

AUTORES
AUTHORS

✉ **Fabio YAMASHITA**
Akihiro NAKAGAWA
Guilherme Ferrari VEIGA
Suzana MALI
Maria Victoria Eiras GROSSMANN

Universidade Estadual de Londrina,
Centro de Ciências Agrárias
Departamento de Tecnologia de Alimentos e Medicamentos
Cx. Postal 6001, CEP 86051-970, Londrina, PR
E-mail: fabioy@uel.br

RESUMO

Os sistemas de embalagem influenciam a vida de prateleira de frutos e hortaliças *in natura* ou minimamente processados. O objetivo deste trabalho foi testar uma embalagem ativa para frutos de acerola *in natura* (*Malpighia puniceifolia* L.) armazenados a 12°C. A embalagem foi composta por potes de polipropileno selados com filmes biodegradáveis de amido, contendo na formulação do filme o conservador propionato de cálcio e permanganato de potássio como absorvedor de etileno. Filmes sem estes compostos serviram de controle. Os frutos foram caracterizados quando ao pH, teores de sólidos solúveis, acidez titulável e vitamina C, perda de massa, contagem de bolores e leveduras e aceitação sensorial ao longo da armazenagem. Acerolas embaladas com filmes contendo permanganato e propionato apresentaram menores alterações na acidez e no teor de sólidos solúveis e menor taxa de perda de massa ao longo da armazenagem. Além disso os frutos com a embalagem ativa tiveram maior aceitação, menor desenvolvimento microbiano e maior vida útil, sempre em relação ao controle.

SUMMARY

The packaging system affects the shelf life of *in natura* or minimally processed fruits and vegetables. The objective of this work was to test an active packaging for West Indian cherry fruits (*Malpighia puniceifolia* L.) stored at 12°C. The packaging consisted of polypropylene pots sealed with biodegradable starch films containing calcium propionate as a preservative and potassium permanganate as an ethylene absorber. Films without these chemicals served as the control. The fruits were analysed for pH value, soluble solids, titratable acidity and vitamin C contents, weight loss and mould and yeast counts throughout the storage time, as well as carrying out a sensory analysis. West Indian cherry fruits packaged in films containing propionate and permanganate, showed less alterations in acidity and soluble solids contents and a lower weight loss rate during the storage time. In addition, the active packaged fruits presented higher acceptance, lower microbiological growth and an extended shelf life, as compared to the control fruits.

PALAVRAS-CHAVE
KEY WORDS

Amido de Mandioca; *Malpighia puniceifolia*; Vida de Prateleira; Embalagem Ativa.

Tapioca Starch; *Malpighia puniceifolia*; Shelf Life; Active Packaging.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um grande produtor de acerola, um fruto tropical climatérico proveniente das Antilhas e América Central, de rápido amadurecimento e alta atividade metabólica, apresentando taxa respiratória no pico climatérico em torno de $900 \text{ mL CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ mas com pico de produção de etileno relativamente baixo, em torno de $3 \mu\text{L C}_2\text{H}_4 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, indicando que o produto é sensível ao etileno (CARRINGTON & KING, 2002). A acerola tem uma boa aceitação devido as suas características sensoriais e ao elevado teor de vitamina C, entre 1.000 e 4.676 mg.100g⁻¹ de polpa (NETO & SOARES, 1994), entretanto sua comercialização *in natura* é dificultada pela curta vida de prateleira do fruto. Este fruto sofre uma série de alterações durante os processos de maturação, amadurecimento e senescência, destacando-se: degradação da clorofila em paralelo ao aparecimento de carotenóides; decréscimo na acidez; aumento nos açúcares redutores e, principalmente, acentuada perda de vitamina ao longo dessas etapas (ALVES, 1993; NETO & SOARES, 1994).

