tempos de avaliação foram também submetidas à análise de regressão, sendo buscado ajuste dos dados à modelos com até dois fatores dependentes. Os modelos de equações descritos são significativos a 5% pelo teste F e apresentaram falta de ajuste não significativa.

4.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.5.1. Perda de massa

A percentagem de perda de massa das laranjas foi influenciada significativamente pelo período de armazenamento e pelos tipos de tratamento pós-colheita, apresentando interação entre os fatores (Tabela 1).

Tabela 1. Perda percentual de massa de laranja 'Pera' com e sem revestimento com extrato de própolis durante o período de armazenamento.

Tratamentos	10 dias	18 dias	25 dias	Médias	Modelo ajustado	R^2
Controle	8,74 *B*	14,80 *B*	21,82 *A*	15,12	$\log(\hat{y}) = 0{,}025x + 0{,}745$	0,998
Álcool	10,32 *A*	17,27 *A*	25,58 *A*	17,72	$\log(\hat{y}) = 0{,}022x + 0{,}847$	0,985
Própolis 2,5%	7,75 *BC*	12,05 *C*	21,41 *A*	13,74	Modelo linear não se ajustou	
Própolis 5,0%	6,88 *C*	12,88 *BC*	20,26 *A*	13,34	$\log(\hat{y}) = 0{,}029x + 0{,}613$	0,998
Refrigerado	5,65 *D*	9,15 *D*	14,68 *B*	9,83	$\log(\hat{y}) = 0{,}025x + 0{,}573$	0,998
Médias	7,87	13,23	20,75	C.V.: 3,7%		

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de SNK.

Houve aumento significativo na perda de massa de todos os tratamentos pós-colheita durante o período de armazenamento. Tal perda é atribuída às reações metabólicas como a respiração e a transpiração do produto, que reduzem a quantidade de água presente no tecido vegetal (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Os frutos que foram revestidos apenas com álcool obtiveram a maior perda de massa, significativamente maior que os demais tipos de tratamentos pós-colheita, até o décimo oitavo dia de armazenamento. Os revestimentos de extrato de própolis apresentaram menor permeabilidade ao vapor de água e às trocas gasosas entre o fruto e o meio, até o décimo oitavo dia de armazenamento e, consequentemente, reduziu a perda de massa das laranjas.

Aos 25 dias de armazenamento os frutos dos tratamentos pós-colheita "própolis 5%" e "própolis 2,5%" não diferiram significativamente dos tratamentos pós-colheita "controle" e "álcool". Apenas o tratamento pós-colheita "refrigerado" apresentou diferença significativa, obtendo menor perda de massa durante 25 dias de armazenamento. Em condição de refrigeração, a temperatura baixa pode reduzir os processos metabólicos de respiração e transpiração e, consequentemente, reduzem a perda de massa do fruto (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Porém, esse procedimento pode não ser eficaz para longos períodos de armazenamento, situação em que os sintomas de desordens pelo frio também podem manifestar-se (KLUGE et al., 2007). As frutas cítricas podem desenvolver um distúrbio denominado "brown stem", no qual há secura, descoloração e enrugamento da casca em volta do pedúnculo. Estas características também puderam ser observadas nos frutos sob refrigeração neste presente estudo a partir do 18º dia de armazenamento. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), este distúrbio causa a morte das células da epiderme e o colapso das glândulas de óleo, sendo considerado um

fenômeno de transpiração, associado com a habilidade da fruta em controlar sua perda de massa. A umidade relativa do refrigerador (70 ± 5% UR) pode ter contribuído no desenvolvimento do distúrbio no tratamento pós-colheita "refrigerado". Frutos em geral, armazenados sob refrigeração com UR entre 85% e 95% sofrem redução na dissecação da casca, redução na deformação, e menor desverdecimento e desordem pelo frio (CHITARRA e CHITARRA, 2005; KADER, 2002).

Os percentuais de perda de massa das laranjas 'Pera' foram superiores aos resultados da literatura. Estudos realizados por Pereira, Machado e Costa (2014) em laranjas 'Valência Delta' revestidas com cera à base de carnaúba obtiveram percentuais de 26% para os frutos controle e 14% para os frutos revestidos armazenados por 28 dias sob temperatura ambiente. Alleoni, Jacomino e Rosa (2006) obtiveram percentagens de perda de massa entre 4,70 e 8,96 em laranjas 'Pera' revestidas com concentrado protéico de soro de leite e plastificantes (glicerol e sorbitol) durante 11 dias de armazenamento em câmara a 22 ± 1 ºC e umidade relativa de 80 ± 2%.

4.5.2. Firmeza da polpa

A variável firmeza da polpa também sofreu influência significativa dos tipos de tratamento pós-colheita e do período de armazenamento, bem como interação entre os fatores. Observou-se um aumento da firmeza da polpa ao longo do período de armazenamento para os tratamentos pós-colheita "álcool", "própolis 2,5%" e "própolis 5%" como evidenciado pelos modelos lineares ajustados (Tabela 2).

Tabela 2. Firmeza da polpa (N) de laranja 'Pera' com e sem revestimento com extrato de própolis durante o período de armazenamento

Tratamentos	0 dia	10 dias	18 dias	25 dias	Médias	Modelo ajustado	R^2
Controle	8,05	10,60 *A*	8,56 *B*	9,75 *AB*	9,64	Nenhum ajustou	
Álcool		9,87 *A*	9,19 *B*	12,33 *A*	10,46	$\hat{y} = 0,144x + 7,958$	0,729
Própolis 2,5%		8,64 *A*	11,98 *A*	10,82 *AB*	10,48	$\hat{y} = 0,142x + 7,988$	0,688
Própolis 5,0%		9,50 *A*	9,14 *B*	11,06 *AB*	9,90	$\hat{y} = 0,103x + 8,068$	0,797
Refrigerado		8,60 *A*	9,02 *B*	8,98 *B*	8,87	$\hat{y} = 8,867$	
Médias		9,44	9,58	10,59	C.V.: 13,9%		

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de SNK.

O enrijecimento das laranjas no decorrer do tempo de armazenamento nos tratamentos pós-colheita “álcool”, “própolis 2,5%” e “própolis 5%”, podem ser justificadas pela presença de solução hidroálcoólica que pode ter conferido insolubilidade ao material péctico, inibindo a degradação deste pelas enzimas pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG) (enzimas responsáveis pelo amolecimento dos frutos). Estas enzimas atuam na hidrólise das ligações glicosídicas α 1-4 do ácido galacturônico quando desesterificados, desencadeando a despolimerização e solubilização das substâncias pécticas (BONNIN, GARNIER e RALET, 2014; ALI, CHIN e LAZAN, 2004). Existem substâncias inibitórias destas enzimas, como a sacarose, maltose e glicose através de inibição não competitiva, e alguns peptídeos por competição aos sítios de ligação da PME, por estarem relacionadas a falhas na desmetoxilação da cadeia péctica o que, mais uma vez, diminuem a ação da PG (WAKABAYASHI, 2000).

Os frutos de laranjeira do tratamento pós-colheita “refrigerado” não apresentaram diferença significativa ao longo do período de armazenamento, obtendo firmeza da polpa constante ao longo dos 25 dias de armazenamento. Aos dez dias de armazenamento, os tratamentos pós-colheita não apresentaram diferença significativa entre si. Porém, aos 25 dias de armazenamento, houve aumento da firmeza da polpa nos tratamentos pós-colheita “própolis 2,5%” e “própolis 5%”, ambos não diferindo dos tratamentos pós-colheita “controle”, “álcool” e “refrigerado”. São desejáveis frutos mais firmes, pois são mais resistentes aos danos físicos e mecânicos, manuseio na colheita e transporte (CHITARRA e CHITARRA, 2005). O baixo valor da firmeza dos frutos no dia zero pode ser explicado pelo estresse ocasionado com a retirada do fruto da planta e o transporte até o comércio local de Rio Paranaíba, Minas Gerais, e posteriormente até o laboratório.

4.5.3. Sólidos solúveis totais (SST)

Os teores de sólidos solúveis totais (SST) das laranjas ‘Pera’ apresentaram-se estáveis ao longo do período de armazenamento, variando apenas com os diferentes tipos de tratamento pós-colheita aos 25 dias de armazenamento. Para todos os tratamentos pós-colheita, a variação do ºBrix ao longo do período de armazenamento foi não significativa (Tabela 3).

Tabela 3. Sólidos solúveis totais (°Brix) de laranja 'Pera' com e sem revestimento com extrato de própolis durante o período de armazenamento.

Tratamentos	0 dia	10 dias	18 dias	25 dias	Médias
Controle	8,23	9,83 *A*	9,43 *A*	10,80 *A*	10,02
Álcool		9,78 *A*	8,36 *A*	9,18 *AB*	9,10
Própolis 2,5%		10,18 *A*	9,23 *A*	8,25 *B*	9,22
Própolis 5,0%		9,63 *A*	9,45 *A*	9,16 *AB*	9,41
Refrigerado		8,43 *A*	9,25 *A*	8,23 *B*	9,63
Médias		9,57	9,14	9,12	C.V.: 13,6%

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de SNK.

A estabilidade dos teores de SST é concordante com Pereira, Machado e Costa (2014). Salunkhe e Desai (1984) citam que a laranja, por ser considerado um fruto não climatérico, não sofre rápidas mudanças nos teores de SST logo após a colheita.

