

QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE TOMATES TIPO RASTEIRO COM APLICAÇÃO DE SOLUÇÕES DE AMIDO, GLICEROL E POLIACETATO DE VINILA POR ASPERSÃO

Postharvest quality of italian tomatoes with sprayed solutions of starch, glycerol and vinyl polyacetate

Manuella Candéo¹; Evaldo Toniolo Kubaski²; Thiago Sequinel³; Samara Schmidt¹; Sergio Mazurek Tebcherani^{1*}

¹Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Av. Monteiro Lobato, s/n, Km 04, Ponta Grossa, PR. CEP 84016-210.

²Departamento de Engenharia de Materiais, Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Campus de Uvaranas. Av. General Carlos Cavalcanti, 4748, Ponta Grossa, PR, CEP 84030-900.

³Faculdade de Ciências Exatas e de Tecnologia. Universidade Federal da Grande Dourados. Rodovia Dourados, Km 12, Unidade II, Dourados, MS. CEP 79.804-970.

*Autor para correspondência: sergiomt@uepg.br

RESUMO

Este estudo visou avaliar o efeito da aplicação de cinco diferentes concentrações de uma solução de amido, glicerol e poliacetato de vinila em água e aplicados na forma de aspersão em tomates da espécie rasteira, para verificar o comportamento pós-colheita dos frutos. Estes foram armazenados por sete dias em uma temperatura entre 25°C e 28°C. Foram realizadas análises físicas e químicas e com o resultado foi possível observar que não ocorreu uma mudança significativa no comportamento dos frutos.

Palavras-chave: pós colheita de tomates, métodos de conservação, qualidade.

ABSTRACT

This study evaluated the effect of five different concentrations of starch, glycerol and vinyl polyacetate aqueous solutions sprayed on Italian tomatoes to test fruits' postharvest behavior. Fruits were stored in temperatures from 25°C to 28°C for seven days. Physical and chemical analyzes were performed and results showed non-significant changes in fruit behavior.

Keywords: postharvest tomatoes, conservation methods, quality.

INTRODUÇÃO

A procura por dietas balanceadas, ricas em alimentos vegetais, gera um aumento na ingestão de frutas, legumes e verduras, sendo necessários estudos que disponibilizem os mesmos, em quantidade e com qualidade adequadas (MARCOS, 2001).

As frutas e verduras são notoriamente frágeis e sua vida de prateleira é relativamente curta gerando dificuldade para que estes produtos cheguem até o consumidor com a garantia de qualidade adequada, sem que ocorra a perda do seu valor nutritivo e de seus atributos organolépticos e sensoriais (EMBRAPA, 2006).

Os métodos de conservação para frutas e verduras devem partir de vegetais sãos, preferencialmente logo após a colheita, pois a senescência é um estágio que ocorre rapidamente, impedindo a viabilidade dos métodos que são utilizados para prolongar a vida de prateleira das frutas, mantendo a aparência atrativa para o consumidor, garantindo a qualidade e os nutrientes desses alimentos. Na verdade, estas metodologias dizem respeito ao controle dos estágios de maturação das frutas e verduras.

Por sua vez, o tomate é um fruto perecível e o beneficiamento do controle do seu estágio de maturação é uma vantagem econômica. O Brasil é o oitavo maior produtor de tomate, com uma produção superior a três milhões de toneladas no ano, no entanto, em torno de 21% dessa produção sofre algum tipo de dano, tornando-a imprópria para a comercialização e o consumo humano (EMBRAPA, *loc. cit.*).

Após a colheita, o tomate apresenta-se como um fruto altamente perecível. O fruto maduro possui uma vida média de prateleira de uma semana, com perdas variando entre 25% a 50%, enquanto o fruto parcialmente maduro apresenta uma vida útil de até duas semanas, com 20% a 40% de perdas pós-colheita (BARRET-REINA, 1990).

O uso de alguns métodos de conservação para reduzir essas perdas, como refrigeração, atmosferas modificadas e controladas, embalagens ativas e cobertura com ceras ou biofilmes, são alternativas para prolongar a vida de prateleira desses frutos. O controle de maturação pós-colheita pode vir a ser uma alternativa aos problemas econômicos sociais e ambientais.

