

USO DE REVESTIMENTO BIOFILME-QUITOSANA PARA CONSERVAÇÃO DE FRUTOS DE ACEROLA

Erica Rodrigues Moreira¹; Jacira dos Santos Isepon²; Pedro César dos Santos²; Ana Paula Sato Ferreira³; Lísia Borges Attílio⁴, Maria Cecília Cavallini¹, Flávia Aparecida de Carvalho Mariano⁵; Willian Takao⁵.

¹Engenheira Agrônoma, doutoranda em Sistema de Produção, Campus de Ilha Solteira. Rua Blumenau, 89, Bairro Sta Catarina, Ilha Solteira - SP - CEP: 15.385-000. E-mail: erica_rmoreira@hotmail.com; cecicavallini@hotmail.com

²Docentes do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia/UNESP - Campus de Ilha Solteira, Av. Brasil 56, Ilha Solteira, SP, CEP 15385-000. E-mail: jacira@agr.feis.unesp.br; santospc@agr.feis.unesp.br

³Engenheira Agrônoma, Doutoranda em Agronomia, Fitotecnia (Produção Vegetal) UFV - Viçosa - MG. E-mail: Paula_satofferreira@hotmail.com

⁴Engenheira Agrônoma, Doutoranda em Agronomia, Esalq. Avenida Pádua Dias, n. 11, Caixa Postal 9, CEP 13418-900 Piracicaba-SP, E-mail: lisiaborges@gmail.com

⁵Engenheira (o) Agrônoma (o), mestrandia (o) em Sistema de Produção, UNESP Campus de Ilha Solteira. E-mail: flaviamariano1@hotmail.com; williamtakao@hotmail.com

RESUMO: O objetivo foi monitorar a conservação de frutos de acerola (*Malpighia glabra L.*) com revestimento biofilme-quitosana. O experimento foi realizado no Laboratório de Biotecnologia da FE/UNESP - Ilha Solteira - SP, em abril de 2006. A acerola cv. Olivier utilizada no presente trabalho foi adquirida do produtor do município de Junqueirópolis - SP. No laboratório os frutos foram selecionados, lavados e higienizados com hipoclorito de sódio a 10% por 5 minutos e separados ao acaso em 4 tratamentos: T1 - sem aplicação de solução de quitosana (testemunha), T2 - solução de quitosana 1%, T3 - solução de quitosana 2%, T4 - solução de quitosana 3%. Após separar os tratamentos, os frutos de acerola foram embalados em bandejas de isopor e revestidos com filme de 12µm. Foram feitas as seguintes determinações a cada 3 dias durante 15 dias: Perda de Massa Fresca, Sólidos Solúveis (SS), Acidez Titulável (AT), pH e Ratio. Em função dos resultados recomenda-se para frutos de acerola o armazenamento no período de seis a nove dias, onde os frutos apresentaram condições favoráveis para consumo sem sinal de contaminação fúngica. Os tratamentos com quitosana 2% e 3% apresentaram melhores resultados para as características avaliadas.

Palavras-chave: sólidos solúveis; acidez titulável; vitamina C; bandejas de isopor

USE OF CHITOSAN COATING BIOFILM FOR PRESERVATION OF FRUITS ACEROLA

SUMMARY: The objective was monitor the preservation of acerola fruits (*Malpighia glabra L.*) biofilm-coated chitosan. The experiment was realized at the Laboratory of Biotechnology of the FE / UNESP - Ilha Solteira - SP, in April 2006. The acerola cv. Olivier used in this work was acquired by the producer of the municipality of Junqueirópolis - SP. In the laboratory the fruits were selected, washed and cleaned with sodium hypochlorite and 10% for 5 minutes and separated randomly into 4 treatments: T1 - without application of a solution of chitosan (control), T2 - chitosan solution of 1%, T3 - chitosan solution of 2%, T4 - solution of 3% chitosan. After separating the treatments, the acerola fruit were packaged in styrofoam trays and covered with film of 12 µm. The following determinations were made every 3 days for 15 days: weight loss, soluble solids (SS), titratable acidity (TA), pH and ratio. Depending on the results it is recommended for the storage of acerola fruit within six to nine days, where the fruits were favorable conditions for consumption without signs of fungal contamination. Treatments with

chitosan 2% and 3% showed better results for the characteristics evaluated.

