

DESENVOLVIMENTO DE COBERTURA À BASE DE COLÁGENO PARCIALMENTE HIDROLISADO, MANITOL E ANTIMICROBIANOS APLICADA EM MORANGOS

ANIELA PINTO KEMPKA*
LAÍS SANTIN**
CRISTIANE BETIOLO**
ROSA CRISTINA PRESTES***

O presente artigo apresenta o estudo experimental do desenvolvimento de coberturas à base de colágeno parcialmente hidrolisado e manitol (utilizado como plastificante) e posterior incorporação de antimicrobianos com o intuito de aumentar o tempo de vida útil de morangos. Testaram-se nove combinações de colágeno parcialmente hidrolisado e manitol, mediante planejamento experimental, buscando-se os efeitos dessas variáveis em relação à perda de massa dos frutos. A cobertura mais eficiente para a redução da perda de massa do fruto continha 7,5% de colágeno e 2,5% de manitol. Após definição da melhor formulação testou-se a ação dos antimicrobianos sorbato de potássio e do composto comercial, denominado neste trabalho como extrato de pomelo. Obteve-se aumento da vida útil dos morangos usando cobertura à base de colágeno e manitol com antimicrobianos incorporados, os quais alcançaram vida-de-prateleira de 12 dias.

PALAVRAS-CHAVE: COBERTURA; COLÁGENO; MANITOL; ANTIMICROBIANOS; MORANGOS; VIDA-DE-PRATELEIRA.

* Doutora em Engenharia Química, Docente, Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Pinhalzinho, SC (e-mail: aniel.kempka@udesc.br).

** Graduandas, Departamento de Engenharia de Alimentos, UDESC, Pinhalzinho, SC (e-mails: laissantin@yahoo.com.br, crisbetiolo@yahoo.com.br).

*** Doutora em Engenharia de Alimentos, Docente, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS (e-mail: rosacrisprestes@hotmail.com).

1 INTRODUÇÃO

O aumento do consumo de frutas e hortaliças minimamente processadas tornou-se tendência mundial pela praticidade e característica de manutenção do seu frescor (OETTERER, REGITANO-DÁRCE e SPOTTO, 2006). No entanto, toda fruta ou hortaliça submetida ao processo mínimo torna-se mais susceptível à deterioração (MARTIN-BELLOSO *et al.*, 2010). A aplicação de coberturas comestíveis constitui um dos métodos empregados para a conservação pós-colheita de produtos frescos de vida útil curta, como frutas e hortaliças (MORAES e SARANTÓPOULOS, 2009).

O morango (*Fragaria ananassa*), pseudofruto, é muito apreciado pelo sabor e consistência, cor e beleza ornamental. Porém, a rápida senescência e doenças pós-colheita acarretam perdas nutritivas e econômicas consideráveis (REIS *et al.*, 2008). O processamento mínimo de morangos consiste apenas na eliminação do pedicelo e sépalas na altura do ombro do fruto, devido ao seu pequeno tamanho (CENCI, 2008).

A aplicação de revestimentos e coberturas, comestíveis ou não, em produtos naturais, particularmente sobre frutas e hortaliças, tem como objetivo aumentar o seu período de conservação. Essas coberturas têm o propósito de inibir a migração de umidade, oxigênio, gás carbônico e aromas, constituindo barreiras semipermeáveis (OETTERER, REGITANO-DÁRCE e SPOTTO, 2006). Consequentemente ocorre redução do metabolismo do fruto e das reações de oxidação. O uso de coberturas associadas à refrigeração preserva a qualidade dos frutos, possibilitando melhor manutenção dos seus atributos sensoriais (LI e BARTH, 1998).

O colágeno parcialmente hidrolisado (gelatina) tem sido usado na formulação de coberturas, porém a desidratação da rede tridimensional torna os revestimentos à base de gelatina quebradiços. Assim, a adição de plastificante é necessária para superar tal fragilidade e melhorar sua flexibilidade (CAO, YANG e FU, 2009).

Os plastificantes mais efetivos geralmente apresentam estrutura molecular próxima a do polímero que devem plastificar. Poliois (glicerol, sorbitol, derivados de glicerina, entre outros), monossacarídeos (principalmente a frutose), dissacarídeos, lipídeos e derivados (ácidos graxos, monoglicerídeos, derivados de éster) são exemplos de plastificantes (SANTANA, 2010). O manitol é um poliol que ocorre naturalmente em algumas frutas e verduras, como abóboras e cogumelos (SAHA e RACINE, 2011). Trata-se de adoçante nutritivo, não tóxico e não higroscópico na sua forma cristalina. O manitol é aplicado como aditivo alimentar e caracteriza-se por ser parcialmente metabolizado por seres humanos não induzindo a hiperglicemia, o que o torna útil em dietas para diabéticos (WISSELINK *et al.* 2002)

Bertan (2008) verificou que coberturas à base de gelatina e glicerol apresentam menores valores de permeabilidade ao vapor de água e maior resistência à tração. Além do aumento de vida útil das frutas e hortaliças, os revestimentos comestíveis podem atuar como agentes de transporte de substâncias ativas (como antioxidantes e antimicrobianos) para a superfície do alimento (RIBEIRO *et al.*, 2007). Os antimicrobianos são liberados gradualmente na superfície do alimento, permanecendo em concentração adequada para estender sua vida útil (SHEN *et al.*, 2010).