Aos 25 dias de armazenamento, os tratamentos pós-colheita "própolis 2,5%" e "refrigerado" apresentaram menores teores de SST que o tratamento pós-colheita "controle", indicando provável consumo de reservas de açúcares pelo processo respiratório durante o armazenamento dos frutos. Baixas temperaturas podem elevar a respiração de frutos nas desordens fisiológicas pelo frio contribuindo na diminuição do teor de SST. Isso ocorre como uma forma de reparo do tecido ao dano nas membranas e estruturas subcelulares, como também para a eliminação de metabólitos tóxicos que se acumulam nas células (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura (CEAGESP, 2005) estabelece um teor mínimo de SST de 10 ºBrix para as laranjas 'Pera'. Os valores encontrados no presente trabalho, desde o início do experimento, se encontram abaixo do mínimo estabelecido, mostrando que os frutos podem ter tido uma colheita precipitada, sendo comercializados fora dos padrões estabelecidos pelo programa. Deve-se levar em conta também que a laranja pode sofrer variações de acordo a região de cultivo, clima, época de colheita, mesmo sendo da mesma variedade (TAVARES, 2003).

4.5.4. Acidez total titulável (ATT)

Os valores da acidez total titulável (ATT) variaram significativamente entre os tratamentos pós-colheita e ao longo do período de armazenamento, bem como apresentaram interação significativa entre os fatores (Tabela 4).

Tabela 4. Acidez total titulável (g ácido cítrico 100 g^{-1} de polpa) de laranja 'Pera' com e sem revestimento com extrato de própolis durante o período de armazenamento.

Tratamentos	0 dia	10 dias	18 dias	25 dias	Médias	Modelo ajustado	R^2
Controle	0,45	0,46 *A*	0,68 *A*	0,90 *A*	0,68	$\hat{y} = 0{,}001x^2 - 0{,}006x + 0{,}442$	0,991
Álcool		0,40 *A*	0,58 *A*	0,63 *B*	0,54	$\hat{y} = 0{,}008x + 0{,}402$	0,693
Própolis 2,5%		0,52 *A*	0,47 *A*	0,67 *B*	0,55	$\hat{y} = 0{,}007x + 0{,}433$	0,735
Própolis 5,0%		0,53 *A*	0,41 *A*	0,52 *B*	0,49	$\hat{y} = 0{,}486$	
Refrigerado		0,30 *A*	0,53 *A*	0,56 *B*	0,46	Nenhum ajustou	
Médias		0,44	0,53	0,66	C.V.: 26,1%		

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de SNK.

A ATT não apresentou diferença significativa entre os tratamentos pós-colheita até o 18º dia de armazenamento. No entanto, aos 25 dias de armazenamento, o tratamento pós-colheita "controle" diferiu significativamente dos demais. Observou-se também que a acidez se manteve constante, ao longo dos 25 dias de armazenamento, no tratamento pós-colheita "própolis 5%".

Os frutos dos tratamentos pós-colheita "controle", "álcool" e "própolis 2,5%" apresentaram aumento do conteúdo de ATT no decorrer dos dias de armazenamento, sendo este aumento muito mais pronunciado no tratamento pós-colheita "controle". Este incremento na acidez também foi observado por Pereira, Machado e Costa (2014), Leme et al. (2007) e Vieites, Arruda e Godoy (1996) e pode ser atribuído à degradação das pectinas pelas enzimas pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG), pela possível formação de ácido galacturônico. Esta acidez também pode estar associada ao processo fermentativo, conforme citado por Kader (2002).

As laranjas 'Pera' de todos os tratamentos pós-colheita, com exceção do tratamento pós-colheita "refrigerado" apresentaram incidência de doenças fúngicas a partir do 18º dia de armazenamento. Foram observados, visualmente pela coloração da colônia, fungos verdes e azuis. As infecções por estes fungos são consideradas as mais comuns e importantes doenças pós-colheita em citros (KOUASSI, BAJJI e JIJAKLI, 2012). Os agentes causais dos fungos filamentosos produzem enzimas degradadoras da lamela média do hospedeiro, causando podridões moles (FEICHTENBERGER et al., 2005). Compostos voláteis liberados pela casca de frutos cítricos lesionados estimulam a germinação de esporos e o crescimento do tubo germinativo dos fungos (DROBY et

al., 2010; DROBY et al., 2008). Os principais compostos estimuladores são limoneno, mirceno, α-pineno e β-pineno (DROBY et al., 2008).

4.5.5. Relação entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT)

A relação entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT) diferiu significativamente entre os tratamentos pós-colheita e ao longo do período de armazenamento, bem como apresentou interação significativa entre os fatores (Tabela 5).

Tabela 5. Relação entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT) de laranja 'Pera' com e sem revestimento com extrato de própolis durante o período de armazenamento.

Tratamentos	0 dia	10 dias	18 dias	25 dias	Médias	Modelo ajustado	R^2
Controle	18,23	23,73 *AB*	13,83 *B*	12,17 *A*	16,58	$\sqrt{\hat{y}} = -0{,}004x^2 + 0{,}057x + 4{,}359$	0,737
Álcool		25,54 *AB*	14,91 *AB*	14,89 *A*	18,45	$\sqrt{\hat{y}} = 3{,}834 + 0{,}828/(1+e^{(x-15{,}378)})$	0,672
Própolis 2,5%		15,20 *B*	20,25 *AB*	12,87 *A*	16,11	$\sqrt{\hat{y}} = 3{,}996$	
Própolis 5,0%		18,91 *AB*	24,43 *A*	18,48 *A*	20,61	$\sqrt{\hat{y}} = 4{,}530$	
Refrigerado		29,33 *A*	17,56 *AB*	14,78 *A*	20,56	$\sqrt{\hat{y}} = -0{,}006x^2 + 0{,}128x + 4{,}373$	0,710
Médias		22,54	18,20	14,64	C.V.: 14%		

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de SNK.

Nos frutos revestidos com extrato hidroalcoólico de própolis a 2,5% e 5% não houve diferença significativa ao longo dos dias de armazenamento. Para os tratamentos pós-colheita "controle" e "refrigerado" houve uma tendência de redução neste índice ao longo do armazenamento. Ao final dos 25 dias de armazenamento, não houve diferença significativa na relação SST/ATT entre os diferentes tipos de tratamentos pós-colheita.

A relação SST/ATT é indicativa do estágio de maturação de frutos, determinando o balanço dos sabores doce e ácido (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Segundo Sartori et al. (2002) considera-se como maduros e adequados para o consumo, laranjas que apresentam SST/ATT entre 8,8 e 15,4. Enquanto o Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura (CEAGESP, 2005) considera aceitável para o

consumo de laranja ‘Pera’ a relação SST/ATT superior a 9,5. A evolução do SST/ATT em laranjas pode ser explicada pela relação porta-enxerto/copa, idade das árvores, florada e produtividade, além da variação do clima de ano para ano (VOLPE, SHOFFELE e BARBOSA, 2002). Há diferenças nas proporções de SST/ATT dentro da mesma variedade cultivada em função da região produtora, clima, época de colheita, solo, dentre outros (TAVARES, 2003).

4.5.6. Potencial hidrogeniônico (pH)

Os valores de pH das laranjas ‘Pera’ apresentaram variações durante o período de armazenamento apenas para o tratamento pós-colheita “própolis 5%”. Observou-se diferença significativa como efeito de tratamento pós-colheita apenas no 10º dia de armazenamento (Tabela 6).

Tabela 6. Potencial hidrogeniônico (pH) de laranja ‘Pera’ com e sem revestimento com extrato de própolis durante o período de armazenamento.

Tratamentos	0 dia	10 dias	18 dias	25 dias	Médias	Modelo ajustado	R^2
Controle	3,84	3,96 *B*	3,97 *A*	3,88 *A*	3,94	$\hat{y} = 3,933$	
Álcool		4,13 *AB*	4,11 *A*	4,04 *A*	4,09	$\hat{y} = 4,092$	
Própolis 2,5%		3,92 *B*	4,20 *A*	3,97 *A*	4,03	$\hat{y} = 4,030$	
Própolis 5,0%		3,88 *B*	4,17 *A*	4,33 *A*	4,13	$\hat{y} = 0,021x + 3,779$	0,896
Refrigerado		4,47 *A*	4,13 *A*	4,30 *A*	4,30	$\hat{y} = 4,300$	
Médias		4,07	4,12	4,10	C.V.: 6,3%		

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de SNK.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), em uma faixa de concentração de ácidos entre 2,5 e 0,5%, o pH pode aumentar e a acidez diminuir, indicando que houve utilização dos ácidos orgânicos do vacúolo celular no processo respiratório, uma vez que estes se constituem em uma excelente reserva energética para sustentar o amadurecimento do fruto (CHITARRA e CHITARRA, 2005; KADER, 2002). Mas o que foi observado no presente estudo foi um aumento da acidez para os tratamentos pós-colheita “controle”, “álcool” e “própolis 2,5% e manutenção do pH para estes tratamentos pós-colheita. Para o tratamento pós-colheita “própolis 5%”, no qual não houve variação na acidez, observou-se um aumento no pH (Tabelas 4 e 6).

O valor de pH obtido no experimento foi superior ao encontrado por Couto e Canniatti-Brazaca (2010) e Ramalho (2005), que verificaram pH entre 3,64–3,68 e 3,36–3,91, respectivamente, em laranjas ‘Pera’ após a colheita.

4.6. CONCLUSÃO

O revestimento com extrato hidroalcoólico de própolis é efetivo na redução da perda de massa para laranja ‘Pera’ até o 18º dia de armazenamento. As laranjas revestidas com soluções hidroálcoolicas mantêm a firmeza da polpa durante os 25 dias de armazenamento.

As alterações no teor de STT, ATT, SST/ATT e pH promovidas pelos revestimentos com extrato hidroalcoólico de própolis são de pequena magnitude durante o período de armazenamento.