A grande perda de produtos *in natura* por produtores e comerciantes, devido ao rápido amadurecimento e senescência de frutas, além do prejuízo financeiro, acarretam problemas sociais, onde muitas pessoas vivem à beira ou abaixo da linha de pobreza e, conseqüentemente, sofrem a carência de alimentos nutritivos, enquanto frutas e outros alimentos são descartados antes mesmo de chegarem ao consumidor.

O controle de amadurecimento de frutos não deve encarecer os produtos ao ponto de inviabilizá-los comercialmente, bem como causarem prejuízos ao meio ambiente, como por exemplo, o gasto excessivo de energia elétrica, como por exemplo, das câmaras de refrigeração e de embalagens que não possuem propriedades biodegradáveis.

Os biofilmes comestíveis são bons exemplos de controle de maturação pós-colheita, pois conferem bom aspecto ao fruto tornando-os brilhantes e atrativos; podem ser atóxicos, permitindo a ingestão sem causar danos ao aparelho digestivo. Também podem ser facilmente removíveis com água.

Tomate

O tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill. - Solanaceae) tem origem na região andina, desde o Equador, passando pela Colômbia, Peru, Bolívia, até o Norte do Chile. Porém, a domesticação do fruto se deu no México (MINAMI & HAAG, 1989).

O tomate era conhecido como “*Tomati*” na língua mexicana e já estava presente na cultura Asteca quando os espanhóis chegaram à América, que acabaram por difundir a cultura do tomate pelo mundo, com o seu cultivo nas colônias. Na Itália, o tomate ficou conhecido como “*pomodoro*”, devido às primeiras variedades possuírem a cor amarelada.

O fruto do tomateiro é o mais cultivado, sendo também um dos vegetais mais ingeridos no mundo, tanto de maneira natural, sem passar por processos industriais, como na forma processada (TONON *et al.*, 2006).

O Brasil está entre os dez maiores produtores de tomate. A China está em primeiro lugar, seguida pelos Estados Unidos (IBGE, 2007). A produção de tomate nos países asiáticos ganhou destaque após os países desenvolvidos reduzirem as suas áreas de plantio. Por isso, ocorreu um grande investimento do governo chinês no desenvolvimento da região noroeste do país, uma das mais pobres, investindo na produção do tomate, principalmente na década de 1990 (MINISTERIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2009).

O tomate é um fruto sensível, muito perecível, constituído por uma casca (epicarpo) de película fina, tornando-se um fruto delicado para o deslocamento logístico (GAMEIRO *et al.*, 2007). Possui um fruto climatérico, ou seja, durante o período de maturação, sua atividade respiratória é prolongada tornando possível sua colheita na fase de maturação fisiológica.

As perdas do tomate são resultantes de sua alta atividade de água (AW), o que faz com que este sofra alterações pela mudança de temperatura e umidade. O tomate também possui uma alta atividade metabólica, conferindo um período de senescência bastante curto e que continua após a colheita. A elevada atividade respiratória faz com que sua aparência seja danificada, apresentando os sinais da senescência ou envelhecimento do fruto, como o enrugamento, devido à perda de massa, a alteração na cor, no sabor e na textura.

O maior do consumo do tomate deve-se ao aumento de redes de *fast food*, que usam o tomate não somente *in natura*, mas também na forma processada, como nos molhos estilo “ketchup”, cada vez mais aceitos pela praticidade no preparo de alimentos (CARVALHO & PAGLIUCA, 2007).

Outro fator que também contribuiu para o aumento na ingestão do tomate foi a preferência por consumo de produtos mais saudáveis, fazendo com que o tomate seja uma opção na salada dos brasileiros.

O tomate se caracteriza pelo alto teor de vitaminas A e C, se tornando assim um alimento funcional. Também é rico em licopeno, considerado como uma substância preventiva quanto ao desenvolvimento de células cancerígenas se consumida regularmente, protegendo principalmente o sistema digestivo e o gastrointestinal (LEMONS JÚNIOR *et al.*, 2011).

O licopeno é um carotenoide antioxidante, de cor avermelhada, encontrado em vegetais como tomate, goiaba, pitanga, melancia, entre outros (LEMONS JÚNIOR *et al.*, 2011). É também um metabólito lipossolúvel, sem atividade de pró-vitamina A, sintetizado por diversos vegetais e microrganismos. Este composto figura como um dos 600 pigmentos carotenoides encontrados na natureza e um dos 25 pigmentos observados em tecidos e plasma humanos. A absorção do licopeno pelos seres humanos se dá mediante nutrientes que contêm licopeno em sua composição, assim como os tomates maduros (RAO & RAO, 2007; SILVA *et al.*, 2009).