Keywords: soluble solids; titratable acidity; vitamina C; styrofoam trays

INTRODUÇÃO

A acerola ou cereja-das-antilhas (*Malpighia emarginata* D.C.) é uma frutífera nativa das ilhas do Caribe, América Central e norte da América do Sul. Pertence à família Malpighiaceae e é conhecida mundialmente pelo seu alto teor de vitamina C nos frutos, que pode atingir até 4000mg/100g de polpa (BARBOZA et al., 1996). No Brasil a ingestão diária recomendada (IDR) de vitamina C para adultos é de 60mg (BRASIL, 1998).

O Brasil é o maior produtor, consumidor e exportador de acerola do mundo. O Estado de São Paulo é o terceiro principal produtor de acerola no Brasil, com produção estimada, no ano 2000, de 4.514 toneladas com rendimento médio de 9,15 t/ha. A região Sudeste consome entre 5 e 6 mil toneladas de frutos por ano, superando os mercados japonês e europeu, com cerca de 2,5 mil toneladas cada um. No mercado internacional, o interesse pela polpa da acerola disputa uma faixa mercadológica daqueles que preferem produtos naturais, pois se sabe que somente 50% da vitamina C sintética é absorvida pelo organismo humano, enquanto que a natural é 100% absorvida (Fonte: APTA Regional Alta Paulista, 2006).

A acerola da região da Nova Alta Paulista representa 64,7% da produção total do Estado de São Paulo e é estimada em 341,5 mil caixas de 16 kg, segundo a Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), da Secretaria Estadual de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Hoje a região é a maior produtora de acerola do Estado de São Paulo, onde a cultura encontra condições climáticas ideais ao seu desenvolvimento, sendo o município de Junqueirópolis o maior produtor de acerola do

Estado de São Paulo, sendo cultivados 100.000 mil pés de acerola, com uma produção na safra de 2001/2002 de aproximadamente 3000 mil toneladas.

A acerola é uma fruta altamente perecível uma vez que apresenta um elevado teor de umidade. A maior dificuldade na comercialização de acerola na forma de fruta fresca é sem dúvida a curta vida útil dos frutos após a colheita. A fruta passa por uma série de alterações durante os processos de maturação, amadurecimento e senescência, onde a clorofila é degradada paralelamente com o surgimento de carotenóides, antocianinas, açúcares redutores e principalmente, a acentuada perda de vitamina C. (ALVES 1993; NETO & SOARES, 1994).

As embalagens são matérias que devem permitir a continuidade de seu processo vital, além de proteger os frutos contra injúrias, deve isolá-las de condições adversas de temperatura, umidade, acúmulo de gases, entre outros, contribuindo assim para redução de perdas. As coberturas denominadas "comestíveis" são conhecidas mais recentemente, e seu interesse aumentado pelos produtores devido à expansão da oferta de produtos processados.

Os revestimentos comestíveis sobre alimento devem ter uma aderência suficiente para não serem facilmente removidos no manuseio e não introduzirem alterações no gosto. O uso de quitosana tem se mostrado eficiente na conservação de frutas e de diversos alimentos, aumentando o período de armazenamento (ASSIS et al., 2003).

O presente trabalho teve por objetivo monitorar a conservação de frutos de acerola armazenados com revestimentos de biofilme-quitosana sob refrigeração.

TABELAS

Tabela 01. Valores médios para sólidos solúveis (°Brix) em acerolas, armazenadas em filme plástico sob refrigeração. Ilha Solteira - SP, 2006.

Tratamento	Tempo de Armazenamento (dia)					
	3	6	9	12	15	
1	5,14	7,30	7,51	6,35	8,74	7,01 B
2	8,15	7,00	7,27	7,59	8,51	7,70 A
3	8,02	7,63	7,20	7,78	7,84	7,69 A
4	7,01	7,43	7,17	7,75	8,41	7,55 A
Médias	7,08	7,34	7,28	7,36	8,37	

Letras iguais, maiúscula na vertical, não diferem estatisticamente entre si (Tukey 5%)
T1 - Testemunha; T2 - Quitosana 1%; T3 - Quitosana 2% e T4 - Quitosana 3%

Tabela 02. Valores médios para vitamina C (mg ácido ascórbico/100mL de suco) de acerolas armazenadas em filme plástico sob refrigeração. Ilha Solteira SP, 2006.

