

CONSERVAÇÃO DE MORANGOS COM REVESTIMENTOS À BASE DE GOMA XANTANA E ÓLEO ESSENCIAL DE SÁLVIA

STRAWBERRIES CONSERVATION WITH COATINGS BASED ON XANTHAN GUM AND SAGE ESSENTIAL OIL

Caroline Dellinghausen BORGES¹; Carla Rosane Barboza MENDONÇA¹;
Rui Carlos ZAMBAZI¹; Daiane NOGUEIRA²; Evelize Maia PINTO³;
Flávia Fernandes PAIVA⁴

1. Professor, Doutor, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas - UFPel, Pelotas, RS, Brasil. caroldellin@bol.com.br; 2. Discente do Curso de Tecnologia em Alimentos, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos - UFPel, Pelotas, RS, Brasil; 3. Discente do Curso de Tecnologia em Agroindústria, Instituto Federal Sul-Riogrândense - IFSUL, Pelotas, RS, Brasil; 4. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial - UFPel, Pelotas, RS, Brasil.

RESUMO: Objetivou-se avaliar a conservação de morangos com revestimentos à base de goma xantana e, ou, óleo essencial de sálvia. Os morangos foram minimamente processados, submetidos aos revestimentos, secos sob ventilação, embalados em bandejas de polietileno tereftalato e armazenados a 4 °C durante 12 dias. Foram realizadas análises de deterioração fúngica, perda de massa, firmeza, cor, pH e sólidos solúveis totais, e ao final do armazenamento, contagem de fungos e leveduras. Independente do revestimento houve redução da perda de massa dos morangos ao longo da estocagem refrigerada. Entretanto, os revestimentos à base de goma xantana indicaram ser mais eficientes, por proporcionarem maior firmeza dos frutos, sendo que aquele contendo goma xantana e óleo essencial de sálvia foi o que proporcionou a menor incidência de fungos. De um modo geral, o emprego dos revestimentos não influenciou na coloração e no pH dos frutos de morangos.

PALAVRAS-CHAVE: *Salvia officinalis* L. Antimicrobiano. Morango minimamente processado. Vida de prateleira.

INTRODUÇÃO

O morango é um fruto que apresenta elevada perecibilidade pós-colheita, principalmente, devido a sua intensa atividade metabólica e grande suscetibilidade ao ataque de agentes patogênicos causadores de podridões (MALGARIM et al., 2006).

O fungo *Botrytis cinerea* é o principal agente causador de patologia em morangos (TOURNAS; KATSOUDAS, 2005; LIU et al., 2007). No estudo realizado por Tournas e Katsoudas (2005), além do gênero *Botrytis*, foram isolados de morangos fungos dos gêneros *Rhizopus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Cladosporium* e *Trichoderma*. O alto nível de contaminação deste fruto, quando comparado a outros, é devido ao conteúdo de açúcares e outros nutrientes, atividade de água ideal para o crescimento fúngico e baixo pH (TOURNAS; KATSOUDAS, 2005; VU et al., 2011).

A utilização de baixas temperaturas (0 - 4 °C) pode estender a vida útil do morango, usualmente, por até 5 dias (HAN et al., 2004). Entretanto, para o armazenamento prolongado, somente a redução da temperatura não é suficiente para manter as características física, químicas e

microbiológicas dos frutos, sendo necessária a utilização de outras técnicas.

Substâncias antimicrobianas, de ocorrência natural, podem ser uma alternativa para inibir o crescimento microbiano em morangos. Independente dos resultados, óleos essenciais já foram avaliados na conservação de morangos como tomilho (REDDY et al., 1998), timol (tomilho e orégano), mentol (hortelã-pimenta) e eugenol (cravo da índia) (WANG et al., 2007), limoneno e hortelã-pimenta (VU et al., 2011), assim como extratos de arruda, losna, gengibre, vinca, açafraão, alho, cebola, capim-limão, fumo e nim (ALMEIDA et al., 2005). Outros óleos e extratos foram avaliados no controle do *Botrytis cinerea*, como extrato de *Quillaja saponaria* (RIBEIRA et al., 2008; ZÚÑIGA et al., 2012), óleos essenciais de capim-limão, palmarosa, citronela, cravo, canela, menta, lavanda, tangerina, eucalipto, melaleuca, alecrim e laranja (LORENZETTI et al., 2011) e também marroio branco (ZARAI et al., 2011).