Estima-se que aproximadamente 80% da ingestão dietética de licopeno é oriundo do consumo de tomates e de seus derivados, valor este que representa cerca de 30% do consumo diário de carotenoides (OMONI & ALUKO, 2005; PORRINI & RISO, 2005; KUN *et al.*, 2006; MORITZ & TRAMONTE, 2006; RAO & ALI, 2007).

Matos *et al.* (2006) comprovaram, através de um estudo *in vivo*, o efeito de proteção do licopeno e do β -caroteno contra danos causados pelo estresse oxidativo induzido por ferro na próstata de ratos. Para o estudo, eles se utilizaram da análise de concentração do 8-oxo-7,8-di-hidro-2'-deoxyguanosina (8-oxo-dGuo) como marcador de estresse oxidativo do DNA. Segundo os autores, os ratos suplementados com licopeno ou β -caroteno por cinco dias antes do tratamento de oxidação induzida mostraram uma redução de cerca de 70% dos níveis de 8-oxodGuo.

Concluiu-se, então, que o pré-tratamento com o licopeno ou β -caroteno impediu quase que completamente o dano lipídico nesses animais. Estudos apontam que o seu consumo pode auxiliar na prevenção do câncer de próstata (MATOS *et al.*, *loc. cit.*). Portanto, o controle no processo de maturação permite um aumento da disponibilidade de licopeno nos tomates.

Controle de maturação e biofilmes

A necessidade de alimentos de alta qualidade fez com ocorresse um aumento na quantidade de pesquisas conectadas ao desenvolvimento dos processos de controle de maturação de frutas e verduras.

Pesquisas voltadas à produção de biofilmes comestíveis, preferencialmente os biodegradáveis, são de grande interesse, devido às preocupações ambientais, no que diz respeito ao descarte de embalagens, a partir de materiais não renováveis, além da facilidade de uso na oportunidade de novos mercados de biofilme para produtos agroindustriais. (TANADA-PALMU *et al.*, 2002). Lemos (2006) afirmou que os filmes podem ser comestíveis e também podem ser classificados como biodegradáveis de maneira como foi feita a sua composição e as quantidades de produtos utilizados na fabricação, após aplicar filmes feitos à base de fécula de mandioca em pimentões.

O recobrimento de frutos pode ser feito de duas maneiras distintas: por filme ou por cobertura. Os filmes são pré-formados separadamente do produto, enquanto as coberturas são aplicadas e formadas exatamente sobre o fruto e podem ser aplicadas por imersão ou por aspersão (MAIA *et al.*, 2000).

Os biofilmes são filmes finos, feitos de material biológico, que são utilizados nos alimentos como barreira de elementos externos para proteger o produto, podendo conservá-lo por mais tempo ou acelerar o seu processo de maturação. São geralmente produzidos por polissacarídeos, proteínas, lipídios e derivados (MATHLOUTHI, 1994).

As características do alimento determinam o tipo de filme utilizado. Assim, para produtos suscetíveis à oxidação, as películas devem exibir pouca permeabilidade ao oxigênio (O_2). Frutas e hortaliças frescas requerem películas que permitam transferência moderada de gases para diminuir a respiração e conter os processos fermentativos resultantes de anaerobiose (AZEREDO, 2003).

Estão entre as propriedades funcionais dos filmes: o retardamento da migração de umidade, do transporte de gases oxigênio (O_2) e carbônico (CO_2), da migração de óleo ou gordura e do transporte de solutos. Também conferem integridade estrutural adicional aos alimentos, retenção dos compostos aromáticos e incorporação de aditivos alimentícios ou componentes com atividade antibacteriana ou antifúngica, com liberação controlada sobre o produto em que o filme foi depositado (ASSIS *et al.*, 2008).

Essas características funcionais dependem do biopolímero utilizado na fabricação do filme (peso molecular, polaridade), do modo de preparo do filme (pH, tratamento térmico da solução, tipo e teor de aditivos, como os plastificantes), das condições do ambiente (umidade, temperatura), das propriedades mecânicas (flexibilidade e resistência), das propriedades óticas (cor e luminosidade), da capacidade de formar uma barreira gasosa (permeabilidade ao oxigênio, ao gás carbônico e ao vapor de água), das propriedades sensoriais, da solubilidade em água, do custo do processamento e da disponibilidade da matérias primas (MONTERREY-QUINTERO & SOBRAL, 2000; SOBRAL, 2001).

