

## QUALIDADE DE MORANGOS ENVOLVIDOS COM REVESTIMENTO COMESTÍVEL ANTIMICROBIANO À BASE DE DIFERENTES FONTES DE AMIDO

Aline Inácio Alves<sup>1</sup>, Sérgio Henriques Saraiva<sup>1</sup>, Suzana Maria Della Lucia<sup>1</sup>, Luciano José Quintão Teixeira<sup>1</sup>, Mateus da Silva Junqueira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>: Departamento de Engenharia Rural, Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, SN, Caixa Postal 16, Alegre, CEP: 29500-000, Espírito Santo - Brasil  
(sergiohsaraiva@gmail.com)

Data de recebimento: 07/10/2011 - Data de aprovação: 14/11/2011

### RESUMO

O objetivo desse trabalho foi desenvolver biofilmes compostos usando como base diferentes tipos de amidos (nativos e modificados) e avaliar o comportamento de morangos com relação aos processos naturais de deterioração, visando testar a eficiência dos biofilmes comparada às embalagens convencionais, analisando-os do ponto de vista da conservação dos morangos e de sua aceitação pelos consumidores. Esse estudo consistiu de dois experimentos distintos sendo o primeiro uma análise microbiológica dos morangos e o segundo uma análise sensorial para testar sua aceitação pelos consumidores. Os biofilmes, principalmente os formulados à base de amido de mandioca e amido modificado, apresentaram os melhores resultados tanto visuais quanto microbiológicos, não se observando diferença estatística entre as características sensoriais da testemunha e dos demais tratamentos. A utilização dos biofilmes contribui para a manutenção da qualidade dos morangos durante o período de armazenamento, sem promover alteração nas características sensoriais dos morangos.

**PALAVRAS-CHAVE:** biofilmes comestíveis; conservação de alimentos; barreiras inertes.

### QUALITY OF STRAWBERRIES INVOLVED WITH ANTIMICROBIAL EDIBLE COATINGS BASED ON DIFFERENT SOURCES OF STARCH

#### ABSTRACT

The purpose of this study was to develop composite biofilms using different starch sources (native and modified) and evaluate the behavior of strawberries with respect to the natural processes of deterioration, to test the efficiency of biofilms compared to conventional packaging, analyzing them from the point of conservation of strawberries and their acceptance by consumers. This study consisted of two separate experiments with the first a microbiological analysis of strawberries and a second a sensory analysis to test its acceptance by consumers. Biofilms, particularly those based on cassava starch and modified starch, showed the best results, both visual and microbiological, no significant statistical difference between the sensory characteristics of the witness and the other treatments. The use of biofilms contributes to maintaining the quality of strawberries during the storage period, without changing the sensory characteristics of strawberries.

**KEYWORDS:** edible biofilms, food preservation; inert barriers.

## INTRODUÇÃO

Os métodos de preservação de alimentos diferem, em função de vários fatores, dentre os quais, a natureza do alimento, o tempo pelo qual se deseja conservá-lo, a economia do processo, os elementos de deterioração envolvidos, etc. Além disso, não se deve provocar modificações sensíveis nas propriedades organolépticas e nutritivas dos alimentos. A forma como os produtos são armazenados, seja na indústria, no ponto de venda ou em casa, também são importantes na conservação dos alimentos (Camargo et al, 1984).

Quando se trata do segmento de frutas, pode-se observar um aumento na procura de frutas frescas em comparação às frutas processadas, porém há uma dificuldade no que diz respeito à conservação (Pereira et al., 2003). Os principais mecanismos de deterioração que afetam frutas frescas, inteiras ou processadas (fatiadas, descascadas, cortadas, picadas, etc.), são o crescimento microbiológico, o escurecimento enzimático e a perda de umidade. No caso particular do morango, que apresenta elevada perecibilidade pós-colheita, essa se deve, principalmente, devido a sua intensa atividade metabólica e grande suscetibilidade ao ataque de agentes patogênicos causadores de podridões. Várias técnicas para o prolongamento da vida útil pós-colheita de frutas tropicais têm sido estudadas, entre elas o uso de embalagens que elevem a vida de prateleira de tais frutas.