A especificação de sistemas de embalagem para frutos e hortaliças *in natura* ou minimamente processadas é complexa pois, diferentemente de outros alimentos, estes produtos continuam respirando até embalados. Além de proteção mecânica, as tecnologias envolvidas no desenvolvimento de embalagem para frutos e hortaliças visam reduzir a taxa de respiração e, conseqüentemente, aumentar a vida útil do produto (SARANTOPOULOS & FERNANDES, 2001). Para atender às necessidades do mercado estão sendo desenvolvidas as chamadas embalagens ativas, as quais podem ser definidas como embalagens que percebem mudanças no ambiente ao redor do produto e respondem com alterações em suas propriedades. Exemplos são as embalagens com ação antioxidante, de absorção de oxigênio, de odores e de umidade e aquelas que liberam saborizantes (LABUZA & BREENE, 1989; SARANTOPOULOS *et al.*, 1996; STRATHMANN *et al.*, 2005; TOVAR *et al.*, 2005). No caso de embalagens ativas para frutos e hortaliças *in natura*, as principais ações preconizadas dizem respeito à absorção de etileno, que é um gás associado ao amadurecimento e à liberação de substâncias antimicrobianas, obtendo desta forma uma redução tanto na atividade fisiológica como no desenvolvimento microbiológico.

Os absorvedores de etileno, tais como permanganato de potássio (KMnO₄), KMnO₄-amargosite, Green Keeper[®], Frubel[®] e Cycocel[®] têm por finalidade absorver e oxidar o etileno liberado pelo próprio fruto durante o processo de amadurecimento (LIN & ZHANG, 1993; VILAS BOAS *et al.*, 2001).

Há relatos sobre a aplicação de revestimentos em frutos que reduziram a deterioração quando carregados com conservadores (ácidos benzóico, sórbico, propiônico e seus respectivos sais) (TORRES *et al.*, 1985; DAVIDSON & BRANEN, 1993; BALDWIN *et al.*, 1997). O ácido propiônico e seus sais, na forma não dissociada, são efetivos contra o desenvolvimento de bolores, mas pouco eficazes para bactérias e leveduras. Eles agem alterando a permeabilidade da membrana celular do microrganismo e a atividade das enzimas intracelulares (FRANCO & LANDGRAF, 2003).

Diversos polímeros biodegradáveis têm sido estudados recentemente, entretanto o custo ainda é alto e a produção é baixa em relação ao dos polímeros convencionais. Neste contexto, o amido é o material mais comumente estudado, principalmente por ser uma matéria-prima abundante e disponível em todo o mundo, apresentando muitas possibilidades de modificação química, física ou genética, originando filmes e revestimentos com diversas possibilidades de aplicação (GONTARD & GUILBERT, 1996; CHANDRA & RUSTGI, 1998; MALI *et al.*, 2005).

Uma das propostas para a utilização de filmes biodegradáveis é o aumento da vida de prateleira de frutos e hortaliças *in natura* ou minimamente processadas. O controle das transformações bioquímicas durante o amadurecimento pode ocorrer através da modulação seletiva da transferência de massa, incluindo trocas gasosas de O₂, CO₂ e de etileno, e limitação da desidratação através do controle da permeabilidade à água (KADER, 1986; FAKHOURI, 2002).

Este trabalho teve como objetivo testar uma embalagem ativa para frutos de acerola *in natura* (*Malpighia puniceifolia* L.) armazenados a 12°C visando o aumento da vida de prateleira do produto para comercialização *in natura*. A embalagem foi composta por potes de polipropileno selados com filmes biodegradáveis de amido, contendo em sua formulação o conservador propionato de cálcio e permanganato de potássio como absorvedor de etileno.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

Para a produção dos filmes foi utilizado amido de mandioca (Indemil Comércio e Indústria Ltda), glicerol (CAAL, P.A.), propionato de cálcio comercial (pureza 98-99%) e permanganato de potássio (CAAL, P.A.).

