



Utilização de biofilme comestível na conservação pós-colheita de pimentão verde (*Capsicum annuum* L.)

Use of edible biofilm in green pepper postharvest conservation (*Capsicum annuum* L.)

E. O. A. Sena^{1*}; H. G. S. de A. Couto¹; A. R. da C. Paixão²; M. P. C. Silveira²;
L. F. G. Oliveira Junior², M. A. G. Carnelossi¹

¹Departamento de Tecnologia de Alimentos/Laboratório de Processamento de Produtos de Origem Vegetal - LabFruitH, Universidade Federal de Sergipe, CEP 49100-000, São Cristóvão-SE, Brasil

²Departamento de Engenharia Agrônômica/Laboratório de Ecofisiologia e Pós-Colheita - ECOPOC, Universidade Federal de Sergipe, CEP 49100-000, São Cristóvão-SE, Brasil

*senaeoa@gmail.com

(Recebido em 31 de janeiro de 2016; aceito em 25 de abril de 2016)

A utilização de biofilmes comestíveis são uma das alternativas tecnológicas eficientes na manutenção da vida útil de frutos e hortaliças. A fina camada de material comestível atua como excelente propriedade de barreira artificial e associada à refrigeração age mantendo sua qualidade pós-colheita. Este trabalho teve como objetivo avaliar a aplicação do biofilme a base de alginato de sódio sobre a manutenção da qualidade pós-colheita de pimentões verdes (*Capsicum annuum* L.). Os frutos foram selecionados, lavados, sanitizados, revestidos com 1% e 3% de alginato. Frutos sem revestimento foram utilizados como controle. Após aplicação do revestimento os frutos foram armazenados em expositor vertical a 7°C e 87±1% UR por até 15 dias. A cada três dias foram realizadas análises de perda de massa fresca, firmeza do fruto, teores de acidez titulável, ácido ascórbico, pH, parâmetros de cor e atividade da enzima pectinametilesterase (PME). O uso do revestimento foi eficiente em retardar o metabolismo dos frutos de pimentão. O revestimento também foi capaz de manter por mais tempo a firmeza dos frutos quando comparados com o controle. Frutos revestidos apresentaram maiores valores de SS e AT, menor atividade da enzima pectinametilesterase, menor perda de massa fresca e melhor aspecto visual durante os 15 dias de armazenamento.

Palavras-chave: Alginato; revestimento comestível, armazenamento.

Edible biofilms are one of efficient technological alternatives in maintaining the shelf life of fruits and vegetables. The thin layer of edible material acts as excellent property of artificial barrier, and associated cooling acts maintaining postharvest quality. This study aimed to assess the use of the biofilm based on sodium alginate on maintaining postharvest quality of green peppers (*Capsicum annuum* L.). The fruits were selected, washed, sanitized, and after coated with 1% and 3% alginate. Uncoated fruits were used as control. After application of the coating in the fruits were stored in vertical display to 7°C and 87 ± 1% RH for 15 days. Every three days were carried out analysis of fresh mass loss, firmness of fruit, acidity levels, ascorbic acid, pH, color parameters, and activity of the enzyme pectin methylesterase (PME). Use of the coating was effective in slowing the metabolism of peppers. The coating was also able to keep longer the firmness of the fruits compared to control. Coated fruits had higher SS and AT values, lower activity of pectin methylesterase enzyme, less loss of weight, and better visual appearance during the 15 days of storage.

Keywords: Alginate; edible coating, storage.

1. INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.), pertencente à família Solanaceae, é uma planta perene de clima tropical, cultivado em toda parte do território brasileiro apresentando grande importância econômica [1,2]. De alta perecibilidade, os danos microbiológicos e mecânicos estão entre as principais causas potenciais de perdas observadas no fruto [3]. A atividade da enzima pectinametilesterase (PME) também pode causar perdas em pimentões durante o amadurecimento, pois catalisa a desmetilação do carbono seis do grupo carboxílico dos resíduos de galactosil da pectina, desesterificando-os e levando ao amaciamento dos frutos [4].

Como medida importante na conservação de hortaliças, os biofilmes comestíveis vêm sendo cada vez mais utilizados. O principal objetivo da utilização dos biofilmes é reduzir os danos causados por agentes de ordem microbiológica, química e física [5]. O uso de biofilmes como o alginato, por exemplo, pode aumentar o tempo de vida útil em produtos perecíveis, preservando a textura e valor nutricional do produto, pois contribuem na redução das trocas gasosas e perda ou ganho excessivo de água, mantendo a qualidade por mais tempo [6]. O alginato de sódio, conhecido comercialmente como sal de sódio do ácido algínico é um polissacarídeo derivado a partir das algas marinhas marrons (Phaeophyceae) com propriedade espessante, geleificante e estabilizante. Constitui-se como um copolímero linear composto de resíduos com ligação glicosídicas com o ácido β -D-manurônico (M) e de ácido α -L-gulurônico (G) (1,4) [7]. O revestimento comestível a base de alginato de sódio tem sido reportado como eficiente na conservação de frutos inteiros como melão [8] e maçãs [9]. Estes trabalhos comprovam a eficácia do alginato de sódio na conservação da qualidade das frutas, conservando-as até 15 dias, fato este devido à diminuição da produção de etileno responsável pelo amadurecimento dos frutos.