Os filmes normalmente possuem um custo elevado e, por ser de um material fino e flexível, apresentam fracas propriedades mecânicas. Por isso, surgiram as misturas poliméricas biodegradáveis que têm por finalidade melhorar propriedade mecânica e reduzir o custo.

A mistura de polímeros pode proporcionar a modificação e a eficiência na propriedade dos materiais quando comparado às propriedades dos polímeros puros, porém, isso depende da compatibilidade entre os componentes (BONA, 2007).

A formação de filmes e as coberturas comestíveis estão baseadas na dispersão ou solubilização dos biopolímeros em um solvente (água, etanol ou ácidos orgânicos) e na adição de aditivo (plastificantes ou agentes de ligação), obtendo-se uma solução ou dispersão filmogênica que passará por uma operação de secagem. Com a evaporação do solvente, o aumento da concentração do biopolímero na solução favorece a agregação das moléculas, levando a formação de uma rede tridimensional (VICENTINI, 2003).

Estudos relacionados à produção de filme buscam reduzir o impacto ambiental na substituição de plásticos que não são biodegradáveis. A importância desses estudos está em conseguir produzir plásticos oriundos de fontes naturais biodegradáveis que não agridam o meio ambiente, diferentemente dos plásticos existentes hoje feitos a partir do petróleo (ALMEIDA, 2010).

Filmes biodegradáveis podem ser definidos como camadas finas de um material com essa característica, que podem ser aplicados como barreira entre o alimento e o ambiente circundante e, dependendo da matéria-prima utilizada, podem ser consumidos como parte do produto alimentar (GUILBERT *et al.*, 1996; KROCHTA & MULDER-JOHNSTON, 1997; SKURTYS *et al.*, 2009).

Segundo Bobbio & Bobbio (1984), o uso de filmes comestíveis é uma proposta que pode ser usada com a mesma finalidade da cera. Nesta técnica, utilizam-se como matéria-prima os derivados do amido, da celulose ou do colágeno. Podem ser usadas diretamente sobre os alimentos, que poderão ser consumidos ainda com a película.

Os filmes comestíveis podem ser classificados de acordo com a sua composição como hidrocoloidais, filmes a base de polissacarídeos ou de proteínas, que apresentam baixa permeabilidade ao oxigênio, ao dióxido de carbono e aos lipídeos, que são de natureza hidrofílica e que tem pouca resistência ao vapor de água (MATHLOUTHI, 1994).

Filmes lipídicos e compostos lipídicos, com sua natureza hidrofóbica, têm grande resistência ao vapor de água. O mais atual biopolímero, é constituído de proteínas e lipídeos oriundos de fontes naturais, assim como o amido, que é um polissacarídeo importante e facilmente encontrado na natureza.

MATERIAL E MÉTODOS

Para realização deste trabalho foram selecionados 96 frutos de tomateiro, da espécie rasteiro/italiano, de acordo com a uniformidade na coloração e no tamanho.

Os tomates foram lavados em água corrente, em seguida colocados em uma solução de hipoclorito de sódio 1:100 por 20 minutos.

As amostras foram divididas em oito grupos de 12 tomates, sendo cada grupo um tratamento. Para a síntese dos filmes, foram preparadas cinco concentrações de soluções diferentes contendo amido de milho, glicerol, poliacetato de vinila e água, como mostra a tabela 1.

TABELA 1. Variação das concentrações das soluções dos filmes para deposição.

Concentrações	Poliacetato de vinila	Amido	Glicerol	Água
1	70,37%	3,71%	5,2%	20,72%
2	70,37%	0,75%	2,22%	26,66%
3	62,97%	3,71%	2,22%	31,1%
4	62,97%	0,75%	5,2%	31,08%
5	66,66%	2,22%	3,71%	27,41%

A tabela 2 mostra os oito tratamentos que foram aplicados nos frutos, onde os tratamentos cinco a sete foram submetidos à mesma concentração. O tratamento oito foi considerado o controle.

