

APLICAÇÃO DE RECOBRIMENTO DE FÉCULA DE BATATA PARA A CONSERVAÇÃO DE TOMATES

APPLICATION OF POTATO STARCH COATING TO TOMATOES CONSERVATION

Carina Loureiro de Melo¹

Gabriela Mattiazzi Spohr¹

Camila Scheffer Quadros¹

Gilmar Fidalski¹

Francisco Roberto da Silva Machado Junior²

Josiane Maria Muneron de Mello¹

Francieli Dalcanton^{1,3}

Resumo. O tomate apresenta-se entre os frutos mais comercializados e o Brasil é o quinto maior produtor mundial. Após a colheita destes frutos, os recobrimentos biodegradáveis são aplicados para aumentar a vida útil e torná-los mais atrativos. O objetivo deste trabalho foi utilizar filmes biodegradáveis à base de fécula de batata para a maior conservação de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill) cultivar ‘Carmem’. As concentrações (m/V) utilizadas do filme foram de 2 g L⁻¹, 4 g L⁻¹ e 6 g L⁻¹. Para o acompanhamento da vida útil destes frutos foram realizadas as análises de acidez total, sólidos solúveis totais, pH, perda de massa e coloração. As análises de acidez, pH, sólidos solúveis totais e perda de massa não apresentaram diferenças significativas entre as diferentes concentrações de fécula de batata e o controle. O recobrimento dos tomates com fécula de batata na concentração de 4 g L⁻¹ demonstrou-se mais efetivo na conservação destes frutos, pois apresentava entre 60 e 90 % da sua superfície vermelha, tornando o fruto nestas condições mais atraente por apresentar um aspecto de melhor conservação em relação as outras concentrações.

Palavras-chave: Recobrimentos biodegradáveis. Vida útil. Tomates.

Abstract. The tomato presents among the most commercialized fruits and Brazil is the fifth largest producer. After harvesting the fruits, biodegradable coatings are applied to increase the shelf life and make more attractive. The objective of this work was to use biodegradable coatings basis potato starch for greater conservation of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill) type ‘Carmem’. The concentrations (w/V) of coatings used were of 2 g L⁻¹, 4 g L⁻¹ and 6 g L⁻¹. For the monitoring the shelf life of these fruits were carried analyzes of total acidity, soluble solids, pH, weight loss and staining. The acidity analysis, pH, soluble solids and weight loss did not differ significantly between the different concentrations of potato starch and the control. The coating of tomatoes with potato starch at a concentration of 4 g L⁻¹ demonstrated to be more effective in the conservation of these fruits, because presented between 60 and 90 % of the red surface, making the fruit more attractive in these conditions to present an aspect of better conservation in relation the other concentrations.

Keywords: Biodegradable coatings. Shelf life. Tomatoes.

1 INTRODUÇÃO

Dentre os frutos mais comercializados no mundo, o tomate ocupa uma posição de destaque no mercado e o Brasil tem relevante participação neste aspecto, pois é o quinto maior produtor mundial deste fruto. Entretanto, grande parte desta produção sofre danos que dificultam a sua comercialização, consequência de técnicas inadequadas em todas as etapas da

¹ Área de Ciências Exatas e Ambientais, Universidade Comunitária da Região de Chapecó, 89809-000 Chapecó – SC, Brasil

² Escola de Química e de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande, 96203-900 Rio Grande –RS, Brasil

³Contato correspondência: fdalcanton@unochapeco.edu.br

sua manufatura, ou seja, desde o campo até o consumidor final (Melo, 2012; Panozzo et al., 2013). Perdas significativas são verificadas na pós-colheita, ocasionadas por injúrias mecânicas, armazenamento e transporte inadequados, bem como a ampla exposição no varejo, sendo porta de entrada para a contaminação por fungos e bactérias (Chitarra e Chitarra, 1990).

Em geral, os recobrimentos biodegradáveis naturais são polissacarídeos, proteínas ou lipídios, ou ainda uma mescla destes (Dhall, 2013; Arnon et al., 2014; Galus e Kadzinska, 2015), sendo empregados não somente para estender a vida útil, como também tornar os frutos mais atrativos (Das et al., 2013). Vincentino et al. (2011), observaram que uvas recobertas com amido modificado acetilado aumentaram em 12 dias sua vida útil. Souza et al. (2011) avaliaram a influência de cobertura de quitosana na pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’, obtendo como resultado um retardamento do amadurecimento em nove dias de armazenamento a 23 °C, das mangas recobertas. Ainda de acordo com os autores, a concentração de 1,5% propiciou a melhor manutenção da cor da polpa, dos teores de sólidos solúveis, de acidez titulável, de ácido ascórbico e de firmeza. Segundo Rita et al. (2011), tomates cobertos com filmes biodegradáveis a base de sálvia e manjerona mostraram maior eficiência na atividade antimicrobiana, promovendo aumento da vida útil ao serem armazenados em temperatura ambiente. De acordo com Pereira et al. (2014), o efeito da aplicação de cera à base de carnaúba na qualidade e conservação da laranja cv. ‘Valência Delta’ resultou em uma intensificação do brilho, manutenção das propriedades físico-químicas durante o armazenamento. Ao término do período de 28 dias de armazenamento os frutos controle perderam aproximadamente 26% da massa inicial, enquanto nos frutos recobertos esta perda foi reduzida para 14%.