O objetivo deste trabalho foi estudar, mediante planejamento experimental, a melhor formulação de cobertura à base de colágeno parcialmente hidrolisado e manitol a ser aplicada em morangos. Avaliou-se também o desempenho dos compostos sorbato de potássio e extrato de pomelo adicionados à melhor formulação de cobertura frente à perda de massa e ao crescimento microbiano para prolongamento da vida-de-prateleira do morango.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As matérias-primas utilizadas para elaboração da cobertura foram o colágeno parcialmente hidrolisado (Gelita South American), manitol p.a. (Vetec) e os conservantes sorbato de potássio e

extrato de pomelo (preparado comercial de extrato de pomelo contendo ácido ascórbico e álcool neutro, Prozyn). Os morangos, adquiridos no comércio de Pinhalzinho (SC), pertenciam ao mesmo lote e apresentavam grau de maturação e cor semelhantes.

2.1 PREPARO DA MATÉRIA-PRIMA

Antes de serem revestidos, os morangos foram selecionados quanto ao nível de maturação, cor e injúrias físicas. Retiraram-se as sépalas e pedicelos dos frutos para a lavagem e sanificação em solução clorada (150 ppm) por 3 minutos (CENCI *et al.*, 2008). Esse procedimento foi adotado para as etapas de avaliação da melhor formulação da cobertura e para o estudo dos antimicrobianos.

2.2 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL E ELABORAÇÃO DAS COBERTURAS

Para estudar as concentrações de colágeno parcialmente hidrolisado e manitol, visando a obtenção das coberturas, utilizou-se planejamento experimental 3^2 com ponto central (RODRIGUES e IEMMA, 2009) (Tabela 1). Como resposta, buscou-se a perda de massa (g) dos frutos ao longo do tempo.

TABELA 1 - PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL 3^2 COM VALORES REAIS E NÍVEIS

Experimento	Manitol %(m/V)	Colágeno parcialmente hidrolisado % (m/V)
E1	2,5 (-1)	7,5 (-1)
E2	2,5 (-1)	10,0 (0)
E3	2,5 (-1)	12,5(+1)
E4	5,0 (0)	7,5 (-1)
E5	5,0 (0)	10,0 (0)
E6	5,0 (0)	12,5(+1)
E7	7,5 (+1)	7,5 (-1)
E8	7,5 (+1)	10,0 (0)
E9	7,5 (+1)	12,5(+1)

Cada cobertura foi elaborada com as concentrações de colágeno parcialmente hidrolisado e manitol apresentadas na Tabela 1. Durante aproximadamente 1 hora, o colágeno parcialmente hidrolisado ficou em repouso em 100 mL de água para sua hidratação. Para correta homogeneização do colágeno parcialmente hidrolisado e do manitol, submeteu-se ambos ao aquecimento até 85°C sob agitação por 10 minutos.

Ajustou-se o pH da mistura em pHmetro de bancada Quimis, sendo adicionado ácido acético glacial ou hidróxido de sódio 1M. Posteriormente, os morangos foram imersos na solução formadora da cobertura por 3 minutos. Para evitar o acúmulo de solução na superfície, os morangos foram drenados em peneira, acondicionados em embalagem plástica transparente e armazenados sob refrigeração (aproximadamente 5°C). Morangos sem cobertura foram utilizados como controle, sendo todos os experimentos realizados em duplicata.

O acompanhamento da perda de massa dos morangos revestidos foi realizado a partir de pesagens em balança semi-analítica, Del Engineering, sendo o valor determinado pela diferença da massa inicial e da massa final da amostra em cada tempo (em gramas).

2.3 ANTIMICROBIANOS

A Tabela 2 apresenta o planejamento experimental 2² (RODRIGUES e IEMMA, 2009) para o estudo da ação dos antimicrobianos. O pH e a concentração de antimicrobianos foram avaliados em relação à perda de massa (g) para verificação de possível interferência dessas variáveis. As concentrações dos antimicrobianos foram definidas pelo limite máximo, estabelecido pela Resolução nº 04 de 24/11/88 para o sorbato (BRASIL, 1988), e orientações do fabricante para o extrato de pomelo.