Cada composição foi depositada em doze tomates, sendo três desses separados para a análise de perda de massa, e os outros nove para as análises destrutivas.

TABELA 2. Variação da composição das soluções dos filmes para deposição.

Tratamentos	Poliacetato de vinila	Amido	Glicerol	Água
1	70,37%	3,71%	5,2%	20,72%
2	70,37%	0,75%	2,22%	26,66%
3	62,97%	3,71%	2,22%	31,1%
4	62,97%	0,75%	5,2%	31,08%
5	66,66%	2,22%	3,71%	27,41%
6	66,66%	2,22%	3,71%	27,41%
7	66,66%	2,22%	3,71%	27,41%
8	0%	0%	0%	0%

As soluções foram aplicadas nos tomates na forma de aspersão, seguida de secagem por evaporação do solvente, em condições ambientais, até o tempo de 3 horas. Em seguida, foram realizadas as análises no tempo, considerando-se o tempo inicial de zero hora (T1), seguido por 192 horas (T2) e 216 horas (T3).

Após aplicação dos filmes, os tomates foram avaliados quanto a perda de massa, pH, firmeza da polpa, sólidos solúveis em graus Brix e atividade de água. As determinações de perda de massa foram realizadas em T1, T2 e T3. Os valores obtidos foram anotados em seguida calculados para determinar a perda de massa dos frutos.

O pH foi analisado em pHmetro de bancada (Q400MT Quimis), através do suco do fruto, onde o eletrodo do pHmetro foi inserido em T1, T2 e T3, sendo um fruto proveniente de cada tratamento, com destruição dessas amostras.

As análises de firmeza da polpa foram feitas em texturômetro (CT3 Texture Analyzer) com ponteira de 10 gramas, deformação 2 m/m e velocidade de 10 mh/s.

A análise de sólidos solúveis Brix foi feita em refratômetro de bancada (Refratômetro ABBE, com escala de refração 1,300-1,720 nD e 0 a 95% BRUX, c/ indicador de temperatura). Para essa análise, também foi necessária a preparação de um suco do fruto de cada tratamento.

A análise da atividade de água (AquaLab-Series-4TE-Side) foi realizada através de um fragmento (pedaço) do fruto. Os resultados foram posteriormente tratados estatisticamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após aplicação das diferentes concentrações das soluções na forma de filme, sobre a superfície dos tomates, foi determinada a perda de massa em teste de variância do fruto, nos intervalos de tempo de zero hora (T1), 192 horas (T2) e 216 horas (T3). Os resultados são apresentados na tabela 3.

TABELA 3. Perda de massa dos frutos de tomates com diferentes concentrações de filmes nos intervalos de tempo de zero hora (T1), 192 horas (T2) e 216 horas (T3).

Tratamento	(T1) 0 hora	(T2) 192 horas	(T3) 216 horas	Perda de massa
1	116,57	113,82	113,01	3,56%
2	87,89	86,12	85,57	2,32%
3	111,02	108,23	107,47	3,55%
4	97,83	93,48	92,33	5,5%
5	64,64	62,77	61,92	2,72%
6	99,16	97,4	96,94	2,22%
7	82,14	80,2	79,7	2,44%
8 (Sem filme)	76,66	75,02	74,6	2,06%

A maior perda de massa foi observada entre os tratamentos 3 e 4. O tratamento 8, que obteve menor perda de massa, foi de 2,06%, o que não é significativo a nível de 5%.

A perda de massa gradativa, em todos os frutos, é característico com o passar do tempo. A aplicação das soluções não foram eficientes para garantir uma menor perda de massa dos frutos, como consequência de uma menor perda de água.

Os resultados relativos à análise de variação do pH dos frutos do tomate, durante este experimento, estão apresentados na tabela 4.

TABELA 4. Valores de pH dos frutos ao longo do armazenamento.

Tratamento	(T1) 0 hora	(T2) 192 horas	(T3) 216 horas	Média
1	3,83	4,3	4,84	4,3
2	4,18	4,29	4,63	4,3
3	3,7	4,4	4,67	4,2
4	5,9	4,31	4,72	5,0
5	5,87	4,42	4,69	5,0
6	4,17	4,4	4,65	4,4
7	5,67	4,48	4,68	4,9
8 (Sem filme)	5,9	4,48	4,76	5,0

Pode-se observar que não houve diferença significativa no nível estabelecido para o pH dos frutos de tomate. O pH e a acidez são fatores de extrema importância, quando se analisa o nível de aceitação de um produto pelo consumidor final, pois frutos com acidez excessiva são rejeitados para o consumo (BORGUINI, 2002).