O presente trabalho teve com o objetivo avaliar o efeito de diferentes concentrações do revestimento à base de alginato de sódio, na conservação pós-colheita de pimentão, submetidos a $7\pm 1^\circ\text{C}$ por um período de 15 dias de armazenamento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção e preparo do material vegetal

Os frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L.), do tipo varietal cascadura ikeda, foram adquiridos na Central de Abastecimento de Hortifruticultura da cidade de Aracaju (CEASA-SE), no estágio de maturação completa, caracterizado pela coloração verde. Os frutos foram lavados em água corrente e, em seguida, sanitizados por imersão em água clorada a $5\pm 1^\circ\text{C}$ (200 mg.L^{-1} de cloro ativo) por dez minutos e enxágue em solução aquosa, com a concentração de cloro livre de 3 mg.L^{-1} a $5\pm 1^\circ\text{C}$.

Para a elaboração dos biofilmes foram preparadas soluções aquosas contendo 1 e 3% de alginato de sódio em pó dissolvidos em água destilada, gelatinizadas em forno micro-ondas com 700W de potência, por 10 minutos, e posteriormente resfriados a temperatura de 19°C . Os pimentões foram imersos nas soluções de revestimentos nas concentrações de 1 e 3 % de alginato de sódio por um minuto e uma parcela imersa apenas em água destilada, constituindo-se o controle. Em seguida os frutos foram secos a temperatura do ambiente de processamento ($17\pm 1^\circ\text{C}$) para então serem acondicionados em bandejas de polietileno e cobertos com filme PVC. Os frutos foram armazenados em expositor com circulação de ar, em temperatura de $7\pm 1^\circ\text{C}$ por 15 dias, para posteriores avaliações físicas, químicas e enzimática. Obedeceram a um delineamento experimental inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3x6 (três tratamentos e seis tempos de armazenamento), com três repetições. As determinações foram realizadas nas amostras frescas nos tempos 0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias e congelada para a determinação enzimática.

Análises físicas e químicas do fruto

A perda de massa dos frutos foi determinada pela diferença entre a massa inicial e a massa final utilizando uma balança digital com 0,01 g de sensibilidade e expressa em porcentagem da massa inicial. A firmeza dos frutos foi determinada utilizando um penetrômetro McCormick modelo FT 327, com ponteira cilíndrica de 8 mm de diâmetro, com avaliações em duas regiões equidistantes de lados opostos da região equatorial dos frutos e os resultados expressos em Newtons (N).

A análise associada à cor foi realizada pelo método instrumental, em colorímetro (CR-400, Konica-Minolta), utilizando a escala CIELAB, com determinação dos valores L^* (luminosidade), e h (ângulo Hue que define a tonalidade ou matriz) através da fórmula: $[\arctg(b/a)]$.

O pH foi determinado por leitura com potenciômetro digital, utilizando-se cinco gramas de polpa diluída em 50 mL de água destilada [10]. A Acidez Total Titulável (ATT) foi determinada

por titulação, com solução de NaOH 0,1N e fenolftaleína a 1% como indicador, e os valores expressos em porcentagem de ácido cítrico [10].

O teor de Sólidos Solúveis (SS) foi mensurado utilizando-se um refratômetro digital, conforme normas da AOAC [11], e os conteúdos expressos °Brix. Os teores de vitamina C foram determinados de acordo com a metodologia proposta pela American Official Analysis of Chemistry (AOAC) [11] e expresso em mg de ácido ascórbico por 100 g de matéria fresca (MF).

Atividade da enzima pectinametilesterase (PME; EC: 3.1.1.11)

Foi determinada de acordo com a metodologia de Jen e Robinson (1984) [12] e expressa em unidade de atividade enzimática por min (UAE min⁻¹).

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), com aplicação do teste de Tukey a 5% de probabilidade para a comparação das médias. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do programa SISVAR.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de armazenamento houve perda de massa significativa para os pimentões avaliados (Figura 1), sendo que os maiores valores foram observados em frutos não revestidos (controle). Os biofilmes apresentam como característica, menor disponibilidade relacionada à perda de vapor de água e fechamento dos estômatos, reduzindo a transpiração e a atividade de microrganismos [13], características essas relacionadas à redução da perda de massa nos frutos. A perda de peso dos frutos é resultante da eliminação da água por transpiração e dos processos metabólicos na pós-colheita.