Tratamento	Tempo de Armazenamento (dia)					
	3	6	9	12	15	
1	1470,41	1344,31	941,26	1243,45	387,97	1077,48 AB
2	1536,23	1247,40	1070,37	16,81	171,69	808,50 B
3	1433,54	1447,75	905,18	1323,38	498,46	1121,66 A
4	1348,63	1326,37	560,91	745,18	56,99	807,62 B
Médias	1447,20	1341,45	869,43	832,20	278,77	

Letras iguais, maiúscula na vertical, não diferem estatisticamente entre si (Tukey 5%)
T1 - Testemunha; T2 - Quitosana 1%; T3 - Quitosana 2% e T4 - Quitosana 3%.

FIGURAS

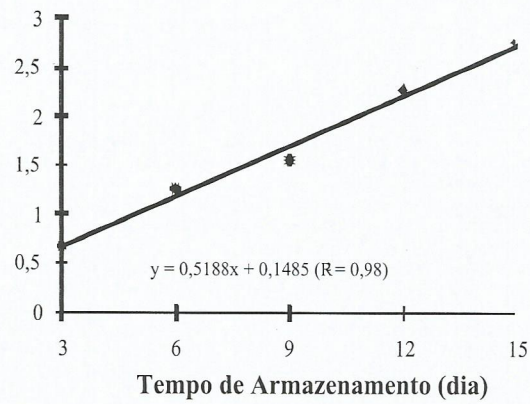


Figura 01: Efeito do tempo de armazenamento na perda de massa fresca (%) de acerolas armazenadas em filme plástico sob refrigeração. Ilha Solteira - SP, 2006.

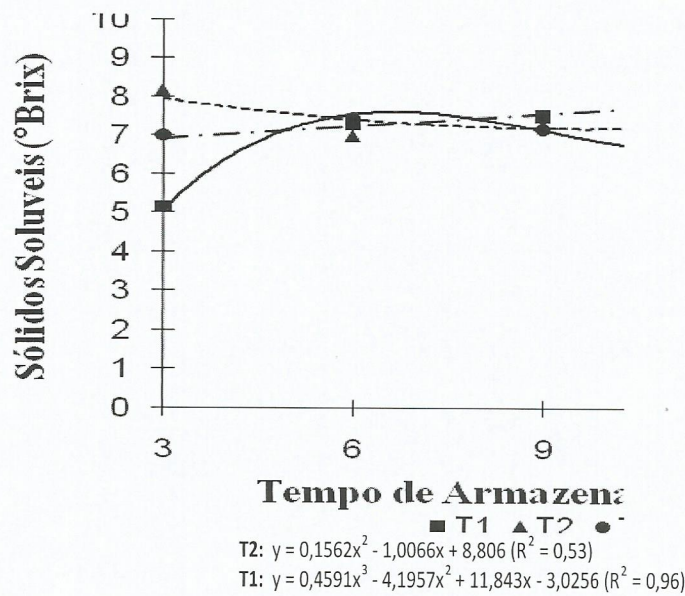


Figura 02. Efeito do tempo de armazenamento no teor dos sólidos solúveis (°Brix) de acerolas armazenadas em filme plástico sob refrigeração. Ilha Solteira - SP, 2006.

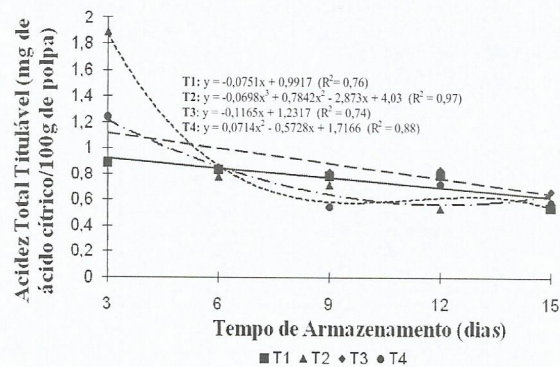


Figura 03. Efeito do tempo de armazenamento para acidez titulável (mg de ácido cítrico/100mL de suco) de acerolas armazenadas em filme plástico sob refrigeração. Ilha Solteira - SP, 2006.