Os frutos de acerola (*M. puniceifolia* L.) foram produzidos na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina, colhidos no estágio de maturação completa, tendo 75% da casca com coloração vermelha, e imediatamente transportados para o laboratório para seleção e embalagem. Na seleção dos frutos foi levada em consideração a cor, a superfície regular e tamanho homogêneo, além da ausência de podridão e danos físicos. Não foi feito tratamento fitossanitário dos frutos antes da embalagem.

2.2 Métodos

2.2.1 Produção dos filmes biodegradáveis

Para a produção dos filmes foram preparadas soluções filmogênicas com amido de mandioca, glicerol como plastificante, permanganato de potássio como absorvedor de etileno, propionato de cálcio como conservador e água

como solvente. Foram utilizadas três formulações de soluções filmogênicas para a produção dos filmes:

- Controle: 3,5% de amido de mandioca (base úmida, b.u.), 1% de glicerol (b.u.) e 95,5% de água destilada;
- Tratamento 1: 3,5% de amido de mandioca (b.u.), 1% de glicerol (b.u.), 0,018% de permanganato de potássio (b.u.), 0,018% de propionato de cálcio (b.u.) e 95,464% de água destilada;
- Tratamento 2: 3,5% de amido de mandioca (b.u.), 1% de glicerol (b.u.), 0,009% de permanganato de potássio (b.u.), 0,009% de propionato de cálcio (b.u.) e 95,482% de água destilada.

Os filmes foram confeccionados pela técnica de *casting*, que consiste na desidratação de uma solução filmogênica aplicada sobre um suporte. Os ingredientes das formulações foram misturados, formando as soluções filmogênicas, as quais foram aquecidas de 30°C a 95°C (3°C/min), mantidas a 95°C por 2 minutos, sob agitação a 75 rpm, empregando-se um viscosógrafo (marca Brabender, modelo Pt 100, Duisburg, Alemanha). Após resfriamento até 60°C, 120g da solução filmogênica foram colocadas em placas de acrílico (200mm x 200mm x 30mm) e submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar (marca Tecnal, modelo TE 394-3, Piracicaba, Brasil), a 40°C por 24 horas. Os filmes foram condicionados durante 10 dias a 25°C ± 2°C e 75% U.R. antes da utilização nas embalagens.

2.2.2 Embalagem e armazenagem dos frutos de acerola

Frutos de acerola, aproximadamente 120 gramas, foram acondicionados em potes de polipropileno (10cm de diâmetro x 5cm de altura), selados com os filmes biodegradáveis previamente produzidos, num total de 18 potes para cada tratamento. Os frutos embalados foram armazenados em incubadora B.O.D (marca Marconi, modelo 415, Piracicaba, Brasil) a 12°C ± 0,5°C por 12 dias, com umidade relativa de 72-78%. A cada 4 dias foram retirados 3 potes de cada tratamento, e realizadas análises físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais.

2.2.3 Análise dos frutos de acerola embalados

As análises de pH, teor de sólidos solúveis e acidez titulável foram realizadas de acordo com as normas analíticas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1976). A quantificação de vitamina C foi feita de acordo com o método padrão da AOAC (1984) modificado por BENASSI & ANTUNES (1988).

A perda de massa durante a armazenagem foi calculada como porcentagem em relação à massa inicial do fruto. As pesagens foram feitas no tempo zero e depois de 4 em 4 dias utilizando-se balança semi-analítica.

Para contagem de bolores e leveduras (UFC), 25g de frutos, retirados aleatoriamente das embalagens, foram triturados e adicionados em frascos de erlenmeyer com 225mL de água peptonada (1%), obtendo-se a diluição da ordem de 10⁻¹. Do material homogeneizado, foram preparadas diluições de 10⁻² e 10⁻³, que foram inoculadas em placas de Petri estéreis.