Os filmes e coberturas de frutas e hortaliças possuem a função de inibir ou reduzir a migração de umidade, oxigênio, dióxido de carbono, lipídios, aromas, dentre outros, pois promovem barreiras semipermeáveis. Além disso, podem transportar compostos nesta cobertura como: antioxidantes, antimicrobianos e flavorizantes, e/ou melhorar a integridade mecânica ou as características de manuseio do alimento (Fakhouri, 2007; Medeiros et al., 2012; Moraes et al., 2012).

As féculas de batata podem ser matérias-primas para a obtenção de filmes biodegradáveis, sendo que para a formação destes é necessária a elaboração de suspensões filmogênicas (Henrique et al., 2008; Almeida et al., 2013). O emprego da fécula de batata age no sentido de preservar a textura, reduzir as trocas gasosas ou ainda a perda de água excessiva dos alimentos. Também apresenta algumas características importantes como ser transparente, ter aderência para não se desprender facilmente do fruto, bem como não modificar o sabor e aroma peculiares (Assis e Britto, 2014). Além disso, a fécula de batata pode ser considerada uma cobertura que apresenta baixo custo.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização de filmes biodegradáveis a base de fécula de batata na conservação de tomates cultivar ‘Carmem’, ampliando a possibilidade de aplicação do uso de recobrimentos biodegradáveis para manter a qualidade de frutas e hortaliças.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados nos laboratórios de Tecnologia de Alimentos, Operações Unitárias e de Química da Universidade Comunitária da Região de Chapecó - Unochapecó.

Os frutos utilizados neste estudo foram tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill) cultivar ‘Carmem’ adquiridos com fornecedores locais. Estes foram selecionados segundo a conservação e também a maturação, ou seja, de acordo com a classificação pintado, que orienta que as cores amarelo, rosa ou vermelho cubram entre 10 e 30% da superfície do fruto

(Brasil, 1995).

A formação da cobertura ocorreu a partir da gelatinização da fécula de batata (Yoki), que foi obtida da seguinte forma: primeiramente pesou-se em balança analítica (BTEC 210.4, Tecnal) diferentes quantidades da fécula e adicionou-se água destilada, a fim de obter diferentes concentrações. As concentrações de fécula (m/V) utilizadas neste estudo foram de 2 g L^{-1} , 4 g L^{-1} e 6 g L^{-1} . Também foi feito o acompanhamento controle do amadurecimento dos frutos sem o recobrimento (sem fécula). A solução foi aquecida em chapa de aquecimento (G313F22, Quimis) e homogeneizada de forma manual e constante com bastão de vidro até atingir a temperatura de 70°C , temperatura esta necessária para a gelatinização da fécula (Oliveira et al., 2015). Após, retirou-se do aquecimento e resfriou-se à temperatura ambiente, para que os frutos fossem mergulhados neste filme sem sofrer alterações pelo calor.

Antes do recobrimento com o filme, os frutos foram higienizados e sanitizados em uma solução com teor de cloro ativo de 2 a 2,5 % por 20 minutos.

Após foram imersos na cobertura por 30 segundos e em seguida colocados em grades plásticas para a drenagem do excesso e secagem da solução de fécula de batata. Após 12 horas, os frutos passaram por uma revisão para complemento com a cobertura nas regiões em que esta não se fixou. Os frutos permaneceram em temperatura ambiente durante todo o experimento e após a secagem da cobertura os frutos foram retirados das grades e deixados nas bancadas laboratoriais para evitar danos físicos aos mesmos. No período do experimento, a umidade e temperatura ambiente foram acompanhadas com Termo-higrômetro digital portátil (0609, Incoterm).

Para o acompanhamento da vida útil destes frutos recobertos com a solução de fécula, realizaram-se diferentes análises, conforme descrito a seguir.