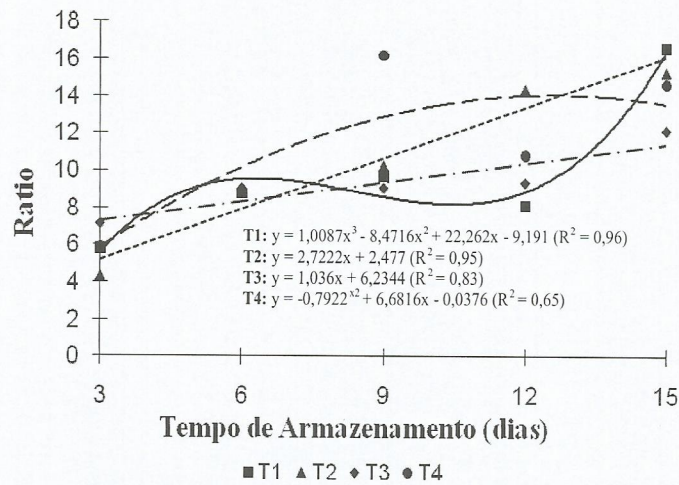


Figura 04. Efeito do tempo de armazenamento para Ratio (SS/AT) de acerolas armazenadas em filme plástico sob refrigeração. Ilha Solteira - SP, 2006.

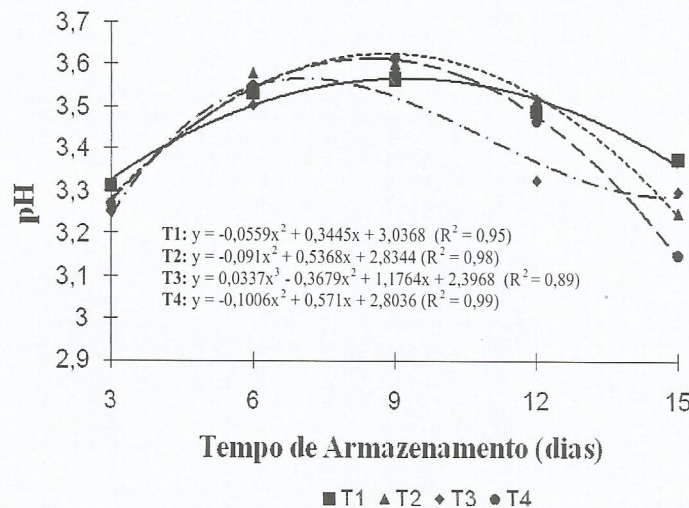


Figura 05. Efeito do tempo de armazenamento para pH de acerola, armazenadas em filme plástico sob refrigeração. Ilha Solteira - SP, 2006.

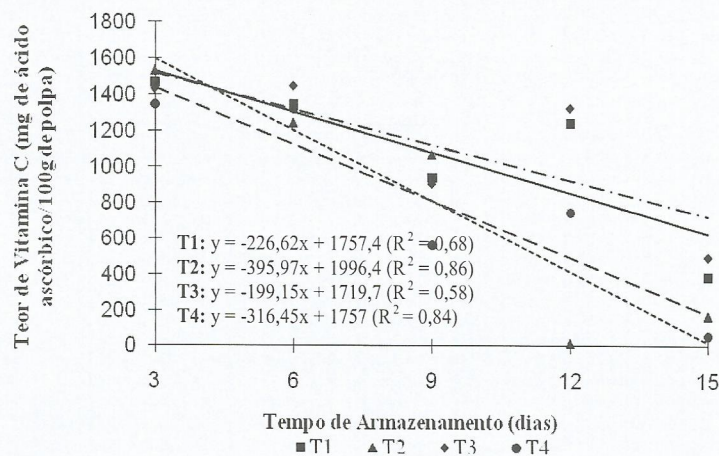


Figura 06. Efeito do tempo de armazenamento para vitamina C (mg ácido ascórbico/100mL de suco) de acerolas armazenadas em filme plástico sob refrigeração. Ilha Solteira - SP, 2006.

