

Efeito do cloreto de cálcio e da película de alginato de sódio na conservação de laranja 'Pera' minimamente processada

Effect of calcium chloride and film of sodium alginate in the conservation of minimally processed 'Pera' orange

Vanessa Daniel GROPPPO^{1*}, Marta Helena Fillet SPOTO², Cláudio Rosa GALLO², Silene Bruder Silveira SARMENTO²

Resumo

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de solução de cloreto de cálcio e película de alginato de sódio na conservação de laranja 'Pera' minimamente processada. A qualidade da laranja minimamente processada submetida aos tratamentos com cloreto de cálcio a 1%, alginato de sódio a 1% e o controle (sem aplicação de tratamento) foi monitorada a cada três dias, por análises físicas e químicas, microbiológicas e sensoriais por um período de 12 dias de armazenamento a 5 °C. O tratamento com alginato de sódio (1%) apresentou menor perda de massa ao longo do período de armazenamento, porém, as amostras submetidas a este tratamento, tiveram sua qualidade prejudicada quanto aos teores de ácido ascórbico, açúcares, teor de sólidos solúveis e firmeza. No final do armazenamento, o tratamento com cloreto de cálcio (1%) apresentou a melhor eficiência na manutenção das características iniciais do fruto, preservando os teores de ácido ascórbico, acidez titulável, 'ratio', açúcares e firmeza, evidenciada pela menor solubilização de pectinas. Análise microbiológica detectou valores insignificantes para bactérias psicotróficas, bolores e leveduras e coliformes totais em todos os tratamentos, mostrando que os cuidados tomados com as condições higiênicas levaram à obtenção de um produto com padrão microbiológico de acordo com a legislação de alimentos, apresentando ausência de *Salmonella* e ausência de coliformes a 45 °C. Sensorialmente, a laranja minimamente processada tratada com cloreto de cálcio (1%) e o controle, apresentou-se em condições de consumo por nove dias de armazenamento.

Palavras-chave: processamento mínimo; *Citrus sinensis* L. Osbeck; película comestível; microbiologia; análise sensorial; qualidade.

Abstract

The aim of this study was to assess the effect of a calcium chloride solution and a film of sodium alginate on the conservation of minimally processed 'Pera' oranges. The quality of minimally processed orange submitted to treatments with 1% calcium chloride and 1% sodium alginate and the control (without treatment application) were monitored by physical, chemical, microbiological, and sensorial analyses every 3 days during storage at 5 °C for a period of 12 days. Treatment with sodium alginate (1%) showed loss of smaller mass over the period of storage; however, the quality of the samples subjected to this treatment was compromised regarding the contents of ascorbic acid, sugars, soluble solids, and firmness. At the end of the storage period, the treatment with calcium chloride (1%) showed the best performance in maintaining the initial characteristics of the fruit preserving the contents of ascorbic acid, acidity, 'ratio', sugars, and firmness evidenced by the lower pectin solubilization. The microbiological analysis found negligible values of psychrotrophic bacteria, yeasts, molds, and total coliforms in all treatments. This indicates that a control of hygienic conditions led to a standard microbiological product according to the food legislation without *Salmonella* and coliforms under 45 °C. Sensorially, minimally processed orange treated with calcium chloride (1%) and control proved good for consumption for up to nine days of storage.

Keywords: minimal processing; *Citrus sinensis* L. Osbeck; edible film; microbiology; sensory evaluation; quality.

1 Introdução

Na utilização de frutas cítricas como produtos frescos, o descascamento é o fator limitante, dada a inconveniência da operação, o odor dos óleos essenciais e a perda de suco, daí o interesse em que se ofereçam estas frutas sem casca, prontas para o consumo. O processamento de citros contribuirá para o aumento do consumo da fruta in natura, possibilitando agregação de valor ao produto e inserindo uma nova opção ao consumidor.

Frutas cítricas têm características fisiológicas e morfológicas adequadas para o preparo de produtos minimamente processados, pois apresentam comportamento respiratório não

climatérico, baixo metabolismo, o que favorece seu processamento sem grandes consequências fisiológicas (JACOMINO; ARRUDA; MOREIRA, 2005).

O Brasil é um grande produtor de laranjas, com a maior parte da produção sendo destinada à industrialização de suco concentrado congelado, apesar de o consumo in natura ser bastante representativo. A laranja 'Pera' destaca-se pelo seu sabor suave e é a variedade mais plantada no Estado de São Paulo, participando em número de plantas, com 52% do total relativo a laranjas. Apresenta boa adaptação às condições climáticas, sendo esta mais

Recebido para publicação em 22/7/2007

Aceito para publicação em 15/9/2008 (002689)

¹ Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – ESALQ, Universidade de São Paulo – USP, E-mail: vanessa_gropppo@yahoo.com.br

² Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – ESALQ, Universidade de São Paulo – USP, Av. Pádua Dias, 11, CP 9, CEP 13418-900, Piracicaba - SP, Brasil, E-mail: mhfspto@esalq.usp.br; crgallo@esalq.usp.br; sbsarme@esalq.usp.br

*A quem a correspondência deve ser enviada

uma razão para a cultivar ocupar a preferência dos citricultores paulistas (FIGUEIREDO, 1991). Em 2003, o volume de laranjas comercializadas na CEAGESP-SP, foi de 127.982 toneladas, das quais, 99.808 toneladas foram de laranja 'Pera' (FNP, 2004).