Como veículo de substâncias antimicrobianas pode-se utilizar os revestimentos comestíveis, que são finas camadas de materiais comestíveis, aplicados ou formados diretamente na superfície do produto (KROCHTA; MULDER-JOHNSTON, 1997). Estes revestimentos promovem

a imobilização do composto ativo no polímero, mantendo a alta concentração do composto na superfície do alimento (OUATTARA et al., 2001). Além disto, são utilizados para inibir ou reduzir a migração da umidade, oxigênio, dióxido de carbono, lipídeos, dentre outros, pois promovem a formação de barreiras semipermeáveis (KROCHTA; MULDER-JOHNSTON, 1997). Em morangos, a quitosana tem sido o principal polissacarídeo utilizado como revestimento, sendo os resultados dependentes da concentração do polímero, dos aditivos utilizados, da atmosfera e temperatura de armazenamento (HAN et al., 2004; VARGAS et al., 2006; HERNÁNDEZ-MUÑOZ et al., 2008; CAMPANIELLO et al., 2008; VU et al., 2011).

A goma xantana é um polissacarídeo, que pode ser usado como revestimento comestível, é produzida por espécies de bactérias do gênero *Xanthomonas*, normalmente, *Xanthomonas campestris* pv *campestris*. É solúvel em água fria ou quente e apresenta estabilidade em relação à variação de temperatura, pH e força iônica. Essa goma tem sido utilizada em diversos produtos como um agente espessante e estabilizante (GARCÍA-OCHOA et al., 2000), e já foi utilizada como revestimento comestível em mamão (CORTEZ-VEGA, 2010), maçã (FREITAS, 2010), pêssego (PIZATO, 2011) e morango (LEITE, 2012) minimamente processados. Estas pesquisas mostraram que a eficiência da goma xantana como revestimento foi dependente da fruta e dos aditivos utilizados em combinação.

O óleo essencial de sálvia (*Salvia officinalis* L.), pela reconhecida atividade antimicrobiana (BOUAZIZ et al., 2009), pode ser um aditivo interessante para aplicação em produtos minimamente processados, entretanto nunca foi utilizado com este propósito. Além disto, este óleo pode minimizar a perda de massa devido a característica lipofílica. Desta forma, o presente estudo teve por objetivo avaliar a conservação de morangos com revestimentos à base de goma xantana e óleo essencial de sálvia (*Salvia officinalis* L.).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados morangos (*Fragaria x ananassa* Duch.) produzidos sob cultivo orgânico, adquiridos de um produtor rural, entre os meses julho - setembro, na localidade de Monte Bonito (Pelotas - RS). Os morangos foram selecionados quanto à ausência de defeitos fisiológicos, tamanho e cor (>75% da superfície de coloração vermelha). Os frutos foram transportados em caixas de isopor

para os Laboratórios da área de Alimentos do Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos - UFPel, onde foi realizado o processamento.

As amostras secas de sálvia (*Salvia officinalis* L.) foram adquiridas em um ervanário comercial na cidade de Pelotas - RS. No mesmo estabelecimento foram adquiridas amostras secas de erva-cidreira (*Lippia alba* (Mill) N. B. Brown), utilizadas em estudos preliminares.

No estudo preliminar extratos e óleos essenciais de sálvia (*Salvia officinalis* L.) e erva-cidreira (*Lippia alba* (Mill) N. B. Brown) foram utilizados para avaliar a inibição da flora total de fungos do morango. Para o isolamento da flora total de fungos, os morangos permaneceram durante sete dias a temperatura ambiente para que apresentassem sinais e sintomas de deterioração fúngica, assim 25 g de morangos foram homogeneizados em 225 mL de água peptonada estéril. Em seguida, foi realizada diluição decimal seriada, plaqueamento em ágar BDA (Ágar Dextrose Batata) e incubação, a 25 °C por 72 h, conforme Vu et al. (2011) com modificações.

Na obtenção de extratos e óleos essenciais, as amostras secas de sálvia (*Salvia officinalis* L.) e erva-cidreira (*Lippia alba* (Mill) N. B. Brown) foram trituradas, homogeneizando-se 60 g em 250 mL de água destilada esterilizada e 50 mL de álcool etílico hidratado 92,8°. A extração por infusão foi realizada por 48 h a 35 °C. Na sequência o extrato foi filtrado, destilado e concentrado em rotaevaporador, à temperatura de 50 °C, conforme Almeida et al. (2009) modificado, até o volume final de aproximadamente 10 mL. Já os óleos essenciais foram extraídos através de destilação por arraste a vapor, por meio de um Clevenger, utilizando-se 60 g das ervas secas e 600 mL de água destilada. A extração ocorreu durante um período de 4 h, sendo o óleo concentrado recolhido e transferido para frascos de vidro, que foram embalados, rotulados e armazenados em freezer (-18 °C) até o momento da utilização. O óleo remanescente no hidrolato foi extraído com uso de éter de petróleo, em processo de extração líquido-líquido. A remoção do solvente foi realizada em banho-maria. O óleo obtido foi adicionado ao anterior e armazenado da mesma forma.