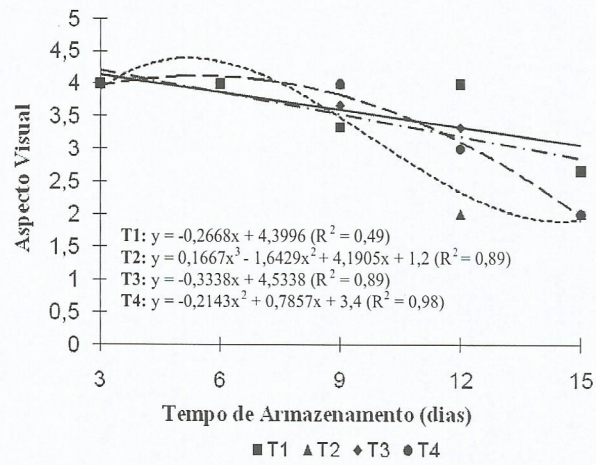


Figura 07. Efeito do tempo de armazenamento no Aspecto Visual de acerolas armazenadas em filme plástico sob refrigeração. Ilha Solteira - SP, 2006.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Biotecnologia da FE/UNESP - Campus de Ilha Solteira - SP, em abril de 2006. A acerola cv. Olivier utilizada no presente trabalho foi adquirida do produtor do município de Junqueirópolis - SP. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado esquema fatorial 4X5 (Tratamento x Tempo de Armazenamento). Ao chegarem ao laboratório os frutos foram selecionados (frutos com coloração vermelha), lavados e higienizados com hipoclorito de sódio a 10% por 5 minutos. Após esse procedimento os frutos foram imediatamente analisados quanto o teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH), massa fresca e vitamina C. Os frutos apresentavam-se maduros com coloração vermelha. Os frutos de acerola devidamente higienizados foram separados ao acaso em 4 tratamentos: T1 - sem aplicação de solução de quitosana (testemunha), T2 - aspersão de solução de quitosana 1%, T3 - aspersão de solução de quitosana 2%, T4 - aspersão de solução de quitosana 3%. Após separar os tratamentos, os frutos de acerola foram embalados em bandejas de isopor e revestidos com filme de 12µm. Para monitorar a qualidade pós-colheita da acerola, foram feitas as seguintes determinações a cada 3 dias por um período de 15 dias:

Perda de Massa Fresca: foi calculada pela diferença, em porcentagem, entre a massa inicial e a massa no momento da avaliação.

Teor de sólidos solúveis (SS): Foi determinado com auxílio de um refratômetro de mesa (CARVALHO et al., 1990).

Acidez Titulável (AT): Foi determinada em uma amostra de 5mL de suco com adição de 25mL de água destilada titulada com solução de NaOH 0,1N e expresso em gramas de ácido cítrico por 100mL de suco (CARVALHO et al., 1990).

Ratio: foi calculado pela relação entre o teor de sólidos solúveis e acidez titulável.

Potencial hidrogeniônico: foi determinado utilizando-se um potenciômetro digital modelo DMPH-2 Digimed (CARVALHO et al., 1990).

Teor de Vitamina C: foi determinada por titulação com solução de iodato de potássio 0,01N em 1 g de suco mais 20 mL de H₂SO₄, 1 mL de amido e 1 mL de iodeto 0,01N (CARVALHO et al., 1990).

Aspecto Visual: foi avaliada pelo método visual e por notas variando entre 1 a 5, onde: 1 = Péssimo, 2 = Ruim, 3 = Regular, 4 = Bom e 5 = Ótimo.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas através do teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. Análise do efeito tempo de armazenamento foi feita por regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os frutos apresentaram perda de massa fresca em função do tempo, independente do tratamento, como pode ser observado na Figura 01. Observa-se que a massa fresca apresentou um comportamento linear, aumentando a perda da massa fresca conforme aumentou o tempo de armazenamento, ocorrendo uma perda de 2,76% ao final de 15 dias de armazenamento. Resultado semelhante foi observado por Santos et al. (2006) que constatou que o uso de quitosana 1% não foi eficiente contra a perda de massa em frutos de pêssegos em condições ambientes. Em estudo realizado com maçãs recobertas com quitosana durante 10 dias de armazenamento em condições ambientes, observou-se que ao final desse período a preservação média de perda de massa foi de 10% para as amostras recobertas, tendo apresentado pouco resultado (ASSIS & LEONI, 2003). Segundo Assis & Silva (2003), a quitosana mesmo sendo um material hidrofílico com significativa taxa de absorção de água, apresenta claramente o efeito da perda de massa.