Os frutos de laranjeira mantidos sob refrigeração apresentam menor perda de massa e não houve variação da firmeza da polpa. Os valores de SST, ATT, SST/ATT e pH não apresentam diferenças significativas entre as laranjas mantidas sob refrigeração e aquelas revestidas com extrato hidroalcoólico de própolis.

Dessa forma, os revestimentos com extrato hidroalcoólico de própolis aliam a vantagem de ser um método simples e menos oneroso em relação ao armazenamento a frio, além de contribuir na redução do uso de fontes não-renováveis, evitando a poluição e promovendo a sustentabilidade ambiental.

4.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGHDAM, M.S.; SEVILLANO, L.; FLORES, F.B.; BODBODAK, S. Heat shock proteins as biochemical markers for postharvest chilling stress in fruits and vegetables. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 160, n. 1, p. 54-65, 2013.

ALI, Z.M.; CHIN, L.H.; LAZAN, H. A comparative study on wall degrading enzymes, pectin modifications and softening during ripening of selected tropical fruits. **Plant Science**, Amsterdam, v. 167, n. 2, p. 317-327, 2004.

ALLEONI, A.C.C.; JACOMINO, A.P.; ROSA, A.S. Recobrimento de laranja 'Pera' com filme de concentrado protéico de soro de leite associado a plastificantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 8, p. 1221-1226, 2006.

BANKOVA, V.; POPOYA, M.; TRUSHEYA, B. Propolis volatile compounds: chemical diversity and biological activity: a review. **Chemistry Central Journal**, London, v. 8, n. 28, p. 1-8, 2014.

BONNIN, E.; GARNIER, C.; RALET, M.C. Pectin-modifying enzymes and pectin-derived materials: applications and impacts. **Applied Microbiology and Biotechnology**, Berlin, v. 98, n. 2, p. 519-532, 2014.

BURDOCK, G.A. Review of the biological properties and toxicity of bee propolis (propolis). **Food and Chemical Toxicology**, England, v. 36, n. 4, p. 347–363, 1998.

CARVALHO, J.X.; SUÁREZ, R.O.; MENDES, F.Q.; FERNANDES, R.V.B.; CUNHA, M.C.; CARVALHO, A.M.X. Extensão da vida de prateleira de ovos pela cobertura com própolis. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 5, p. 2287-2296, 2013.

CEAGESP - PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA. **Classificação da Laranja**. São Paulo: CEAGESP, Centro de Qualidade em Horticultura, 2005. 6 p. (CQH. Documentos).

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

CONTRERAS-OLIVA, A.; ROJAS-ARGUDO, C.; PÉREZ-GAGO, M.B. Effect of solid content and composition of hydroxypropyl methylcellulose–lipid edible coatings on physicochemical, sensory and nutritional quality of 'Valencia' oranges. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 46, n. 11, p. 2437–2445, 2011.

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

DAIUTO, E.R.; MINARELLI, P.H.; VIEITES, R.L.; ORSI, R.O. Própolis e cera vegetal na conservação de abacate 'Hass'. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 1463-1474, 2012.

DROBY, S.; COHEN, L.; RAFAEL, G.; WISNIEWSKI, M.; MACARISIN, D. The biochemical basis of pathogenicity and host-specificity of *Penicillium digitatum* on citrus. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 877, n. 6, p. 1663-1673, 2010.

DROBY, S.; EICK, A.; MACARISIN, D.; COHEN, L.; RAFAEL, G.; STANGE, R.; MCCOLUM, G.; DUDAI, N.; NASSER, A.; WISNIEWSKI, M.; SHAPIRA, R. Role of citrus volatiles in host recognition, germination and growth of *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum*. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 49, n. 3, p. 386-396, 2008.

FEICHTENBERGER, E.; BASSANEZI, R.B.; SPÓSITO, M.B.; BELASQUE JÚNIOR, J. Doenças dos citros. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (Eds.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Agrônomica Ceres, 2005. v. 2, cap. 28, p. 239-269.

FREITAS, S.F.; SHINOHARA, L.; SFORCIN, J.M.; GUIMARÃES, S. *In vitro* effects of propolis on *Giardia duodenalis* trophozoites. **Phytomedicine**, Stuttgart, v. 13, n. 3, p. 170–175, 2006.

GEKKER, G.; HU, S.; SPIVAK, M.; LOKENSGARD, J.R.; PETERSON, P.K. Anti-HIV-1 activity of propolis in CD4(+) lymphocyte and microglial cell cultures. **Journal of Ethnopharmacology**, Ireland, v. 102, n. 2, p. 158–163, 2005.

HAGENMAIER, R.D. The flavor of mandarin hybrids with different coatings. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 24, n. 1, p. 79–87, 2002.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 1018 p.

KADER, A.A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 3. ed. California: University of California, 2002. 535 p.

KALOGEROPOULOS, N.; KONTELES, S.J.; TROULLIDOU, E.; MOURTZINOS, I.; KARATHANOS, V.T. Chemical composition, antioxidant activity and antimicrobial properties of propolis extracts from Greece and Cyprus. **Food Chemistry**, Barking, v.116, n.2, p.452–461, 2009.

KLUGE, R.A.; JAMORI, M.L.L.; EDAGI, F.K.; JACOMINO, A.P.; AQUILA, J.S.D. Danos de frio e qualidade de frutas cítricas tratadas termicamente e armazenadas sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 233-238, 2007.

KLUGE, R.A.; SCARPARE FILHO, J.A.; JACOMINO, A.P.; PEIXOTO, C.P. **Distúrbios fisiológicos em frutos**. 1. ed. Piracicaba: FEALQ, 2001. 58 p.

KOUASSI, K.H.S.; BAJJI, M.; JIJAKLI, H. The control of postharvest blue and green molds of citrus in relation with essential oil–wax formulations, adherence and viscosity. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 73, n. 1, p. 122-128, 2012.

LEME, A.C.; GROPPO, V.D.; ROMERO, A.C.; SPOTO, M.H.F.; JACOMINO, A.P. Influência do uso de películas comestíveis em laranja 'Pera' minimamente processada. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 25, n. 1, p. 15-24, 2007.

NJOMBOLWANA, N.S.; ARNO, E.; ZYL, J.G.V.; PLOOY, W.; CRONJE, P.J.R; FOURIE, P.H. Effects of citrus wax coating and brush type on imazalil residueloading, green mould control and fruit quality retention of sweet oranges. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 86, n. 1, p. 362-371, 2013.

PASTOR, C.; SÁNCHEZ-GONZÁLES, L.; MARCILLA, A.; CHIRALT, A.; CHÁFER, M.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C. Quality and safety of table grapes coated with hydroxypropylmethylcellulose edible coatings containing propolis extract. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 60, n. 1, p. 64-70, 2011.

PASTOR, C.; SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, L.; CHÁFER, M.; CHIRALT, A.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C. Physical and antifungal properties of hydroxypropylmethylcellulose based films containing própolis as affected by moisture content. **Carbohydrate Polymers**, Kidlington, v. 82, n. 4, p. 1174-1183, 2010.

PEREIRA, G.S.; MACHADO, F.L.C.; COSTA, J.M.C. Aplicação de recobrimento prolonga a qualidade pós-colheita de laranja 'Valência Delta' durante armazenamento ambiente. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 3, p. 520-527, 2014.

PERESIN, D.; BARBOSA, J.C. Uma avaliação de seis procedimentos para comparações múltiplas. **Revista Matemática e Estatística**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 95–103, 1988.

PLOOY, W.; REGNIER, T.; COMBRINCK, S. Essential oil amended coatings as alternatives to synthetic fungicides in citrus postharvest management. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 53, n. 3, p. 117–122, 2009.

RAMALHO, A.S.T.M. **Sistema funcional de controle de qualidade a ser utilizado como padrão na cadeia de comercialização de laranja Pêra (*Citrus sinensis* L. *Osbeck*)**. Piracicaba, 2005. 91 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade de São Paulo – USP.

SALUNKHE, D.K., DESAI, B.B. **Postharvest biotechnology of fruits**. Boca Raton, Florida, v. 1, 1984. 167 p.

SARTORI, I.A.; KOLLER, O.C.; SCHWARZ, S.F.; BENDER, R.J.; SCHÄFER, G. Maturação de frutos de seis cultivares de laranjas-doces na depressão central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 364-369, 2002.

SFORCIN, J.M. Propolis and the immune system: a review. **Journal of Ethnopharmacology**, Limerick, v. 113, n. 1, p. 1-14, 2007.

SHYAM, S.; SHIVANKER, V.J.; SRIVASTAVA, A.K.; SINGH, I.P. **Advances in citriculture.** 5. ed. New Delhi: Jagmander Book Agency, 2004. 687 p.

TAVARES, S. **Maturação e conservação do Tangor "Murcote" (*Citrus reticulata* blanco x C. *sinensis Osbeck*) e de Lima ácida "Tahiti" (*Citrus latifolia* Tanaka) sob efeito de biorreguladores**. Piracicaba, 2003. 115 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade de São Paulo – USP.

TORLAK, E.; SERT, D. Antibacterial effectiveness of chitosan–propolis coated polypropylene films against foodborne pathogens. **International Journal of Biological Macromolecules**, Amsterdam, v. 60, n. 1, p. 52-55, 2013.

TOSI, E.A.; RÉ, E.; ORTEGA, M.E.; CAZZOLI, A.F. Food preservative based on propolis: bacteriostatic activity of propolis polyphenols and flavonoids upon *Escherichia coli*. **Food Chemistry**, London, v. 104, n. 3, p. 1025–1029, 2007.