A importância do cálcio como regulador do amadurecimento de frutas e hortaliças tem sido estudado há algum tempo. Pelo fato de atuar como estabilizante, o cálcio ajuda a proteger os tecidos do fruto do mecanismo de amaciamento durante o amadurecimento e armazenamento (POOVAIAH, 1988). Estudo com aplicação de cálcio em maçãs ajudou a reter a firmeza do fruto e a reduzir a evolução do CO₂ e etileno (CONWAY; SAMS, 1984).

Nos últimos anos, tem havido um interesse crescente pelo desenvolvimento de formulações de filmes e coberturas comestíveis aplicáveis à superfície de produtos perecíveis, como frutas e hortaliças. Este fato advém da demanda crescente dos consumidores por produtos com elevada qualidade e vida útil prolongada (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A aplicação de película de alginato de sódio tem sido estudada em produtos de panificação e massas recheadas, como barreira à umidade e ao oxigênio, bem como retentor de sabor, de cor e de textura em camarões congelados (KROCHTA; MULDER-JOHNSTON, 1997).

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de solução de cloreto de cálcio e película de alginato de sódio na conservação de laranja 'Pera' MP, mediante análises físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais.

2 Material e métodos

As laranjas foram primeiramente lavadas com detergente neutro próprio para uso em alimentos e bucha de espuma para eliminar as sujidades grosseiras. A seguir, foram imersas em solução clorada com concentração de 200 mg.L⁻¹, de nome comercial SUMAVEG, de princípio ativo denominado Dicloro S-Triazinatriona Sódica Dihidratada em pó, contendo 3% de cloro ativo por 10 minutos. Os frutos foram refrigerados a 5 °C por 18 horas. Decorrido o período de armazenamento, o descascamento foi realizado através de tratamento hidrotérmico com as laranjas sendo imersas em água a 50 °C por 8 minutos (ARRUDA et al., 2004). Em seguida, foram descascadas e separadas em gomos manualmente com auxílio de facas de aço inoxidável. Os gomos foram imersos durante 3 minutos em solução de cloro de nome comercial SUMAVEG, a concentração utilizada foi de 50 mg.L⁻¹, e drenados por 1 minuto em peneiras higienizadas para escorrer o excesso de líquido.

Foram utilizados três tratamentos, dentre os quais o controle que constou de laranjas minimamente processadas. O segundo tratamento constou de laranjas minimamente processadas e imersas em solução de cloreto de cálcio a 1% por 1 minuto. No terceiro tratamento com película, as laranjas minimamente processadas receberam primeiramente a imersão em solução de cloreto de cálcio (1%) por 1 minuto, para promover a geleificação do alginato de sódio a 1%, que foi aplicado na sequência, durante 1 minuto. As laranjas assim tratadas com película foram deixadas por 30 minutos em ambiente refrigerado a 15 °C para a retirada do excesso de umidade. A solubilização do alginato de sódio foi em água destilada, aquecendo-se a suspensão até 70 °C e posteriormente refrigerada a 20 °C.

As etapas de processamento mínimo ocorreram dentro de uma câmara refrigerada a 15 °C, sobre mesa de aço inoxidável devidamente higienizada. Os operadores utilizaram roupas protetoras (máscaras, toucas, aventais e luvas descartáveis) próprias para processamento mínimo.

As análises físicas e químicas foram realizadas a cada três dias, por um período de 12 dias de armazenamento, quanto à perda de massa; teor de ácido ascórbico (CARVALHO et al., 1990); teor de sólidos solúveis (AOAC, 1995); pH; acidez titulável (CARVALHO et al., 1990); 'ratio'; firmeza - avaliada em texturômetro "Texture Test System" modelo TP-1, utilizando sensor em 300 libras força; cor - avaliada em colorímetro Color Meter-Minolta C-400, sendo os resultados expressos em valor L (luminosidade), cromaticidade e ângulo de cor; açúcares reductores e totais - determinados através da técnica de Somogyi, adaptada por Nelson (1944); substâncias pecticas - as pectinas totais e solúveis foram extraídas conforme McCready e McComb (1952) e determinadas colorimetricamente segundo Bitter e Muir (1962).