Para inoculação, adicionou-se 1mL de cada diluição às placas de Petri e 15 a 20mL de ágar BDA (Ágar Batata Dextrosado, Merck), que foram incubadas invertidas, a 25°C por 5 dias, em estufa incubadora para B.O.D. Após o período de incubação, foi feita contagem das colônias nas placas (SPECK, 1976). Todas as análises foram realizadas em duplicata.

A análise sensorial foi realizada através de testes de aceitação da aparência global dos frutos nas embalagens abertas e fechadas, para cada amostra, e quanto à intenção de compra. Foram utilizados 30 provadores não treinados por sessão, formados por alunos, funcionários e professores da Universidade. Os provadores avaliaram os frutos com e sem embalagem, através de uma escala hedônica estruturada de sete pontos com os extremos correspondendo a “desgostei extremamente” e “gostei extremamente” e, na avaliação de intenção de compra, uma escala hedônica estruturada de cinco pontos, com extremos correspondendo a “certamente não compraria” e “certamente compraria”.

Os resultados da avaliação sensorial e intenção de compra também foram expressos na forma de porcentagem de aceitação da aparência e de intenção de compra, e o cálculo foi realizado de acordo com a equação 1 (NAKAGAWA, 2003).

$$\% \text{ aceitação ou intenção de compra} = \left(\frac{\sum \text{pontuação}}{n_{\text{fichas}} \times \text{pontuação}_{\text{max}}} \right) \times 100 \quad (1)$$

em que:

\sum pontuação = somatória da pontuação das fichas

n_{fichas} = número de fichas

$\text{pontuação}_{\text{max}}$ = pontuação máxima da ficha

2.2.4 Análise estatística

Para comparação do teor de sólidos solúveis, acidez titulável, pH, teor de vitamina C e avaliação sensorial entre os diferentes tratamentos foram feitas análises de variância e aplicou-se o Teste de Duncan, para avaliar diferença entre as médias, utilizando o módulo ANOVA/MANOVA do programa Statistica® 6.0 (STATSOFT, 2001). Correlações lineares foram calculadas entre o tempo de armazenagem e a perda de massa, com os respectivos níveis de significância (p) e coeficientes de determinação (R²), utilizando-se o módulo *Multiple Regression* do programa Statistica® 6.0 (STATSOFT, 2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1, as acerolas do tratamento controle apresentaram maior redução na acidez titulável e no teor de sólidos solúveis em relação aos demais tratamentos ao longo de oito dias de armazenagem; isto provavelmente ocorreu devido à ação do permanganato de potássio (KMnO₄) presente nos filmes, o qual reduziu a atividade metabólica dos frutos nos tratamentos 1 e 2, quando comparados com o controle. Não foi observado, entretanto, um efeito entre as

diferentes concentrações de permanganato e, a partir do 12º dia de armazenagem, os frutos já estavam impróprios para consumo.

TABELA 1. Teor de sólidos solúveis, acidez titulável e vitamina C de acerolas armazenadas a 12°C em diferentes embalagens.

Tempo (dia)	Tratamento*	Sólidos solúveis (°Brix)	Acidez titulável (% ac. cítrico)	Vitamina C (mg.100g ⁻¹)
0	Controle	10,0±0,2 ^a	0,94±0,08 ^a	2.222 ± 21 ^a
4	Controle	9,0±0,1 ^b	0,91±0,07 ^a	1.178 ± 28 ^{b,c}
	Tratamento 1	9,0±0,2 ^b	1,01±0,05 ^a	1.265 ± 15 ^b
	Tratamento 2	8,7±0,2 ^b	0,91±0,05 ^a	1.207 ± 23 ^b
8	Controle	8,0±0,2 ^c	0,67±0,08 ^c	1.136 ± 64 ^{b,c}
	Tratamento 1	8,7±0,1 ^b	0,82±0,06 ^{a,b}	1.165 ± 11 ^{b,c}
	Tratamento 2	8,2±0,2 ^c	0,85±0,07 ^{a,b}	1.102 ± 11 ^c

a,b,c Médias seguidas de pelo menos uma letra igual numa mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 0,05 pelo teste de Duncan.