TABELA 2 - PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL 2² COM VALORES REAIS E NÍVEIS

Experimento	pH	Concentração de Antimicrobiano % (m/V)	
		Sorbato de potássio	Extrato de pomelo
A1	5,0 (-1)	0,075 (-1)	2,0 (-1)
A2	6,0 (+1)	0,075 (-1)	2,0 (-1)
A3	5,0 (-1)	0,150 (+1)	5,0 (+1)
A4	6,0 (+1)	0,150 (+1)	5,0 (+1)

A obtenção das coberturas ocorreu conforme descrito anteriormente. Após o aquecimento da mistura (colágeno parcialmente hidrolisado e a água) e do ajuste do pH, seguido por resfriamento à temperatura entre 35 e 40°C, efetuou-se a adição dos antimicrobianos nas concentrações testadas. Procedeu-se a homogeneização com auxílio de bastão de vidro e deixou-se novamente a mistura resfriar à temperatura entre 25 a 30°C. Os morangos foram imersos, drenados com o auxílio de peneira, acondicionados em embalagens plásticas e armazenados à temperatura de refrigeração durante 240 horas.

2.4 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

A Resolução nº 12, de 2 de janeiro de 2001, da ANVISA (BRASIL, 2001) estabelece para morangos frescos e similares, “in natura”, inteiros e selecionados ou não, a ausência de *Salmonella* sp. em 25 g e limite máximo de 2x10³ UFC/g para coliformes a 45°C.

As amostras foram analisadas quanto à presença e crescimento de *Salmonella* sp. e coliformes no dia inicial, e bolores e leveduras no 4º, 8º e 12º dias de armazenamento. Todos os procedimentos foram realizados conforme a Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2003).

2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software Statistica®6.0 (STATSOFT, 2001). Avaliaram-se os efeitos isolados e de interação entre as variáveis do planejamento proposto e os efeitos significativos de otimização do processo obtidos mediante apresentação de Diagramas de Pareto e Superfícies de Resposta.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A perda de massa reflete a diminuição de água e a degradação do produto durante a armazenagem, resultando em modificação de aparência e de qualidade, o que leva à rejeição dos consumidores (CHIUMARELLI, 2008).

As amostras foram armazenadas e pesadas em intervalos de 24 horas, sendo que após 144

horas de armazenamento algumas começaram a apresentar contaminação por bolores e leveduras. Essas amostras foram descartadas por não estarem aptas para o consumo, o que motivou o estudo com os antimicrobianos.

A Tabela 3 apresenta a média dos resultados dos experimentos em relação à perda de massa (g), o desvio padrão obtido para cada experimento e o Teste de Tukey ao nível de 95% de confiança na 144^a hora de armazenamento. Observou-se que o experimento controle, juntamente com o E1 e E5 apresentaram a menor perda de massa ao longo de 7 dias, sendo iguais estatisticamente pelo Teste de Tukey. Somente os experimentos controle, E1, E5 e E9 diferiram estatisticamente ao nível de 95% de confiança.

O experimento E9 apresentou a maior perda de massa em relação aos demais. Esse experimento caracterizou-se por conter as maiores concentrações, tanto de manitol quanto de gelatina. Segundo Cão, Yang e Fu (2009) os poliois, como o manitol, são frequentemente utilizados como plastificantes para materiais à base de proteínas e apresentam capacidade para reduzir as ligações de hidrogênio, aumentando o espaçamento intermolecular, o que pode ter colaborado para a maior perda de massa.

TABELA 3 – AVALIAÇÃO DA PERDA DE MASSA DOS MORANGOS EM GRAMAS (MÉDIA ± DESVIO PADRÃO) E TESTE DE TUKEY AO NÍVEL DE 95% DE CONFIANÇA NA 144^a HORA DE ARMAZENAMENTO

Experimento	Manitol (%)	Colágeno parcialmente hidrolisado (%)	Média da Perda de Massa (g) ± Desvio Padrão e Teste de Tukey
Controle	0	0	0,46 ^a ± 0,04
E1	2,5 (-1)	7,5 (-1)	0,46 ^a ± 0,04
E2	2,5 (-1)	10,0 (0)	0,51 ^{ab} ± 0,02
E3	2,5 (-1)	12,5(+1)	0,76 ^{ab} ± 0,06
E4	5,0 (0)	7,5 (-1)	0,55 ^{ab} ± 0,05
E5	5,0 (0)	10,0 (0)	0,46 ^a ± 0,01
E6	5,0 (0)	12,5(+1)	0,71 ^{ab} ± 0,04
E7	7,5 (+1)	7,5 (-1)	0,98 ^{ab} ± 0,04
E8	7,5 (+1)	10,0 (0)	0,70 ^{ab} ± 0,06
E9	7,5 (+1)	12,5(+1)	1,30 ^b ± 0,39

Obs: letras iguais na vertical correspondem aos experimentos iguais ao nível de 95% de confiança.

As Figuras 1, 2 e 3 apresentam os perfis de perda de massa (g) ao longo do tempo para os experimentos do planejamento proposto, bem como para a amostra controle. Na Figura 1 verifica-se que E2, igual estatisticamente ao experimento controle, conservou-se até a 144^a hora de armazenamento, juntamente com E1. O experimento controle foi descartado por apresentar maiores perdas e contaminação por bolores e leveduras.

