

FOCO: Caderno de Estudos e Pesquisas

ISSN 2318-0463

APLICAÇÃO DE BIOFILME COMESTÍVEL A BASE DE QUITOSANA E DEXTRINA EM PERAS ARMAZENADAS SOB REFRIGERAÇÃO

ALMEIDA, Jéssica Cássia¹

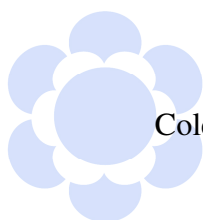
Faculdades Integradas Maria Imaculada – FIMI
jessica.cassia.almeida@hotmail.com

DEZIDERIO, Marcela Aparecida²

Faculdades Integradas Maria Imaculada – FIMI
marceladeziderio@gmail.com

MALDONADO, Rafael Resende³

Faculdades Integradas Maria Imaculada – FIMI
Colégio Técnico de Campinas – COTUCA/UNICAMP
ratafta@yahoo.com.br



FIMI
FACULDADES INTEGRADAS
MARIA IMACULADA

RESUMO

A pera é um fruto comestível que possui propriedades nutritivas tais como vitaminas, sais minerais e fibras. Contudo este fruto é perecível e necessita aplicação de diferentes tecnologias para prolongar a vida de prateleira. Uma das formas de se obter isso é através da utilização de biofilmes comestíveis, os quais ampliam a conservação de alimentos. O objetivo deste estudo foi aplicar um biofilme comestível a base de quitosana (1% m/v) e dextrina (3% m/v) e/ou branqueamento químico, visando ampliar o tempo de conservação de peras minimamente processadas armazenadas sobre refrigeração. Quatro formulações foram avaliadas: (i) controle (sem tratamento); (ii)

¹ Graduanda do Curso de Química Industrial na Faculdade Integrada Maria Imaculada (FIMI)

² Graduada em Química Industrial na Faculdade Integrada Maria Imaculada (FIMI)

³ Doutor em Engenharia de Alimentos (2012), Mestre em Engenharia de Alimentos (2006), Licenciado em Química (2012) e Engenheiro de Alimentos (2005) pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Docente do Colégio Técnico de Campinas (COTUCA) do Instituto Federal de São Paulo (IFSP), das Faculdades Integradas Maria Imaculada (FIMI) e do Instituto Educacional São Francisco (IESF) nos cursos de Alimentos, Nutrição e Química.

biofilme; (iii) branqueamento e (iv) biofilme + branqueamento. As peras foram armazenadas em dois tipos de embalagens: bandejas de polietileno e em sacos plásticos de polietileno com sistema de fechamento. As amostras com aplicação de biofilme tiveram menor escurecimento enzimático, enquanto as que sofreram branqueamento com ácido cítrico (1% m/v) tiveram maior escurecimento, ao contrário do esperado. As peras tratadas com biofilme mantiveram-se íntegras para o consumo por 5 dias sob refrigeração (4°C). Não houve diferença significativa na aparência visual das peras embaladas em bandeja ou em sacos plásticos. A aplicação do biofilme comestível a base de quitosana e dextrina permitiu aumento da vida de prateleira das peras sobre refrigeração nas embalagens avaliadas.

Palavras-chave: Biofilme. Pera. Quitosana. Dextrina.

1 INTRODUÇÃO

A pera é uma fruta originária da Ásia e sua árvore (pereira) pertence à família das Rosáceas, englobando inúmeras espécies do gênero *Pyrus*. No contexto mundial, a pera só perde em consumo para maçãs e são consumidas tanto ao natural como industrializadas em diferentes apresentações tais como: em calda, secas, em sucos, vinhos, etc. (PARK, YADO & BROD, 2001). No Brasil, o cultivo dessa fruta é feito principalmente nas regiões Sul e Sudeste em localizações de clima temperado, com baixa incidência de ventos e solo do tipo argilo-silicólo, profundo e drenado. Ela é a terceira fruta mais consumida no Brasil, após maçã e pêssego, mas a produção no Brasil é baixa e o país é o segundo maior importador mundial da fruta. (BOTREL et al., 2010; GOMES, 2007; COUTINHO et al., 2003)

Ela é uma fruta em geral carnuda, succulenta e comestível, de aparência que varia em função da variedade e do grau de amadurecimento. Ela é uma fruta climatérica, ou seja, que continua o processo de amadurecimento após a colheita; rica em fibras, vitaminas (A, B1, B2, B3 e C), sais minerais (sódio, potássio, cálcio, fósforo, enxofre, magnésio, silício e ferro), além de possuir baixo valor calórico (~53 kcal/100g). Durante o amadurecimento ocorre um rápido aumento da atividade respiratória, definida como “crise climatérica”, no qual ocorre de forma rápida a hidrólise do amido, aumento do teor de açúcares, solubilização da protopectina e modificação dos pigmentos da casca. Durante a colheita, transporte e armazenamento danos mecânicos ou tratamentos físicos podem comprometer a qualidade da fruta e provocar rápido escurecimento enzimático (BOTREL et al., 2010; GOMES, 2007; COUTINHO et al., 2003).

Uma das principais variedades consumidas no Brasil é a pera Williams, cujas propriedades nutricionais podem ser visualizadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Informações nutricionais da pera Williams (*Pyrus communis*)

Nutriente	Quantidade por 100 g
-----------	----------------------

Umidade	85,0 g
Calorias	53 kcal
Carboidratos	14,0 g
Proteínas	0,6 g
Lipídeos	0,1 g
Fibras	3,0 g
Cálcio	8,0 mg
Magnésio	6,0 mg
Fósforo	12 mg
Potássio	116 mg

Fonte: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO), 2011

Apesar de a pera ser rica em nutrientes, devido ao fato de ser uma fruta climatérica, sua vida útil é normalmente muito pequena. Nesse sentido, diferentes processamentos para aumentar a vida de prateleira dessa fruta podem ser aplicados, como mostra alguns exemplos citados na literatura. Peras das variedades d'água (*Pyrus communis* L.) e housi (*Pyrus pyrifolia* Nakai) foram utilizadas para produção de geleias, sem necessidade de adição de pectina e ácido cítrico, atingindo concentração final de sólidos solúveis entre 77 e 79°Brix (FOPPA, TSUZUKI & SANTOS, 2009). Armazenamentos combinados em temperatura de refrigeração (0°C) e em temperatura ambiente (20°C) sob umidade relativa entre 90 a 95% foram aplicadas para peras, sempre totalizando 30 dias de estocagem e verificou-se que as combinações com 24 a 26 de armazenamento refrigerado + 6 a 4 dias em temperatura ambiente resultaram em maior preservação da qualidade das frutas (COUTINHO et al., 2003). As melhores condições para desidratação osmótica de peras da variedade Williams foram determinadas como sendo: solução osmótica a 45°Brix, 1:4 proporções fruta: solução osmótica, 1,0% m/v de CaCl₂ e 3 horas de processamento em temperatura ambiente. Essa condição combinada com secagem a 60°C resultou em uma pera desidratada com 84,4% de aceitação sensorial, valor 17% maior do que obtido para peras desidratadas apenas por secagem convencional (da COSTA RIBEIRO, AGUIAR-OLIVEIRA & MALDONADO, 2016).