O efeito do KMnO₄ sobre a redução da atividade metabólica durante o armazenamento também foi relatado por LIN & ZHANG (1993), ou seja, que embalagens de policloreto de vinila (PVC) contendo KMnO₄-amargosite e KMnO₄ foram eficazes em prolongar a conservação pós-colheita de bananas, por proporcionar um pré-climatério mais longo. Morangos embalados com filme de PVC contendo KMnO₄, armazenados a baixas temperaturas, apresentaram decréscimo na taxa respiratória e aumento na vida de armazenamento de 20 para 30 dias, mantendo a relação açúcares/ácidos aceitável para o consumo (HAO & HAO, 1993).

O teor de vitamina C das amostras variou de 1.100 a 2.200mg.100g⁻¹ suco (Tabela 1), caracterizando a acerola como uma excelente fonte desta vitamina; com decréscimo da concentração 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. O pH das amostras variou de 3,3 a 3,7 e não houve diferença entre os tratamentos.

A perda de massa apresentou um comportamento linear em função do tempo de armazenagem para todos os tratamentos e a partir destes dados foram calculadas as taxas de perda de massa (Tabela 2).

TABELA 2. Taxa de perda de massa (N_m) das acerolas armazenadas a 12°C em diferentes embalagens.

Tratamento*	N _m (g/100g.dia)	R ²	p	N
Controle	1,03±0,13 ^a	0,90	<0,001	8
Tratamento 1	0,75±0,06 ^b	0,96	<0,001	8
Tratamento 2	0,75±0,07 ^b	>0,99	<0,001	8

R² = coeficiente de determinação, p = nível de significância e N = número de pontos.

a,b Médias seguidas de pelo menos uma letra igual numa mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 0,05 pelo teste de Duncan.

Os frutos embalados com filme controle apresentaram uma taxa maior de perda de massa que os demais tratamentos, provavelmente devido à presença do permanganato nestes últimos. De acordo com FORSELL *et al.* (1995) e TAKIZAWA *et al.* (2004), o amido sofre oxidação na presença do permanganato de potássio, que vem acompanhada da quebra de ligações glicosídicas, despolimerização do amido e exposição de grupos carbonil e carboxil, alterações estas que são dependentes do grau de oxidação. Quando a oxidação acontece em baixo grau, isto é, com baixas concentrações de agentes oxidantes, como é o caso deste trabalho, as cadeias de amido resultantes apresentam maiores possibilidades de ligações cruzadas entre os grupamentos carbonil e carboxil livres, resultando em géis mais consistentes (WANG & WANG, 2003), e conseqüentemente, filmes menos susceptíveis à interação com a água e com melhores propriedades de barreira ao vapor de água. Não houve diferença quanto à perda de massa nos frutos embalados com filmes contendo diferentes concentrações de permanganato e propionato.

A análise sensorial visou obter informações quanto à aceitação da aparência global e intenção de compra dos frutos de acerola, apresentados ao provador em embalagem selada (Tabela 3) e fora da embalagem (Tabela 4), ao longo do período de armazenagem.

TABELA 3. Aceitação da aparência global e intenção de compra das acerolas apresentadas embaladas.

Tratamento*	Dia 0	Dia 4	Dia 8
Aparência global (nota média / % aceitação)			
Controle	5,1 ^a / 73	3,7 ^b / 53	i.c.
Tratamento 1	3,9 ^c / 56	3,8 ^b / 54	1,8 ^b / 26
Tratamento 2	4,4 ^b / 52	5,1 ^a / 72	2,9 ^a / 43
Intenção de compra (nota média / % aceitação)			
Controle	3,5 ^a / 69	2,5 ^b / 50	i.c.
Tratamento 1	2,5 ^c / 50	2,7 ^b / 54	1,3 ^b / 26
Tratamento 2	2,9 ^b / 59	3,8 ^a / 76	2,3 ^a / 46

i.c. impróprio para consumo.

a,b,c Médias seguidas de pelo menos uma letra igual numa mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 0,05 pelo teste de Duncan.