Na Figura 2 observou-se que E6 apresentou maiores perdas, seguida por E4, enquanto E5 evidenciou ao longo de todo o tempo perda de massa muito próxima à do experimento controle. Resultado semelhante ao E5 foi obtido por Bertan (2008) que avaliou biofilme com gelatina e glicerol. Verificou que a melhor combinação entre ambos, visando manter as propriedades de barreira ao vapor d'água e de resistência mecânica era de 10% de gelatina e 5,0% de glicerol.

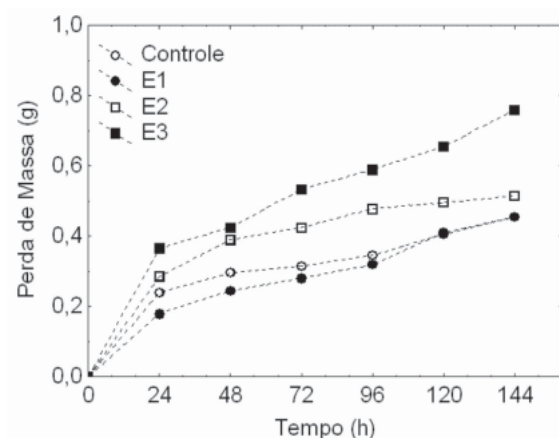


FIGURA 1 - PERDA DE MASSA (g) DAS AMOSTRAS CONTROLE, E1, E2 E3

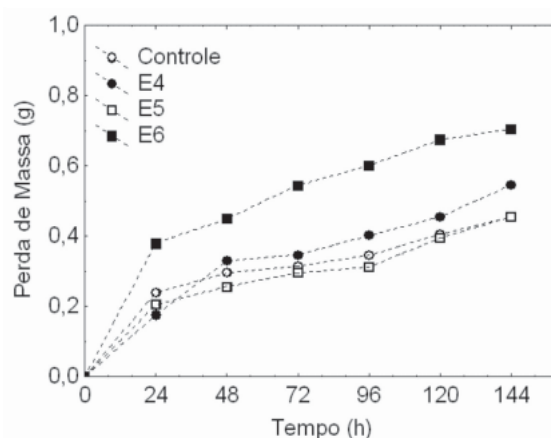


FIGURA 2 - PERDA DE MASSA (g) DAS AMOSTRAS CONTROLE, E4, E5 E E6

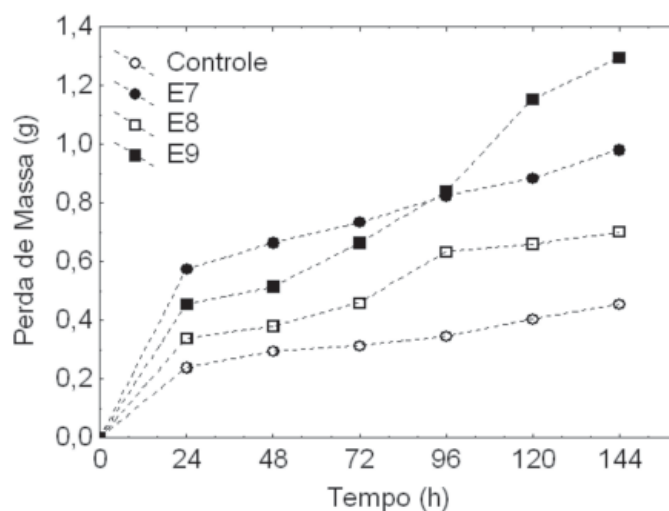


FIGURA 3 - PERDA DE MASSA (g) DAS AMOSTRAS CONTROLE, E7, E8 E E9

Os perfis apresentados na Figura 3 demonstram que para E7, E8 e E9, com a maior concentração de plastificante, a perda de massa foi maior ao longo do tempo em relação ao controle. As amostras desses experimentos foram as primeiras a serem descartadas por apresentarem crescimento de bolores e leveduras.

3.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS PARA ELABORAÇÃO DA COBERTURA

A Equação 1 representa o modelo matemático obtido a partir dos coeficientes de regressão para os resultados de perda de massa dos experimentos testados.

$$\text{Perda de Massa (g)} = 0,713 + 0,417.M + 0,259.C - 0,216M^2 - 0,234.C^2 \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

M = manitol (%) e

C = colágeno parcialmente hidrolisado (%). $R^2 = 0,90$.

O manitol apresentou efeito significativo positivo, podendo-se dizer que maiores concentrações de manitol favorecem a perda de massa dos morangos. O mesmo comportamento ocorreu com a concentração de colágeno parcialmente hidrolisado. O diagrama de Pareto correspondente (Figura 4) demonstra as variáveis que exerceram efeito significativo, confirmando os resultados da Equação 1. Nenhuma das interações entre as variáveis deste estudo apresentou efeito significativo ao nível de 95% de confiança. A partir dos resultados experimentais obteve-se a Superfície de Resposta, apresentada na Figura 5. A região com a menor perda de massa engloba o ponto com as menores concentrações de manitol e de colágeno parcialmente hidrolisado (níveis inferiores do planejamento experimental) até as concentrações médias de manitol e de colágeno parcialmente hidrolisado (ponto central do planejamento experimental).