As análises microbiológicas das laranjas minimamente processadas foram realizadas no dia do processamento, 3°, 6°, 9° e 12° dias de armazenamento, avaliadas pela contagem de bactérias psicotróficas, contagem de bolores e leveduras, número mais provável (NMP) de coliformes totais e coliformes a 45 °C, presença ou ausência de *Salmonella* (AOAC, 2000).

O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 tratamentos e 5 períodos de avaliação. O conjunto de dados, obtido das análises físicas e químicas, foi analisado através do programa Statistical Analysis System (SAS, 1996). Para a comparação das médias em nível de significância de 5% (p < 0,05), foi aplicado o teste de Tukey.

Para a Avaliação dos aspectos microbiológicos, os resultados foram expressos em UFC.g⁻¹ de produto para bactérias psicotróficas e bolores e leveduras, NMP.g⁻¹ para coliformes totais e para coliformes a 45 °C e presença ou ausência de *Salmonella* em 25 g de produto.

Inicialmente o projeto foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, na Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade de Campinas (UNICAMP/FOP) por estar de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. A análise sensorial foi realizada por uma equipe de 30 provadores não treinados, no dia do processamento (zero dia), 3°, 6° e 9° dias de armazenamento, mediante o teste de aceitação com escala hedônica estruturada de sete pontos (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991), que correspondiam a 7-gostei muitíssimo a 1-desgostei muitíssimo. A nota quatro foi considerada como limite de aceitabilidade. Simultaneamente à aplicação do teste de aceitação, avaliou-se a intenção de compra do produto, mediante escala estruturada de 5 pontos (5-certamente compraria a 1-certamente não compraria), conforme Stone e Sidel (1993).

O conjunto de dados, obtido da análise sensorial, foi submetido à análise de variância (ANOVA). Para comparação das médias em nível de significância de 5% (p < 0,05), foi aplicado o teste de Tukey.

3 Resultados e discussão

3.1 Análises físicas e químicas

Não foram encontradas diferenças significativas para a perda de massa entre os tratamentos em nível de 5% de probabilidade, contudo foi detectado somente efeito significativo do período de armazenamento (Tabela 1).

As laranjas minimamente processadas tratadas com CaCl_2 (1%) apresentaram a maior perda de massa ao longo do armazenamento, enquanto que as amostras submetidas ao tratamento com alginato de sódio (1%) apresentaram a menor perda. Este fato confirma o explicado por Chitarra e Chitarra (2005): películas de revestimento podem retardar a perda de água e a desidratação dos produtos, prevenindo, portanto, a perda de massa e o murchamento de produtos frescos. Em estudo com aplicação de biofilmes de amido em mamão 'Papaya', Cereda et al. (1992) verificaram que não houve efeito nocivo e reduziu a perda de peso dos frutos.

A utilização de película de alginato de sódio (1%) e CaCl_2 (1%) não impediu que houvesse redução nos teores de ácido ascórbico de laranjas 'Pera' minimamente processadas ao longo do período de armazenamento. Os teores apresentaram redução de 7,5, 1,6 e 15,6% para o controle e os tratamentos com CaCl_2 (1%) e alginato de sódio (1%), respectivamente, após 12 dias de armazenamento (Tabela 2). Decréscimo bem superior (36%) foi observado por Rocha et al. (1995) nos teores de ácido ascórbico de laranjas minimamente processadas armazenadas a 4 °C durante 11 dias.

Os tratamentos apresentaram diferenças significativas em nível de 5%, a partir do 6° dia de armazenamento. As laranjas

Tabela 1. Perda de massa (%) de laranjas 'Pera' minimamente processadas em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	3	6	9	12
Controle	0,0 ^{ab}	3,13 ^{aA}	2,28 ^{aB}	3,51 ^{bA}	3,42 ^{aA}
Cloreto de cálcio	0,0 ^{ab}	3,08 ^{aAB}	3,76 ^{aA}	4,43 ^{aA}	5,42 ^{aA}
Alginato de sódio	0,0 ^{ab}	2,78 ^{aA}	2,64 ^{aA}	2,88 ^{bA}	3,17 ^{aA}

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2. Teor de ácido ascórbico (mg de ácido ascórbico 100.g⁻¹) de laranjas 'Pera' minimamente processadas em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	3	6	9	12
Controle	24,99 ^{aA}	23,95 ^{aA}	23,32 ^{abA}	24,99 ^{aA}	23,11 ^{abA}
Cloreto de cálcio	24,78 ^{aA}	27,90 ^{aA}	26,03 ^{aA}	24,78 ^{aA}	24,37 ^{aA}
Alginato de sódio	23,94 ^{aA}	25,61 ^{aA}	22,24 ^{baB}	20,20 ^{bbB}	20,20 ^{bbB}

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

minimamente processadas tratadas com CaCl_2 (1%) apresentaram teores de ácido ascórbico significativamente maiores que as amostras tratadas com alginato de sódio (1%). Esta maior preservação nas amostras de laranjas adicionadas de CaCl_2 pode ser explicada pelo fato de apresentarem manutenção da integridade e funcionalidade da parede celular, verificada pela menor solubilização de substâncias pécticas.