No presente trabalho, em todas as épocas e tratamentos, os valores de sólidos

solúveis foram superiores a 5,14, atingindo um valor máximo de 8,74 °Brix (Figura 02 e Tabela 01). Os resultados foram semelhantes ao encontrado por Chitarra & Chitarra (1990) que estudando teor de sólidos solúveis em manga, observou que é crescente o teor de sólidos solúveis durante o armazenamento, e esse resultado se deve à degradação do amido e consequente formação de açúcares solúveis. Os sólidos solúveis (°Brix) são usados como índice de maturidade e indicam a quantidade de substâncias que se encontram dissolvidos no suco, sendo constituído na sua maioria por açúcares. Na acerola, podem ser encontrados valores de 5 até um máximo de 12 °Brix, sendo a média em torno de 7-8 °Brix (ALVES, 1996).

Para a acidez titulável (Figura 03), o tratamento com quitosana 2% apresentou maior teor de acidez titulável, 0,8mg de ácido cítrico/100g de polpa. Yamashita et al. (2006) observando frutos de acerola com embalagem ativa observou que o tratamento testemunha apresentou o menor teor da acidez titulável em relação aos demais tratamentos ao longo de oito dias de armazenagem, tendo ocorrido provavelmente devido à ação do permanganato de potássio ($KMnO_4$) presente nos filmes, o qual reduziu a atividade metabólica dos frutos nos demais tratamentos, quando comparado com a testemunha. Chien et al. (2005), estudando frutos de mangas cortadas com aplicação de quitosana 1%, obteve maior valor de acidez titulável (0,7%). Segundo Chitarra & Chitarra (1990), os frutos com o amadurecimento perdem rapidamente a acidez, mas, em alguns casos, há um pequeno aumento nos teores com o avanço do amadurecimento.

Foi obtido maiores valores na relação SS/AT no tratamento sem aplicação de quitosana (Figura 04), apresentando uma SS/AT de 16,6 no décimo quinto dia de armazenagem. Os resultados estão de acordo com Kluge et al. (1999) que utilizando embalagens plásticas para pêssegos 'flordaprince' refrigerados observou um aumento na relação SS/AT ao longo do armazenamento refrigerado, tendo atingido valores entre 13,59 e 16,71 após 14 dias de

conservação.

Para a variável pH (Figura 05) o tratamento com quitosana 3% apresentou maior valor no pH no nono dia de armazenagem com 3,61, chegando no décimo quinto dia de armazenagem com pH de 3,15. Os resultados encontrados foram semelhantes ao encontrado por Yamashita et al. (2006) para embalagem ativa para frutos de acerola, com os valores de pH variando de 3,3 a 3,7. Bueno et al. (2002) avaliando a qualidade de polpas de frutas congeladas, encontrou resultado similar para polpa de acerola com pH de 3,3.

Para a variável vitamina C os tratamentos sem aplicação de quitosana e quitosana a 2% foram os que obtiveram maiores valores apresentando 1.077,48 e 1.121,66mg de ácido ascórbico/100ml de suco, respectivamente (Tabela 02 e Figura 05). Todos os tratamentos apresentaram perda no teor de vitamina C ao longo do armazenamento. Os comportamentos mostrados pelos tratamentos estão de acordo com Cardello & Cardello (1998) que trabalhando com mangas "Haden" observaram que o teor de vitamina C caiu linearmente com o tempo não ocorrendo variações. Em estudo realizado por Yamashita et al. (2006) utilizando embalagem ativa em frutos de acerola, observou que o teor de vitamina C da amostra variou de 1.100 a 2200mg de ácido ascórbico/100g suco, com decréscimo concentrado ao longo da armazenagem, sem influência dos tratamentos. De acordo com Neto & Soares (1994) o teor de vitamina C está ligado ao grau de amadurecimento do fruto.