Com base na perda de massa ao longo do tempo, a melhor formulação para a cobertura à base de manitol e colágeno parcialmente hidrolisado correspondeu ao experimento 1 (E1), com 2,5% de manitol e 7,5% de colágeno parcialmente hidrolisado. A amostra E1, com pH 5,34, permaneceu com as mesmas características visuais até o final do período de armazenamento (144 horas).

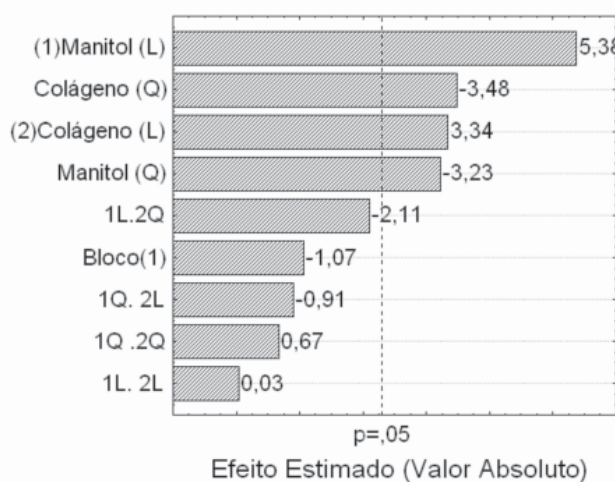


FIGURA 4 – AVALIAÇÃO DO EFEITO DAS VARIÁVEIS NA PERDA DE MASSA DOS MORANGOS

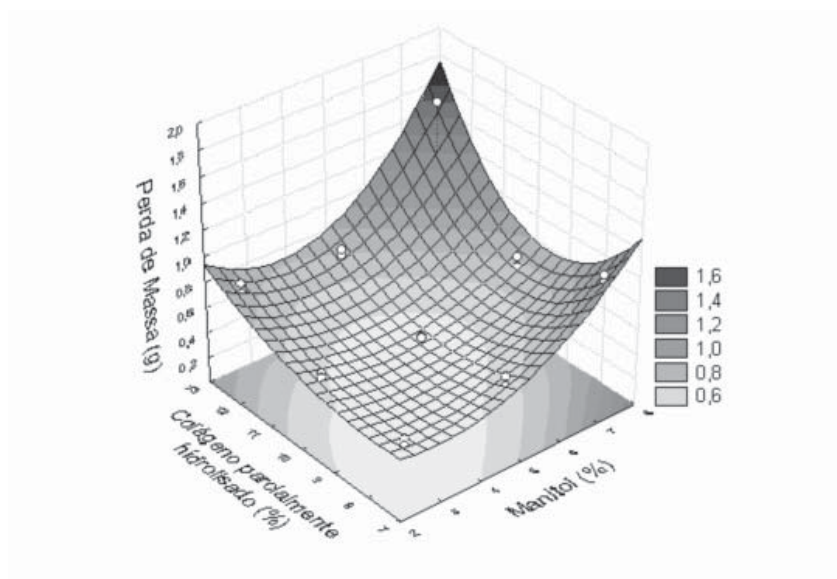


FIGURA 5 - SUPERFÍCIE DE RESPOSTA

3.2 ESTUDO DOS ANTIMICROBIANOS

Após a obtenção da melhor combinação entre o colágeno parcialmente hidrolisado e o manitol efetuou-se o estudo dos antimicrobianos. As Figuras 6 e 7 apresentam os perfis de perda de massa (g) ao longo de 240 horas (10 dias) para os experimentos com sorbato de potássio e extrato de pomelo, respectivamente.

Verifica-se na Figura 6, tendo sorbato de potássio como antimicrobiano, que os experimentos ficaram muito próximos em relação à perda de massa (g) ao longo do tempo (h). A perda de massa (g) para os experimentos ao final de 240 horas foi de 0,85 g; 0,81 g; 0,82 g; 0,86 g para A1, A2, A3 e A4, respectivamente. Comparando-se com a amostra controle (sem antimicrobiano) nas primeiras 144 horas, apenas a perda de massa (g) da amostra A1 foi ligeiramente superior (0,53 g).

Na Figura 7 verifica-se que a perda de massa (g) ao final das 240 horas para a amostra A1, com extrato de pomelo, foi muito superior às demais amostras (1,35 g) que perderam 0,84 g, 0,91 g e 0,77 g de massa, respectivamente, A2, A3 e A4.