Apesar de haver muitas possibilidades de processamento para frutas, cada vez mais se procura utilizar métodos que alterem menos as características físico-químicas e sensoriais desses alimentos. Uma das formas de preservar as características originais de frutas e legumes e aumentar a vida de prateleira é aplicar o processamento mínimo. Vegetais minimamente processados são aqueles que passam apenas por alterações físicas, mantendo seu estado de frescor, incluindo operações como seleção, lavagem, sanitização, descascamento, corte, centrifugação, embalagem, armazenamento de congelamento (FONTES et al., 2008).

Apesar de garantir um alimento mais próximo ao *in natura*, o processamento mínimo ainda carece de uma vida de prateleira mais longa. Existem, no entanto, algumas possibilidades de tratamentos brandos que podem aumentar a vida útil de vegetais e frutas minimamente processados. Dentre elas, pode-se destacar a utilização

de coberturas comestíveis ou biofilmes, branqueamento, diversas formas de refrigeração e a utilização de substâncias para proteção do alimento (MORETTI, 2007).

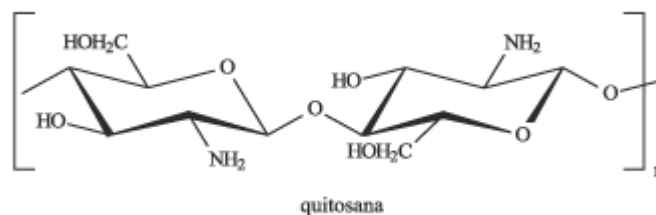
Os biofilmes ou filmes comestíveis, apesar de serem apresentados como uma tendência recente na indústria de alimentos, já são conhecidos há muito tempo. Há relatos de que na China nos séculos XII e XIII se fazia a utilização de coberturas a base de cera na conservação de alimentos como limão e laranja, para reduzir a perda de água com o tempo (GARCIA, 2009).

Os biofilmes comestíveis são películas finas aplicadas na superfície de um sólido agindo como barreiras a elementos externos, protegendo o produto de danos físicos e biológicos e aumentando a vida de prateleira (SANTOS et al., 2012). Eles podem ser classificados em dois tipos: cobertura e filmes. A cobertura é quando a aplicação é feita diretamente na superfície dos alimentos. O filme, por sua vez, forma uma estrutura própria independente. No entanto, ambos são definidos por uma camada fina, contínua, formada ou depositada no alimento, preparadas com materiais biológicos, que impedem a ação de elementos externos, formando uma barreira de proteção no alimento e assim aumentando a vida útil de prateleira. (COLLA, 2004).

Diversos trabalhos citados na literatura dão conta da aplicação de biofilmes para preservação de frutas e vegetais: biofilme a base de alginato e pectina em bananas seguido de desidratação osmótica (MUSSI et al, 2015), biofilme a base de dextrina e quitosana em maçãs (CASTILHO et al., 2015) e em morangos orgânicos (SANTOS, SILVA & MALDONADO, 2013), biofilme a base de cera de carnaúba e tensoativo aniônico em caqui (SILVA et al., 2011), biofilme de cera de carnaúba e fécula de mandioca em melão amarelo (BATISTA et al., 2007), biofilme de fécula de mandioca em pimentão (LEMO et al., 2007), biofilme de fécula de mandioca em mangas (PEREIRA et al., 2005), biofilmes de amido nativo e gelatina em uvas Crimson (FAKHOURI et al., 2005), etc.

Dentre as inúmeras possibilidades de materiais para obtenção de biofilmes pode-se destacar a quitosana e a dextrina. A quitosana é um polímero não tóxico e abundante na natureza, que apresenta boas propriedades mecânicas e antimicrobianas, além de apresentar baixo custo, uma vez que pode ser obtida das carapaças de crustáceos e de fungos através da desacetilação da quitina (AZEVEDO et al., 2007). A estrutura do monômero da quitosana está mostrada na figura 1.

Figura 1 – Estrutura química da quitosana, onde n representa o grau de polimerização.



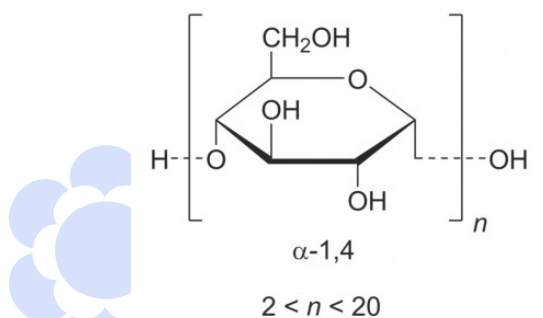
Fonte: Assis, da Silva (2003).

Outra possibilidade de material para produção de biofilmes são os amidos, que sofrem gelatinização com aquecimento em temperaturas superiores a 70°C e formam

filmes após o resfriamento a temperaturas próximas a ambiente. No entanto, as dextrinas, que são produtos da degradação do amido têm maior aplicabilidade devido ao fato de serem solúveis em água à temperatura ambiente. As dextrinas podem ser utilizadas como agente espessante, revestimento, adsorvedor, adesivo, formador de filmes, suplemento nutritivo, etc. (RIBEIRO et al., 2009). A figura 2 mostra uma representação esquemática das dextrinas.

A aplicação de biofilme a base de amido de mandioca e quitosana reduziu a atividade microbiana em alho por um período de 20 dias (BROTREL et al., 2007). Biofilme de quitosana e dextrina também provocaram aumento na vida de prateleira de morangos orgânicos minimamente processados (SANTOS, SILVA & MALDONADO, 2013) e de maçãs (CASTILHO et al., 2015) armazenados sob refrigeração. Nesses dois estudos houve retardo no aparecimento de fungos e retardo do escurecimento enzimático, respectivamente.

Figura 2 – Estrutura química da dextrina, onde n representa o grau de polimerização.



Fonte: <http://www.maltodextrinaedextrose.com.br/mobile/formula-maltodextrina/>

O branqueamento, por sua vez, é um tratamento usualmente aplicado em frutas e hortaliças antes delas serem processadas (congelamento, desidratação, enlatamento, etc), com objetivo de inativar as enzimas responsáveis pelo escurecimento do produto. Segundo Estelles (2013) o branqueamento é um processo que tem por objetivo a inativação de enzimas que normalmente causariam a degradação de nutrientes e deterioração do alimento durante o processamento e o consumo. O branqueamento pode ser feito por inativação térmica ou inativação química das enzimas presentes em frutas e vegetais.

Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi estudar o efeito da conservação de peras revestidas com biofilme a base de quitosana e dextrina, com ou sem a aplicação prévia de branqueamento ácido, mantidas sob refrigeração.