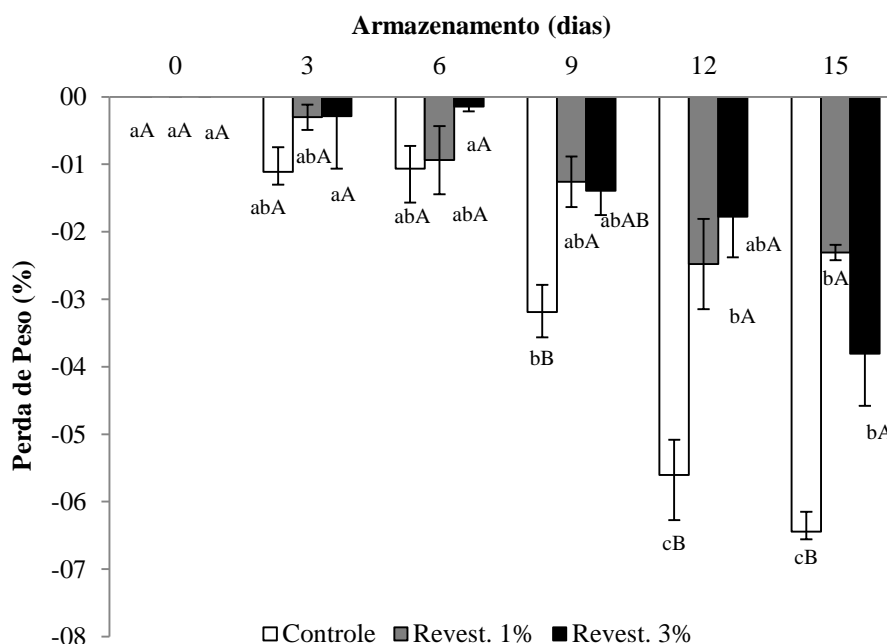


Figura 1. Massa fresca (%) de pimentões com diferentes concentrações de revestimento comestível a base de alginato de sódio (1 e 3%) e controle (sem revestimento), armazenados por até 15 dias a $7 \pm 1^\circ\text{C}$. As médias seguidas pela mesma letra minúscula (mesmo tratamento em diferentes tempos de armazenamento) e maiúscula (diferentes tratamentos para o mesmo tempo de armazenamento) não diferem estatisticamente entre si ao teste de Tukey a $p \leq 0.05$. As barras de erro indicam os desvios padrão das médias.

Para os tratamentos com revestimentos de alginato (1 e 3%), houve retardo significativo de perda de massa com melhor efeito constatado no tratamento com 1% do revestimento (Figura 1). Esses resultados indicam que o biofilme composto por 1% de alginato apresentou característica semipermeável, pois o fruto continuou respirando, transpirando e perdendo água; porém em menor quantidade em relação ao controle e ao tratamento com 3% de revestimento. No entanto, Batista et al. (2007) [14] testificaram, em melões revestidos com 3% de fécula de mandioca armazenados a temperatura ambiente, que a maior perda de massa nos frutos com maior concentração de revestimento pode levar a ocorrência de processos fermentativos. O uso de grandes concentrações de revestimento associado ao uso de filmes de PVC é inapropriado para conservação de frutos na pós-colheita, como o observado para este estudo em pimentões verdes.

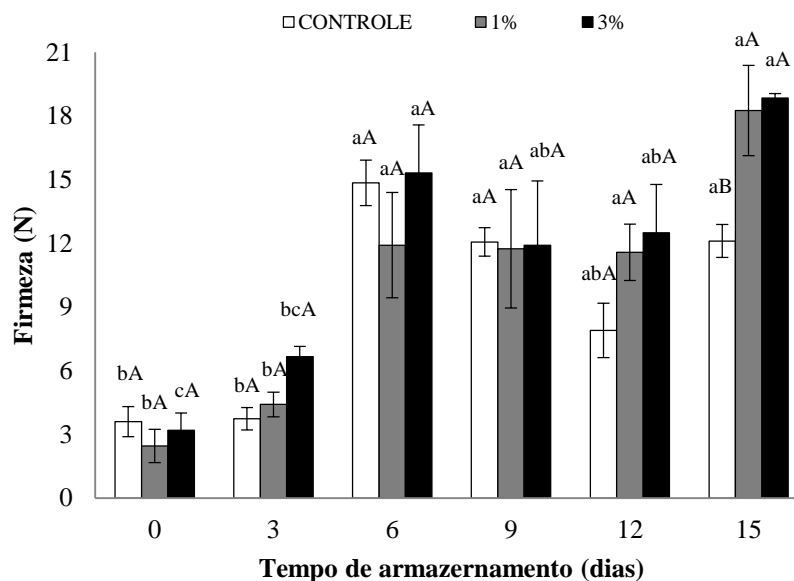


Figura 2. Firmeza (N) de pimentões com diferentes concentrações de revestimento comestível a base de alginato de sódio (1 e 3%) controle (sem revestimento), armazenados por até 15 dias a $7 \pm 1^\circ\text{C}$. As médias seguidas pela mesma letra minúscula (mesmo tratamento em diferentes tempos de armazenamento) e maiúscula (diferentes tratamentos para o mesmo tempo de armazenamento) não diferem estatisticamente entre si ao teste de Tukey a $p \leq 0.05$. As barras de erro indicam os desvios padrão das médias.