2.1 ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL

Para a determinação da acidez total titulável em porcentagem de ácido cítrico, procedeu-se o método apresentado pelo Instituto Adolfo Lutz (2011). O tomate foi triturado em um liquidificador (LQ Bellagio V5, Britânia), logo após pesou-se 10 g da amostra e diluiu-se em 10 mL de água destilada, caracterizando-se como suco de tomate. Na sequência foi transferida uma alíquota de 10 mL desta solução para um erlenmeyer e adicionou-se 50 mL de água destilada. Após, adicionou-se três gotas de solução fenolftaleína e realizou-se a titulação da amostra com solução padrão de hidróxido de sódio (NaOH) (Vetec) $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ até a formação da coloração rósea.

2.2 SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS

As análises de sólidos solúveis totais foram realizadas com auxílio de refratômetro portátil (Q767-4, Quimis). A leitura foi realizada com a inserção de uma gota do suco de tomate sobre o prisma do aparelho.

2.3 PH

Para o acompanhamento do pH foi utilizado pHmetro (Q405M, Quimis).

2.4 PERDA DE MASSA

Na determinação da perda de massa, os frutos foram pesados em balança analítica, sendo que a análise foi não destrutiva. A pesagem foi realizada sempre com as mesmas amostras para cada concentração e para o controle.

2.5 COLORAÇÃO

Para determinação da variação da coloração ao longo do experimento, foram utilizados sempre os mesmos frutos e comparados através de imagens, sendo que as mesmas foram capturadas com câmera digital (Samsung) de 14,2 megapixels.

Todas as análises neste estudo foram realizadas em triplicata até o final da vida útil, sendo acompanhada a temperatura e umidade ambiente de forma constante.

2.6 MURCHAMENTO E DESCARTE DOS FRUTOS

Além das análises físico-químicas, massa e cor, fizeram-se necessários ao longo do tempo análises de acompanhamento do murchamento e do índice de descarte dos tomates. O murchamento dos frutos foi verificado visualmente e através do manuseio dos tomates. E o descarte se deu quando os frutos estavam impróprios para o consumo.

2.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram avaliados por análise de variância e teste de Tukey (Montgomery, 2004), a fim de verificar a existência de diferenças significativas entre as condições estudadas a 95 % de confiança ($p < 0,05$). O tratamento estatístico dos dados foi feito utilizando o *software* Statistica 7.0 (StatSoft®).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de acidez titulável do tomate (média $\pm$ desvio padrão) durante todos os dias de armazenamento para as diferentes concentrações da fécula de batata (2, 4, 6 g L⁻¹ e controle (sem fécula)) encontram-se na Tabela 1. Como os tomates foram armazenados em bancada laboratorial foram acompanhadas durante todo o experimento a temperatura e umidade relativa, sendo que os valores médios foram de $24,3 \pm 3,4$ °C e $57,5 \pm 8,5$ %, respectivamente.

Tabela 1. Teor de acidez titulável (%) de tomates revestidos com diferentes concentrações de fécula de batata ao longo da vida útil

Dias	Acidez titulável (%)*			
	2 g L ⁻¹	4 g L ⁻¹	6 g L ⁻¹	Controle
1	1,11 $\pm$ 0,19 ^{Aa}	1,22 $\pm$ 0,38 ^{Aa}	1,11 $\pm$ 0,19 ^{Aa}	1,33 $\pm$ 0,00 ^{Aa}
3	1,00 $\pm$ 0,00 ^{Aa}	1,11 $\pm$ 0,19 ^{Aa}	1,11 $\pm$ 0,19 ^{Aa}	1,11 $\pm$ 0,19 ^{Aa}
5	1,00 $\pm$ 0,00 ^{Aa}	1,11 $\pm$ 0,19 ^{Aa}	1,00 $\pm$ 0,00 ^{Aa}	1,11 $\pm$ 0,19 ^{Aa}
7	0,07 $\pm$ 0,01 ^{Ab}	0,06 $\pm$ 0,01 ^{Ab}	0,07 $\pm$ 0,00 ^{Ab}	0,06 $\pm$ 0,00 ^{Ab}
9	0,06 $\pm$ 0,01 ^{Ab}	0,06 $\pm$ 0,01 ^{Ab}	0,06 $\pm$ 0,01 ^{Ab}	0,06 $\pm$ 0,00 ^{Ab}
14	0,04 $\pm$ 0,01 ^{Ab}	0,04 $\pm$ 0,01 ^{Ab}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{Ab}	0,05 $\pm$ 0,00 ^{Ab}
16	0,04 $\pm$ 0,01 ^{Ab}	0,04 $\pm$ 0,01 ^{Ab}	---	0,04 $\pm$ 0,00 ^{Ab}

* Letras maiúsculas iguais representam que não há diferenças significativas na linha e letras minúsculas iguais representam que não há diferenças significativas na coluna ($p < 0,05$).