Após o término do experimento e, de acordo com os resultados apresentados na tabela 3, a aplicação do filme não interferiu no pH das amostras quando comparado com o tomate sem filme. A tabela 5 é referente a análise de variância de pH para os frutos de tomates.

TABELA 5. Análise de variância de pH dos frutos tomate, sendo (N.S.) - não significativo.

Causa da variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados.	Quadrados médios	F calculado	F (5%)	F (1%)	
Blocos	2	1,0	0,5	1,6	3,7	6,5	
Tratamento	7	2,6	0,3	1,1	2,7	4,2	N.S.
Resíduo	14	4,6	0,3				
Total	23	8,3					
C.V.		12,35%					

A firmeza da polpa foi determinada para todos os frutos pela força de punção. As tabelas 6 e 7 apresentam os resultados referentes à firmeza dos frutos submetidos aos diferentes tratamentos durante todo o tempo de ensaio.

A firmeza dos frutos é importante para o consumidor final, pois a escolha dos tomates é realizada pela cor, mas também pelo apalramento do fruto, onde o consumidor consegue perceber o nível de maturação.

TABELA 6. Firmeza da polpa dos frutos tomate avaliados em zero hora (T1), 192 horas (T2) e 216 horas (T3).

Tratamento	(T1) 0 hora	(T2) 192 horas	(T3) 216 horas	Média
1	1300	1160	795	1085
2	965	720	885	857
3	785	1185	645	872
4	985	510	505	667
5	1275	745	390	803
6	1825	640	460	975
7	870	575	905	783
8	545	795	475	605

Observa-se que houve uma perda da firmeza em todos os frutos, sendo significativo ao longo do período de estudo (Tabela 6), no entanto, a perda de massa não apresentou variação entre os tratamentos, como mostrado na tabela 3.

TABELA 7. Análise de variância dos frutos do tomate, sendo (S.) significativo a 5% e (N.S.) não significativo.

Causa da variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrados médios	F calculado	F (5%)	F (1%)	
Blocos	2	780058,3	390029,2	4,1	3,7	6,5	S.
Tratamento	7	506050	72292,8	0,7	2,7	4,2	N.S.
Resíduo	14	1315175	93941,0				
Total	23	2601283					
C.V.		36,89%					

Os teores de sólidos solúveis dos frutos de tomate não foram afetados significativamente pelos tratamentos com diferentes concentrações de amido, glicerol e pelo armazenamento em temperatura de 25°C a 28°C, durante as 216 horas. Entretanto, observam-se diferenças nas médias para os tratamentos com 3% e 5% de amido, no intervalo de 192 horas para 216 horas de armazenamento.

As análises de grau Brix não apresentaram variação entre as amostras com diferentes concentrações de filmes e nem entre os diferentes intervalos de tempo, conforme apresentados nas tabelas 8 e 9, demonstrando que não houve modificações quanto à quantidade de sólidos solúveis nos tomates, com a aplicação de diferentes concentrações de soluções.

TABELA 8. Análise Brix dos frutos do tomate nos intervalos de zero hora (T1), 192 horas (T2) e 216 horas (T3).

Tratamento	0 hora	192 horas	216 horas	Média
1	4,9	5,32	2,9	4,4
2	3	4,8	4,8	4,2
3	4,2	4,4	3	3,9
4	2,1	4,7	1,8	2,9
5	3,2	3,2	3,2	3,2
6	4,9	3	3,2	3,7
7	3,2	4,1	2	3,1
8	4,9	4,3	4,2	4,5

TABELA 9. Análise de variância dos resultados de Brix dos frutos de tomate, sendo (N.S.), valores não significativos.

Causa da variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrados médios	F calculado	F (5%)	F (1%)	
Blocos	2	4,8	2,4	2,9	3,7	6,5	N.S.
Tratamento	7	7,8	1,1	1,3	2,7	4,2	N.S.
Resíduo	14	11,5	0,8				
Total	23	24,2					

Os resultados relativos à análise de variação da atividade de água, dos frutos do tomate, durante o tempo do experimento, estão apresentados na tabela 10.