VIEITES, R.L.; ARRUDA, M.C..; GODOY, L.J.G. Utilização de cera e película de fécula no armazenamento de laranja 'Pera' sob refrigeração. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 17, n. 1, p. 83-87, 1996.

VOLPE, A.C.; SHOFFELE, R.; BARBOSA, J.C. Influência da soma térmica e da chuva durante o desenvolvimento de laranjas "Valência" e "Natal" na relação entre sólidos solúveis e acidez e no índice tecnológico do suco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 436-441, 2002.

WAKABAYASHI, K. Changes in cell wall polysaccharides during fruit ripening. **Journal of Plant Research**, Jena, v. 113, n. 3, p. 231-237, 2000.

5. EXTRATO DE PRÓPOLIS NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE BANANA 'PRATA'

5.1. RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos do revestimento com extrato de própolis de diferentes fontes botânicas sobre as características físico-químicas de banana 'Prata' (*Musa* sp.), armazenada à temperatura ambiente. Bananas 'Prata' foram selecionadas e submetidas à cinco tratamentos pós-colheita, sendo quatro formas de revestimento por imersão em extrato de própolis de diferentes fontes botânicas com concentração de 2,5% (m/v) ("extrato aquoso de própolis do tipo silvestre", "extrato hidroalcoólico de própolis do tipo silvestre", "extrato hidroalcoólico de própolis do tipo verde alecrim e "extrato hidroalcoólico de própolis do tipo Green Red") e um controle (sem revestimento). As variáveis avaliadas foram perda de massa, firmeza da polpa, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT) e potencial hidrogeniônico (pH), realizadas em intervalos de 3 dias por 12 dias de armazenamento. Realizou-se a análise sensorial das bananas aos 3 e 6 dias de armazenamento, avaliadas por 55 provadores não treinados através do teste de aceitação. Ao final de 12 dias de armazenamento, os revestimentos de extrato de própolis "verde" e "aquoso" reduziram a perda de massa em banana 'Prata', quando comparados ao tratamento pós-colheita "controle". Neste mesmo período, não foi observado diferenças entre os tratamentos pós-colheita na firmeza da polpa dos frutos. Verificou-se a ocorrência de menores valores de ATT e maiores valores de pH em todos os tratamentos pós-colheita no decorrer do amadurecimento dos frutos. O teor de SST aumentou ao final do período de armazenamento, que consequentemente, contribuiu para elevar a relação de SST/ATT nos tratamentos pós-colheita, sendo mais significativo no tratamento pós-colheita "vermelho". Sensorialmente, as bananas 'Prata' não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos pós-colheita com e sem revestimento de extrato de própolis, apresentando qualidade sensorial até o 6º dia de armazenamento.

Palavras-chave: *Musa* sp., própolis, revestimento, vida-útil, aceitação

PROPOLIS EXTRACT IN POSTHARVEST CONSERVATION BANANA‘PRATA’

5.2. ABSTRACT

This work was carried out to evaluate the effects of coating with propolis extract from different botanical sources on the physico-chemical characteristics of 'Prata' banana (*Musa* sp.), stored at room temperature. Bananas 'Prata' were selected and subjected to five post-harvest treatments, four forms of dip coating in propolis extract concentration of 2.5% (m/v) from different botanical sources ("aqueous extract of propolis from wild type", "propolis hydroalcoholic extract of wild type", "propolis hydroalcoholic extract of rosemary green type” and "propolis hydroalcoholic extract of Green Red type") and a control (uncoated). The variables evaluated were weight loss, flesh firmness, total soluble solids (TSS), titratable acidity (TTA), the relationship between total soluble solids and titratable acidity (TSS/TA) and hydrogen potential (pH) were carried out every 3 days for 12 days storage. Sensory analysis was performed of bananas at 3 and 6 days of storage, evaluated by 55 untrained through acceptance testing. After 12 days of storage, jackets extract "green" and "aqueous" propolis reduced the mass loss in banana 'Prata', when compared to post-harvest "control" treatment. In the same period, no differences were observed between the post-harvest treatments on the firmness of the fruit. It has been found the occurrence of lower levels of TTA and higher pH values in post-harvest treatments during ripening of the fruit. The TSS increased at the end of the storage period, which consequently contributed to raise the ratio TSS/TA in post-harvest treatments, being more significant in the post-harvest treatment "red". Sensory, bananas 'Prata' showed no significant differences between post-harvest treatments with and without coating of propolis extract, presenting sensory quality up to the 6th day of storage.

Key words: *Musa* sp., propolis, shelf-life, coating, acceptance

5.3. INTRODUÇÃO

A banana (*Musa* sp.) é uma das frutas de maior importância da economia mundial. É nativa do sudeste da Ásia, embora seja encontrada em praticamente todas as regiões tropicais (SILVA et al., 2006; BOTREL et al., 2002). A banana é a segunda

fruta mais produzida no Brasil, superada apenas pela laranja. Em 2012, a produção nacional foi de 6,9 milhões de toneladas, o que coloca o Brasil na quinta colocação entre os maiores produtores mundiais (IBGE, 2013). A prevalência do cultivo de bananeiras 'Prata', no país, evidencia a tradição de seu cultivo e a sua boa aceitação comercial (DONATO et al., 2009).

Os frutos de bananeira apresentam comportamento climatérico, por isso amadurecem rapidamente e a vida útil pós-colheita é reduzida (CHITARRA e CHITARRA, 2005). O amadurecimento caracteriza-se por uma série de mudanças fisiológicas e bioquímicas, incluindo a conversão de amido em sacarose, degradação enzimática de carboidratos estruturais, degradação de polifenóis e colapso de clorofila (MOHAPATRA et al., 2011; KADER, 2002). Essas mudanças influenciam na qualidade da banana, tais como firmeza da polpa, adstringência, sabor, aroma, cor e valor comercial (MAQBOOL et al., 2010).

As práticas de pós-colheita realizadas, muitas vezes, não são suficientes para garantir uma boa qualidade da banana (BOTREL et al., 2002). Diante disto, é necessária a adoção de técnicas que mantenham a qualidade e prolonguem a vida pós-colheita dos frutos de bananeira. Entre as técnicas utilizadas, pode-se utilizar a refrigeração, a atmosfera controlada (AC) e a atmosfera modificada (AM), sendo que a AM implica menores custos (DAIUTO et al., 2012). A AM pode ser obtida com o uso de filmes plásticos, como polietileno de baixa densidade (PEBD) e cloreto de polivinila (PVC), ou de revestimentos à base de cera-de-carnaúba, polissacarídeos, proteínas, lipídios, resinas, entre outros (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Dentre os revestimentos promissores ao armazenamento em atmosfera modificada de frutas, destaca-se a própolis (ALI et al., 2013; ZAHID et al., 2013; DAIUTO et al., 2012; PASTOR et al., 2011).

A própolis é uma substância resinosa produzida pelas abelhas africanizadas *Apis mellifera* L. através da coleta de exsudados vegetais que são alterados pela ação de enzimas das abelhas (SFORCIN, 2007). A composição da própolis é reflexo da flora utilizada pelas abelhas (BURDOCK, 1998), podendo ser encontrada em tons que variam do amarelo-esverdeado, passando pelo marrom-avermelhado ao negro (MARCUCCI, 1995). No Brasil, alguns tipos de própolis já foram caracterizados e classificados pela coloração (PARK et al., 2002).

A própolis do arbusto alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia)*, conhecida também como própolis verde, é produzida pelos exsudatos desta planta, dominante no Cerrado brasileiro, principalmente nos estados de São Paulo e Minas Gerais (PARK et al., 2004). Muitas substâncias químicas presentes em *B. dracunculifolia* também estão

presentes na própolis verde, tais como flavonóides, derivados de ácido cumárico e principalmente o composto bioativo Artepillin C (ácido 3,5-diprenil-4-hidroxicinâmico) (HATA et al., 2012; PARK et al., 2004).

A própolis silvestre é produzida pelas abelhas que coletam exsudatos de diferentes vegetais de regiões onde não há nenhuma vegetação específica e expressiva (BURDOCK, 1998). Essa própolis tem como característica a cor marrom e aroma forte.

A própolis vermelha é produzida pelas abelhas através da resina de uma planta nativa do nordeste brasileiro, conhecida popularmente como rabo-de-umbigo (*Dalbergia ecastophyllum* L.), responsável pela cor vermelha da própolis (LÓPEZ et al., 2014; DAUGSCH et al., 2008). É considerada uma importante fonte de compostos bioativos, principalmente isoflavonas, especificamente daidzeína, formononetina e biochanina A (LÓPEZ et al., 2014; OLDONI et al., 2011; DAUGSCH et al., 2008).

O extrato aquoso de própolis preserva o sabor e o cheiro característico da própolis e não apresenta teor alcoólico (SFORCIN, 2007). A viabilidade de produção deste extrato tem um menor custo, se comparado com os extratos hidroalcoólicos de própolis. Acredita-se que o extrato aquoso de própolis tenha quantidade semelhante de substâncias fenólicas quanto comparadas ao extrato hidroalcoólico, resultando em um produto com boas características funcionais (MELLO et al., 2010).

Nesse contexto, este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos do revestimento com extrato de própolis de diferentes fontes botânicas sobre as características físico-químicas de banana 'Prata', armazenada à temperatura ambiente.

5.4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento e as avaliações foram conduzidos no Laboratório de Análises Químicas de Alimentos do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa *Campus* de Rio Paranaíba (UFV/CRP).

5.4.1. Preparo do extrato de própolis

Os extratos de própolis foram provenientes de abelhas africanizadas *Apis mellifera* L., obtidas das espécies botânicas do tipo silvestre, verde alecrim e Green Red, adquiridos em parceria com a Indústria e Apiário Centro Oeste Ltda / Natucentro, localizada no município de Bambuí, Minas Gerais.