Observou-se que houve uma variação significativa a partir do 7º dia, pois ocorreu uma diminuição dos valores de acidez total titulável, indicando amadurecimento dos frutos em todos os tratamentos. Já entre as diferentes concentrações de fécula e o controle não houve diferença significativa entre os teores de acidez. Guimarães et al. (2013) também não encontraram diferenças significativas entre os tratamentos para as análises de acidez titulável de lichias ‘Bengal’ com aplicação de ácido cítrico em duas concentrações, associadas ou não à quitosana.

Como observado na Tabela 1, os frutos recobertos com 6 g L⁻¹ de fécula não atingiram o 16º dia de experimento, sendo que o acompanhamento se deu até o 14º dia (último dia de análise), pois os tomates já estavam em processo degradativo avançado, fazendo com que os frutos fossem descartados nesse período.

As leituras de pH dos tomates nas diferentes concentrações de fécula, também foram acompanhadas ao longo da vida útil do fruto e os resultados estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Teor de pH de tomates revestidos com diferentes concentrações de fécula de batata ao longo da vida útil

Dias	pH*			
	2 g L ⁻¹	4 g L ⁻¹	6 g L ⁻¹	Controle
1	4,38 ± 0,04 ^{Aab}	4,32 ± 0,05 ^{Aab}	4,37 ± 0,04 ^{Aab}	4,35 ± 0,01 ^{Aa}
3	4,31 ± 0,05 ^{Aa}	4,26 ± 0,03 ^{Aa}	4,39 ± 0,07 ^{Aa}	4,32 ± 0,01 ^{Aa}
5	4,29 ± 0,01 ^{Aa}	4,36 ± 0,03 ^{Aab}	4,35 ± 0,12 ^{Aa}	4,30 ± 0,02 ^{Aa}
7	4,34 ± 0,04 ^{Aab}	4,32 ± 0,05 ^{Aab}	4,37 ± 0,08 ^{Aab}	4,38 ± 0,14 ^{Aa}
9	4,35 ± 0,04 ^{Aab}	4,34 ± 0,12 ^{Aab}	4,46 ± 0,05 ^{Aab}	4,29 ± 0,02 ^{Aa}
14	4,46 ± 0,06 ^{Aab}	4,76 ± 0,34 ^{Ab}	4,59 ± 0,06 ^{Ab}	4,33 ± 0,00 ^{Aa}
16	4,64 ± 0,30 ^{Ab}	4,43 ± 0,05 ^{Aab}	---	4,35 ± 0,02 ^{Aa}

* Letras maiúsculas iguais representam que não há diferenças significativas na linha e letras minúsculas iguais representam que não há diferenças significativas na coluna (p < 0,05).

Verifica-se na Tabela 2 que não é possível observar um comportamento ou tendência definida para os dados, pois as amostras são destrutivas e para cada dia foram utilizados 3 tomates diferentes. Porém os valores de pH não variaram entre as diferentes concentrações de fécula de batata em comparação ao controle. Mesmo não havendo uma tendência, os valores do 1º dia comparados com os do 14º e 16º dia são menores, indicando amadurecimento dos frutos ao longo do experimento.

Segundo Damasceno et al. (2003), tomates tratados com cobertura de fécula de mandioca com concentração de 2 % apresentaram valores de pH maiores em relação a de 0 % e 3 %, sendo que o aumento do pH foi observado com o amadurecimento e senescência dos frutos. O estudo com manga ‘Surpresa’ realizado por Scanavaca Júnior et al. (2007), também observou um aumento do pH com o decorrer do amadurecimento e com os menores valores de acidez, o que também pode ser percebido no presente trabalho, onde os menores valores de acidez foram acompanhados de valores de pH mais elevados.

Os valores de sólidos solúveis totais estão apresentados na Tabela 3, onde pode ser observado que não houve aumento significativo dos açúcares e dos ácidos orgânicos ao longo do amadurecimento dos frutos. No decorrer do tempo, também percebe-se que não ocorre variação significativa dos valores médios de sólidos solúveis totais entre os diferentes recobrimentos e o controle.