O uso de embalagem pode reduzir a perda de massa fresca, as mudanças na aparência durante o armazenamento (Koshi, 1988), aumentar de 50 a 400% a vida-útil dos frutos, reduzir as perdas econômicas e facilitar a distribuição dos produtos a longas distâncias sem comprometer a qualidade (Farber, 1991).

Tradicionalmente, os materiais de embalagens têm sido selecionados no sentido de ter mínima interação com o alimento que acondicionam, constituindo assim barreiras inertes (Azeredo et al., 2000). No sentido convencional, uma embalagem aumenta a segurança do alimento de acordo com os seguintes mecanismos: barreiras a contaminações (microbiológicas e químicas) e prevenção de migração de seus próprios componentes para o alimento (Hotchkiss, 1995).

O uso de revestimentos comestíveis (filmes e coberturas) tem recebido bastante atenção de pesquisadores nos últimos anos, graças principalmente às suas propriedades de barreira e de melhoria da aparência, da integridade estrutural e das propriedades mecânicas do alimento (Azeredo et al., 2000). Os filmes e coberturas possuem a função de inibir ou reduzir a migração de umidade, oxigênio, dióxido de carbono, lipídios, aromas, dentre outros, pois promovem barreiras semipermeáveis. Além disso, podem transportar ingredientes alimentícios como: antioxidantes, antimicrobianos e flavorizantes, e/ou melhorar a integridade mecânica ou as características de manuseio do alimento (Krochta, 1997).

Os biopolímeros mais utilizados na elaboração de filmes e coberturas comestíveis são as proteínas, os polissacarídeos e os lipídios (Cuq et al., 1995), sendo que os filmes à base de amido apresentam boas propriedades mecânicas e excelente propriedade de barreira ao O<sub>2</sub> (Rindlav-Westling et al., 1998). A fécula de mandioca, por exemplo, tem sido freqüentemente testada como matéria-prima para este fim, em função da sua transparência e baixo custo (Henrique e Cereda, 1999).

O objetivo desse trabalho foi desenvolver biofilmes compostos usando como base diferentes tipos de amidos (nativos e modificados) visando uma maior conservação do morango.

## MATERIAL E MÉTODOS

Na confecção das embalagens comestíveis, foram utilizados: i) quitosana (agente antimicrobiano); ii) fonte de amido; iii) ácido cítrico. Foram testadas três fontes de amido: amido de milho, amido de mandioca e amido modificado.

Para a formulação do biofilme preparou-se uma solução de amido a 6% em relação à massa da solução, sendo os demais constituintes adicionados na proporção de 3% de quitosana e 1% de ácido cítrico, sendo este para propiciar a dissolução da quitosana, uma vez que esta não é solúvel em água. As suspensões foram gelatinizadas à temperatura de 70° C.

Amostras de morango foram imersas nos diferentes revestimentos, sendo o grupo controle (sem revestimento) imerso em água destilada estéril, nas mesmas condições. Todos os frutos foram devidamente sanitizados.

Logo após a cobertura, amostras de todos os tratamentos foram submetidas à avaliação sensorial de comparação múltipla para a comparação do sabor, aroma e impressão global dos produtos com o padrão. Para a determinação dos valores dados aos produtos, foi utilizada uma escala crescente de qualidade de 1 a 9.

Amostras de todos os tratamentos foram acondicionadas em câmara de incubação à temperatura de 15 °C. A perda de massa dos morangos foi determinada pesando-se as embalagens, periodicamente, em balança semi-analítica, durante o período de estocagem.

Para realização das análises microbiológicas (avaliação da microbiota presente nos morangos envoltos com o revestimento comestível antimicrobiano), os morangos, após uma semana de armazenamento, foram triturados e colocados em meio de cultura PDA. A determinação da contaminação foi efetuada com base na contagem padrão de microorganismos.