De acordo com a Tabela 3, os frutos do Tratamento Controle obtiveram melhor aceitação, tanto na aparência como intenção de compra. Os com baixos teores de permanganato e propionato (Tratamento 2), por sua vez, foram mais bem aceitos que os com alto teor (Tratamento 1). Uma possível explicação é que o filme controle não tinha cor e apresentava boa transparência, enquanto o filme do Tratamento 1, com maior concentração de permanganato, era mais escuro. Após 4 e 8 dias de armazenagem as acerolas do Tratamento 2 obtiveram notas médias superiores aos demais tratamentos. Após 8 dias de armazenagem os frutos do Tratamento Controle estavam impróprios para consumo devido ao processo de senescência e deterioração microbiológica enquanto que os do Tratamento 2 ainda apresentaram intenção de compra de 46%. Apesar dos filmes com permanganato serem mais escuros, com o passar

dos dias a aceitação das acerolas tornou-se maior que as do Controle, pois a embalagem retardou a senescência dos frutos, provavelmente pela reação do etileno com o permanganato. Além disso, os filmes com permanganato foram ficando mais claros ao longo da armazenagem pela reação com o etileno e a cor avermelhada do filme suavizou as imperfeições dos frutos. Após o tempo zero diminuíram os comentários dos provadores sobre a coloração do filme, passando apenas para as características das acerolas.

TABELA 4. Aceitação da aparência global e intenção de compra das acerolas apresentadas sem embalagem.

Tratamento*	Dia 0	Dia 4	Dia 8
Aparência global (nota média / % aceitação)			
Controle	3,7 / 53	3,1 ^b / 45	i.c.
Tratamento 1		2,4 ^c / 34	1,2 ^b / 18
Tratamento 2		4,0 ^a / 57	3,1 ^a / 44
Intenção de compra (nota média / % aceitação)			
Controle	2,4 / 48	2,1 ^b / 41	i.c.
Tratamento 1		1,5 ^c / 30	1,3 ^b / 21
Tratamento 2		2,5 ^a / 50	2,1 ^a / 41

i.c. impróprio para consumo.

^{a,b,c} Médias seguidas de pelo menos uma letra igual numa mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 0,05 pelo teste de Duncan.

Em relação às acerolas que foram apresentadas aos provadores fora da embalagem, é interessante notar que no início da armazenagem a intenção de compra já foi abaixo de 50%. Após 4 e 8 dias de armazenagem os frutos do Tratamento 2 obtiveram notas superiores aos demais tratamentos. Após 8 dias de armazenagem as acerolas do Tratamento Controle estavam impróprias para consumo enquanto que as do Tratamento 2 apresentaram intenção de compra de 41% contra 21% do tratamento com maiores teores de permanganato e propionato.

No 12º dia de armazenagem todas as acerolas estavam impróprias para consumo devido à exsudação, amolecimento e alteração de cor de vermelho para amarelo.

Na Tabela 5 estão as contagens de unidades formadoras de colônias (UFC) de bolores e leveduras nas acerolas ao longo do período de armazenagem, mostrando que houve uma grande variação das contagens pois no trabalho foram utilizadas acerolas *in natura* sem tratamento fitossanitário. As acerolas dos Tratamentos 1 e 2 apresentaram uma contagem média de $3 \cdot 10^5$ UFC e as do Tratamento Controle em torno de $4 \cdot 10^6$ UFC.