Em relação aos teores de sólidos solúveis, foi detectado efeito significativo para a interação entre os tratamentos aplicados às laranjas minimamente processadas e o período de armazenamento (Tabela 3). As alterações entre os tratamentos se tornaram mais acentuadas no final do armazenamento. No 9° dia, todos os tratamentos diferenciaram entre si, já, no 12° dia de armazenamento, o tratamento com alginato de sódio (1%) se mostrou diferenciado dos demais, o qual resultou em laranjas com menores teores de sólidos solúveis. A imersão das amostras na solução formadora de película poderia estar lixiviando os teores de sólidos solúveis. Fontes (2005) também verificou comportamento semelhante em maçãs minimamente processadas.

Os valores de pH das laranjas minimamente processadas diferiram significativamente para cada tratamento entre os dias de armazenamento, entretanto, não foi observada variação de pH como efeito de tratamento (Tabela 4).

Em todos os tratamentos, os teores de acidez titulável não variaram durante o período de armazenamento, mostrando que, em laranjas, esta variável não se modifica drasticamente durante a senescência. Os valores oscilavam de 0,58 a 0,71% de ácido cítrico. Os valores de 'ratio', que representa a relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável e é um indicativo de sabor do fruto, pois relaciona a quantidade de açúcares e ácidos, apresentaram semelhante comportamento ao da acidez titulável.

A firmeza das laranjas minimamente processadas submetidas ao tratamento com película de alginato de sódio a 1% apresentaram queda gradual e significativa com o decorrer do período de armazenamento (Tabela 5). Embora o tratamento com película também tenha recebido a imersão do CaCl_2 a 1%, a imersão posterior, em solução formadora de revestimento, pode ter diluído o efeito do cálcio. As laranjas minimamente processadas submetidas ao tratamento com CaCl_2 a 1% apresentaram maiores médias de firmeza (0,58 lbf.g⁻¹), quando em comparação ao alginato de sódio a 1% (0,53 lbf.g⁻¹) e o controle (0,49 lbf.g⁻¹), os quais não diferenciaram entre si. A manutenção da firmeza das amostras tratadas com CaCl_2 (1%) está associada ao cálcio ligar-se com pectinas da parede celular e da lamela média, que, além de conferir insolubilidade ao material péctico, inibe a degradação pela poligalacturonase, principal enzima responsável pelo amaciamento dos frutos (AWAD, 1993).

Analisando as variáveis de cor das laranjas minimamente processadas, o controle apresentou-se amarelo mais intenso ao longo do armazenamento. Por outro lado, as amostras tratadas com alginato de sódio (1%) apresentaram tendência ao escurecimento, o que pode ter ocorrido pela própria coloração da solução de revestimento, que é levemente marrom (Tabela 6).

Tabela 3. Teor de sólidos solúveis (°Brix) de laranjas ‘Pera’ minimamente processadas em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	3	6	9	12
Controle	8,38 ^{ab}	8,75 ^{ab}	8,70 ^{ab}	9,85 ^{aA}	9,23 ^{aAB}
Cloreto de cálcio	8,48 ^{aA}	8,88 ^{aA}	8,90 ^{aA}	9,15 ^{bA}	8,98 ^{aA}
Alginato de sódio	8,18 ^{abC}	8,95 ^{aA}	8,48 ^{aAB}	8,45 ^{cAB}	7,78 ^{bC}

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4. Valores médios de pH de laranjas ‘Pera’ minimamente processadas em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	3	6	9	12
Controle	3,73 ^{aC}	3,74 ^{abC}	3,82 ^{abB}	3,88 ^{aA}	3,82 ^{aAB}
Cloreto de cálcio	3,75 ^{abC}	3,70 ^{aC}	3,79 ^{ab}	3,91 ^{aA}	3,80 ^{ab}
Alginato de sódio	3,74 ^{aC}	3,76 ^{abC}	3,84 ^{aAB}	3,89 ^{aA}	3,77 ^{abC}

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5. Firmeza (lbf.g⁻¹) de laranjas ‘Pera’ minimamente processadas em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	3	6	9	12
Controle	0,56 ^{aA}	0,46 ^{bA}	0,46 ^{bA}	0,49 ^{aA}	0,47 ^{aA}
Cloreto de cálcio	0,55 ^{aA}	0,63 ^{aA}	0,64 ^{aA}	0,54 ^{aA}	0,55 ^{aA}
Alginato de sódio	0,53 ^{aA}	0,57 ^{aA}	0,56 ^{aA}	0,51 ^{aA}	0,49 ^{ab}

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Em relação aos teores de açúcares redutores, as laranjas minimamente processadas apresentaram valores percentuais significativamente menores no 3º dia de armazenamento e, após esse período, apresentaram uma elevação significativa com posterior tendência à estabilização no 12º dia, alcançando teores significativamente semelhantes aos obtidos no dia do processamento para os tratamentos com CaCl₂ (1%) e o controle. Por outro lado, as amostras tratadas com alginato de sódio (1%) apresentaram teores de açúcares redutores significativamente menores no final do período de armazenamento, diferenciando-se dos demais tratamentos (Tabela 7).