Com relação à firmeza dos frutos, houve diferença significativa entre os tratamentos a partir do 12º dia de armazenamento (Figura 2). De modo geral, a firmeza dos pimentões tratados com o alginato de sódio foi maior durante o período de armazenamento quando comparado aos pimentões sem revestimento (Figura 2). Para Cortez-Veja et al. (2013) [15], é possível que os valores de firmeza sejam influenciados pela perda de massa, considerando que a perda de umidade promova a formação de um tecido superficial mais resistente, tornando a superfície do fruto mais firme; o que não ocorreu com os pimentões das amostras controle. Para os tratamentos sem revestimento, a perda de firmeza pode estar relacionada à ação de enzimas como a pectinametilesterase (PME), que degradam a parede celular, responsável pela resistência mecânica das estruturas vegetais e proteção contra danos físico-químicos [16,17]. Resultado semelhante foi encontrado por Meneghel et al. (2008)[18], em estudo com amoras preta, ao analisar a influência da aplicação do alginato de sódio como revestimento.

Constatou-se também um aumento linear nos teores de sólidos solúveis em todos os tratamentos até o 6º dia e uma redução nos dias posteriores até o final do período de armazenamento (Tabela 1). Este aumento nos teores de sólidos solúveis pode estar associado ao processo de amadurecimento dos frutos, com a degradação do amido em glicose através da glicólise, uma vez que, segundo Chitarra e Chitarra [19], os teores de sólidos solúveis aumentam à medida que ocorre o amadurecimento do fruto devido à maior síntese ou degradação de polissacarídeos e acúmulo de açúcares, verificado juntamente com a perda de água.

A redução do teor de sólidos solúveis a partir do 6º dia também pode ter sido influenciado pelo aumento da taxa respiratória, a qual utiliza os açúcares e ácidos como substrato da reação, levando a diminuição de reservas [20]. No entanto, a partir do 6º dia, os frutos revestidos apresentaram redução do teor de sólidos solúveis e aumento da acidez total titulável, principalmente nos pimentões revestidos com 3% de alginato, o que evidencia que os frutos revestidos com 3% de alginato podem ter entrado em processo fermentativo devido à barreira oferecida por o biofilme impedindo a respiração. Estes resultados confirmam com os dados de Vicentini et al. (1999)[21] em que frutos de pimentão da cultivar ‘valdor’ tratados com fécula de mandioca apresentaram um aumento de sólidos solúveis totais até o sexto dia, seguido de uma diminuição para os dias seguintes em função da senescência do fruto. Esta variação de SS pode ser observada no processo de amadurecimento do fruto ao longo do período de armazenamento influenciado por os açúcares que compõe o sabor em equilíbrio com os ácidos orgânicos.

Tabela 1. Sólido Solúveis, pH, Acidez total Titulável, e Vitamina C de pimentões com diferentes concentrações de revestimento comestível a base de alginato de sódio (1% e 3%) e controle (sem revestimento), armazenados por até 15 dias a $7 \pm 1^\circ\text{C}$. As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna (tratamentos) e maiúscula na linha (dias) não diferem estatisticamente entre si ao teste de Tukey ($p \leq 0,05$). As médias estão apresentadas com seus desvios padrão.