Num trabalho prévio (YAMASHITA *et al.*, 2005) verificou-se que o propionato e o permanganato tiveram influência sobre as propriedades mecânicas, solubilidade e permeabilidade ao vapor de água dos filmes de amido. Supomos que estes compostos também influenciam a permeabilidade a gases dos filmes pois as cadeias de amido oxidado apresentam maiores possibilidades de ligações cruzadas, produzindo filmes mais densos e menos permeáveis. Desta forma a alteração na permeabilidade pode ter provocado um aumento da concentração de gás carbônico e redução da de oxigênio, tornando a microatmosfera na

embalagem menos propícia ao desenvolvimento de bolores e leveduras, os quais são aeróbios estritos. Além disso o propionato é efetivo como conservador apenas quando em contato com o produto e no presente trabalho este aditivo teve uma atuação restrita, controlando o desenvolvimento de microrganismos na superfície do filme, que pelo fato de ser feito de amido, é um meio propício para o desenvolvimento de bolores. Desta forma concentrações maiores de propionato não aumentaram a vida útil nem diminuíram as contagens microbiológicas da acerola mas provavelmente alteraram a permeabilidade do filme.

TABELA 5. Contagem de bolores e leveduras totais de acerolas armazenadas a 12°C em diferentes embalagens.

Tempo (dia)	Composição do filme*	Contagem (UFC)
0	Controle	$1,17 \cdot 10^5$
4	Controle	$4,29 \cdot 10^6$
	Tratamento 1	$1,94 \cdot 10^5$
8	Tratamento 2	$3,83 \cdot 10^6$
	Controle	n.r.
12	Tratamento 1	$1,80 \cdot 10^6$
	Tratamento 2	$5,80 \cdot 10^5$
	Controle	$4,14 \cdot 10^6$
	Tratamento 1	$4,15 \cdot 10^4$
	Tratamento 2	$2,70 \cdot 10^4$

n.r. não realizado.

4. CONCLUSÃO

Embalagens ativas compostas por potes de polipropileno selados com filmes biodegradáveis contendo propionato de cálcio e permanganato de potássio podem ser uma alternativa de embalagem para comercialização de acerola *in natura*, sendo necessários estudos sobre a influência destes compostos sobre a permeabilidade a gases dos filmes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, R. E. **Acerola, fisiologia da maturação e armazenamento refrigerado sob atmosfera ambiente e modificada.** Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Departamento de Biologia, Universidade Federal de Lavras, 1993, 99 p.
- AOAC. **Official methods of analysis.** 11 ed. Washington: Association of Official Analytical Chemists, 1984. 1094 p.
- BALDWIN, E. A. *et al.* Use of lipids in coatings for food products. **Food Technology**, v. 51, n. 6, p. 56-63, 1997.
- BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. A comparison of meta-phosphoric and oxalic acids as extractant solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 31, n. 4, p. 507-513. 1988.