As laranjas minimamente processadas adicionadas de CaCl₂ (1%) mantiveram níveis significativamente mais elevados de açúcares totais em comparação aos demais tratamentos (Tabela 8). Comportamento semelhante foi observado por Andrade (2006) estudando mamões minimamente processados submetidos aos tratamentos com ácido ascórbico, ácido ascórbico mais cloreto de cálcio, cloreto de cálcio e o controle: os frutos

Tabela 6. Valores médios de luminosidade, cromaticidade e ângulo de cor de laranjas minimamente processadas controle e tratadas com CaCl₂ e alginato de sódio, durante 12 dias de armazenamento a 5 °C.

Variáveis analisadas	Tratamentos		
	Controle	Cloreto de cálcio	Alginato de sódio
Luminosidade	39,66 ^a	39,42 ^{ab}	38,99 ^b
Cromaticidade	14,14 ^a	13,99 ^{ab}	13,51 ^b
Ângulo de cor	99,01 ^a	98,78 ^b	100,22 ^a

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 7. Valores médios de açúcares redutores (%) de laranjas ‘Pera’ minimamente processadas em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	3	6	9	12
Controle	6,40 ^{aAB}	4,62 ^{aC}	5,88 ^{ab}	7,34 ^{aA}	6,11 ^{ab}
Cloreto de cálcio	6,39 ^{aAB}	4,56 ^{aC}	5,58 ^{abB}	7,21 ^{aA}	6,48 ^{aAB}
Alginato de sódio	7,29 ^{aA}	4,75 ^{aC}	5,32 ^{bC}	6,35 ^{bB}	5,22 ^{bC}

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

tratados com cloreto de cálcio apresentaram níveis de açúcares totais significativamente mais elevados que os demais.

Em relação à pectina solúvel, todos os tratamentos apresentaram aumento ao longo do armazenamento, porém as laranjas minimamente processadas tratadas com alginato de sódio (1%) apresentaram solubilização já a partir do 6º dia de armazenamento (Tabela 9). O aumento na solubilização das substâncias pecticas associou-se perfeitamente com a redução da firmeza observada durante o período de armazenamento das amostras submetidas a este tratamento. Resultados estes semelhantes aos de outros autores, que observaram também aumento da solubilização de pectinas e, conseqüentemente, queda da firmeza ao longo do armazenamento (TEIXEIRA et al., 2001, ARAÚJO; CHITARRA, 2005).

O tratamento com CaCl₂ (1%) proporcionou às laranjas minimamente processadas menor solubilização de pectinas, mostrando que a ação do cálcio colaborou para a preservação da parede celular e manutenção da estrutura física do fruto. Esta constatação está de acordo com Gonçalves (1998), que também constatou menores teores de pectina solúvel em abacaxis ‘Smooth Cayenne’ submetidos ao tratamento com cloreto de cálcio.

Os teores de pectina total apresentaram aumento gradual ao longo do período de armazenamento para todos os tratamentos avaliados (Figura 1).

3.2 Análises microbiológicas

Na avaliação de bactérias psicotróficas, todos os tratamentos analisados apresentaram crescimento ao longo do período de armazenamento, com contagens variando de 8,5 x 10 UFC.g⁻¹ a 2,6 x 10⁴ UFC.g⁻¹, números considerados baixos para esse parâmetro microbiológico, o que indica boas condições hi-

giênicas dos produtos em todos os tratamentos. Vitti (2003) observou aumento de bactérias psicotróficas em beterrabas MP de $4,48 \times 10^2$ UFC.g⁻¹ no dia do processamento (zero dia) para $6,45 \times 10^4$ UFC.g⁻¹ no 10º dia de armazenamento a 5 °C.

O tratamento com alginato de sódio (1%) proporcionou menores contagens de bactérias psicotróficas, este fato pode ser explicado pela alta temperatura a que foi submetida a película durante o preparo (70 °C), sendo responsável pela redução da população microbiana neste tratamento.

As laranjas minimamente processadas tratadas com CaCl₂ (1%) e alginato de sódio (1%) apresentaram contagens de coliformes totais ao longo do armazenamento maiores que as amostras controle. A imersão das amostras em solução de CaCl₂ e na solução formadora de película, respectivamente, pode ser a razão de ter ocorrido uma pequena contagem, embora, quando presente, a contaminação tenha sido muito pequena, com valores oscilando de 8 a 23 NMP.g⁻¹.