Os resultados obtidos para aspecto visual em acerolas armazenadas em filme plástico sob refrigeração estão apresentados na Figura 07. Os frutos de acerola apresentaram condições favoráveis para consumo sem sinal de contaminação fúngica até o nono dia de armazenagem. Todos os tratamentos apresentaram ao final do décimo quinto dia perda na coloração dos frutos e contaminação por fungos. Neves et al. (2002) estudando embalagens de baixa densidade,

observaram que os frutos de figo acondicionados em PEBD de 22 μ m foram os que obtiveram melhores resultados, apresentando-se ao final do período experimental sem nenhuma manifestação de danos físicos e/ou podridões. Dados estes confirmados por Sarantópolos & Soler (1989), no qual descreve os efeitos positivos da embalagem quanto à criação de uma barreira de proteção que separa os frutos do contato direto com o meio, preservando assim a integridade física dos mesmos.

CONCLUSÕES

Em função dos resultados recomenda-se para frutos de acerola o armazenamento no período de seis a nove dias, onde os frutos apresentaram condições favoráveis para consumo sem sinal de contaminação fúngica. Os tratamentos com quitosana 2% e 3% apresentaram melhores resultados para as características avaliadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R. E. Acerola, fisiologia da maturação e armazenamento refrigerado sob atmosfera ambiente e modificado. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) Departamento de Biologia, Universidade Federal de Lavras, 99 p. 1993.

APTA - Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios. Disponível em <http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostr_a_conteudo.asp?conteudo=12744> Acesso em 08 de Agosto de 2006.

ASSIS, O. B. G.; SILVA, V. L. Caracterização estrutural e da capacidade de absorção de água em filmes finos de quitosana processados em diversas concentrações. Polímeros: Ciência e Tecnologia. v.13, p. 223-228, 2003.

ASSIS, O. B. G.; LEONI, A. M. Filmes comestíveis de quitosana: Ação biofungicida sobre frutas fatiadas. Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento. ed. 30, p. 33-38, 2003.

BARBOZA, S. B. S. C.; TAVARES, E. D.; MELLO, M. B. Instruções para o cultivo da acerola. Circular Técnica - EMBRAPA-CPATC. Aracaju, p.42, 1996.

BEN-YEHOSHUA, S. Individual seal-packaging of fruit and vegetables in plastic film - a new postharvest technique. HortScience, Alexandria, v.20, n.1, p.32-37, 1985.

BRASIL. Portaria SVS/MS n.º 33, de janeiro de 1998. Tabelas de Ingestão Diária Recomendada IDR. Diário Oficial da União de 16 de janeiro de 1998. Seção1, pt 1.

BUENO, S. M.; LOPES, M. R. V.; GRACIANO, R. A. S.; FERNANDES, E. C. B.; GARCIA-CRUZ, C. H. Avaliação da qualidade de Polpas de Frutas Congeladas. Revista Instituto Adolfo Lutz, v. 62, n.2, p.121-126, 2002.

CARDELLO, H. M. A.; CARDELLO, L. Teor de vitamina C, atividade de ascorbato oxididase e perfil sensorial de manga (*Mangifera indica L.*) var. "Haden" durante o amadurecimento. In: XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, p. 211-217, 1998.

CARVALHO, C. R. L.; CARVALHO, P. R. N.; MANTOVANI, D. M. B.; MORAES, R. M. Análise química de alimentos. Campinas: ITAL, p. 121, 1990.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 320p, 1990.

CHIEN, P. J. et al. Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. Journal of Food Engineering, Taiwan, p. 1-5, 2005.

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

NETO, L. G.; SOARES, J. M. Acerola para exportação: aspectos técnicos da produção. Série Publicações Técnicas FRUPEX, n. 10, Brasília, p. 43, 1994.

NEVES, L. C.; RODRIGUES, A. C.; VIEITES, R. L. Low density polyethylene (LDPE), in the postharvest conservation of fig cv. "Roxo de Valinhos" stored under cold storage. Revista Brasileira Fruticultura, Jaboticabal, v. 24, n. 1, 2002.

SANTOS, C. A. A. et al. Efeito da quitosana na conservação pós-colheita de pêssegos 'Douradão'. Frutas do Brasil: saúde para o mundo. Palestras e Resumo. Congresso Brasileiro de Fruticultura, 19, 2006. Cabo Frio-RJ: SBF/UENF/UFRuralRJ, 598p, 2006.

SARANTÓUPOLOS, I. G. L.; SOLER, R. M. Embalagens com atmosfera