2 MATERIAS E MÉTODOS

2.1 Processamento mínimo da pera

Foram utilizadas peras da variedade Willians (*Pyrus communis*) selecionadas por formato, cor e grau de maturação, sem danos ou presença de podridão, adquiridas em um supermercado de Mogi Guaçu/SP. As frutas foram higienizadas por meio de imersão, durante cinco minutos, em solução de hipoclorito de sódio 0,02% m/v, seguida de enxague por imersão em água destilada antes do processamento (RODRIGUES et al., 2011).

Após a higienização as peras foram cortadas em fatias circulares com 1 cm de espessura. Em seguida as frutas foram divididas em quatro grupos para aplicação dos tratamentos: controle (nenhum tratamento aplicado), biofilme (aplicação de solução de 1% m/v de quitosana e 3% m/v de dextrina), branqueamento (tratamento com solução de ácido cítrico 1% m/v) e branqueamento + biofilme (combinação dos dois tratamentos anteriores). Os tratamentos aplicados foram baseados em trabalhos anteriores (CASTILHO et al., 2015; SANTOS, SILVA & MALDONADO, 2013).

Após a aplicação dos respectivos tratamentos, as peras foram armazenadas em geladeira na temperatura de 4°C e foram realizadas avaliações, visual e físico-química, das frutas em função do tempo de armazenamento.

2.2 Preparação e Aplicação do Biofilme

Na preparação do biofilme foi utilizado dextrina (3% m/v) e quitosana (1% m/v) dissolvida em solução de ácido ascórbico a 0,6% m/v homogeneizadas com agitador mecânico. Logo após o preparo do biofilme as amostras foram imersas na solução do biofilme por um minuto, sem agitação. Após esse tempo as amostras foram retiradas da solução e deixou-se escoar o excesso de solução de biofilme (SANTOS, SILVA & MALDONADO, 2013).

2.3 Branqueamento

Nos tratamentos envolvendo branqueamento, esse foi realizado pela imersão das fatias em solução de ácido cítrico 1% m/v por cinco minutos. Após esse processo as frutas foram lavadas com água destilada (CASTILHO et al., 2015).

2.4 Avaliação do tempo de armazenamento refrigerado das amostras.

No primeiro experimento realizado, as amostras dos quatro tratamentos (controle, biofilme, branqueamento e biofilme + branqueamento) foram colocadas em bandejas plásticas tampadas e armazenadas em temperatura de refrigeração (~4°C) por 05 dias, período no qual se realizou a avaliação visual e físico-química (com medição de acidez titulável, pH e concentração de sólidos solúveis).

No segundo experimento as amostras foram colocadas em sacos plásticos com dispositivo de fechamento, foram armazenadas sob refrigeração (~4°C) e realizou-se a avaliação visual, medida de pH, concentração de sólidos solúveis e perda de água acumulada (exsudação) por período de 8 dias. (CASTILHO et al., 2015).

2.5. Análise visual e físico-química.

Para avaliar o aspecto geral das amostras, utilizou-se a análise visual, em que se observou o escurecimento enzimático, o aparecimento de focos de podridão, a exsudação de líquido e o aparecimento de micro-organismos. Essa avaliação foi feita por meio de fotos retiradas ao longo do tempo de armazenamento. (CASTILHO et al., 2015).

Para realização da análise físico-química foram medidos pH, concentração de sólidos solúveis, massa das amostras e acidez titulável de acordo com os métodos descritos no Manual de Análise de Alimento do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

A massa das amostras foi medida diretamente em balança semi-analítica (Ohaus). A medida do pH foi realizada pela leitura direta do pH com pHmetro digital (Digimed) utilizando-se amostras de pera trituradas em liquidificador (10 g de pera e 90g de água destilada). A medida de sólidos solúveis foi feita por leitura direta de amostras maceradas de pera com um refratômetro portátil (Instrutemp).

Para medida da acidez titulável, amostras de aproximadamente 10 g foram trituradas em liquidificador com 90 g de água destilada. Em seguida, 10 g da pasta obtida foram transferidas para erlenmeyers, nos quais se adicionou água destilada e 4 gotas de fenolftaleína. A titulação foi realizada com solução padrão de hidróxido de sódio 0,01 mol/L até aparecimento da coloração rósea. Essa análise foi realizada em triplicata.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO



FIMI
FACULDADES INTEGRADAS
DE MARÍLIA

3.1 Avaliação da aplicação de biofilme comestível e/ou branqueamento na conservação de maçãs minimamente processadas armazenadas refrigeradas em bandejas de polietileno.

O aspecto visual das amostras de peras submetidas aos quatro tratamentos (controle, biofilme, branqueamento e branqueamento + biofilme) após 1 e 5 dias de armazenamento refrigerado ($\sim 4^{\circ}\text{C}$ em bandejas de polietileno de baixa densidade) pode ser visto na figura 3. É possível perceber que houve pouca alteração no aspecto visual das amostras após 5 dias de armazenamento. Diferentemente da maçã, as peras são menos susceptíveis ao escurecimento enzimático, então a redução da temperatura devido ao armazenamento refrigerado contribuiu para retardar o escurecimento enzimático das amostras de peras. Comparando as amostras entre si, nota-se que as amostras (b) com biofilme e (d) com branqueamento + biofilme apresentam uma coloração mais clara após 5 dias de armazenamento do que as amostras (a) sem tratamento e (c) com apenas branqueamento, que tem um aspecto mais amarelado. Essa diferença evidencia que a aplicação do biofilme reduziu o contato das amostras de pera com o oxigênio, retardando o escurecimento enzimático.