Embora não existam na legislação brasileira vigente padrões para bactérias psicotróficas nem para coliformes totais em frutas e hortaliças no que diz respeito à quantidade de

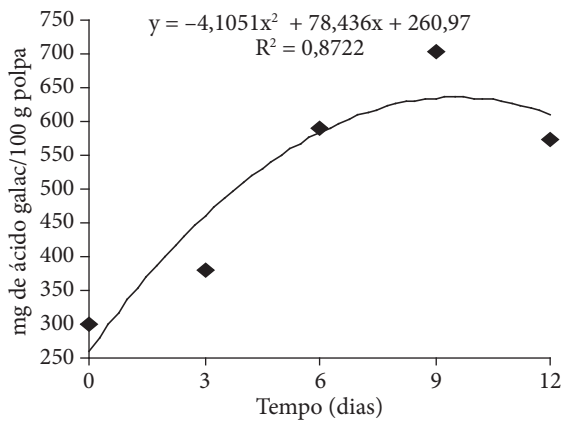


Figura 1. Teores de pectina total (mg de ácido galacturônico.100 g⁻¹ de polpa) de laranjas minimamente processadas controle e tratadas com cloreto de cálcio (1%) e alginato de sódio (1%) durante 12 dias de armazenamento a 5 °C.

Tabela 8. Valores médios de açúcares redutores e totais (%); teores de pectina solúvel e total (mg de ácido galacturônico.100 g⁻¹ de polpa) em laranjas 'Pera' minimamente processadas controle, e submetidas aos tratamentos com CaCl₂ (1%) e alginato de sódio (1%), durante 12 dias de armazenamento a 5 °C.

Variáveis analisadas	Tratamentos		
	Controle	CaCl ₂	Alginato de sódio
Açúcar redutor	6,07 ^a	6,04 ^a	5,79 ^a
Açúcar total	9,94 ^b	10,48 ^a	9,30 ^c
Pectina solúvel	106,93 ^a	102,95 ^a	111,19 ^a
Pectina total	507,62 ^b	561,73 ^a	455,36 ^c

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

microrganismos presentes em um alimento, pode-se afirmar que quantidades elevadas (>10⁵ UFC.g⁻¹) são completamente indesejáveis. De acordo com Caruso e Camargo (1984), estes microrganismos são indesejáveis pelo risco do alimento estar deteriorado, pela perda real ou potencial das qualidades organolépticas, pelo comprometimento da aparência do alimento.

Durante o período de armazenamento, as contagens de bolores e leveduras apresentaram-se baixas (Tabela 10). Não há padrões microbiológicos para bolores e leveduras para o produto em questão, as contagens encontradas foram pequenas, não afetando significativamente a qualidade do produto.

Não foi detectada *Salmonella* e não houve contaminação de coliformes a 45 °C em nenhuma das amostras de laranjas minimamente processadas durante o armazenamento. Os resultados encontrados na presente pesquisa estão dentro do limite estabelecido pela Resolução RDC nº 12 de 02/01/2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), de, no máximo, 10² NMP de coliformes a 45 °C/g de fruta fresca e ausência de *Salmonella* em 25 g de produto (BRASIL, 2001).

3.3 Análise sensorial

As laranjas minimamente processadas não apresentaram variação significativa de sabor entre os tratamentos e durante o período de armazenamento ($p < 0,05$).

Todos os tratamentos avaliados apresentaram redução significativa das notas de aroma ao longo do período de armazenamento, no entanto, no 9º de armazenamento, o controle apresentou notas abaixo do limite de aceitabilidade (inferiores a 4), ficando, na escala de pontos, entre não gostei/nem desgostei a desgostei (Tabela 11). Arruda (2002) também observou decréscimo significativo da nota atribuída ao aroma de melões

Tabela 9. Valores médios de pectina solúvel (mg de ácido galacturônico.100 g⁻¹ de polpa) de laranjas 'Pera' minimamente processadas em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	3	6	9	12
Controle	92,78 ^{aB}	117,26 ^{aAB}	99,59 ^{aB}	87,93 ^{bB}	137,15 ^{aA}
Cloreto de cálcio	97,31 ^{aB}	107,98 ^{aAB}	89,72 ^{aB}	81,31 ^{bB}	138,50 ^{aA}
Alginato de sódio	95,47 ^{aAB}	114,91 ^{aAB}	86,58 ^{aB}	127,73 ^{aA}	131,32 ^{aA}