Tratamento	Armazenamento (dias)					
	0	3	6	9	12	15
Sólidos Solúveis (°Brix)						
Controle (sem revestimento)	3,00±0,00 aC	3,93±0,11 aAB	4,80±0,25 aA	4,70±0,31 aA	4,10±0,21 aAB	3,77±0,23 aBC
1% de Revestimento	3,73±0,27 aB	4,17±0,35aAB	4,87±0,29 aA	3,60±0,39 bB	3,80±0,53 aB	3,93±0,21 aB
3% de Revestimento	3,67±0,18 aB	4,37±0,29 aAB	4,97±0,15 aA	3,97±0,27 abB	4,44±0,11 aAB	4,33±0,11 aAB
pH						
Controle (sem revestimento)	5,96±0,01 aA	6,06±0,09 aAB	6,40±0,05 aA	5,87±0,13 aB	6,07±0,25 aAB	5,88±0,02 aB
1% de Revestimento	5,98±0,01 aAB	6,12±0,08 aAB	6,11±0,12 aAB	6,15±0,16 aAB	6,09±0,10 aAB	5,97±0,07 aAB
3% de Revestimento	6,00±0,01 aAB	6,37±0,13 aA	6,23±0,11 aA	6,07±0,23 aAB	6,24±0,03 aA	5,86±0,21 aB
Acidez total titulável (g de ácido cítrico/100g)						
Controle (sem revestimento)	0,08±0,01 aA	0,06±0,01 aA	0,06±0,01 aA	0,07±0,01 aA	0,07±0,01 aA	0,07±0,01 bA
1% de Revestimento	0,05±0,01 abA	0,05±0,01 aA	0,06±0,01 aA	0,06±0,01 aA	0,06±0,01 aA	0,08±0,01 bA
3% de Revestimento	0,05±0,01 bB	0,07±0,01 aB	0,06±0,01 aB	0,07±0,01 aB	0,07±0,01 aB	0,11±0,01 aA
Vitamina C (mg de ácido ascórbico/100g)						
Controle (sem revestimento)	333,33±8,16 aA	229,23±12,82 aB	269,23±1,82 aB	222,22±18,51 aB	210,00±10,00 aB	202,00±5,21 aAB
1% de Revestimento	355,66±10,13 aA	230,76±18,13 aAB	217,95±12,82 bB	231,48±9,25 aB	225,00±5,00 aAB	223,40±10,63 aAB
3% de Revestimento	281,29±41,29 aAB	243,59±12,82 aB	235,38±4,61 aB	175,93±13,09 bB	212,77±21,27 aAB	205,74±14,25 aAB

Durante o armazenamento não foram observadas diferenças significativas do pH entre os tratamentos ($p < 0,05$) (Tabela 1). Comportamento semelhante foi verificado por Chitravathi et al. (2014)[22], que também constataram que o revestimento ‘goma laca’ não afetou o pH em pimentões armazenados a $26 \pm 2^\circ\text{C}$ por 12 dias.

Foram observadas também menores perdas de acidez em pimentões revestidos com 3% de Alginato de sódio (Tabela 1), porém sem diferenças significativas entre os tratamentos a 5% de significância ($p < 0,05$) até o 12º dia de armazenamento. Valero et al. (2013)[23], avaliando os efeitos em quatro cultivares de ameixa revestidas com alginato (1 e 3%), por 35 dias a 2°C , relataram variações de acidez entre as cultivares com retardo da diminuição da acidez no tratamento revestido com 1 e 3% de alginato, embora não tenham evidenciado diferenças significativas entre estes tratamentos.

Em relação ao teor de ácido ascórbico nos pimentões, houve oscilação dos valores de ácido ascórbico entre os tratamentos (Tabela 1). Ao longo do tempo houve uma redução da vitamina C

em todos os tratamentos devido à degradação do processo oxidativo, que é estimulado na presença de luz, oxigênio, calor, peróxidos e enzimas [24] durante o período de armazenamento dos frutos. No tratamento a 3% de revestimento alcançou-se seu menor valor ($175,93 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) no nono dia de armazenamento (Tabela 1), provavelmente uma maior concentração de alginato de sódio pode ter influenciado na redução da vitamina C. No estudo de Chitravathi et al. (2014)[22], avaliando o teor de ácido ascórbico em pimentões verdes revestidos e não revestidos com alginato de sódio à base de goma-laca, foi verificado que no início do armazenamento os pimentões apresentaram maiores teores de ácido ascórbico e posteriormente ao decorrer dos dias de armazenamento seu teor foi reduzido. Resultados semelhantes também foram observados em frutos de berinjela com aumento durante a primeira semana de armazenamento e posterior tendência a estabilização [25]. Da mesma forma, Cavalini (2004) [26] investigando os índices de maturação de goiabas cv. “Paluma” constatou um crescimento nos teores de vitamina C dos frutos durante sua pós-colheita e uma redução no teor de ácido ascórbico quando os frutos entraram em senescência.