Sayanjali, Ghanbarzadeh e Ghiassifar (2011) avaliaram a permeabilidade ao vapor d'água de filmes de carboximetilcelulose e glicerol pela adição de 1, 2, 3 e 4 g de sorbato de potássio. Observaram que até 2,0 gramas houve aumento dos valores desse parâmetro, justificado pela interação intermolecular e perda da compactação da estrutura, facilitando a passagem de umidade. No entanto, a adição de 3 e 4 g levou à redução da permeabilidade devido à cristalização do sorbato de potássio com o tempo, que bloqueia os poros da estrutura polimérica e assim reduz a transferência de água (SAYANJALI, GHANBARZADEH e GHIASSIFAR, 2011).

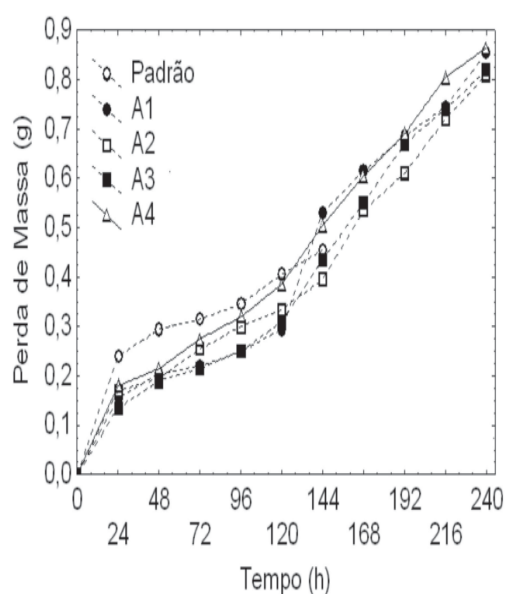


FIGURA 6 - PERDA DE MASSA (g) DAS AMOSTRAS PADRÃO, A1, A2, A3 E A4 COM SORBATO DE POTÁSSIO

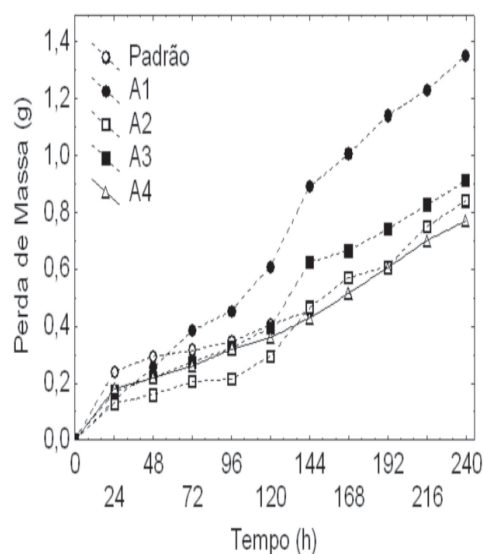


FIGURA 7 - PERDA DE MASSA (g) DAS AMOSTRAS PADRÃO, A1, A2, A3 E A4 COM EXTRATO DE POMELO

Wolf (2007) verificou em seu estudo sobre a caracterização física e química de fibra e colágeno em pó, matérias-primas potencialmente formadoras de filmes e coberturas, que a solubilidade do colágeno foi máxima em pH 2,0, sendo a região de solubilidade crescente na faixa de pH de 5,0 a 2,0. Observou também, que valores de pH entre 6,0 e 8,0 corresponderam à solubilidade mínima (região do ponto isoelétrico) do colágeno. É possível que o ajuste do pH de 5,34 para 5,0 tenha propiciado a desidratação dos frutos, especialmente nas amostras com extrato de

pomelo, devido à ação do ácido ascórbico presente no composto natural.

A análise estatística dos resultados após 240 horas de armazenamento, não revelou diferença significativa ao nível de 95% de confiança entre os experimentos A1 a A4, tanto para o sorbato de potássio como para o extrato de pomelo.

3.3 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Os veículos e meios propícios à contaminação de morangos por *Salmonella* e coliformes podem ser a água de irrigação, o solo e a manipulação dos frutos.

Na Tabela 4 estão apresentados os dados referentes às análises microbiológicas das amostras realizadas no 1º dia armazenamento. As amostras apresentaram-se em condições adequadas de acordo com o estabelecido pela ANVISA (BRASIL, 2001). Para coliformes, o valor obtido para NMP/g corresponde à estimativa, com 95% de confiança, de que a concentração real presente está na faixa de 0,15 a 11 UFC/g.

TABELA 4 - CONTAGEM DE *Salmonella*, COLIFORMES TOTAIS E TERMOTOLERANTES

<i>Salmonella</i> sp.(em 25 g)	Contagem de Coliformes Totais (MNP/g)	Contagem de Coliformes (Termotolerantes (NMP/g)
Ausência	3.10 ¹	3.10 ¹

Na Tabela 5 estão os resultados obtidos para a contagem de bolores e leveduras para cada tratamento aos 4, 8 e 12 dias de armazenagem. Como não houve diferença significativa entre os experimentos, optou-se por acompanhar o crescimento de bolores e leveduras das amostras com a menor concentração de antimicrobiano (0,075% de sorbato de potássio e 2% de extrato de pomelo) e valor de pH 6,0 que revelou a menor perda de massa para o extrato de pomelo.