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições, onde as diferentes fontes de amido constituíram os tratamentos mais o controle, ou seja, quatro tratamentos. Os resultados da análise microbiológica e da análise sensorial foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste t de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. A perda de massa dos morangos foi submetida à análise de regressão em função do tempo de armazenamento dos mesmos. As análises estatísticas foram realizadas com o uso do pacote estatístico SAS.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes à análise de regressão dos pesos dos morangos em função das horas de armazenamento são apresentados na Figura 1. Todos os modelos foram significativos pelo teste F (análise de variância da regressão) e os coeficientes angulares dos modelos foram significativos pelo teste t (teste t para os parâmetros) a 5% de probabilidade.

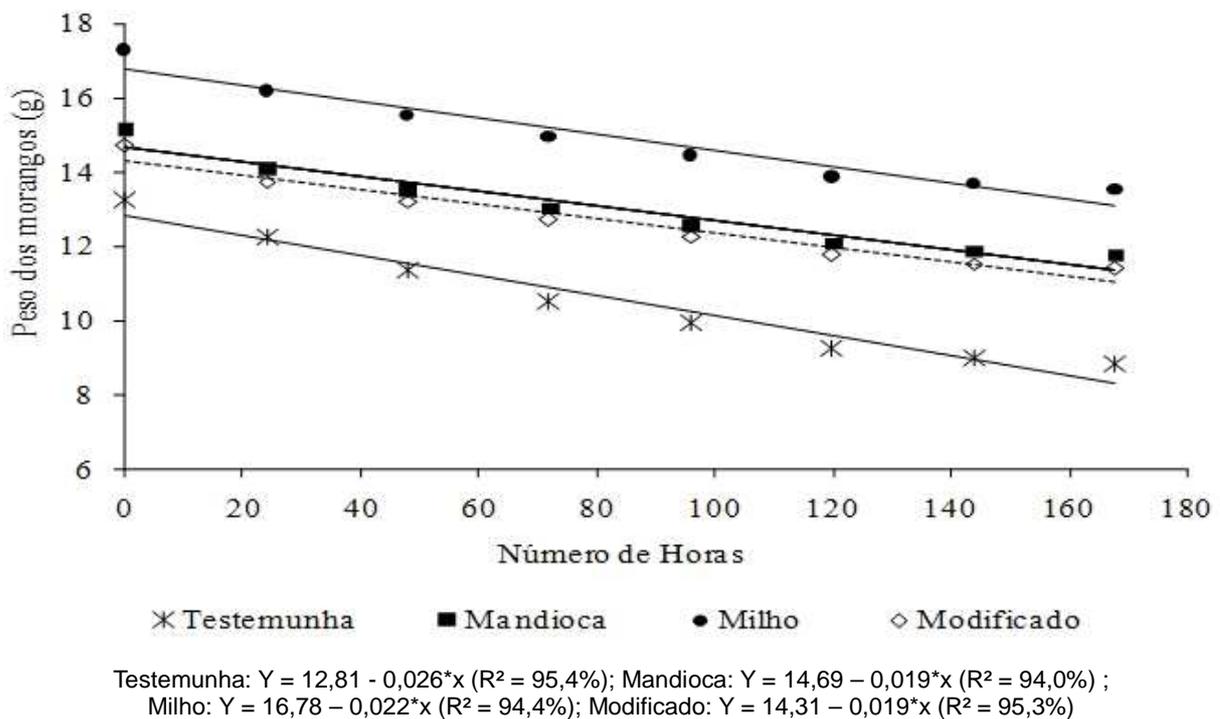


Figura 1. Perda de peso dos morangos em função do número de horas de armazenamento.

A partir da Figura 1 pode-se observar o comportamento dos morangos com e sem revestimento em termos de perda de massa em função do número de horas de armazenamento. Observa-se que a testemunha foi a que mais sofreu com o processo de deterioração, apresentando maior perda de massa quando comparada com os demais tratamentos.