Os extratos hidroalcoólico de própolis (silvestre, verde alecrim e Green Red) com concentração de 11% de própolis (m/v) foram diluídos em solução de álcool de cereais a 70% para obter a concentração de 2,5%. Para a preparação do extrato aquoso de própolis silvestre a 2,5%, o extrato com concentração de 11% de própolis (m/v) foi diluído em água destilada.

5.4.2. Desenho experimental

Bananas 'Prata' foram selecionadas quanto à uniformidade, coloração da casca e grau de maturação, e em seguida, aleatoriamente divididas em cinco grupos que receberam os seguintes tratamentos pós-colheita:

1. Controle – frutos sem revestimento;
2. Aquoso – frutos revestidos com extrato aquoso de própolis do tipo silvestre a 2,5% (m/v);
3. Silvestre – frutos revestidos com extrato hidroalcoólico de própolis do tipo silvestre a 2,5% (m/v);
4. Verde – frutos revestidos com extrato hidroalcoólico de própolis do tipo verde alecrim a 2,5% (m/v);
5. Vermelho – frutos revestidos com extrato hidroalcoólico de própolis do tipo GreenRed (mistura de própolis verde alecrim e vermelho) a 2,5% (m/v);

Os revestimentos foram aplicados por meio de imersão dos frutos nas referidas soluções, individualmente, durante 5 segundos. Após a aplicação das soluções, os frutos foram colocados horizontalmente sobre uma tela de "nylon" para a drenagem do líquido excedente, por aproximadamente 5 minutos. Os frutos dos referentes tratamentos pós-colheita foram dispostos sobre bancadas em um delineamento inteiramente casualizado, nas seguintes condições de armazenamento: 23 ± 1 °C e 76 ± 6% UR). O experimento foi realizado entre os meses de novembro e dezembro/2013.

5.4.3. Obtenção, seleção e avaliação dos frutos

Bananas 'Prata' foram obtidas do entreposto de Contagem da Central de Abastecimento de Minas Gerais S/A CEASA Minas. O experimento foi iniciado 2 dias após a colheita e as bananas foram selecionadas quanto à coloração da casca, nos índices de cor 4 (mais amarelo do que verde), segundo a escala de notas de Von Loesecke (PBMH e PIF, 2006). As avaliações dos frutos de bananeira foram realizadas

antes da aplicação dos tratamentos pós-colheita (tempo 0) e aos 3, 6, 9 e 12 dias de armazenamento, totalizando quatro tempos de avaliação.

5.4.4. Variáveis analisadas

As unidades experimentais foram submetidas às análises de perda de massa (grupo não destrutivo), firmeza da polpa, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT) e potencial hidrogeniônico (pH) (grupo destrutivo), conforme metodologias descritas em Instituto Adolfo Lutz (2004).

Para a análise de perda de massa (grupo não destrutivo), os frutos de cada tratamento pós-colheita foram pesados ao início do experimento e aos 3, 6, 9 e 12 dias de armazenamento. A análise de perda de massa foi disposta em delineamento inteiramente casualisado, em esquema fatorial de parcelas subdivididas 5 x 4, tendo nas parcelas os tratamentos pós-colheita (controle, aquoso, silvestre, verde e vermelho) e nas subparcelas os tempos de avaliação (3, 6, 9 e 12 dias de armazenamento), com seis repetições. A análise foi realizada com o uso de uma balança eletrônica semi-analítica, modelo BL-320H, marca Splabor, com 0,001 g de sensibilidade, pela subtração do peso inicial e final dos frutos e os resultados expressos em percentagem.

As análises de firmeza da polpa, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT) e potencial hidrogeniônico (pH) (grupo destrutivo) foram determinadas em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial de parcelas subdivididas 5 x 4 + 1, tendo nas parcelas os tratamentos pós-colheita (controle, aquoso, silvestre, verde e vermelho) e nas subparcelas os tempos de avaliação (3, 6, 9 e 12 dias de armazenamento), com adição das análises realizadas no tempo zero, com seis repetições.

Para a determinação da firmeza da polpa, utilizou-se penetrômetro digital, modelo PTR-300, marca Instrutherm, com ponteira de 5 mm de diâmetro. A firmeza foi determinada nos frutos inteiros sem casca em dois pontos opostos, localizados na região central dos frutos. Os resultados representaram a força em Newton (N). O teor de sólidos solúveis totais (SST) foi medido diretamente em um refratômetro manual, modelo RT-280, marca Instrutherm, com compensação de temperatura automática a 20 ºC e os resultados expressos em ^{o}Brix. A acidez total titulável (ATT) foi determinada mediante titulação da amostra com solução de NaOH 0,1 mol L^{-1}, tendo como indicador fenolftaleína a 1% e os resultados expressos em g ácido málico 100 g^{-1} de polpa. A

relação entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT) foi calculada pela razão entre o teor de sólidos solúveis totais (ºBrix) e a acidez total titulável (g ácido málico 100 g^{-1} de polpa), e os resultados expressos por meio do valor absoluto encontrado. Os valores de pH foram obtidos através de leitura direta em pHmetro digital do modelo mPA-210 da Tecopon, calibrado com solução-tampão de pH 4,0 e 7,0 e os resultados expressos por meio do valor absoluto encontrado.

5.4.5. Análise sensorial

Esta pesquisa foi aprovada em seus aspectos éticos e metodológicos pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa, sob certificado de apresentação para apreciação ética nº 32222114.8.0000.5153. As bananas 'Prata' foram avaliadas sensorialmente no 3º e 6º dia de armazenamento, no período vespertino, entre 14h00 e 16h00. Os provadores, constituídos por estudantes, professores e funcionários da UFV/CRP, com idade entre 18 e 61 anos foram selecionados quanto ao hábito de consumir banana, e em função da disponibilidade e do interesse em participar do teste.

Participaram da análise sensorial 55 provadores não treinados, que provaram cinco amostras de banana referentes aos tratamentos pós-colheita "controle", "aquoso", "silvestre", "verde" e "vermelho". Cada provador recebeu 20 g de cada amostra, servidas em copos descartáveis brancos, codificados com números de três dígitos, em blocos completos casualizados e balanceados, apresentadas de forma aleatória (REIS e MINIM, 2010). As amostras foram acompanhadas de um copo com água potável à temperatura ambiente, para ingestão entre as degustações das amostras para limpeza do palato. As amostras foram avaliadas mediante escala hedônica estruturada de 9 pontos, variando de "gostei extremamente" com nota igual 9 à "desgostei extremamente" com nota igual a 1, segundo metodologia descrita por Dutcosky (2013).

5.4.6. Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de homogeneidade das variâncias (teste de Hartley) e normalidade dos resíduos (teste de Jarque-Bera). Os resultados das análises físico-químicas foram dispostos em delineamento inteiramente ao acaso, com seis repetições e submetidos à análise de variância (ANOVA), utilizando o teste F, para detectar diferenças significativas a 5% de probabilidade.

A influência dos fatores (tratamentos pós-colheita e período de armazenamento) e suas interações sobre as respostas foram submetidas à análise fatorial de parcelas subdivididas. Após o desdobramento da ANOVA, as médias dos tratamentos pós-colheita (foco principal deste trabalho) foram comparadas entre si pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK) a 5% de probabilidade, teste escolhido por apresentar maior poder que o teste de Tukey e por também apresentar um bom controle do erro tipo I real (PERECIN e BARBOSA, 1988). As médias dos tratamentos pós-colheita ao longo dos tempos de avaliação foram também submetidas à análise de regressão, sendo buscado ajuste dos dados à modelos com até dois fatores dependentes. Os modelos de equações descritos são significativos a 5% pelo teste F e apresentaram falta de ajuste não significativa.

O delineamento experimental da análise sensorial foi em blocos casualisados, com cinqüenta e cinco repetições. A classificação da ficha foi transformada em valores numéricos para que pudessem ser analisados, sendo aplicado o teste de variância (ANOVA) à 5% de significância, utilizando-se a razão de variância F, para detectar diferenças significativas.

5.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.5.1. Perda de massa

A perda de massa das bananas 'Prata' houve efeito significativo nos tratamentos pós-colheita e nos dias de armazenamento, à medida que o período de armazenamento foi estendido, ocorrendo interação entre os fatores (Tabela 1).

Tabela 1. Percentagem de perda de massa de banana 'Prata' com e sem revestimento com extrato de própolis, armazenada à temperatura ambiente.

Tratamentos	3 dias	6 dias	9 dias	12 dias	Médias	Modelo ajustado	R^2
Controle	6,57 *A*	12,26 *A*	24,00 *A*	30,50 *A*	18,33	*	
Aquoso	6,10 *A*	11,00 *A*	19,97 *B*	25,50 *B*	15,64	y = 2,2396x - 1,1543	0,987
Silvestre	4,33 *A*	8,85 *A*	20,78 *B*	28,75 *AB*	15,68	*	
Verde	4,32 *A*	8,35 *A*	17,84 *B*	24,88 *B*	13,85	*	
Vermelho	4,51 *A*	9,24 *A*	20,44 *B*	27,94 *AB*	15,53	*	
Médias	5,16	9,94	20,61	27,52	CV: 17,2%		

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de SNK.

* Não foi possível ajustar modelos com dois fatores dependentes.