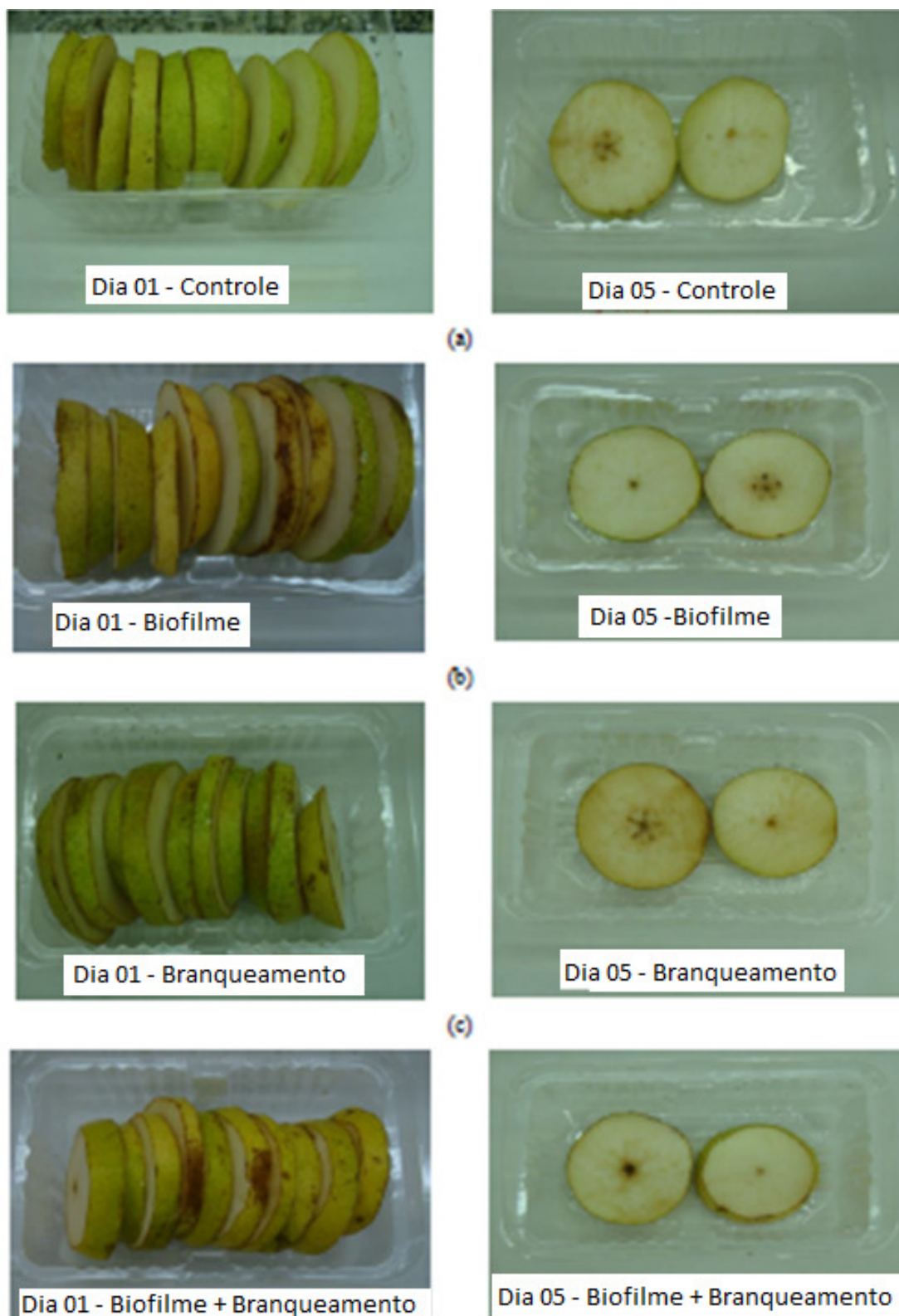
A utilização do biofilme com a mesma composição em morangos orgânicos e em maçãs em fatias também levou a uma melhor qualidade das frutas durante o armazenamento em relação à inibição do crescimento de fungos e do escurecimento enzimático, respectivamente (SANTOS, SILVA & MALDONADO, 2013; CASTILHO

et al., 2015). Em outro estudo, a aplicação de biofilme de quitosana para preservação de caju obteve melhor resultado com concentração de quitosana de 1,5% m/v. Filmes com maior concentração ficaram mais espessos e mais sujeitos a rachaduras durante o armazenamento. No entanto, a conservação dos caju com biofilme de quitosana se deu por um tempo menor, apenas 2 dias após aplicação do biofilme (de OLIVEIRA; NUNES, 2011). A aplicação de biofilme de carboximetilcelulose (0,8% m/v) e dextrina (0,5% m/v) foi eficiente para o atraso na maturação de mangas da variedade 'Tommy Atkins' mantidas sob refrigeração por um período de 20 dias, seguida de armazenamento na condição ambiente, no entanto, nesse estudo as frutas estavam inteiras e com casca (AMARIZ et al., 2010).

A análise físico-química das amostras mostrou que também houve pouca variação nas amostras ao longo dos 5 dias de armazenamento refrigerado, o que já era esperado devido aos tratamentos aplicados, ao curto tempo e baixa temperatura de armazenamento. Os resultados de pH, sólidos solúveis e acidez titulável podem ser visualizados na figura 4.

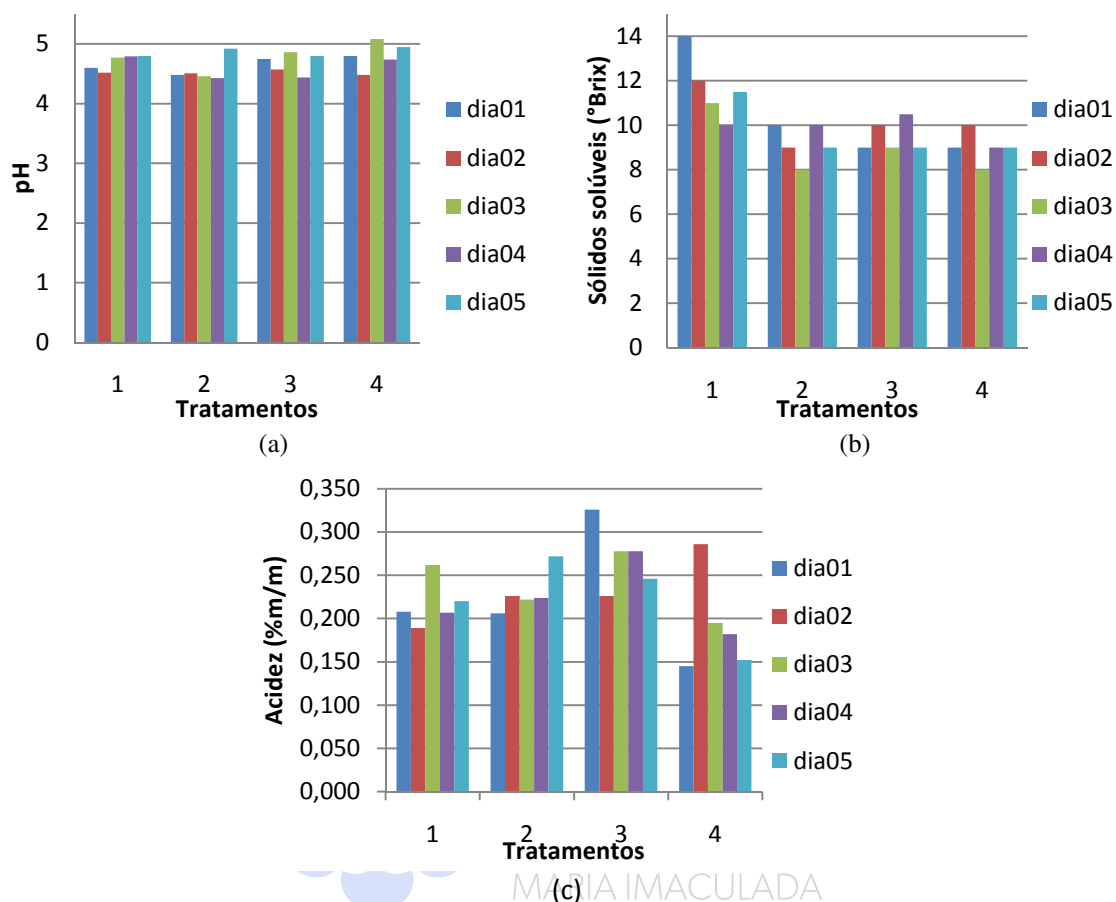
Pela figura 4, observa-se uma tendência de aumento do pH e diminuição da concentração de sólidos solúveis ao longo do armazenamento refrigerado. Para acidez titulável, no entanto, não foi possível verificar uma tendência, havendo pequenas oscilações entre as amostras e entre os dias de armazenamento.