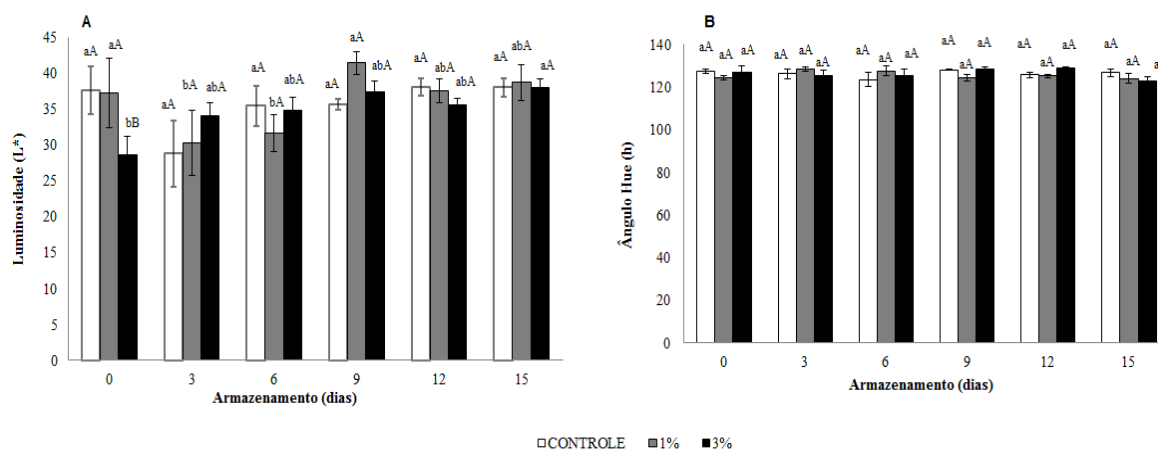


Figura 3. Luminosidade (A) e Hue (B) de pimentões com diferentes concentrações de revestimento comestível a base de alginato de sódio (1 e 3%) controle (sem revestimento), armazenados por 15 dias a $7 \pm 1^\circ\text{C}$. As médias seguidas pela mesma letra minúscula (mesmo tratamento em diferentes tempos de armazenamento) e maiúscula (diferentes tratamentos para o mesmo tempo de armazenamento) não diferem estatisticamente entre si ao teste de Tukey a $p \leq 0.05$. As barras de erro indicam os desvios padrão das médias.

Observou-se que não houve alteração da cor do pimentão em todos os tratamentos, mantendo-se na cor verde durante o período de armazenamento. A cor dos frutos é analisada através de métodos objetivos, com valores de L^* que indicam a luminosidade do fruto em uma variação de 0° a 90° , valores de hue (h^*) indicando a posição relativa da cor com valores em graus correspondendo ao diagrama tridimensional de cores 0° (Vermelho), 90° (amarelo), 180° (Verde) e 270° (Azul)[27]. No primeiro dia de avaliação, para os parâmetros L^* e hue , todos os tratamentos não diferiram entre si, caracterizando a homogeneidade das amostras quanto ao estágio de amadurecimento dos frutos, enquanto que no terceiro dia de armazenamento para todos os tratamentos houve um decréscimo em relação à luminosidade (L^*) como mostrado na Figura 3A, o que pode indicar escurecimento do fruto.

O ângulo de hue apresentou aumento ao longo do armazenamento contido, ao final do experimento, não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos ao nível de 5% de significância (Figura 3B). Os valores deste parâmetro variaram entre 120 e 130° , estando entre o amarelo e o verde no espectro de cores. Resultados semelhantes foram apresentados por Silva et al. (2011)[28], observando uma pequena diferença no parâmetro L^* durante o armazenamento no fruto de caqui ‘Fuyu’ e, ao final do experimento, não foi constatada diferença significativa entre os tratamentos ao nível de 5% de significância. Os valores do ângulo hue diminuiram, pois o caqui ‘Fuyu’ possui a característica em acentuar a coloração vermelha com o passar do tempo. Ainda

no mesmo trabalho [28] o tratamento com cera (ECF 124) a 50%, no início do experimento, já apresentava menor valor, comparado aos demais tratamentos.

De acordo com a Figura 4, pode-se validar que o tratamento controle apresentou menor atividade de PME no primeiro dia de avaliação e ao longo dos dias manteve-se constante com uma elevação no último dia de armazenamento. Nos tratamentos com revestimento a 1% e 3% houve variação nos valores ao longo do armazenamento, com o tratamento a 1% atingindo menor atividade de PME em relação ao tratamento a 3%, mas a partir do nono dia mantiveram-se constantes, corroborando com os dados de firmeza apresentados neste trabalho (Figura 2). Nos tempos 0, 6 e 9 dias, os pimentões apresentaram valores muito próximos de firmeza e atividade da enzima pectinametilesterase. A partir de 12 dias, quedas da firmeza em amostras não revestidas em associação com a elevação da atividade da enzima pectinametilesterase, como consequência ocasionando o amolecimento destes frutos, em razão da pectinametilesterase participar do processo de amaciamento de frutos e consequentemente o aumento dos teores de pectina solúvel [29]. Durante o processo de maturação dos frutos, o cálcio é liberado e ocorre a solubilização do polímero péctico pela ação da enzima pectinametilesterase, que rompe as ligações metil-éster, para que a enzima poligalacturanase possa transformar os polímeros de ácido galacturônicos em ácidos pécticos que são solúveis em água [30].