TABELA 10. Atividade de água dos frutos tomates durante os intervalos de tempo de zero hora (T1), 192 horas (T2) e 216 horas (T3).

Tratamento	(T1) 0 hora	(T2) 192 horas	(T3) 216 horas	Média
1	0,9864	0,982	0,976	0,981
2	0,9903	0,9811	0,9786	0,983
3	0,9854	0,981	0,9779	0,981
4	0,9812	0,9185	0,9807	0,960
5	0,9797	0,9765	0,9763	0,977
6	0,9788	0,9815	0,9798	0,980
7	0,9857	0,989	0,9769	0,984
8	0,9827	0,9745	0,955	0,971

A atividade de água se manteve constante em todos os frutos e em todas as concentrações de filmes, conforme apresentado na tabela 11 da análise de variância.

TABELA 11. Análise de variância da atividade de água dos frutos tomates. (NS) Não significativo.

Causa da variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrados médios	F calculado	F (5%)	F (1%)	
Blocos	2	0,0	0,0	1,3	3,7	6,5	NS.
Tratamento	7	0,0	0,0	1,0	2,7	4,2	NS.
Resíduo	14	0,0	0,0				
Total	23	0,0					
C.V.	1,43%						

De acordo com os resultados da Tabela 11, não houve diferença significativa em relação à atividade de água dos frutos tomate.

CONCLUSÕES

A aplicação de soluções com diferentes concentrações de amido, glicerol, poliacetato de vinila e água por aspersão em frutos do tomate não se mostrou eficiente para o controle de maturação e nem interferiu na qualidade pós-colheita dos frutos, devido à ineficiência do filme em retardar a respiração dos frutos, o que levaria ao aumento do tempo para se atingir a senescência dos mesmos. Por outro lado, as soluções aplicadas se mostraram inertes quando utilizadas em tomates já maduros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, D.M. **Biofilme de blenda de fécula de batata e celulose bacteriana na conservação de fruta minimamente processada.** Tese de Doutorado. Curitiba, PR: UFPR, 284p., 2010.
- AZEREDO, H.M.C. Películas comestíveis em frutas conservadas por métodos combinados: potencial da aplicação. **Boletim CEPPA**, 21(2), 267-278, 2003.
- BARRETT-REINA, L.C. **Conservação pós-colheita de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) da cultivar Gigante Kada submetido a choque a frio e armazenamento com filme de PVC.** Dissertação de Mestrado. Lavras, MG: UFLA. 114p., 1990.
- BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. Material de embalagem. *In: ____*. **Química de processamento de alimentos.** Campinas, SP: Fundação Cargill, 1984. Cap. 9, p. 189-202.
- BONA, J.C. **Preparação e caracterização de filmes biodegradáveis a partir de blendas de amido com polietileno.** Dissertação de Mestrado. Florianópolis, SC: UFSC. 115p., 2007.
- BORGUINI, R.G. **Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) orgânico: o conteúdo nutricional e opinião do consumidor.** Dissertação de Mestrado. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP, Ribeirão Preto, SP:110p., 2002.
- CARVALHO, J.L.; PAGLIUCA, L.G. Tomate, um mercado que não para de crescer globalmente. Hortifruti Brasil, JUN/2007 Disponível em: http://www.cepea.esalq.usp.br/hfbrasil/edicoes/58/mat_capa.pdf; acesso em 14 de agosto de 2015.