Figura 1 – Aspecto visual de peras minimamente processadas armazenadas refrigeradas em bandejas de polipropileno após 1 e 5 dias a 4°C(a) controle (b) biofilme de dextrina (3,0% m/v) e quitosana (1,0% m/v) (c) branqueamento com ácido cítrico (1,0% m/v) e (d) branqueamento e revestida com biofilme.



Fonte: Autores, 2016

Figura 2 – (a) pH (b) sólidos solúveis (c) acidez titulável de peras minimamente processadas com diferentes tratamentos armazenadas em bandejas de polietileno de baixa densidade sob refrigeração a 4°C no período de 1 a 5 dias (1 = controle; 2 = biofilme; 3 = branqueamento; 4 = branqueamento + biofilme).



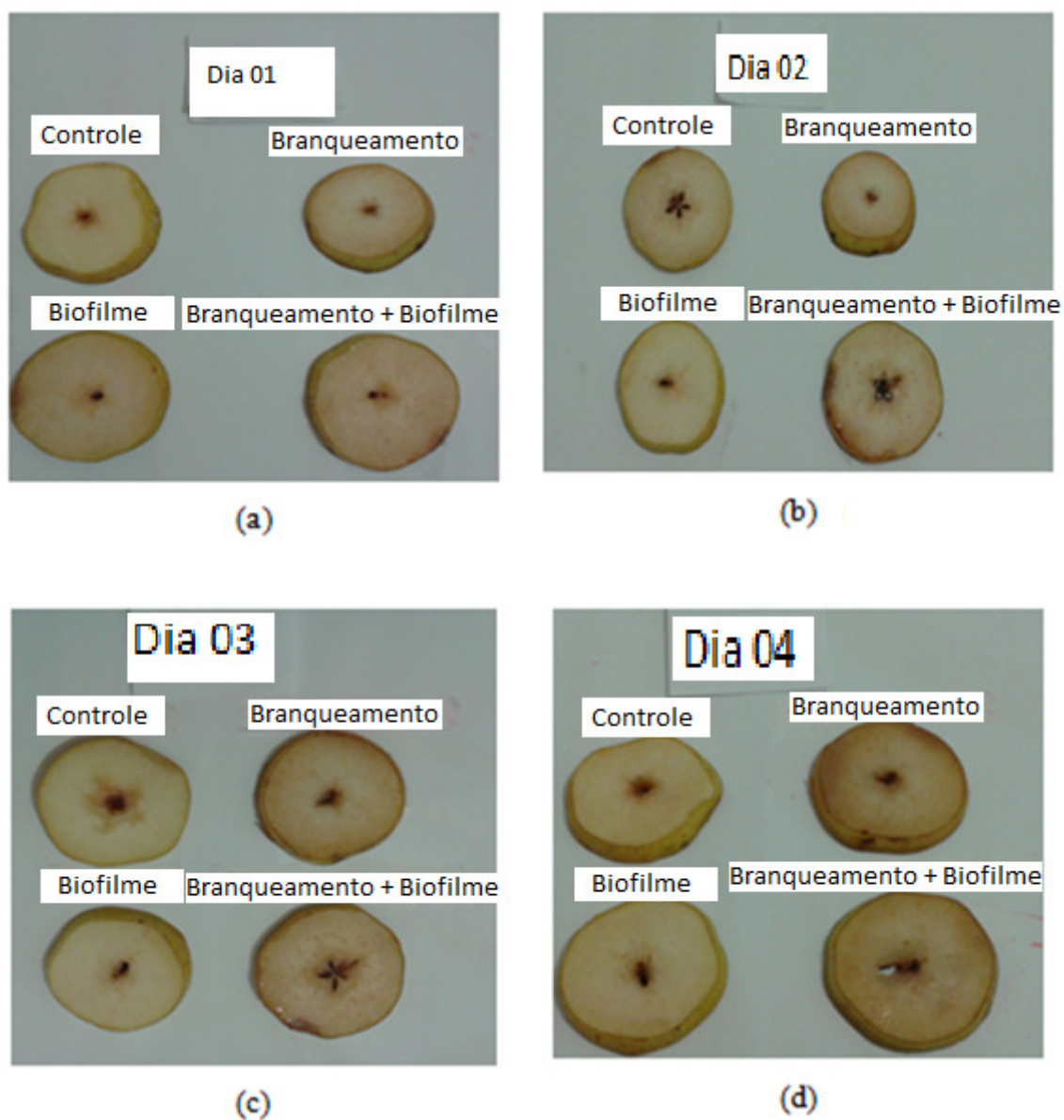
Fonte: Autores, 2016

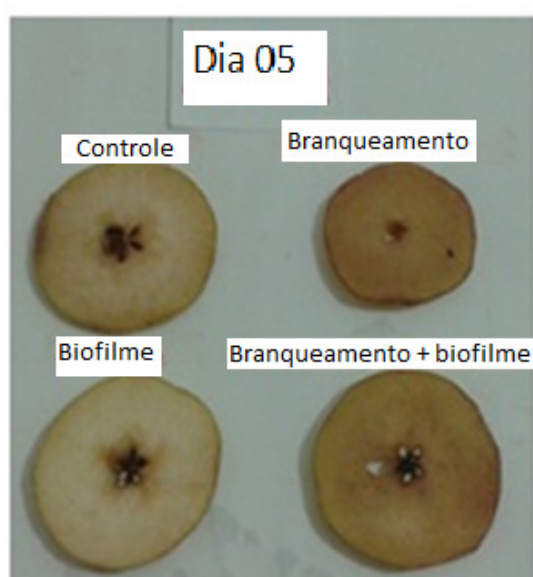
Durante o armazenamento, diferentes autores têm observado uma tendência de aumento do pH e da concentração de sólidos solúveis em frutas devido ao metabolismo durante o processo de maturação. No entanto, vale destacar que a composição dos frutos é bastante variável em função das condições de cultivo, variedade da fruta, época da colheita, estágio de maturação, da forma de processamento e das condições de armazenamento. (LUNARDI et al., 2002; OLIVA & BARBOSA-CÁNOVAS, 2005; PARK et al., 2005; CHIUMARELLI, 2011; CASTILHO et al., 2015).

3.2 Avaliação da aplicação de biofilme comestível e/ou branqueamento na conservação de peras minimamente processadas armazenadas refrigeradas em sacos de polietileno.