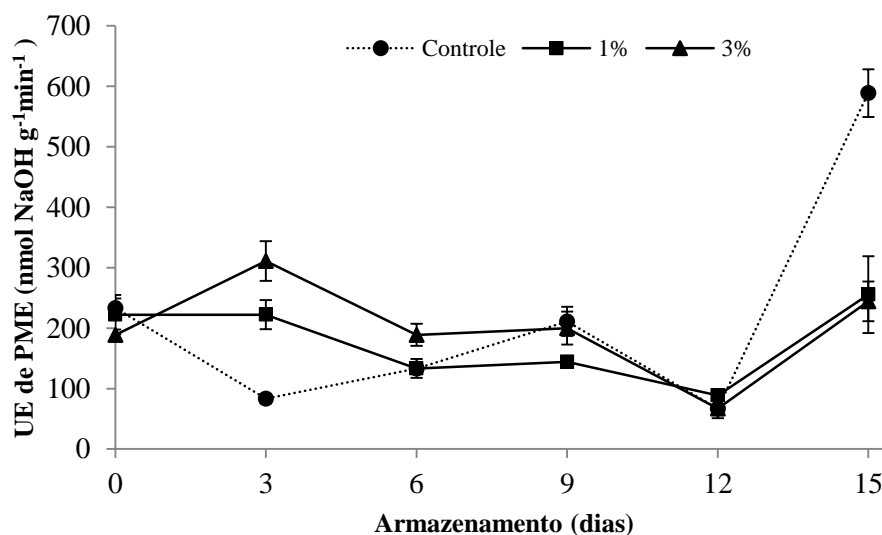


Figura 4. Atividade da enzima pectinametilesterase em pimentões com diferentes concentrações de revestimento comestível a base de alginato de sódio (1 e 3%) controle (sem revestimento), armazenados por até 15 dias a $7 \pm 1^\circ\text{C}$. As barras de erro indicam os desvios padrão das médias.

Para Ali et al. (2004)[31], o início da perda da firmeza dos frutos de carambola (*Averrhoa carambola* L.) ocorre com o aumento da atividade da PME. Estes autores verificaram que o aumento da atividade da PME também acompanha a perda na firmeza da polpa durante o amadurecimento de frutos de goiaba (*Psidium guajava* L.), banana (*Musa acuminata*, grupo AA, família Musaceae), carambola (*Averrhoa carambola* L.) e mamão.

4. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que houve melhoria nos atributos de qualidade nos pimentões revestidos. Os frutos revestidos mostraram aumento na firmeza, menor perda de massa, melhor aparência e brilho superior quando comparados a frutos não revestidos (controle).

O uso de 3% de alginato de sódio levou o produto a entrar em processor fermentativo e, portanto, senescer mais rapidamente. À vista disso, a utilização de alginato de sódio a 1% pode ser recomendado como uma alternativa para a conservação de pimentões verdes.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lemos OL, Rebouças TNH, São José AR, Vila MTR, Silva KS, Silva DS, et al. Conservação do pimentão 'Magali R' em duas condições de armazenamento associada à atmosfera modificada. *Magistra*, Cruz das Almas, mar. 2008; 20(1):06-15.
2. Leme SC. Qualidade pós-colheita de pimentões produzidos em sistema orgânico [Tese]. Lavras: Universidade Federal de Lavras; 2012,117p.
3. Guerra AMNM, Ferreira JBA, Costa ACM, Tavares PRF, Maracajá PB, Coelho DC, et al. Perdas pós-colheita em tomate, pimentão e cebola no mercado varejista de Santarém – PA. *ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido*, set. 2014; 10(3):08-17.
4. Resende JM, Chitarra MIF, Maluf WR, Chitarra AB, Saggin Júnior OJ. Atividade de enzimas pectinametilsterase e poligalacturonase durante o amadurecimento de tomates do grupo multilocular. *Horticultura Brasileira*, Brasília, junho. 2004; 22(2):206-212.
5. Azeredo HMC, Britto D, Assis OBG. Chitosan Edible Film sand Coatings – A review. In: Davis, S.P. (ed.) *Chitosan: manufacture, properties and usage*, Happauge. Nova Science, 2010. 179-194.
6. Assis OBG, Forato LA, Britto D. Revestimentos comestíveis protetores em frutos minimamente processados. *Higiene Alimentar*, São Paulo, abril. 2008; 22(160): 99-106.
7. Pinheiro AC, Cerqueira MA, Souza BWS, Martins JT, Teixeira JA, Vicente AA. Utilização de revestimentos/filmes edíveis para aplicações alimentares. *Boletim de Biotecnologia*, Braga, out. 2010; 85: 18-28.
8. Oliu OG, Fortuny SR, Belioso MO. Using polysaccharide-based edible coatings to enhance quality and antioxidant properties of fresh-cut melon. *Food Science and Technology*, dez. 2008; 41(10) p.862-1870, doi:10.1016/j.lwt.2008.01.007
9. Grau MAR, Tapia MS, Beloso OM. 2007. Using polysaccharide-based edible coatings to maintain quality of fresh-cut Fuji apples. *Food Science and Technology*, jan. 2007; 4(1):139-147. DOI: 10.1016/j.lwt.2007.01.009
10. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análises de alimentos. v. 1, 4 ed. Brasília, 2005. 1018p.
11. AOAC – Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of AOAC international*. 11 ed. Washington : AOAC, 1998, 1115 p.
12. Jen JJ, Robinson MLP. Pectolytic enzymes in sweet bell peppers (*Capsicum annum* L.). *Journal of Food Science*, Chicago, jul. 1984; 49(4):1085-1087, DOI: 10.1111/j.1365-2621.1984.tb10398.x
13. Bisen A, Pandey SK., Patel N. Efeito do revestimento de pele em prolongar a vida de prateleira de frutas kagzi limão (*Citrus aurantifolia* Swingle). *Jornal da Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2012; 49: 753-759.
14. Batista PF, Santos AEO, Pires BFD, Peixoto AR, Aragão CA. Utilização de filmes plásticos e comestíveis na conservação pós-colheita de melão amarelo. *Horticultura Brasileira*, Brasília, dez. 2007; 25(4): 572-576.
15. Cortez-Veja WR, Piotrowicz IBB, Pretice C, Borges CD. Conservação de mamão minimamente processado com uso de revestimento comestível à base de goma xantana. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, ago. 2013; 34(4):1753-1764. DOI: 10.5433/1679-0359.2013v34n4p1753
16. Raven PH. *Biologia Vegetal*. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 728p.
17. Karp G. *Biologia celular e molecular: conceitos e experimentos*. 3 ed. São Paulo: Manole, 2005. 783p.
18. Meneghel RFA, Benassi MT, Yamashita F. Revestimento comestível de alginato de sódio para frutos de amora preta (*Rubusulmifolius*). *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, set. 2008; 29(3): 609-618.
19. Chitarra MIF, Chitarra AB. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2. ed. Lavras: Editora UFLA, 2005. 783p.
20. Sousa MB. Amora – Qualidade Pós – Colheita. Folhas de Divulgação AGRO 556 – “Diversificação da produção frutícola com novas espécies e tecnologias que assegurem a qualidade agro alimentar”. Novembro de 2007.