O revestimento com amido de milho foi o que promoveu menor perda de massa dos morangos ao longo dos dias de armazenamento. A conservação pós-colheita de produtos vegetais depende, entre outros fatores, da taxa de respiração dos mesmos, logo quanto menor essa taxa maior será o período de tempo para a conservação in natura (Mukai e Kimura, 1986).

Conforme discutido acima, os tratamentos que envolveram algum tipo de revestimento com filmes comestíveis promoveram uma menor deterioração das frutas em relação àquele sem revestimento. Em estudos com ceras, OJEDA (2001) mostrou que o revestimento de frutas é eficaz na redução de perda de massa, proporcionando menor índice de murchamento e podridões, mantendo a qualidade dos produtos.

Durante a fase de armazenamento, à temperatura de 15° C em BOD, em um intervalo de uma semana observa-se, conforme a Figura 2, que os tratamentos com ausência de biofilme (testemunha) e o revestido com biofilme de amido de milho apresentaram maior característica de deterioração com a formação visível de estruturas de microrganismos na superfície dos morangos. Os tratamentos compostos pelo biofilme de mandioca e amido modificado apresentaram menor evidência de deterioração sendo essa quase inexistente para esse último.

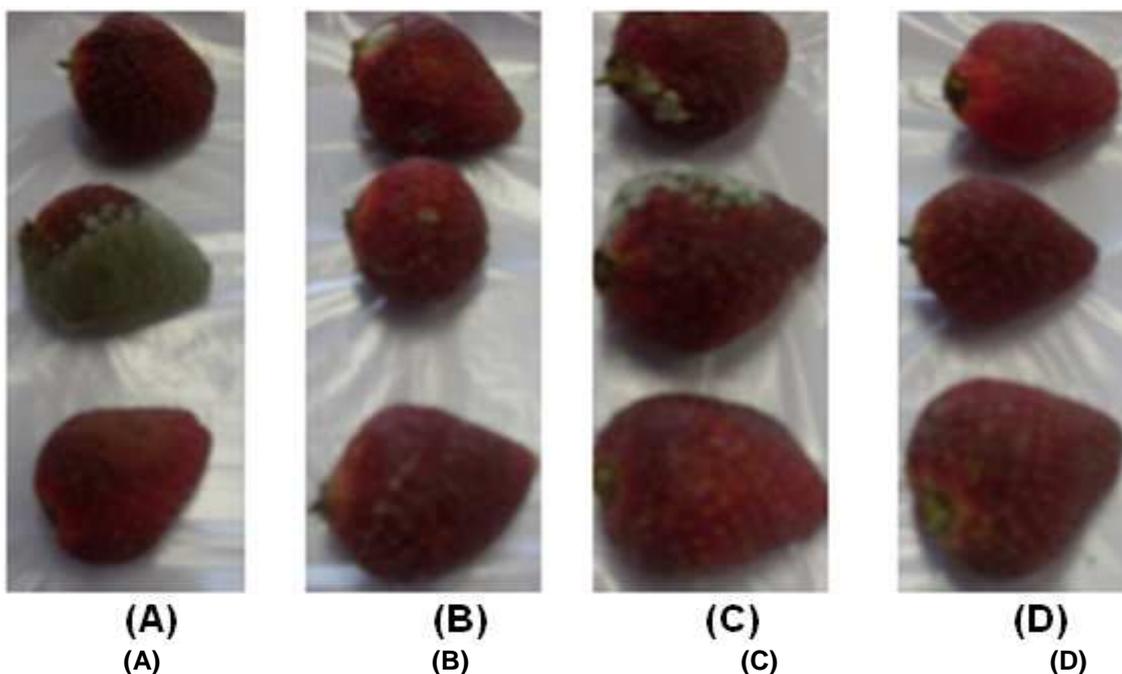


Figura 2. Aspecto visual dos morangos submetidos a armazenamento durante uma semana a 15°C. (A) – Testemunha; (B) – Amido de Mandioca; (C) – Amido de Milho; (D) – Amido Modificado.