O aspecto visual das amostras armazenadas em sacos de polietileno pode ser visualizado na figura 5.

Figura 5 – Aspecto visual de peras minimamente processadas armazenadas refrigeradas em sacos de polietileno de baixa densidade após (a) 1, (b) 2, (c) 3, (d) 4, (e) 5, (f) 6, (g) 7, (h) 8, (i) 9 e (j) 10 dias a 4°C. No sentido horário tratamento controle, branqueamento, branqueamento + biofilme e biofilme.



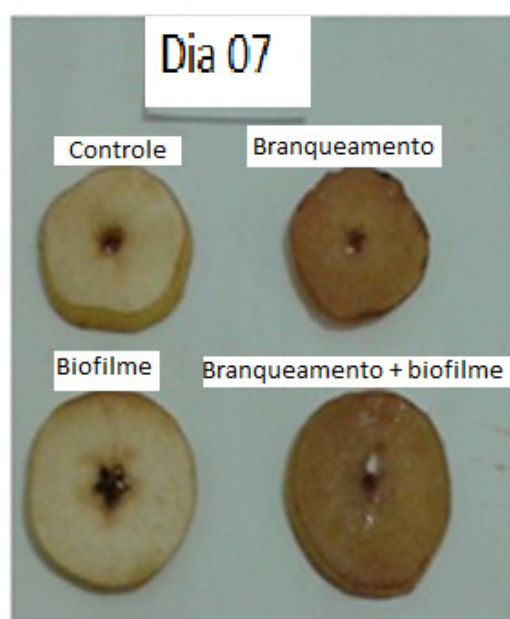


(e)

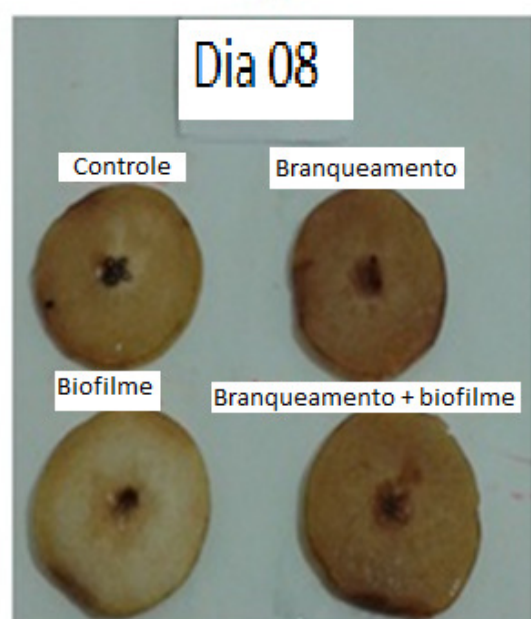


(f)

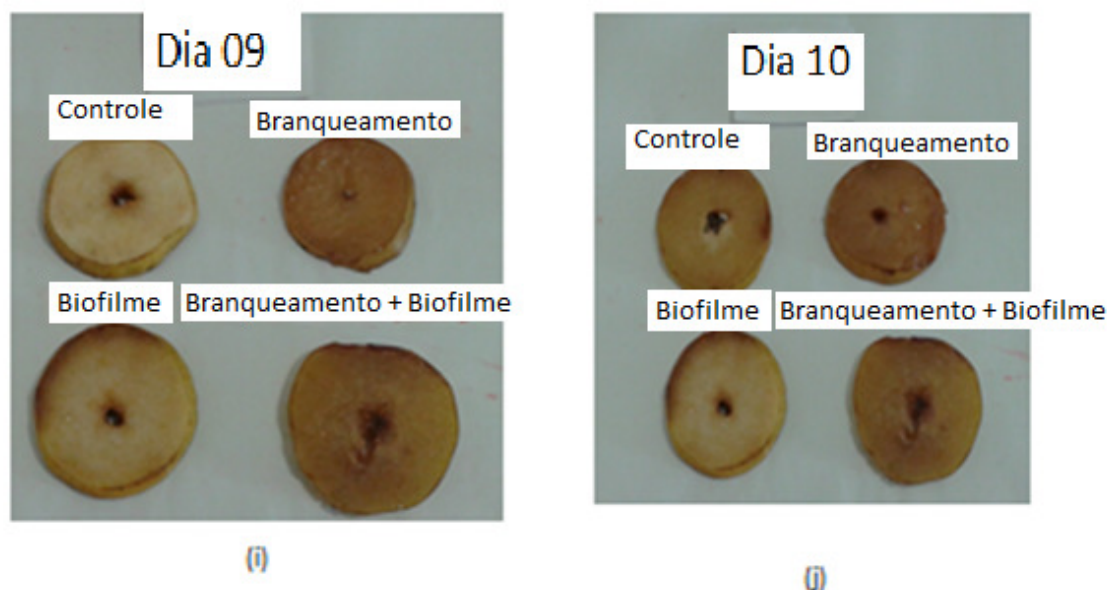
Dia 08



(g)



(h)



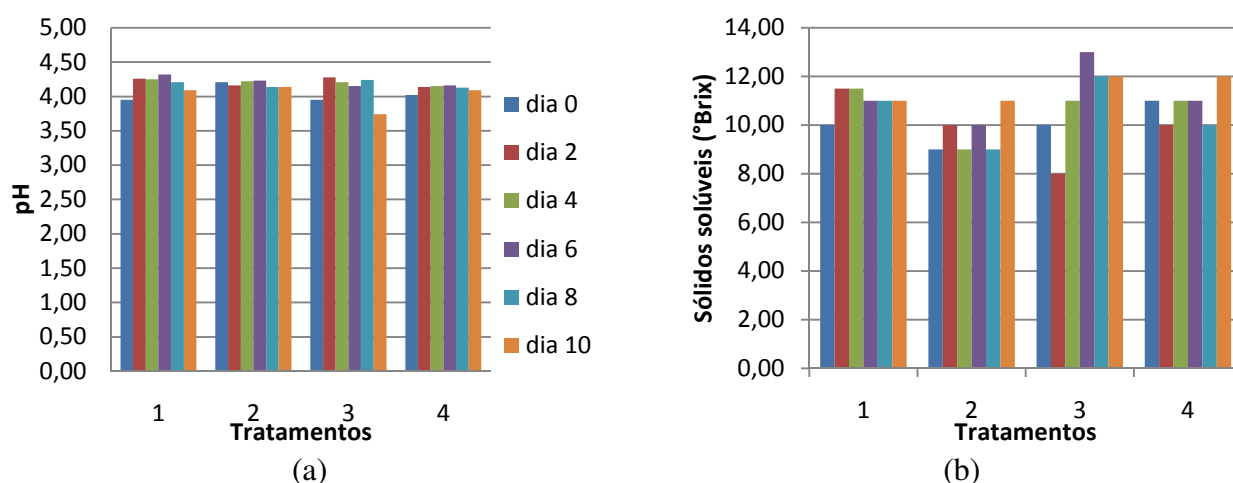
Fonte: Autores, 2016.