21. Vicentini NM, Castro TMR, Cereda, M. P. Influência da fécula de mandioca na qualidade pós-colheita de frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, abril. 1999; 19(1): 127-130.
22. Chitravathi K, Chauhan OP, Raju PS. Postharvest shelf-life extension of green chillies (*Capsicum annuum* L.) using shellac-based edible surface coatings. *Postharvest Biology and Technology*, jun. 2014; 92: 146–148, doi:10.1016/j.postharvbio.2014.01.021
23. Valero D, Díaz-Mula HM, Zapata PJ, Guillén F, Martínez-Romero D, Castillo S, Serrano M. Effects of alginate edible coating on preserving fruit quality in four plum cultivars during postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology*, mar. 2013; 77(1): 1-6, doi:10.1016/j.postharvbio.2012.10.011
24. Plaza L, Sánchez-Moreno C, Elez-Martínez P, Ancos B, Martín-Belloso O, Cano MP. Effect of refrigerated storage on vitamin C and antioxidant activity of orange juice processed by high-pressure or pulsed electric fields with regard to low pasteurization. *Eur. Food Res. Technol.* 2006; 223(1): 487–493. DOI: 10.1007/s00217-005-0228-2
25. Souza PA, Aroucha EMM, Souza AED, Costa ARFC, Ferreira GS, Bezerra Neto F. Conservação pós-colheita de berinjela com revestimentos de fécula de mandioca ou filme de PVC. *Horticultura Brasileira*, Brasília, jun. 2009; 27(1): 235-239.
26. Cavalini. Índices de maturação, ponto de colheita e padrão respiratório de goiabas “Kumagai” e “Paluma” [Dissertação]. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 2004, 69p.
27. Mcgiore RG. (1992) Reporting of objective color measurements. *HortScience*, dez. 1992; 27(12): 1254-1255.
28. Silva MC, Atarassi, M. E. Ferreira, M. D., Mosca, M. A. Qualidade pós-colheita de caqui ‘fuyu’ com utilização de diferentes concentrações de cobertura comestível. *Ciência e Arotecnologia*. Lavras, fev. 2011; 35(1):144-151.
29. Oliveira Junior EM, Santos CD, Abreu CMP, Corrêa AD, Santos JZL. Alterações pós-colheita da “fruta-de-lobo” (*solanum lycocarpum* st. Hil.) durante o amadurecimento: Análises físico-químicas, químicas e enzimáticas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal - SP, dez. 2004; 26(3): 410-413.
30. Prassana V, Prabha TN, Tharanathan RN. Fruit ripening phenomena na overview. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2007; 47(1): 1-19.
31. Ali ZM, Chin L, Marimuthu M, Lazan H. Low temperature storage and modified atmosphere packaging of carambola fruit and their effects on ripening related texture changes, wall modification and chilling injury symptoms. *Postharvest Biology and Technology*. 2004. 33(1):181-192, doi:10.1016/j.postharvbio.2004.02.007