O resultado da análise microbiológica, contendo o número de unidades formadoras de colônia, encontra-se na Tabela 1. Observa-se a não formação de unidades formadoras de colônias nas placas contendo a solução trituradora dos morangos revestidos com amido de mandioca e amido modificado. Para BEMILLER (1997) a modificação dos amidos confere melhoria nas suas características de cozimento (gomificação), aumentando a sua estabilidade e adesividade além de melhorar a textura das pastas ou géis e a formação de filmes oriundos dos mesmos.

Tabela 1. Número de unidades formadoras de colônias para os morangos recobertos com os diferentes biofilmes.

Tratamento	Número de Unidades <sup>1</sup>
Testemunha	5,35x10 <sup>3</sup>
Amido de Mandioca	*
Amido de Milho	1,08x10 <sup>5</sup>
Amido Modificado	*

<sup>1</sup> Unidades formadoras de colônia.g<sup>-1</sup> (UFC.g<sup>-1</sup>); \* não apresentou número de unidades formadoras de colônia suficiente para contagem

HENRIQUE e CEREDA (1999) constataram que o uso de coberturas a base de amido de mandioca em morangos foi eficiente na minimização da perda de massa e aumento de 5 vezes na vida útil da fruta. KROCHTA e MULDER-JOHNSTON (1997) creditam esses resultados às propriedades que os filmes e coberturas possuem de inibir ou reduzir a migração de umidade, oxigênio, dióxido de carbono, lipídios, aromas, dentre outros, pois promovem barreiras semipermeáveis. Além disso,

podem transportar ingredientes alimentícios como antioxidantes, antimicrobianos e flavorizantes, e/ou melhorar a integridade mecânica ou as características de manuseio do alimento.

No caso em questão, os amidos de mandioca e modificado apresentaram-se mais eficientes nas suas funções, enquanto que o amido de milho, não promoveu uma boa impermeabilização dos morangos revestidos, justificando a presença de unidades formadoras de colônia. Acredita-se ainda, que o amido de milho tenha servido como meio de cultura para o desenvolvimento dos microrganismos.

De acordo com FAKHOURI et al. (2007) o amido de milho tem propriedade de elevada solubilidade em solução aquosa. Para esses autores, em alguns casos, a solubilização em água pode ser benéfica, como nos produtos semiprontos destinados ao preparo sob cozimento, entretanto, quando o alimento é líquido ou então exsuda uma solução aquosa, biofilmes de elevada solubilidade não são indicados

Os resultados da análise estatística referentes à análise sensorial são apresentados nas Tabelas 2, 3 e 4. As análises se basearam nos fatores referentes à qualidade dos morangos submetidos aos diferentes tratamentos, sendo analisados os fatores aroma, sabor e impressão global.

Tabela 2. Análise de variância para o fator aroma

FV	GL	QM	F	F (5%)
Tratamento	3	1.4889	0,4435 <sup>ns</sup>	26,826
Resíduo	116	3.3569		
Total	119			

<sup>ns</sup> Não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F

Tabela 3. Análise de variância para o fator sabor

FV	GL	QM	F	F (5%)
Tratamento	3	2.1556	0,7156 <sup>ns</sup>	26,826
Resíduo	116	3.0121		
Total	119			

<sup>ns</sup> Não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F

Tabela 4. Análise de variância para o fator impressão global

FV	GL	QM	F	F (5%)
Tratamento	3	2.4305	0,7493 <sup>ns</sup>	26,826
Resíduo	116	3.2440		
Total	119			

<sup>ns</sup> Não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F

De acordo com os resultados da análise de variância para os fatores avaliados na análise sensorial observa-se que não existe nenhum contraste entre médias estatisticamente diferente de zero. Logo, as médias dos tratamentos não apresentam diferença estatística entre si. Tais resultados demonstram que não há empecilhos, do ponto de vista da aceitação pelo consumidor, na utilização dos biofilmes testados no trabalho, uma vez que os mesmos não alteraram o sabor, o

aroma e a impressão global dos morangos em comparação ao tratamento sem adição de biofilme.