Para todos os tratamentos pós-colheita, observou-se um aumento na perda de massa em função do período de armazenamento. Considerando-se o valor aceitável da perda de massa correspondente a 10% (KADER, 2002), verificou-se que os frutos se mantiveram praticamente turgidos e com perda de massa não prejudicial do ponto de vista qualitativo até o 6º dia de armazenamento, com média correspondente a 9,94%, não havendo diferenças entre os tratamentos pós-colheita. Aos nove dias de armazenamento, a perda de massa do tratamento pós-colheita "controle" é significativamente maior que os demais. E aos 12 dias de armazenamento, os frutos revestidos com extrato aquoso de própolis do tipo silvestre e com extrato hidroalcoólico de própolis verde alecrim obtiveram perda de massa significativamente inferior ao tratamento pós-colheita "controle", sendo, portanto, mais eficientes na manutenção da massa dos frutos de banana 'Prata'.

A percentagem de perda de massa foi menor nos frutos revestidos com extrato de própolis que podem ter atuado como barreira ao vapor d'água nas bananas. Esta situação pode ser devida ao retardamento da taxa de respiração pelo revestimento de extrato de própolis, propiciando menor teor de O_2 e maior concentração de CO_2 na atmosfera interna dos frutos.

As membranas celulares durante o amadurecimento dos frutos perdem sua permeabilidade seletiva, que propicia o vazamento de solutos (PALMER, 1971). Este fenômeno resulta em perda de massa a qual é diretamente proporcional a reações metabólicas como a respiração e transpiração, causada pela diferença de pressão de vapor entre o fruto e o ar no ambiente (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Pesquisas realizadas por Maqbool et al. (2010), encontraram que os revestimentos de goma arábica incorporados com quitosana diminuíram a perda de massa em banana 'Berangan' armazenada em câmara fria (13 ºC – 80% UR) durante 28 dias, posteriormente armazenadas à temperatura ambiente (25 ºC – 60% UR) durante 5 dias. Segundo o mesmo autor as perdas de massa oscilaram entre 15 e 30% durante o armazenamento.

A temperatura e a umidade relativa do ar são fatores que influenciam na qualidade pós-colheita da banana. Estes fatores justificam a maior perda de massa no presente estudo em comparação a pesquisa de Maqbool et al. (2010) em relação ao período de armazenamento. Oscilações dessas variáveis causam elevadas perdas de massa nos frutos, provocando a formação de água livre na superfície dos frutos, que tendem a vaporizar-se difusivamente para o meio com menor concentração de umidade,

além de constituir condições propícias à germinação de fungos e subsequente penetração (CHITARRA e CHITARRA, 2005; LEE et al. 1996).

5.5.2. Firmeza da polpa

A variável firmeza da polpa da banana 'Prata' apresentou diferença significativa para os dias de armazenamento, bem como para a interação entre tratamentos pós-colheita e dias de armazenamento (Tabela 2).

Tabela 2. Firmeza da polpa (N) de banana 'Prata' com e sem revestimento com extrato de própolis, armazenada à temperatura ambiente.

Tratamentos	0 dia	3 dias	6 dias	9 dias	12 dias	Médias	Modelo ajustado	R^2
Controle	4,16	3,22 *A*	2,47 *B*	2,06 *A*	1,42 *A*	2,29	$y = -0,2208x + 3,9903$	0,980
Aquoso		4,03 *A*	2,27 *B*	2,10 *A*	1,99 *A*	2,60	$y=1,9848 + (2,2968 / (1+e^{(x-4,5378)}))$	0,987
Silvestre		3,91 *A*	2,50 *B*	1,67 *A*	2,22 *A*	2,58	$y=1,9353 + (2,2535 / (1+e^{(x-4,8827)}))$	0,964
Verde		3,81 *A*	4,16 *A*	1,79 *A*	1,30 *A*	2,77	$y=1,1479 + (2,9866 /(1+e^{(x-8,0457)}))$	0,964
Vermelho		3,11 *A*	3,86 *A*	1,70 *A*	1,37 *A*	2,51	*	
Médias		3,62	3,05	1,86	1,66	CV: 28,4%		

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de SNK.

*Não foi possível ajustar modelos com dois fatores dependentes.

Diferenças em firmeza da polpa podem ser relacionadas a diferentes quantidades de polissacarídeos, amido e substâncias pécticas encontradas nas polpas de bananas (CANO et al., 1997). Foram observadas diferenças entre os tratamentos pós-colheita apenas aos seis dias de armazenamento, sendo a firmeza da polpa nos tratamentos pós-colheita "verde" e "vermelho" significativamente maior que os demais tratamentos pós-colheita. No decorrer de 12 dias de armazenamento, verificou um decréscimo significativo da firmeza da polpa em todos os tratamentos pós-colheita.

A redução na firmeza da polpa de banana geralmente ocorre devido à ação de enzimas que atuam na composição do amido e na parede celular (CHITARRA e CHITARRA, 2005), como amilases, fosforilases e glicosidases (BASSINELO et al., 2002), e pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG) (ALI et al., 2004),

respectivamente. Segundo Mohapatra et al. (2011), além da hidrólise de amido e à solubilização das substâncias pécticas na parede celular, o amaciamento dos frutos também pode está associado ao aumento da umidade da polpa em razão de trocas osmóticas com a casca, resultando em perda de turgescência.

5.5.3. Sólidos solúveis totais

O teor de sólidos solúveis totais (SST) dos frutos de bananeira apresentou diferenças significativas para os tratamentos pós-colheita e os dias de armazenamento, bem como interação entre os fatores. No entanto, não foi possível adequar uma equação de regressão entre o período de armazenamento (Tabela 3).

Tabela 3. Sólidos solúveis totais (ºBrix) de banana 'Prata' com e sem revestimento com extrato de própolis, armazenada à temperatura ambiente.

Tratamentos	0 dia	3 dias	6 dias	9 dias	12 dias	Médias	R^2
Controle	22	23,83 *A*	21,92 *A*	20,25 *A*	23,50 *AB*	22,38	*
Aquoso		23,67 *A*	22,58 *A*	20,42 *A*	22,08 *B*	22,19	*
Silvestre		24,00 *A*	22,58 *A*	19,50 *A*	20,92 *B*	21,75	*
Verde		24,17 *A*	22,75 *A*	19,42 *A*	21,25 *B*	21,90	*
Vermelho		23,83 *A*	21,83 *A*	21,75 *A*	25,25 *A*	23,17	*
Médias		23,90	22,33	20,27	22,60	CV: 8,3%	

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de SNK.

*Não foi possível ajustar modelos com dois fatores dependentes.

Os teores de SST diferiram significativamente entre os tratamentos pós-colheita apenas aos 12 dias de armazenamento. Os tratamentos pós-colheita "aquoso", "silvestre" e "verde" foram os que apresentaram menores teores de SST, não diferindo estatisticamente entre si do tratamento pós-colheita "controle". Enquanto o tratamento pós-colheita "vermelho" apresentou maior teor de SST, não diferindo significativamente com o tratamento pós-colheita "controle".

No primeiro dia de avaliação, os frutos apresentaram menor teor de SST. Ao terceiro dia de armazenamento, houve uma tendência de aumento do teor de SST, com redução a partir do sexto dia armazenamento, e posterior, aumento aos 12 dias de armazenamento. Este comportamento indica que, o amido foi hidrolisado a açúcares pelo processo respiratório, para a manutenção das atividades biológicas do fruto, com o

consequente aumento no grau de doçura. Chitarra e Chitarra (2005) relatam que o teor de amido na banana permanece elevado (20 – 25%) com a evolução do amadurecimento, sendo hidrolisado rapidamente apenas no climatério, com o acúmulo de sacarose, glicose, frutose e pequenas quantidades de maltose. De acordo com Botrel et al. (2002), o valor máximo de sólidos solúveis totais alcançado para as diversas cultivares de banana é 27 ºBrix, podendo diminuir quando a fruta se encontra madura, o que pode ser atribuído a um aumento do consumo de reservas dos frutos. Porém, o teor de SST pode aumentar no final do amadurecimento ou início da senescência das frutas, tendência observada neste trabalho. Este fato pode está relacionado à maior perda de massa por desidratação, a qual proporcionou a concentração de açúcares (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Os resultados encontrados para esta variável é condizente com estudos de Nascimento Junior et al. (2008) e Botrel et al. (2002). Os valores obtidos pelos autores oscilaram entre 19 a 25 ºBrix em bananas 'Prata' armazenadas por 12 dias à temperatura ambiente.

5.5.4. Acidez total titulável (ATT)

Para a acidez total titulável (ATT) verificou-se diferença significativa para os dias de armazenamento, não tendo sido verificada diferença significativa entre os tratamentos pós-colheita e interação entre os fatores (Tabela 4).

Tabela 4. Acidez total titulável (g ácido málico 100 g^{-1} de polpa) de banana 'Prata' com e sem revestimento com extrato de própolis, armazenada à temperatura ambiente.

Tratamentos	0 dia	3 dias	6 dias	9 dias	12 dias	Médias	Modelo ajustado	R^2
Controle	0,35	0,25	0,20	0,15	0,16	0,19	$y = 0,0017x^2 - 0,0358x + 0,346$	0,990
Aquoso		0,23	0,21	0,17	0,18	0,20	$y = 0,0019x^2 - 0,0357x + 0,3413$	0,965
Silvestre		0,26	0,22	0,15	0,15	0,19	$y = 0,0011x^2 - 0,0304x + 0,3459$	0,982
Verde		0,26	0,22	0,15	0,14	0,19	$y = 0,0011x^2 - 0,03x + 0,3461$	0,975
Vermelho		0,25	0,23	0,13	0,15	0,19	$y = 0,0012x^2 - 0,0321x + 0,3477$	0,943
Médias		0,25	0,22	0,15	0,16	CV: 21,5%	$y = 0,0014x^2 - 0,0331x + 0,3477$	0,971

A ATT média nos frutos de bananeira 'Prata' analisados atingiu valor global máximo de 0,35 g ácido málico 100 g^{-1} de polpa no início do armazenamento e mínimo de 0,14 g ácido málico 100 g^{-1} de polpa ao final do período de armazenamento. Estes resultados concordam com Botrel et al. (2002), a acidez aumenta até atingir um máximo, quando a casca está totalmente amarela, para posteriormente decrescer, predominando o ácido málico. Diminuição do conteúdo de ATT também foi observado por Maqbool et al. (2010) em banana 'Berangan' revestida com goma arábica incorporada com quitosana armazenada em câmara fria (13 ºC – 80% UR) durante 28 dias, posteriormente armazenada à temperatura ambiente (25 ºC – 60% UR) durante 5 dias.