TABELA 5 - CONTAGEM DE BOLORES E LEVEDURAS AO LONGO DO ARMAZENAMENTO

Dia	Bolores e leveduras (UFC g ⁻¹)	
	Sorbato de Potássio	Extrato de Pomelo
4	4,1 x 10 ³	4,6 x 10 ³
8	7 x 10 ³	1,6 x 10 ⁴
12	1,5 x 10 ³	3,5 x 10 ³

A contagem obtida para o tratamento com sorbato até o oitavo dia (192 horas) foi crescente, atingindo o maior valor entre as demais amostras. Para o tratamento com extrato de pomelo obteve-se a maior contagem entre as duas formulações testadas no oitavo dia. Essa característica pode ser explicada pelo fato de que cada morango tem metabolismo e contagem microbiana inicial diferente (GARCIA, 2009).

Embora a legislação não estabeleça limites para bolores e leveduras em frutas e produtos minimamente processados, alimentos contendo contagens microbianas acima de 10⁵ e 10⁶ UFC/g são considerados impróprios para o consumo humano (VERZELETTI, FONTANA e SANDRI, 2010).

Comparando as contagens das amostras com sorbato de potássio e extrato de pomelo verifica-se que os valores são maiores nas amostras com o segundo, que contém ácido ascórbico. Conforme Iturrioz (2008), o extrato de pomelo tem eficácia antimicrobiana elevada pela presença de ácido ascórbico e de ácido cítrico. No entanto, essa combinação pode ter atuado na acidificação do meio, que aliada à presença de açúcar (manitol) facilitou o desenvolvimento de bolores e leveduras.

Garcia (2009) relatou que a partir do nono dia de armazenamento de morangos revestidos com cobertura à base de fécula de mandioca e 0,05% de sorbato, a contagem de bolores e leveduras aumentou de $1,6 \times 10^5$ UFC/g para $1,2 \times 10^7$ UFC/g no décimo segundo dia.

Sayanjali, Ghanbarzadeh e Ghiassifar (2011) confirmaram a eficiência do sorbato de potássio, adicionado em filmes à base de carboximetilcelulose e glicerol frente ao crescimento de fungos (*A. flavus* e *A. parasiticus*) em pistaches. Na análise do halo de inibição em pistaches sem revestimento, a presença de contaminação foi visível em 48 horas enquanto que para as amostras revestidas só foi percebida dez dias depois.

4 CONCLUSÃO

A aplicação de colágeno parcialmente hidrolisado, associado ao manitol nas concentrações de 7,5% e 2,5%, respectivamente, mostrou-se eficiente para a redução da perda de massa de morangos quando comparada à amostra controle (sem aplicação da cobertura), sendo mantidas as características dos frutos até o 7º dia de armazenamento. Altas concentrações de manitol favoreceram a perda de massa dos frutos e causaram o crescimento excessivo de bolores e leveduras.

A adição dos antimicrobianos sorbato de potássio e extrato de pomelo, associada ao controle de pH, retardaram a perda de massa e aumentaram o período de armazenamento dos frutos para 10 dias. O acompanhamento microbiológico demonstrou a eficiência dos antimicrobianos, especialmente do sorbato em relação ao crescimento de bolores e leveduras, prolongando a vida útil dos morangos até o 12º dia de armazenamento.

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF COATING USING PARTIALLY HYDROLYZED COLLAGEN, MANNITOL AND ANTIMICROBIAL APPLIED ON STRAWBERRIE

The present article presents an experimental study on the development of coating using partially hydrolyzed collagen and mannitol followed by addition of antimicrobials to extend strawberries shelf life. Nine combinations of partially hydrolyzed collagen and mannitol were tested, using study design to assess the loss of mass of the fruits. The coating with 7.5% collagen and 2.5% mannitol was more efficient in reducing mass loss of the fruits. After determining the best formulation, the antimicrobial potassium sorbate and the grapefruit extract were tested. Strawberries shelf life increased due to the coating with collagen and mannitol combined to the antimicrobial reaching 12 days.

KEY-WORDS: COVERAGE; COLLAGEN; MANNITOL; ANTIMICROBIALS; SHELF LIFE; STRAWBERRIES.

REFERÊNCIAS

- 1 BERTAN, L. C. **Desenvolvimento e caracterização de biofilmes ativos à base de polímeros de fontes renováveis e sua aplicação no acondicionamento de pães de forma**. 2008. 188 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos), Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2008.
- 2 BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução n. 04, de 24 de novembro de 1988**. Aprova a revisão das Tabelas I, III, IV e V referentes a aditivos intencionais e revoga as Portarias, Resoluções e Comunicados, constantes dos Anexos V e VI. Brasília, 1988. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/04_cns.pdf. Acesso em: 10 set. 2010.