- FILGUEIRA, F.A.R. Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2. ed.: Viçosa, MG: UFV 421p., 2003.
- GAMEIRO, A.H.; CAIXETA FILHO, J.V.; ROCCO, C.D.; RANGEL, R. Estimativa de perdas no suprimento de tomates para processamento industrial no estado de Goiás. **Informações Econômicas**, **37**(7), 7-16, 2007.
- GUILBERT, S.; GONTARD, N.; GORRIS, L.G.M. Prolongation of the shelf-life of perishable food products using biodegradable films and coatings. **LWT-Food Science and Technology**, **29**, 10-17, 1996.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, Rondônia**, 2007.
- KROCHTA, J.M.; MULDER-JOHNSTON, C. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. **Food Technology**, **51**(2), 60-74, 1997.
- KUN, Y.; LULE, U.S.; XIAO-LIN D. Lycopene: its properties and relationship to human health. **Journal Food Reviews International**, **22**, 309-33, 2006.
- LEMONS, O.L. **Utilização de biofilmes comestíveis na conservação pós-colheita do pimentão ‘Magali R’**. Dissertação de Mestrado. Vitória da Conquista, BA: UESB, 130p., 2006.
- LEMONS JÚNIOR, H.P.; BRUNELLI, M.J.; LEMOS, A.L.A. **Licopeno. Diagnóstico e Tratamento**, **16**(2), 71-74, 2011.
- MAIA, L.H.; PORTE, A.; SOUZA, V.F. Filmes comestíveis: aspectos gerais, propriedades de barreira à umidade e oxigênio. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, **18**(1), 105-128, 2000.
- MARCOS, S.R. **Desenvolvimento de tomate de mesa, com o uso do método Q.F.P. (Quality Function Deployment) comercializado em um supermercado**. Tese de Doutorado. Campinas, SP: UNICAMP. 200p., 2001.
- MATOS, H.R.; MARQUES, S.A.; GOMES, O.F.; SILVA, A.A.; HEIMANN, J.C.; Di MASCIO, P.; MEDEIROS, M.H.G. Lycopene and β -carotene protect *in vivo* ironinduced oxidative stress damage in rat prostate. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, **39**(2), 203-210, 2006.
- MATHLOUTHI, M. **Food packaging and preservation. V. 1**, Gaithersburg: Aspen, USA. 1994. 292p.
- MINAMI, K.; HAAG, P.H. **O tomateiro**. 2. ed. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1989. 397p.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Produção integrada no Brasil: agropecuária sustentável alimentos seguros / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Secretária de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. – Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009.
- MONTERREY-QUINTERO, E.S.; SOBRAL, P.J.A. Preparo e caracterização de proteínas miofibrilares de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) para elaboração de biofilmes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, **35**, 179-189, 2000.
- MORITZ, B.; TRAMONTE, V.L.C. Biodisponibilidade do licopeno. **Revista de Nutrição**, **19**(2), 265-273, 2006.
- OMONI, A.O.; ALUKO, R.E. The anti-carcinogenic and anti-atherogenic effects of lycopene, **Trends in Food Science & Technology**, **16**, 344–50, 2005.
- PORRINI, M.; RISO, P. What are typical lycopene intakes? **Journal of Nutrition**, **135** (17), 2042-2045, 2005.
- RAO, A.V.; ALI, A. Biologically active phytochemicals in human health: lycopene. **International Journal of Food Properties**, **10**(2), 279-88, 2007.
- RAO, A.V.; RAO, L.G. Carotenoids and human health. **Pharmacological Research**, **55**(3), 207-16, 2007.
- SHAMI, N.J.I.E.; MOREIRA, E.A.M. Licopeno como agente antioxidante. **Revista de Nutrição**, **17**(2), 227-236, 2004.
- SILVA, A.M.; SCHNEIDER, V.C.; PEREIRA, C.A.M. Propriedades químicas e farmacológicas do licopeno. **Revista Eletrônica de Farmácia**, **6**, 36-61, 2009.
- SKURTYS, O.; ACEVEDO, C.A.; PEDRESCHI, F.; ENRIONE, J.; OSORIO, F.; AGUILERA, J.M. **Food hydrocolloid edible films and coatings**. In: CLARENCE, S.H. (Eds.), Food hydrocolloids: characteristics, properties and structures. Nova Science, 2009

- SOBRAL, P.J.A. Estado da arte da tecnologia de filmes comestíveis no Brasil. 4º Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos, Campinas, SP. 2001.
- TANADA-PALMU, P.S.; FAKHOURI, F.M.; GROSSO, C.R.F. Filmes biodegradáveis: extensão da vida útil de frutas tropicais. *Biotecnologia. Ciência & Desenvolvimento*, **5**(26), 12-17, 2002.
- TONON, R.V.; BORONI, A.F.; HUBINGER, M.D. Estudo da desidratação osmótica de tomate em soluções ternárias pela metodologia de superfície de resposta. *Ciência Tecnologia de Alimentos*, **26**(3), 715- 723, 2006.
- VICENTINI, N.M. **Elaboração e caracterização de filmes comestíveis à base de fécula de mandioca para uso em pós-colheita**. Tese de Doutorado. Botucatu, SP: UNESP, 198p. 2003.