Tabela 3. Teor dos sólidos solúveis totais (°Brix) de tomates revestidos com diferentes concentrações de fécula de batata ao longo da vida útil

Dias	Sólidos Solúveis Totais (°Brix)*			
	2 g L ⁻¹	4 g L ⁻¹	6 g L ⁻¹	Controle
1	3,57 ± 0,06 ^{Aa}	3,60 ± 0,36 ^{Aa}	2,93 ± 0,06 ^{Aa}	3,30 ± 0,30 ^{Aa}
3	3,33 ± 0,23 ^{Aa}	3,27 ± 0,35 ^{Aa}	3,30 ± 0,00 ^{Aa}	3,27 ± 0,06 ^{Aa}
5	3,30 ± 0,00 ^{Aa}	3,70 ± 0,17 ^{Aa}	3,37 ± 0,50 ^{Aa}	3,10 ± 0,20 ^{Aa}
7	3,63 ± 0,46 ^{Aa}	3,40 ± 0,26 ^{Aa}	3,03 ± 0,23 ^{Aa}	3,33 ± 0,06 ^{Aa}
9	3,47 ± 0,51 ^{Aa}	2,83 ± 0,80 ^{Aa}	3,27 ± 0,29 ^{Aa}	3,03 ± 0,23 ^{Aa}
14	2,90 ± 0,00 ^{Aa}	2,80 ± 0,20 ^{Aa}	2,60 ± 0,30 ^{Aa}	2,60 ± 0,30 ^{Aa}
16	2,60 ± 0,42 ^{Aa}	3,10 ± 1,13 ^{Aa}	---	3,60 ± 0,00 ^{Aa}

* Letras maiúsculas iguais representam que não há diferenças significativas na linha e letras minúsculas iguais representam que não há diferenças significativas na coluna (p < 0,05).

No estudo realizado por Damasceno et al. (2003), os autores observaram que não houve interação significativa entre o tempo de armazenamento e a cobertura de fécula de mandioca utilizada em tomates. Entretanto houve uma diminuição no teor de sólidos solúveis com o decorrer do tempo, sendo que os tratamentos com 2 % e 3 % de fécula de mandioca apresentaram valores de sólidos solúveis menores em relação ao tratamento controle, demonstrando que o tomate controle amadureceu mais rapidamente. No estudo de Scanavaca Júnior et al. (2007) os autores observaram que não houve diferença estatística entre os tratamentos com fécula de mandioca (1, 2 e 3 %) no recobrimento de manga cultivar ‘Surpresa’ nas análises de sólidos solúveis totais e pH.

A análise de perda de massa dos tomates com e sem tratamento (Figura 1), armazenados durante 16 dias, demonstrou que ao decorrer dos dias houve uma queda de massa de todos os frutos, sendo observada uma tendência semelhante para todos os tratamentos.

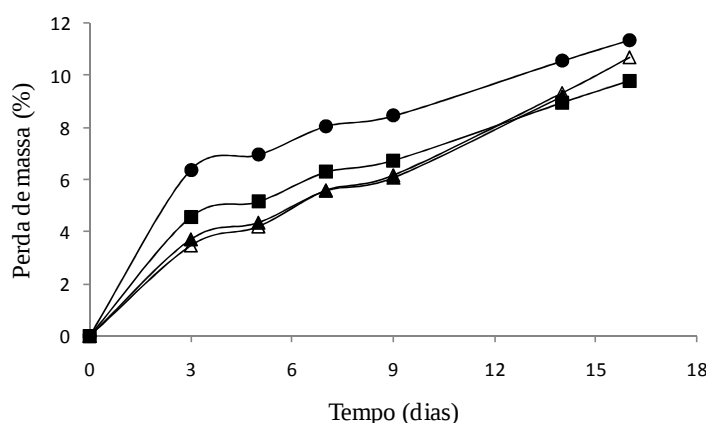


Figura 1. Valores de perda de massa (%) ao longo da vida útil para os tratamentos: (■) controle; (●) 2 g L⁻¹ de fécula; (△) 4 g L⁻¹ de fécula; (▲) 6 g L⁻¹ de fécula

O comportamento da perda de massa para o recobrimento com 4 g L⁻¹ de fécula foi semelhante ao de 6 g L⁻¹, porém os frutos duraram até o último dia de análise, sendo que a perda foi de 10,72 % no total. A perda de massa para 2 g L⁻¹ de fécula foi de 11,35 % e para o controle foi de 9,76 %. Estas perdas de massa não apresentaram diferenças significativas no nível de confiança estudado.

A perda de massa ocorrida por esses frutos pode ser atribuída à degradação das membranas celulares, que funcionam como barreiras aos movimentos da célula. Durante a senescência do fruto ocorre uma desintegração desta barreira perdendo o controle dos processos bioquímicos e fisiológicos da célula. Portanto essa modificação da membrana pode ocasionar a perda de massa dos tomates pela perda de água. Lemos et al. (2007), também observaram que a perda de massa em frutos é devido aos processos de respiração e transpiração. Damasceno et al. (2003), descreveram que a perda de massa dos tomates recobertos com fécula de mandioca comparados ao branco foi semelhante, mesmo que o tratamento com 3 % tenha sido o que apresentou a menor perda de massa em relação ao branco e ao tratamento 2 %. O intuito dos recobrimentos é que estes diminuíssem as perdas de massa, porém isto não foi observado nos estudos apresentados.