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 10. Contagem de bolores e leveduras em laranjas 'Pera' minimamente processadas, armazenadas a 5 °C durante 12 dias.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	3	6	9	12
Controle	$1,0 \times 10^3$	$3,5 \times 10^3$	$2,9 \times 10^3$	$4,2 \times 10^3$	$7,5 \times 10^3$
Cloreto de cálcio	$3,4 \times 10^3$	$1,9 \times 10^4$	$3,8 \times 10^4$	$3,4 \times 10^4$	$2,2 \times 10^4$
Alginato de sódio	$1,8 \times 10^3$	$1,5 \times 10^4$	$6,6 \times 10^3$	$4,7 \times 10^3$	$4,5 \times 10^3$

Os resultados obtidos representam a média aritmética das duplicatas, expressos em UFC (unidades formadoras de colônias)/g de produto.

minimamente processados mantidos a 9 °C no 9º dia de armazenamento, posicionando-o abaixo do limite de aceitabilidade.

Quando se consideram os tratamentos aplicados independentemente do período de armazenamento, constata-se diferenças significativas no aroma, sendo que as laranjas minimamente processadas tratadas com CaCl₂ (1%) e o controle apresentaram médias de notas semelhantes entre si e significativamente menores que aquelas tratadas com alginato de sódio a 1% (Tabela 12).

Em relação à aparência, as amostras tratadas com CaCl₂ a 1% apresentaram notas abaixo do limite de aceitabilidade no final do período de armazenamento, apresentando-se impróprias para o consumo aos 9 dias de armazenamento (Tabela 13).

Numa comparação entre os tratamentos aplicados, constata-se diferenças significativas, sendo que as laranjas minimamente processadas tratadas com alginato de sódio a 1% apresentaram maiores médias de aparência. Senesi e Bignardi (2000) também registraram que a adição de película à base de purê de maçã, em maçãs desidratadas, reduziu a perda de peso durante a estocagem e melhorou a aparência do produto.

Tabela 11. Médias das notas dos provadores para o aroma das laranjas minimamente processadas em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)			
	0	3	6	9
Controle	4,63 ^{bA}	4,70 ^{aA}	4,33 ^{bAB}	3,77 ^{bB}
Cloreto de Cálcio	4,63 ^{bAB}	4,97 ^{aA}	4,50 ^{abB}	4,47 ^{aB}
Alginato de Sódio	5,50 ^{aA}	4,90 ^{aB}	4,93 ^{aB}	4,73 ^{aB}

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 12. Valores médios de sabor, aroma, aparência e textura de laranjas MP controle e tratadas com CaCl₂ (1%) e alginato de sódio (1%).

Variáveis analisadas	Tratamentos		
	Controle	Cloreto de cálcio	Alginato de sódio
Sabor	4,86 ^a	4,82 ^a	4,66 ^a
Aroma	4,36 ^b	4,64 ^b	5,02 ^a
Aparência	4,88 ^b	4,17 ^c	5,67 ^b
Textura	5,03 ^a	5,18 ^a	5,25 ^a

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 13. Médias das notas dos provadores para a aparência das laranjas minimamente processadas em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)			
	0	3	6	9
Controle	5,07 ^{bA}	4,93 ^{bA}	4,90 ^{bA}	4,60 ^{bA}
Cloreto de Cálcio	4,83 ^{bA}	4,00 ^{cBC}	4,33 ^{cAB}	3,50 ^{cC}
Alginato de Sódio	5,70 ^{aA}	5,63 ^{aA}	5,77 ^{aA}	5,57 ^{aA}

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

As laranjas minimamente processadas não apresentaram variação de textura entre os tratamentos e ao longo do armazenamento em nível de 5% de probabilidade.

A maior porcentagem de intenção de compra, atribuída pelos provadores para as laranjas minimamente processadas, localizou-se na escala em 'provavelmente compraria' com aproximadamente 44%. Os provadores justificaram o interesse de compra das laranjas minimamente processadas pela praticidade que o produto oferece, por ser bastante atrativo, pela facilidade de consumo, por não apresentar a casca e ser apresentado em gomos e, como fator limitante, o preço.

4 Conclusões

O tratamento com alginato de sódio para laranjas minimamente processadas destacou-se como o melhor tratamento, para a manutenção da qualidade sensorial. No entanto, as amostras tratadas com cloreto de cálcio (1%) e as do controle foram consideradas impróprias para o consumo aos nove dias de armazenamento refrigerado a 5 °C.

O produto teve boa aceitação, os provadores justificaram o interesse de compra pela praticidade que o produto oferece, por ser bastante atraente e pela facilidade de consumo.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP pela bolsa de estudo concedida ao primeiro autor.