O ácido málico diminuiu com o amadurecimento da banana, em decorrência do seu uso como substrato no processo respiratório e conversão em açúcares simples (CHITARRA e CHITARRA, 2005), que consequentemente, contribuiu para o aumento do teor de SST aos 12 dias de armazenamento. Esse fato também coincide, como esperado, com os maiores valores de pH observados, com o decorrer do amadurecimento dos frutos e início da senescência.

5.5.5. Relação entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT)

A relação entre sólidos solúveis e acidez total titulável (SST/ATT) variou significativamente entre os tratamentos pós-colheita e os dias de armazenamento, ocorrendo interação entre os fatores. Os tratamentos pós-colheita apresentaram diferença significativa a partir do nono dia de armazenamento. O tratamento pós-colheita "vermelho" obteve maior relação SST/ATT, diferindo significativamente dos demais tratamentos pós-colheita a partir do nono dia de armazenamento. Aos 12 dias de armazenamento, os tratamentos pós-colheita "controle" e "aquoso" apresentaram menor relação SST/ATT. Este comportamento pode ser explicado pelo maior teor de SST encontrado no tratamento pós-colheita "vermelho", bem como indica que os frutos de bananeira do tratamento pós-colheita "vermelho" amadureceram precocemente, sendo esta variável considerada um índice de maturidade (AGUSTÍ, 2000) (Tabela 5).

Tabela 5. Relação entre sólidos solúveis e acidez total titulável (SST/ATT) de banana 'Prata' com e sem revestimento com extrato de própolis, armazenada à temperatura ambiente.

Tratamentos	0 dia	3 dias	6 dias	9 dias	12 dias	Médias	Modelo ajustado	R^2
Controle	63,87	96,69 *A*	109,66 *A*	136,03 *B*	134,53 *B*	119,23	$y = 6,0216x + 72,028$	0,915
Aquoso		101,98 *A*	107,77 *A*	122,88 *B*	123,58 *B*	114,05	$y = -0,5198x^2 + 10,915x + 66,596$	0,961
Silvestre		94,93 *A*	102,88 *A*	130,62 *B*	142,91 *AB*	117,83	$y = 6,4584x + 68,291$	0,970
Verde		95,56 *A*	102,10 *A*	132,96 *B*	151,61 *AB*	120,56	$y = 7,0959x + 66,646$	0,974
Vermelho		95,08 *A*	96,68 *A*	173,07 *A*	174,94 *A*	134,94	$y=180,42 - (103,51 / (1+e^{(x-7,1399)}))$	0,947
Médias		96,85	103,82	139,11	145,51		CV: 20,1%	

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de SNK.

Para o período de armazenamento foram obtidas equações de regressão. Para todos os tratamentos pós-colheita houve redução significativa da relação SST/ATT, que pode ter sido provocada pelo aumento da ATT (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Os valores para a relação SST/ATT variaram de 63,87 a 174,94. Estes valores ficaram próximos da faixa observada por Ribeiro et al. (2012), de 92,40 a 164,43, quando avaliaram bananas provenientes de sistema de cultivo convencional e orgânico até sua completa maturação.

5.5.6. Potencial hidrogeniônico (pH)

Os valores de pH das bananas 'Prata' apresentaram diferença significativa tanto para efeito de tratamento pós-colheita e como para os dias de armazenamento, bem como interação entre os fatores. Os valores de pH diferiram significativamente entre os tratamentos pós-colheita somente aos 12 dias de armazenamento. O tratamento pós-colheita "verde" apresentou o maior valor de pH, diferindo significativamente somente do tratamento pós-colheita "controle". Os demais tratamentos pós-colheita não diferiram entre si, assim como também não diferiram dos tratamentos pós-colheita "verde" e "controle" (Tabela 6).

Tabela 6. Potencial hidrogeniônico (pH) de banana 'Prata' com e sem revestimento com extrato de própolis, armazenada à temperatura ambiente.

Tratamentos	0 dia	3 dias	6 dias	9 dias	12 dias	Médias	Modelo ajustado	R^2
Controle	4,33	4,42 *A*	4,62 *A*	4,71 *A*	4,80 *B*	4,64	$y = 0,0407x + 4,331$	0,977
Aquoso		4,44 *A*	4,59 *A*	4,72 *A*	4,88 *AB*	4,66	$y = 0,0462x + 4,3143$	0,995
Silvestre		4,39 *A*	4,61 *A*	4,78 *A*	4,94 *AB*	4,68	$y = 0,0533x + 4,2897$	0,978
Verde		4,41 *A*	4,60 *A*	4,80 *A*	5,05 *A*	4,71	$y = 0,0028x^2 + 0,0268x + 4,3233$	0,998
Vermelho		4,43 *A*	4,62 *A*	4,88 *A*	4,94 *AB*	4,72	$y = 0,0556x + 4,3056$	0,969
Médias		4,42	4,61	4,78	4,92	CV: 2,6%		

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de SNK.

Em relação ao período de armazenamento, observa-se um aumento significativo do pH para todos os tratamentos pós-colheita. Segundo Carvalho et al. (2011), os valores de pH diminuem após a colheita da banana, porém podem aumentar no final do amadurecimento ou início da senescência das frutas, tendência observada neste trabalho.

Chitarra e Chitarra (2005) relatam que o menor valor de pH ao início do armazenamento está relacionado ao aumento da acidez devido à liberação de ácidos orgânicos dos vacúolos, oriundos da degradação da parede celular e da clorofila. Ao final do período de armazenamento, os valores de pH aumentaram, que pode está relacionado ao consumo dos ácidos orgânicos como substrato respiratório e/ou de sua conversão em açúcares, pois nesta fase ocorre maior demanda energética pelo aumento do metabolismo (CHITARRA e CHITARRA, 2005; KADER, 2002).

Os resultados do presente trabalho foram superiores aos obtidos por Silva et al. (2006) e próximos aos obtidos por Botrel et al. (2002) para a banana 'Prata'. Os valores encontrados pelos autores foram entre 4,70 e 4,82 e entre 4,20 e 5,30, respectivamente.

5.5.7. Análise sensorial

A análise sensorial das bananas 'Prata' foi realizada aos 3 e 6 dias de armazenamento, períodos nos quais os frutos apresentaram perda de massa inferior a 10%, limite máximo aceitável para o consumo (KADER, 2002). A avaliação sensorial

não evidenciou diferença significativa entre os tratamentos pós-colheita nos dias de armazenamento avaliados (Tabela 7).

Tabela 7. Notas (média ± desvio padrão) atribuídas pelos provadores às características sensoriais de banana 'Prata' com e sem revestimento com extrato de própolis, armazenada à temperatura ambiente.

Tratamentos	3 dias*[1]	6 dias*[1]
Controle	7,18 ± 1,36	6,98 ± 1,35
Aquoso	7,46 ± 1,29	6,67 ± 1,43
Silvestre	7,29 ± 1,28	6,33 ± 1,81
Verde	7,07 ± 1,39	6,71 ± 1,71
Vermelho	7,05 ± 1,48	6,73 ± 1,56

*Não houve diferença significativa entre os tratamentos pós-colheita durante os dias de armazenamento (ANOVA; $p > 0,05$).

[1]Escala hedônica estruturada de 9 pontos: 1-desgostei extremamente; 2-desgostei muito; 3-desgostei moderadamente; 4-desgostei ligeiramente; 5-indiferente; 6-gostei ligeiramente; 7-gostei moderadamente; 8-gostei muito; 9-gostei extremamente.

As bananas 'Prata' foram pouco afetadas pelos revestimentos, sendo que os escores obtidos para as amostras avaliadas foram, de modo geral, correspondentes aos termos hedônicos "gostei moderadamente" e "gostei ligeiramente", aos 3 e 6 dias de armazenamento, respectivamente. As notas atribuídas pelos provadores às características sensoriais da banana 'Prata' aos 3 dias de armazenamento foram superiores. Essa pontuação é bastante satisfatória considerando que valor igual ou superior a 7 na escala hedônica indicam boa aceitação do alimento pelo consumidor (DUTCOSKY, 2013). A diminuição das notas das bananas 'Prata' aos 6 dias de armazenamento pode está relacionada com a consequente perda de massa, que pode comprometer de maneira considerável a qualidade sensorial, bem como a comercialização dos frutos.

5.6. CONCLUSÃO

O revestimento de bananas 'Prata' com extrato hidroalcoólico de própolis do tipo verde alecrim e extrato aquoso de própolis do tipo silvestre foram eficientes em reduzir a perda de massa, podendo ser utilizados para estender a vida útil destes frutos. Entretanto,

os revestimentos não influenciam positivamente nas demais variáveis que estão associadas ao processo de amadurecimento da banana 'Prata' ao final do período de armazenamento, apresentando comportamento semelhante aos frutos sem revestimento.