- CARRINGTON, C. M. S.; KING, R. A. G. Fruit development and ripening in Barbados cherry, *Malpighia emarginata* DC. **Scientia Horticulturae**, v. 92, p. 1-7, 2003.
- CHANDRA, R.; RUSTGI, R. Biodegradable polymers. **Polymers Science**, v. 23, p. 1273-1335, 1998.
- DAVIDSON, P. M.; BRANEN, A. L. **Antimicrobial in foods**. 2ed. Series: Food Science and Technology. New York: Ed. Marcel Dekker, 1993. 647 p.
- FAKHOURI, F. M. **Coberturas comestíveis aplicadas na preservação de goiabas in natura**. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2002, 126 p.
- FORSSELL, P. *et al.* Hypochlorite oxidation of barley and potato starch. **Starch/ Stärke**, v.47, n. 10, p. 371-377, 1995.
- FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. 1 ed. São Paulo: Ed. Atheneu, 1996. 182 p.
- GONTARD, N.; GUILBERT, S. Bio-packaging: technology and properties of edible and/or biodegradable material of agricultural origin. **Boletim SBCTA**, v. 30, n. 1, p. 3-15, 1996.
- HAO, H. P.; HAO, L. Study on storing strawberry at a temperature near the freezing point of water. **Journal of Fruit Science**, v. 10, n. 1, p. 21-24, 1993.
- INSTITUTO ADOLF LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**, v. 1, 2. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1976. 375 p.
- KADER, A. A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. **Food Technology**, v. 40, n. 5, p. 99-104, 1986.
- LABUZA, T. P.; BREENE, W. M. Applications of "active packaging" for improvement of shelf-life and nutritional quality of fresh and extended shelf-life foods. **Journal of Food Processing & Preservation**, n. 13, v. 1, p. 1-69, 1989.
- LIN, R. L.; ZHANG, Q. C. Preliminary report on study of treating banana with freshness-preserving agent $KMnO_4$ - amargosite. **Fujian Agricultural Science and Technology**, n. 3, p. 15-16, 1993.
- MALI, S. *et al.* Water sorption and mechanical properties of cassava starch films and their relation to plasticizing effect. **Carbohydrate Polymers**, v. 60, n. 3, p. 283-289, 2005.
- NAKAGAWA, A. **Embalagem ativa biodegradável para acerolas in natura**. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Departamento de Tecnologia de Alimentos e Medicamentos, Universidade Estadual de Londrina, 2003, 75 p.
- NETO, L. G.; SOARES, J. M. **Acerola para exportação: aspectos técnicos da produção**. Série Publicações Técnicas FRUPEX, n. 10, Brasília, 1994. 43 p.
- NOGUEIRA, R. J. M. C. *et al.* Efeito do estágio de maturação dos frutos nas características físico-químicas de acerola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 4, 2002.
- SARANTOPOULOS, C. I. G. L. *et al.* **Embalagens com atmosfera modificada**. Campinas: CETEA/ITAL, 1996. 114 p.
- SARANTOPOULOS, C. I. G. L.; FERNANDES, T. Embalagens ativas: uma nova geração de embalagens para frutas e hortaliças. **Boletim Técnico do Centro de Tecnologia de Embalagens**, v. 13, n. 3, p. 4-6, 2001.
- SARANTOPOULOS, C. I. G. L. *et al.* **Embalagens Plásticas Flexíveis: Principais Polímeros e Avaliação de Propriedades**. Campinas: CETEA/ITAL, 2002. 267 p.
- SPECK, M. L. **Compendium of methods for microbiological examination of foods**. Washington: APHA, 1976. 701 p.
- STATSOFT. **Statistica**: data analysis software system, version 6. www.statsoft.com, 2001.
- STRATHMANN, S. *et al.* Investigation of the interaction of active packaging material with food aroma compounds. **Sensors and Actuators B: Chemical**, v. 106, n. 1, p. 83-87, 2005.
- TAKIZAWA, F. F. *et al.* Characterization of tropical starches modified with potassium permanganate and lactic acid. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 6, p. 921-931, 2004.
- TORRES, J. A. *et al.* Microbial stabilization of intermediate moisture food surfaces. I - Control of surfaces preservative concentration. **Journal of Food Processing Preservation**, v. 9, n. 1, p. 75-82, 1985.
- TOVAR, L. *et al.* Migration studies to assess the safety in use of a new antioxidant active packaging. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 13, p. 5270-5275, 2005.
- VILAS BOAS, E. V. B. *et al.* Uso de atmosfera modificada na conservação pós-colheita do maracujá amarelo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 1, p. 159-168, 2001.
- WANG, Y. J.; WANG, L. Physicochemical properties of common and waxy corn starches oxidized by different levels of sodium hypochlorite. **Carbohydrate Polymers**, v. 52, p. 207-217, 2003.
- YAMASHITA, F. *et al.* Filmes biodegradáveis para aplicação em frutas e hortaliças minimamente processadas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 8, n. 4, p. 335-343, 2005.