Referências bibliográficas

- ARRUDA, M. C. **Processamento mínimo de melão rendilhado:** tipo de corte, temperatura de armazenamento e atmosfera modificada. Piracicaba, 2002. 71p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- ANDRADE, S. R. R. **Processamento mínimo de mamão (Carica papaya L.):** efeitos de aditivos químicos e atmosfera modificada na qualidade do produto. Piracicaba, 2006. 180p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- ARAÚJO, F. M. M. C.; CHITARRA, A. B. Armazenamento de melão 'orange flesh' minimamente processado sob atmosfera modificada. **Ciência Agrotécnica**, v. 29, n. 2, p. 346-352, 2005.
- ARRUDA, M. C. et al. Tratamento térmico facilita descascamento de laranja 'Pêra' e não altera sua qualidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18, 2004, Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2004. (CD ROM).
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the association of analytical chemists.** 16 ed. Arlington, 1995. 1141p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis:** official method 989. 17 ed. Arlington, 2000.
- AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos.** São Paulo: Nobel, 1993. p.114p.
- BITTER, T.; MUIR, H. M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analytical Biochemistry**, v. 34, p. 330-334, 1962.

- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução- RDC nº12, de 2 de janeiro de 2001:** regulamento técnico sobre padrões microbiológicos em alimentos. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm> Acesso em: 10 Mar.2006.
- CARUSO, J. G. B.; CAMARGO, R. Microbiologia de alimentos. In: CAMARGO, R. et al. **Tecnologia dos produtos agropecuários.** São Paulo: Nobel, 1984. p.35-49.
- CARVALHO, C. R. L. et al. **Análises químicas de alimentos.** Campinas: ITAL, 1990. 121p. (ITAL. Manual Técnico).
- CEREDA, M. P.; BERTOLINI, A. C.; EVANGELISTA, R. M. Uso de amido em substituição às ceras na elaboração de películas na conservação pós-colheita de frutas e hortaliças: estabelecimento de curvas de secagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 7, 1992, Recife. **Anais...** Recife: [s.n], 1992. p.107.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças:** fisiologia e manuseio. 2 ed. Lavras: FAEPE, 2005. 785p.
- CONWAY, W. S.; SAMS, C. E. Possible mechanisms by which postharvest calcium treatment reduces decay in apples. **Phytopatology**, v. 74, n. 1, p. 208-210, 1984.
- FIGUEIREDO, J. O. Variedades copa de valor comercial. In: RODRIGUÉZ, O. et al. (Ed.). **Citricultura brasileira.** 2 ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v.1, p.228-264, 1991.
- FONTES, L. C. B. **Uso de solução conservadora e de películas comestíveis em maçãs as cultivar Royal Gala minimamente processadas:** efeito na fisiologia e na conservação. Piracicaba, 2005. 118p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. Laranja Pêra. In:_____ **Agriannual 2004:** anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2004. p. 291-292.
- GONÇALVES, N. B. **Efeito da aplicação de cloreto de cálcio associado ao tratamento hidrotérmico sobre a composição química e suscetibilidade ao escurecimento interno do abacaxi cv. Smooth Cayenne.** Lavras, 1998. 96p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Lavras.
- JACOMINO, A. P.; ARRUDA, M. C.; MOREIRA, R. C. Tecnologia de processamento mínimo de frutas cítricas. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2005, La Habana. **Anais...** Sonora: CYTED, 2005. p.11-17.
- KROCHTA, J. M.; MULDER-JOHNSTON, C. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. **Food Technology**, v. 51, n. 2, p. 61-74, 1997.
- McCREADY, P. M.; McCOMB, E. A. Extration and determination of total pectic material. **Analytical Chemistry**, v. 24, n. 12, p. 1586-1588, 1952.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, V.; CARR, B. . **Sensory evaluation techniques.** 2 ed. Boca Raton: CRC Press, 1991. 354p.
- NELSON, N. A photometric adaptation of the Somogy method for the determination of glucose. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 153, n. 2, p. 375-380, 1944.
- POOVAIAH, B. W. Molecular and cellular aspects of calcium action in plants. **HortScience**, v. 23, n. 2, p. 267-271, 1988.
- ROCHA, A. M. C. N. et al. Shelf-life of chilled cut orange determined by sensory quality. **Food Control**, v. 6, n. 6, p. 317-322, 1995.
- SENESI, E.; BIGNARDI, B. Film eduli a base di purea di mela per migliorare la qualita e ampliare le funzioni d'uso di spicchi di mela parzialmente essiccati. **Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura**, v. 62, n. 11, p. 61-66, 2000.
- STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices.** 2 ed. San Diego: Academic Press Inc., 1993. 336p.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. **SAS/QC software:** usage and reference (version 6). 2 ed. Cary, 1996. (CD-ROM).
- TEIXEIRA, G. H. A. et al. Processamento mínimo de mamão 'Formosa'. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n.1, p. 47-50, 2001.
- VITTI, M. C. D. **Aspectos fisiológicos, bioquímicos e microbiológicos em beterrabas minimamente processadas.** Piracicaba, 2003. 116p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.