Os frutos de bananeira revestidos com extrato de própolis de diferentes fontes botânicas apresentam a mesma aceitação pelos provadores que os frutos sem revestimento, apresentando qualidade sensorial até o 6º dia de armazenamento, demonstrando que o revestimento do fruto não altera as características sensoriais.

5.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2004. 1018 p.

AGUSTÍ, M. Crecimiento y maduracióndel fruto. In: AZCÓN-BIETO, J.; TALÓN, M. **Fundamentos de fisiologia vegetal**. Barcelona: EdicionsUniversitat de Barcelona, Cap. 6, p. 419–433, 2000.

ALI, A.; CHOW, W.L.; ZAHID, N.; ONG, M.K. Efficacy of propolis and cinnamon oil coating in controlling post-harvest anthracnose and quality of chilli (*Capsicum annuum* L.) during cold storage. **Food and Bioprocess Technology**, Dublin, v. 6, n. 2, p. 1–7, 2013.

ALI, Z.M.; CHIN, L.; LAZAN, H. A comparative study on wall degrading enzymes, pectin modifications and softening during ripening of selected tropical fruits. **Plant Science**, Limerick, v. 167, n. 2, p. 317 – 327, 2004.

BASSINELLO, P.Z.; CORDENUNSI, B.R.; LAJOLO, F.M. Amylolytic activity in fruits: comparison of different substrates and methods using banana as model. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 50, n. 21, p. 5781 – 5786, 2002.

BOTREL, N.; FREIRE JUNIOR, M.; VASCONCELOS, R.M.; BARBOSA, H.T.G. Inibição do amadurecimento da banana-'prata-anã' com a aplicação do 1-metilciclopropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 53–56, 2002.

BURDOCK, G.A. Review of the biological properties and toxicity of bee propolis (propolis). **Food and Chemical Toxicology**, England, v. 36, n. 4, p. 347–363, 1998.

CANO, M.P.; ANCOS, B.; MATALLANA, M.C.; CÁMARA, M.; REGLERO, G.; TABERA, J. Differences among Spanish and Latin-American banana cultivars: morphological, chemical and sensory characteristics. **Food Chemistry**, Reading, v. 59, n. 3, p. 411 – 419, 1997.

CARVALHO, A.V.; SECCADIO, L.L.; MOURÃO JÚNIOR, M.; NASCIMENTO, W.M. O. Qualidade pós-colheita de cultivares de bananeira do grupo 'maçã', na região de Belém – PA. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 1095 – 1102, 2011.

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

DAIUTO, E.R.; MINARELLI, P.H.; VIEITES, R.L.; ORSI, R.O. Própolis e cera vegetal na conservação de abacate 'Hass'. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 1463 – 1474, 2012.

DAUGSCH, A.; MORAES, C.S.; FORT, P.; PARK, Y.K. Brazilian red propolis – chemical composition and botanical origin. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine,** Oxford, v. 5, n. 4, p. 435–441, 2008.

DONATO, S.L.R.; ARANTES, A.M.; SILVA, S.O.; CORDEIRO, Z.J.M. Comportamento fitotécnico da bananeira 'Prata-Anã' e de seus híbridos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 12, p. 1608–1615, 2009.

DUTCOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos**. 4. ed. Curitiba: Champagnat, 2013. 531 p.

HATA, T.; TAZAWA, S.; OHTA, S.; RHYU, M.; MISAKA, T.; ICHIHARA, K. Artepillin C, a major ingredient of Brazilian propolis, induces a pungent taste by activating TRPA1 channels. **Plos One**, San Francisco, v. 7, n. 11, p. 1–9, 2012.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRARIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro: IBGE, v. 26, n. 1, p. 1–83, 2013.

KADER, A.A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 3. ed. California: University of California, 2002. 535 p.

LEE, L.; ARUL, J.; LENCKI, R.; CASTAIGNE, F. A review on modified atmosphere packaging and preservation of fresh fruits and vegetables. Physiological basis and practical aspects. **Packaging Technology and *S*cience**, London, v. 9, n. 6, p. 315 – 331, 1996.

LÓPEZ, B.G.C.; SCHMIDT, E.M.; EBERLIN, M.N.; SAWAYA, A.C.H.F. Phytochemical markers of different types of red propolis. **Food Chemistry**, Reading, v. 146, n. 1, p. 174–180, 2014.

MAQBOOL, M.; ALI, A.; RAMACHANDRAN, S.; SMITH, D.R.; ALDERSON, P.G. Control of postharvest anthracnose of banana using a new edible composite coating. **Crop Protection**, Amsterdam, v. 29, n. 10, p. 1136–1141, 2010.

MARCUCCI, M.C. Propolis: chemical composition, biological properties and therapeutic activity. **Apidologie**, Paris, v. 26, n. 2, p. 83–99, 1995.

MELLO, B.C.B.; PETRUS, J.C.C.; HUBINGER, M.D. Desempenho do processo de concentração de extratos de própolis por nanofiltração. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 166–172, 2010.

MOHAPATRA, D.; MISHRA, S.; SINGH, C.B.; JAYAS, D.S. Post-harvest processing of banana: opportunities and challenges. **Food and Bioprocess Technology**, New York, v. 4, n. 3, p. 327–339, 2011.

NASCIMENTO JUNIOR, B.B.; OZORIO, L.P.; REZENDE, C.M.; SOARES, A.G.; FONSECA, M.J.O. Diferenças entre bananas de cultivares Prata e Nanicão ao longo do amadurecimento: características físico-químicas e compostos voláteis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 3, p. 649 – 658, 2008.

OLDONI, T.L.C.; CABRAL, I.C.R.; D'ARCEA, M.A.B.R.; ROSALEN, P.L.; IKEGAKIC, M.; NASCIMENTO, A.M.; ALENCAR, S.M. Isolation and analysis of bioactive isoflavonoids and chalcone from a new type of Brazilian propolis. **Separation and Purification Technology**, Hong Kong, v. 77, n. 2, p. 208–213, 2011.

PALMER, J.K. The banana. In: HULME, A.C. (ed.). **The biochemistry of fruits and their products**. London, Academic Press, v. 2, p. 65–105, 1971.

PARK, Y.K.; PAREDES-GUZMAN, J.F.; AGUIAR, C.L.; ALENCAR, S.M.; FUJIWARA, F.Y. Chemical constituents in *Baccharis dracunculifolia*as the main botanical origin of southeastern Brazilian propolis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 52, n. 5, p. 1100–1103, 2004.

PARK, Y.K.; ALENCAR, S.M.; AGUIAR, C.L. Botanical origin and chemical composition of Brazilian propolis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 50, n. 9, p. 2502–2506, 2002.

PASTOR, C.; SÁNCHEZ-GONZÁLES, L.; MARCILLA, A.; CHIRALT, A.; CHÁFER, M.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C. Quality and safety of table grapes coated with hydroxypropylmethylcellulose edible coatings containing propolis extract. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 60, n. 1, p. 64–70, 2011.

PBMH e PIF – PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA E PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS. **Normas de classificação de banana**. São Paulo: CEAGESP, Centro de Qualidade em Horticultura, 2006. (Documentos, 29).

PERESIN, D.; BARBOSA, J.C. Uma avaliação de seis procedimentos para comparações múltiplas. **Revista Matemática e Estatística**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 95–103, 1988.

REIS, R.C.; MINIM, V.P.R. Teste de aceitação. In: MINIM, V.P.R. **Análise sensorial**: estudos com consumidores. 2. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2010. Cap. 3, p. 66 – 82.

RIBEIRO, L.R.; OLIVEIRA, L.M.; SILVA, S.O.; BORGES, A.L. Caracterização física e química de bananas produzidas em sistemas de cultivo convencional e orgânico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 3, p. 774 – 782, 2012.

SILVA, C.S.; LIMA, L.C.; SANTOS, H.S.; CAMILI, E.E.; VIEIRA, C.R.Y.I.; MARTIN, C.S.; VIEITES, R.L. Amadurecimento da banana-prata climatizada em diferentes dias após a colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 103–111, 2006.

SFORCIN, J.M. Propolis and the immune system: a review. **Journal of Ethnopharmacology**, Limerick, v. 113, n. 1, p. 1–14, 2007.

ZAHID, N.; ALI, A.; SIDDIQUI, Y.; MAQBOOL, M. Efficacy of ethanolic extract of propolis in maintaining postharvest quality of dragon fruit during storage. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 79, n. 1, p. 69–72, 2013.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os revestimentos de extrato de própolis propiciam menor perda de massa nos frutos de mamoeiro Solo cv. 'Golden', laranjeira 'Pera' e bananeira 'Prata'. A polpa do mamão e da laranja mostra-se enrijecida após aplicação do revestimento de extrato de própolis, fato não observado na polpa da banana. As variáveis SST, ATT, relação SST/ATT e pH da laranja e da banana apresentam alterações de pequena magnitude após aplicação dos revestimentos de extrato de própolis durante o período de armazenamento. Os mamões revestidos com própolis mantêm a ATT, o teor de SST e a relação SST/ATT semelhantes aos frutos sob refrigeração. A qualidade sensorial do mamão e da banana com revestimento de extrato de própolis apresenta comportamento semelhante aos frutos sem revestimento até o quarto e sexto dia de armazenamento, respectivamente. Em síntese, os revestimentos de extrato de própolis aliam a vantagem de ser uma alternativa para o aumento da vida útil pós-colheita de frutas, por fornecer melhor controle sobre a perda de massa. Além disso, podem diminuir o emprego de condições favoráveis de preservação como atmosferas controladas ou refrigeração, reduzindo os custos de conservação pós-colheita de frutas.