Para a análise da influência da aplicação das coberturas na cor do tomate, foram capturadas as imagens ao longo da durabilidade dos frutos e a análise se deu de maneira visual e comparativa, conforme ilustrado na Figura 2. Nesta são apresentados os tratamentos controle (a), concentração de 2 g L⁻¹ (b), concentração de 4 g L⁻¹ (c) e concentração de 6 g L⁻¹ (d) nos dias 1, 8 e 16, respectivamente.



Figura 2. Coloração dos tomates no 1º, 8º e no 16º dia de armazenamento, respectivamente, obedecendo a seguinte ordem: (a) tratamento controle, (b) concentração de 2 g L⁻¹, (c) concentração de 4 g L⁻¹ e (d) concentração de 6 g L⁻¹

A aparência do fruto é um fator determinante na sua escolha pelos consumidores, por isto a importância desta análise. Os tomates possuem uma grande variedade de compostos antioxidantes, incluindo a vitamina E, ácido ascórbico, carotenoides, flavonoides e fenólicos (Corrêa et al., 2008; Borguini e Torres, 2009). Os carotenoides são pigmentos naturais, com coloração variando do amarelo ao vermelho, que têm sido largamente utilizados como corantes em alimentos, bebidas, cosméticos e rações animais (Nunes e Mercadante, 2004). O licopeno é o carotenoide responsável pela cor vermelha de tomates maduros, e por esta característica tem atraído considerável atenção nos últimos anos por seu papel na prevenção de doenças (Omoni e Aluko, 2005; Cruz et al., 2012).

Analisando a cor dos tomates pode-se observar pela análise da Figura 2 que a coloração apresentou-se mais intensa para o controle e o tratamento de 2 g L⁻¹ a partir do 8º dia de armazenamento, sendo que para as concentrações de 4 g L⁻¹ e 6 g L⁻¹ os frutos ainda apresentavam certa área com pigmentação verde. A aplicação em maior concentração do recobrimento gerou uma menor velocidade de maturação do fruto. Além disso, os frutos recobertos apresentam mais brilho em relação ao controle.

Observa-se pela Figura 2 (d) que a coloração vermelha dos tomates com concentração de fécula de 6 g L⁻¹, mostra-se menos intensa, indicando a menor velocidade de maturação. Até o 8º dia de armazenamento os frutos possuíam um bom estado de conservação, o seu interior apresentava adequadas características para o consumo, ainda com áreas verdes.

Entretanto entre o 10º e o 14º dia os tomates iniciaram um processo acelerado de degradação, como o crescimento visual de fungos e apodrecimento, tornando-os impróprios para o consumo e por consequência descartados, sendo que as análises de pH, sólidos solúveis e acidez foram realizadas com os tomates sadios até o 14º dia. A Figura 2 (d) traz os dois últimos tomates que restaram até 16 dias.

O tratamento com 4 g L⁻¹ de concentração de fécula de batata (Figura 2c) demonstrou-se efetivo na conservação dos frutos, apresentando as melhores condições. Mesmo com a velocidade de maturação diminuída, não ocorreram alterações indesejadas nos tomates como aconteceu no tratamento 6 g L⁻¹ de fécula. Ao fim do 16º dia afirma-se que o tratamento 4 g L⁻¹ foi efetivo na preservação do tomate e na diminuição da taxa respiratória, demonstrando que o tomate ainda não estava totalmente maduro, ou seja, a produção de licopeno não estava completa. Segundo classificação apresentada na Portaria nº 553, que apresenta o regulamento técnico de identidade e qualidade do tomate (Brasil, 1995), o tomate no 16º dia foi considerando vermelho, pois apresentava entre 60 e 90% da sua superfície vermelha, sendo que ao final da vida útil do tomate este é classificado de vermelho maduro, quando mais de 90 % da superfície do fruto encontra-se vermelha.

Os frutos sem recobrimento (Figura 2a) apresentaram o amadurecimento mais acelerado, seguido do tratamento 2 g L⁻¹ de fécula (Figura 2b). Neste caso, a porcentagem de fécula não foi eficiente para retardar o amadurecimento do fruto, pois o comportamento foi semelhante ao controle. Como visualizado, a coloração foi mais intensa que 4 g L⁻¹, tendo um tempo de vida útil menor.