Através da análise visual é possível notar que a amostra que foi tratada com aplicação de biofilme (canto inferior esquerdo na figura 5) apresentou melhor aspecto visual em todos os tempos analisados. As amostras tratadas com biofilme apresentaram poucas alterações de coloração até o 7º. dia de armazenamento, enquanto que as demais amostras já estavam bastante alteradas em tempos menores (controle após 5 dias e amostras com branqueamento após 2 ou 3 dias). Esse experimento evidenciou que o branqueamento aplicado não foi efetivo para preservação das peras, piorando o resultado das amostras inclusive em relação a amostra controle (sem nenhum tratamento). Por outro lado, a amostra com aplicação com biofilme manteve o desempenho de ser o melhor tratamento para prolongar a vida de prateleira.

Em relação ao tipo de embalagem, a mudança das bandejas para sacos de polietileno não alteraram significativamente a vida de prateleira. Apesar da amostra com biofilme até 7 dias ainda apresentar um bom aspecto, após o 5º. dia já é possível perceber início de escurecimento das amostras, de modo que o tempo de armazenamento máximo pode ser considerado como 5 dias em ambas as embalagens.

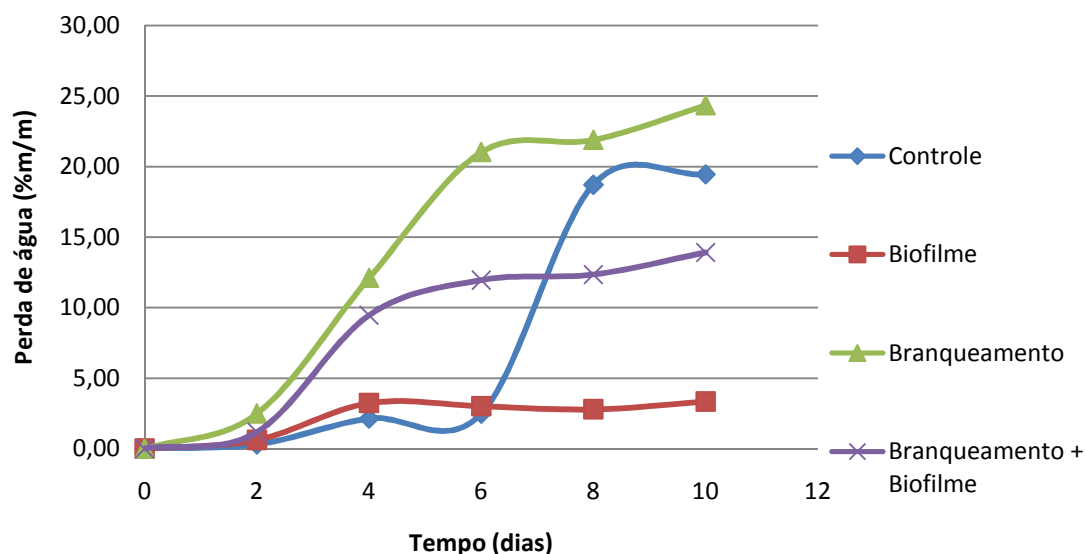
Concentração de sólidos solúveis e pH foram medidos a cada dois dias de armazenamento e os resultados estão mostrados na figura 6. Novamente houve pouca variação nos valores de pH e de sólidos solúveis ao longo do armazenamento. As oscilações percebidas podem ser atribuídas a variabilidade natural que existe entre uma e outra fatia de fruta. No caso do tratamento 3 (branqueamento), houve uma maior oscilação nos valores de sólidos solúveis verificado nas amostras, o que além da variabilidade entre as fatias pode estar relacionado a uma maior perda de água das peras que foram submetidas a essa condição, como pode ser visto na figura 7.

Figura 6 – (a) pH (b) sólidos solúveis de peras minimamente processadas com diferentes tratamentos armazenadas em sacos de polietileno sob refrigeração a 4°C no período de até 10 dias (1 = controle; 2 = biofilme; 3 = branqueamento; 4 = branqueamento + biofilme).



Fonte: Autores, 2016

Figura 7 – Perda de água (exsudação) em peras minimamente processadas com diferentes tratamentos armazenadas em sacos de polietileno sob refrigeração a 4°C no período de até 10 dias (Linhas foram adicionadas apenas para guiar os olhos na leitura do gráfico).



Fonte: Autores, 2016.

A figura 7 mostra que as peras com aplicação de biofilme, que visualmente apresentaram melhor aparência, também foram as que tiveram a menor perda de água durante o armazenamento. Dessa forma pode-se dizer que a aplicação do biofilme foi eficiente tanto para diminuir o contato da fruta com oxigênio do ar, retardando o escurecimento enzimático como também formou uma barreira à perda de água, diminuindo a exsudação e garantindo melhor qualidade as frutas por maior período de tempo. A amostra submetida ao branqueamento, assim como na análise visual, também foi a que teve o pior desempenho nessa variável, confirmando que a condição de

branqueamento utilizada não foi adequada para aumentar a preservação das peras avaliadas.

A perda de massa observada para as peras recobertas com biofilme (3,3% m/m após 10 dias de armazenamento) foram similares a perda de massa de mangas cobertas com biofilme de carboximetilcelulose e dextrina armazenadas sob refrigeração em igual período de tempo (~ 3,0% m/m) (AMARIZ et al., 2010). Em outro estudo, Pinho (2011) avaliou a aplicação de biofilmes de quitosana de diferentes concentrações (0 a 2 g/L) em peras da variedade 'Rocha' armazenadas sob refrigeração com e sem atmosfera modificada no interior da embalagem. Após 300 horas (12,5 dias) não houve diferenças significativas em relação a praticamente nenhum parâmetro físico-químico, sensorial e microbiológico entre as peras submetidas a diferentes tratamentos. Apenas a luminosidade e a aceitação sensorial da cor apresentaram diferenças, sendo que as amostras com aplicação de biofilme apresentam maior luminosidade (sinal de menor escurecimento enzimático) que, no entanto, resultou em uma nota mais baixa na aceitação sensorial.

4. CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos verificou-se que a aplicação do biofilme a base de quitosana (1% m/v) e dextrina (3% m/v) foi eficiente para reduzir a velocidade de escurecimento enzimático e a perda de água em peras minimamente processadas e mantidas sob refrigeração. O branqueamento, ao contrário do que era esperado, resultou em amostras de peras com qualidade pior inclusive do que na condição controle (sem tratamento). Em relação a forma de armazenamento não houve diferenças significativas comparando-se a utilização de bandejas ou sacos de polietileno fechados, sendo que a vida útil das fatias de pera com aplicação de biofilme foi estimada em 5 dias sob refrigeração (~4°C). As propriedades físico-químicas pH, acidez titulável e sólidos solúveis sofreram pequenas variações em função do tratamento aplicado e do tempo de armazenamento, indicando que as mudanças ocorridas ao longo do armazenamento foram relacionadas ao escurecimento enzimático e a perda de água. A aplicação do biofilme a base de quitosana e dextrina mostrou-se uma alternativa interessante para aumentar a vida de prateleira com melhor qualidade visual em peras minimamente processadas e armazenadas sob refrigeração. Os resultados no estudo com as peras confirmam a eficiência da composição do biofilme estudado já verificada anteriormente quando foi aplicado para conservação de maçãs minimamente processadas e morangos orgânicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARIZ, A.; LIMA, M.A.C.D.; TRINDADE, D.C.G.D.; SANTOS, A.C.N.D.; RIBEIRO, T.P. Recobrimentos à base de carboximetilcelulose e dextrina em mangas ‘Tommy Atkins’ armazenada sob refrigeração. **Ciência Rural**, 40(10), s.p., 2010.
- ASSIS, O.B.G.; da SILVA, V.L. Caracterização estrutural e da capacidade de absorção de água em filmes finos de quitosana processados em diversas concentrações. **Polímeros**, 13(4), p.223-228, 2003.
- AZEVEDO, V.V.C.; CHAVES, S.A.; BEZERRA, D.C.; LIA FOOK, M.V.; COSTA, A.C.F.M. Quitina e quitosana: aplicações como biomateriais. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, 2(3), p.27-34, 2007.
- BATISTA, P.F.; SANTOS, A.; PIRES, M.; DANTAS, B.F.; PEIXOTO, A.R.; ARAGÃO, C.A. Utilização de filmes plásticos e comestíveis na conservação pós-colheita de melão amarelo. **Horticultura Brasileira**, 25 (4), p. 572-576, 2007.
- BOTREL, D.A.; SOARES, N.D.F.F.; CAMILLOTO, G.P.; FERNANDES, R.V.D.B. Revestimento ativo de amido na conservação pós-colheita de pera Williams minimamente processada. **Ciência Rural**, 40(8), p.1-7, 2010.
- CASTILHO, T.G.; BRANDINI, M.T.; DEZIDERIO, M.A.; MALDONADO, R.R. **Aplicação de biofilme comestível em maçãs minimamente processadas armazenadas sob refrigeração**. Trabalho de Conclusão de Curso (Química Industrial), Faculdades Integradas Maria Imaculada, Mogi Guaçu, 2015.
- COLLA, R.E. **Biofilmes de farinha de amaranto adicionados de ácido esteárico: elaboração e aplicação em morangos frescos (*Fragaria ananassa*)**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.
- da COSTA RIBEIRO, A.S.; AGUIAR-OLIVEIRA, E.; MALDONADO, R.R. Optimization of osmotic dehydration of pear followed by conventional drying and their sensory quality. **LWT-Food Science and Technology**, 72, p.407-415, 2016.
- COUTINHO, E.F.; MALAGRIM, M.B.; SOUZA, E.L.D.; TREPTOE, R.O. Qualidade pós-colheita de pêra (*Pyrus communis* L.) cultivar carrick submetida a diferentes condições de armazenamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 25(3), p.417-420, 2003.
- ESTELLES, R.S. **Importância do controle da temperatura e do tratamento térmico na preservação dos nutrientes e da qualidade dos alimentos**. Monografia (Especialização em Qualidade em Alimentos), Universidade de Brasília, Brasília, 2003.
- de ESTUDOS, N. Pesquisas em Alimentação-NEPA/Universidade Estadual de Campinas. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO)**. 4ª. Edição

Revisada e Ampliada. Disponível em: http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf.

FAKHOURI, F.M.; FONTES, L.C.B.; GONÇALVES, P.D.M.; MILANEZ, C.R.; STEEL, C.J.; COLLARES-QUEIROS, 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), p.369-375, 2007.

FONTES, L. C. B.; SARMENTO, S. B. S.; SPOTO, M. H. F.; DIAS, C. T. D. S. Conservação de maçã minimamente processada com o uso de películas comestíveis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 28(4), p.872-880, 2008.

FOPPA, T.; TSUZUKI, M.M.; SANTOS, C.E.S. Caracterização físico-química da geleia de pêra elaborada através de duas cultivares diferentes: pêra d'água (*Pyruscommunis* L.) e housui (*Pyruspyrifolia* Nakai). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, 11(1), p.21-25, 2009.

GARCIA, L.C. **Aplicação de coberturas comestíveis em morangos minimamente processados**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

GOMES, R.P. **Fruticultura brasileira**. Reimpressão Livraria Nobel S.A., São Paulo, 2007.

LEMO, O.L.; REBOUÇAS, T.N.H.; JOSÉ, A.R.S.; VILA, M.T.R.; SILVA, K.S. Utilização de biofilme comestível na conservação de pimentão 'Magali R' em duas condições de armazenamento. **Bragantia**, p.693-699, 2007.

MUSSI, L.; PEREIRA, N. Desidratação osmótica de fatias de banana nanica revestidas com biofilmes comestíveis. **BlucherChemicalEngineeringProceedings**, 1(2), 3293-3301, 2015.

de OLIVEIRA, B.S.; NUNES, M.L. Avaliação de quitosana de caranguejo-uçá (*Ucidescordatus*) como biofilme protetor em caju. *Scientia Plena*, 7(4), p.1-6, 2011.
PARK, K.J.; YADO, M.K.M.; BROD, F.P.R. Estudo de secagem de pêrabartlett (*Pyrussp.*) em fatias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 21(3), p.288-292, 2001.

PEREIRA, M.E.C.; SILVA, A.; SANTOS, V.; SOUZA, E.G.; LEDO, A.; LIMA, M.; AMORIM, T.B.F. Aplicação de revestimento comestível para conservação pós-colheita da manga Tommy Atkins em temperatura ambiente. *In: Anais do Congresso Brasileiro de Fruticultura*, 2005.

RIBEIRO, T.P.; LIMA, M.A.C.D.; TRINDADE, D.C.G.D.; SANTOS, A.C.N.D.; AMARIZ, A. Uso de revestimentos à base de dextrina na conservação pós-colheita de manga 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 31(2), p.343-351, 2009.

RODRIGUES, D. G.; DA SILVA, N. B. M.; REZENDE, C.; JACOBUCCHI, H. B.; FONTANA, E. A. Avaliação de dois métodos de higienização alimentar. **Saúde e Pesquisa**, 4(3), p.341-350, 2011.

SANTOS, V. S.; ARAÚJO, W. R. J.; TEIXEIRA, R.; NASCIMENTO, J.; BITTENCOURT, C.; BOULLOSA, C. Escurecimento Enzimático em Frutas. In: **VII CONNEPI-Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**, 2012.

SANTOS, Q.H.; SILVA, T.L.; MALDONADO, R.R. Avaliação de Morangos Orgânicos Revestidos com Biofilme Comestível de Dextrina e Quitosana. In: **Anais do X Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos**, 2013, Campinas.

SILVA, M.C.C.; 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 Agrotecnologia**. 35(1), p.144-151, 2011.