## CONCLUSÕES

Os biofilmes, principalmente os formulados à base de amido de mandioca e modificado, apresentaram os melhores resultados tanto visuais quanto microbiológicos. Como não se observou diferença estatística entre as características sensoriais da testemunha e dos demais tratamentos é pertinente afirmar que a utilização dos biofilmes contribui para a manutenção da qualidade dos morangos durante o período de armazenamento, sem promover alteração nas características sensoriais dos mesmos. É válido lembrar, porém, que essa afirmação é simplesmente baseada nos fatores avaliados e não contempla aspectos relacionados à operacionalização para confecção e utilização dos biofilmes, os quais podem confirmar os resultados obtidos nesse trabalho ou mostrar que a utilização desses revestimentos não é usual, dada a sua complexidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEREDO H. M. C. de; FARIA J. A. F.; AZEREDO A. M. C. de. Embalagens Ativas para Alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20 n.3, 2000.

CAMARGO, R. et al.. **Tecnologia dos produtos agropecuários-alimentos**. São Paulo: Nobel, 1984. 258p

OJEDA, R.M. **Utilização de Ceras, Fungicidas e Sanitizantes na Conservação de Goiabas 'Pedro Sato'sob Condição Ambiente**. 57p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz', Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

PEREIRA L. M.; RODRIGUES A. C. C.; SARANTÓPOULOS C. I. G. L.; JUNQUEIRA V. C. A.; CARDELLO H. M. A. B.; HUBINGER M. D. Vida-de-prateleira de goiabas minimamente processadas acondicionadas em embalagens sob atmosfera modificada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23 n. 3, 2003.

HOTCHKISS, J.H. Safety considerations in active packaging. In: ROONEY, M.L. **Active food packaging**. Glasgow: Chapman & Hall, 1995. p. 238-255.

KOSHI, D.V. Is current modified / controlled atmosphere packaging technology applicate to U.S. food market **Food Technology**, Chicago, v. 28, n. 9, p. 50-60, 1988.

MUKAI, M.K.; KIMURA, S. **Investigações das práticas pós-colheita e desenvolvimento de um método para análise de perdas de produtos hortícolas**. Viçosa: CENTREINAR, 1986.

FARBER, J.M. Microbiological aspects of modified atmosphere packing technology- a review. **Journal of Food Protection**, v. 54, n. 1, p. 58-70, 1991.

BEMILLER, J.N. Starch modification: challenges and prospects. **Starch/Stärke**, v. 49, n. 4, p 31-127, 1997.

CUQ, B.; GONTARD, N.; GUILBERT, S. **Edible film and coating as active layers**. In: ROONEY, M. L. (Ed.) Active food packaging. London: Blackie Academic & Professional, 1995. p. 11-1142.

FAKHOURI, F.M.; FONTES, L.C.B.; GONÇALVES, P.V. de M.; MILANEZ, C.R.; STEEL, C.J.; COLLARES-QUEIROZ, F.P. Filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatina na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 27(2): 369-375, 2007.

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, C. M. Utilização de biofilmes na conservação pós-colheita de morango (*Fragaria Ananassa Duch* ) cv IAC Campinas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 2, p. 231-233, 1999.

KROCHTA, J.M.; MULDER-JOHNSTON, C. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. **Food Technology**, v. 51, n. 2, p. 61-74, 1997.

RINDLAV-WESTLING, A.; STADING, M.; HERMANSSON, A. M.; GATENHOLM, P. Structure, mechanical and barrier properties of amylose and amylopectin films. **Carbohydrate Polymer**, v.36,n.2-3, p. 17-2224, 1998.