Além das análises físico-químicas, massa e cor, fizeram-se necessários ao longo do tempo análises de acompanhamento do murchamento e do índice de descarte dos tomates. O tratamento controle no decorrer dos dias apresentou-se mais amolecido em relação aos outros tratamentos, sendo isto verificado no momento das análises de perda de massa, momento em que se fazia necessário manipular os frutos com as mãos. O tratamento 2 g L⁻¹ de fécula demonstrou mais firmeza em relação ao controle; o tratamento 4 g L⁻¹ demonstrou-se mais firme que o 2 g L⁻¹, porém mais mole que o 6 g L⁻¹, e por fim, o tomate que apresentou mais firmeza foi o com tratamento 6 g L⁻¹, sendo considerados somente os frutos aptos para o consumo.

Com relação ao descarte devido ao estado de deterioração ao longo dos experimentos, obtiveram-se os seguintes resultados: para o controle obteve-se 16,7 % de descarte até 16º dia; para o tratamento de 2 g L⁻¹ de fécula, 13,3 % dos frutos foram descartados até 16º dia; para o tratamento de 4 g L⁻¹ houve 5 % de descarte; para o tratamento de 6 g L⁻¹ houve um descarte de 20 % até o 12º dia, e 98 % até o 14º dia. Estes descartes foram decorrentes do apodrecimento dos frutos e do crescimento visual de fungos principalmente na parte inferior do fruto, ou seja, na parte onde foi retirado o pedúnculo do tomate. Isto ocorre em virtude de esta região não ter uma película protetora como acontece no restante do fruto, além de ser a parte em que ocorrem os maiores danos mecânicos, situações que propiciam, em ambos os casos, condições para a degradação dos frutos. Como citado, houve 5 % de descarte no tratamento 4 g L⁻¹, sendo que os frutos deste tratamento eram aqueles que apresentavam melhor aparência física em relação aos demais.

4 CONCLUSÃO

Ao final dos 16 dias de experimento, pode-se afirmar que o uso de cobertura a base de fécula de batata na concentração de 4 g L⁻¹ se mostra uma alternativa viável para a extensão da vida útil de tomates cultivar ‘Carmem’. Apesar das análises de acidez, pH, sólidos solúveis totais e perda de massa não apresentarem diferenças significativas entre as diferentes concentrações de fécula de batata e o controle, os parâmetros de cor, textura e degradação

demonstraram que a aplicação de cobertura de fécula de batata a 4 g L⁻¹ é a mais efetiva na conservação dos frutos estudados, tornando o fruto nestas condições mais atraente por apresentar um aspecto de melhor conservação.

Sendo assim, esta tecnologia de aplicação de recobrimento de frutos com fécula de batata apresenta-se bastante promissora, pois, além de a matéria-prima apresentar baixo custo, a produção não demanda grandes investimentos, sendo possível a sua aplicação em escala industrial, tornando-se uma alternativa para a conservação do tomate.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Núcleo de Pesquisa em Tratamento e Reaproveitamento de Efluentes Industriais da UNOCHAPECÓ e ao CNPq (PIBIT/ PIBIC) por dar suporte financeiro para a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D.M., WOICIECHOWSKI, A.L. & WOSIACKI, G. Propriedades Físicas, Químicas e de Barreira em Filme Formados por Blenda de Celulose Bacteriana e Fécula de Batata. *Polímeros*, 23(4): 538-546, 2013.
- ARNON, H., ZAITSEV, Y., PORAT, R. & POVERENOV, E. Effects of carboxymethyl cellulose and chitosan bilayer edible coating on postharvest quality of citrus fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 87: 21–26, 2014.
- ASSIS, O.B.G. & BRITTO, D. Coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações, *Brazilian Journal Food Technology*, 17(2): 87-97, 2014.
- BRASIL. Ministério da agricultura, abastecimento e reforma agrária. Portaria nº 553 de 15 de setembro de 1995. Regulamento Técnico de identidade e Qualidade do tomate. 1995.
- BORGUINI, R.G. & TORRES, E. A.F.D. Tomatoes and tomato products as dietary sources of antioxidants. *Food Research International*, 25(4): 313-325, 2009.
- CHITARRA, M.I.F., CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: Esal/Faepe, 293p, 1990.
- CORRÊA, J.L.G., SILVA FILHO, E.D. & BATISTA, M.B. Desidratação osmótica de tomate seguida de secagem. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 10(1): 35-42, 2008.
- CRUZ, P.M.F., BRAGA, G.C. & GRANDI, A.M. Composição química, cor e qualidade sensorial do tomate seco a diferentes temperaturas. *Semina: Ciências Agrárias*, 33(4): 1475-1486, 2012.
- DAMASCENO, S., OLIVEIRA, P.V.S., MORO, E.; MACEDO, K.E., LOPES, M.C. & VICENTINI, N.M. Efeito da aplicação de película de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de tomate. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 23(3): 377-380, 2003.
- DHALL, R. Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53:435–450, 2013.
- DAS, D.K., DUTTA, H. & MAHANTA, C.L. Development of a rice starch-based coating with antioxidant and microbe-barrier properties and study of its effect on tomatoes stored at room temperature. *LWT - Food Science and Technology*, 50: 272-278, 2013.
- FAKHOURI, F.M., FONTES, L.C.B., GONÇALVES, P.V.M., MILANEZ, C.R., STEEL, C.J., COLLARES-QUEIROZ, F. P. Filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatina na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 27(2): 369-375, 2007.
- GALUS, S. & KADZINSKAS, J. Food applications of emulsion-based edible films and coatings- Review. *Trends in Food Science & Technology*, 45: 273-283, 2015.
- GUIMARÃES, J.E.R.; MORGADO, C.M.A.; GALATI, V.C.; MARQUES, K.M.;