- 3 BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC n.12, de 02 de janeiro de 2001**. Aprova o regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. Brasília, 2001. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm>. Acesso em: 10 set. 2010.
- 4 BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa 62, de 26 de agosto de 2003**. Oficializa os métodos analíticos para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=2851>. Acesso em: 10 set. 2010.
- 5 CAO, N.; YANG, X.; FU, Y. Effects of various plasticizers on mechanical and water vapor barrier properties of gelatin films. **Food Hydrocolloids**, v.23, n. 3, p. 729-735, 2009.
- 6 CENCI, S. A.; SILVA, O. F.; VAZ, S. G.; ROCHA, G. O.; REGIS, S. A.; CUNHA, F. Q. **Etapas do processamento mínimo do morango**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2008. (Comunicado Técnico, 110).
- 7 CHIUMARELLI, M. **Avaliação da vida útil de manga (*Mangifera indica* cv 'Tommy Atkins') minimamente processada pré-tratada com ácido cítrico e coberturas comestíveis**. 2008. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.
- 8 GARCIA, L.C. **Aplicação de coberturas comestíveis em morangos minimamente processados**. 2009. 143 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.
- 9 ITURRIOZ, M. G. **Extracto de semilla de pomelo: el antimicrobiano natural**. Navarro: Gráficas Ulzama, 2008. (El mundo del bienestar, 2008).
- 10 LI, P. E.; BARTH, M.M. Impact of edible coatings on nutritional and physiological changes in lightly-processed carrots. **Postharvest Biology and Technology**, v. 14, n.1, p. 51-60, 1998.
- 11 MARTIN-BELLOSO, O.; OMS-OLIU, G.; ROJAS-GRAÜ, M. A.; GONZÁLEZ, L. A.; VARELA, P.; SOLIVA-FORTUNY, R.; HERNANDO, M. I. H.; MUNUERA, I. P.; FISZMAN, S. Recent approaches using chemical treatments to preserve quality of fresh-cut fruit: a review. **Postharvest Biology and Technology**, v. 57, n. 3, p. 139-148, 2010.
- 12 MORAES, B.; SARANTÓPOULOS, C.I.G.L.B. Embalagens ativas e inteligentes para frutas e hortaliças. **Boletim de Tecnologia e Desenvolvimento de Embalagens**. v. 21, n. 1, p. 1-7, 2009.
- 13 OETTERER, M.; REGITANO-DÁRCE, M.A.B.; SPOTTO, M.H.F. **Fundamentos da ciência e tecnologia de alimentos**. São Paulo: Editora Manole, 2006. 610 p.
- 14 REIS, K.C.; SIQUEIRA, H.H.; ALVES, A.; SILVA, J.D.; LIMA, L.C.O. Efeito de diferentes sanificantes sobre a qualidade de morango cv. oso Grande. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.1, p. 196-202, 2008.
- 15 RIBEIRO, C.; VICENTE, A. A.; TEIXEIRA, J. A.; MIRANDA, C. Optimization of edible coating composition to retard strawberry fruit senescence. **Postharvest Biology and Technology**, v.44, n.1, p.63-70, 2007.
- 16 ROGRIGUES, M.I.; IEMMA, A.F. **Planejamento de experimentos & otimização de processos**. 2. ed. Campinas: Editora Cárita, 2009.
- 17 SAHA, B.C.; RACINE, F.M. Biotechnological production of mannitol and its applications. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 89, p. 879-891, 2011.
- 18 SANTANA, A. A. **Influência de características físicas e químicas de plastificantes na confecção e no comportamento estrutural e higroscópico de filmes de alginato de cálcio**. 2010. 151 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.
- 19 SAYANJALI, S.; GHANBARZADEH, B.; GHIASSIFAR, S. Evaluation of antimicrobial and physical properties of edible film based on carboxymethyl cellulose containing potassium sorbate on some mycotoxigenic *Aspergillus* species in fresh pistachios. **LWT-Food Science and Technology**, v.44, n.4, p.1133-1138, 2011.
- 20 SHEN, X. L.; WU, J. M.; CHEN, Y.; ZHAO, G. Antimicrobial and physical properties of sweet potato starch film incorporated with potassium sorbate or chitosan. **Food Hydrocolloids**, v.24,n.4, p. 285-290, 2010.

- 21 STATSOFT INC. **Statistics 6.0**. Tulsa, OK, 2001.
- 22 VERZELETTI, A.; FONTANA, R. C.; SANDRI, I.G. Avaliação da vida-de-prateleira de cenouras minimamente processadas. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.21, n.1, p. 87-92, 2010.
- 23 WISSELINK, H.W.; WEUSTHUIS, R.A.; EGGINK, G.; HUGENHOLTZ, J.; GROBBEN, G.J. Mannitol production by lactic acid bacteria: a review. **International Dairy Journal**, v.12, p. 151-161, 2002.
- 24 WOLF, K. L. **Propriedades físico-químicas e mecânicas de biofilmes elaborados a partir de fibra e pó de colágeno**. 2007. 101 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos), Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2007.