MATTIUZ, B. Ácido cítrico e quitosana na conservação de Lichias ‘Bengal’. Revista Brasileira de Fruticultura, 35 (3): 730-737, 2013.

HENRIQUE, C.M., CEREDA, M.P & SARMENTO, S.B.S Características físicas de filmes biodegradáveis produzidos a partir de amidos modificados de mandioca. Ciência e Tecnologia de alimentos, 28(1): 231-240, 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos: normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. São Paulo – Brasil. 2011.

LEMOES, O.L.; REBOUÇAS, T.N.H.; SÃO JOSÉ, A.R.; VILA, M.T.R.; SILVA, K.S. Utilização de biofilme comestível na conservação de pimentão 'Magali R' em duas condições de armazenamento. Bragantia, 66 (4): 693-699, 2007.

MEDEIROS, B.G.S., PINHEIRO, A.C., CARNEIRO-DA-CUNHA, M.G. & VICENTE, A. A. Development and characterization of a nanomultilayer coating of pectin and chitosan – Evaluation of its gas barrier properties and application on ‘Tommy Atkins’ mangoes. Journal of Food Engineering, 110: 457–464, 2012.

MELO, P.C.T. Panorama da Agroindústria do Tomate no Mundo. 6º Congresso brasileiro de tomate industrial. Piracicaba, 2012.

MONTGOMERY, D.C. Introdução ao Controle Estatístico de Qualidade. 4ª Edição. Editora LTC. Rio de Janeiro. 2004.

MORAES, K.S., FAGUNDES, C., MELO, M.C., ANDREANI, P. & MONTEIRO, A.R. Conservation of *Williams* pear using edible coating with alginate and carrageenan. Food Science and Technology, 32(4): 679-684, 2012.

NUNES, I. L. & MERCADANTE, A. Z. Obtenção de cristais de licopeno a partir de descarte de tomate. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 24(3): 440-447, 2004.

OLIVEIRA, C.M.; CONEGLIAN, R.C.C.; CARMO, M.G.F. Conservação pós-colheita de tomate cereja revestidos com película de fécula de mandioca. Horticultura brasileira, 33 (4): 471- 479, 2015.

OMONI, A.O. & ALUKO, R.E. The anti-carcinogenic and anti-atherogenic effects of lycopene: a review. Trends in Food Science and Technology, Amsterdam, 8: 344-350, 2005.

PANOZZO, A. LEMMENS, L., VAN LOEY, A., MANZOCCO, L., NICOLI, M.C. & HENDRICKX, M. Microstructure and bioaccessibility of different carotenoid species as affected by high pressure homogenisation: A case study on differently coloured tomatoes. Food Chemistry, 141(4): 4094-4100, 2013.

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, 45(3): 520-527, 2014.

RITA, F., SALLES, L.B., BARBOZA, R.A., OLIVEIRA, M.C., PRESTES, R.A. & ALMEIDA, D.M. Atividade antimicrobiana de biofilme com óleos essenciais para conservação pós-colheita de tomate cv. Rasteiro. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, Ponta Grossa, 05: 466-474, 2011.

SCANAVACA JÚNIOR, L., FONSECA, N. & PEREIRA, M.E.C. Uso de fécula de mandioca na pós-colheita de manga ‘surpresa’. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP, 29(1): 67-71, 2007.

SOUZA, M.L., MORGADO, C.M. A., MARQUES, K.M., MATTIUZ, C.F.M. & MATTIUZ, B. Pós-colheita de mangas ‘tommy atkins’ recobertas com quitosana. Revista Brasileira Fruticultural, Jaboticabal - SP, VE: 337-343, 2011.

VINCENTINO, S.L., FLORIANO, P.A. & DRAGUNSKI, D.C. Filmes de amidos de mandioca modificados para recobrimento e conservação de uvas. Química Nova, 34 (8): 1309-1314, 2011.