No ensaio antimicrobiano (estudo preliminar), os extratos e os óleos essenciais foram avaliados quanto seu potencial de inibição contra o crescimento da flora total de fungos através do método de difusão de disco. As concentrações de 0, 25, 50, 75 e 100% dos extratos e 0, 5, 15, 25, 50, 75 e 100% dos óleos essenciais foram testadas, sendo

os extratos diluídos em água estéril e os óleos em uma solução de água destilada estéril e Tween 80 (1,3%).

Placas contendo ágar BDA (6 cm de diâmetro) foram inoculadas com 100 µL da flora total de fungos isolados dos morangos infectados contendo 4×10^7 UFC mL⁻¹. Dois discos estéreis de papel (diâmetro 5 mm) foram adicionados de 5 µL de cada concentração avaliada dos extratos ou óleos por placa. No controle negativo foi utilizado água destilada estéril ou a solução de água estéril e Tween 80. As placas foram incubadas a 25 °C, e o término do ensaio foi identificado quando as placas controle estavam cobertas pelo crescimento da flora total de fungos. O raio da inibição do disco de papel foi mensurado e os resultados expressos em mm de inibição, conforme metodologia adaptada de Yadegarinia et al. (2006).

Na avaliação do revestimento em morangos, um dia após a colheita, os frutos foram lavados a sépala e o pedicelo foram cortados. Em seguida foram sanitizados em solução de hipoclorito de sódio 200 ppm, por 15 minutos.

A goma xantana (Shandong Fufeng Fermentation Co Ltda) foi preparada por dissolução lenta em água destilada, a temperatura ambiente, sob agitação constante até completa dissolução (aproximadamente 2 h), seguindo ao aquecimento por 20 minutos à 60 °C. A solução foi armazenada sob refrigeração a 4 °C por 24 h. A esta solução foi adicionado glicerol e quando previsto o óleo essencial selecionado no estudo preliminar de ensaio antimicrobiano (em função dos melhores resultados) e Tween 80. Para a homogeneização utilizou-se um Ultra-turrax (Tecnal, Turratec TE102) a 27000 rpm por 10 min. A emulsão entre o óleo essencial e a água, preparada com Tween 80 como emulsificante, também foi obtida com a utilização do Ultra-turrax a 27000 rpm por 10 min.

Os revestimentos foram preparados em solução aquosa nas seguintes concentrações: Tratamento A - Controle (morango sem tratamento); Tratamento B – óleo essencial de sálvia (0,2% volume/volume [v/v]), Tween 80 (0,1% v/v); Tratamento C - goma xantana (0,5% peso/volume [p/v]), glicerol (1,0% v/v), Tratamento D – óleo essencial de sálvia (0,2% v/v), goma xantana (0,5% p/v), glicerol (1,0% v/v), Tween 80 (0,1% v/v).

Os frutos foram totalmente submersos nas respectivas soluções por 1 min e, em seguida, dispostos sobre telas com incidência de ventilação, pelo período de 5 h, para a secagem do revestimento. Logo após, foram embalados em bandejas de tampa e corpo em Polietileno Tereftalato (PET), padronizando-se em 10 frutos por

embalagem e armazenados a 4 °C e 88% de umidade relativa, durante 12 dias.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso em esquema fatorial 4 x 4, sendo 4 tratamentos (A, B, C e D) e 4 períodos de avaliação (1, 5, 9 e 12 dias de armazenamento refrigerado), com exceção da contagem de fungos e leveduras, realizada somente no último dia de armazenamento. Cada tratamento foi composto de 70 unidades do fruto.

Na análise de perda de massa foram utilizadas, em cada tratamento, três repetições, ou seja três embalagens contendo 10 morangos cada. Na análise de firmeza e cor foram utilizados 10 morangos, realizado 20 leituras em cada período de análise, ou seja, duas leituras em cada fruto; pH, sólidos solúveis e avaliação microbiológica três repetições em cada período de avaliação.

A incidência de fungos foi avaliada por inspeção visual. Os morangos que apresentaram qualquer sinal de desenvolvimento de micélio na superfície foram considerados deteriorados. Os resultados foram expressos como percentagem de morangos infectados. Já na análise microbiológica, foi realizada a contagem de fungos e leveduras, seguindo a metodologia descrita na APHA (2001), apenas no último dia de armazenamento.

A perda de massa foi obtida considerando-se a diferença entre o peso inicial do morango e aquele obtido ao final de cada tempo de armazenamento, de acordo com a fórmula: Perda de massa = [(massa inicial – massa final)/(massa inicial)] x 100. A média dos resultados foi expressa em percentagem de perda de massa.

As medidas de firmeza dos morangos foram determinadas utilizando-se um texturômetro (Stable Micro Systems modelo TA.XTplus) e probe P-2N. Os resultados foram expressos em Newton (N).

A cor foi determinada utilizando-se um colorímetro Minolta CR 400. No padrão *C.I.E L*a*b**, a coordenada L* expressa o grau de luminosidade da cor medida (L* = 100 = branco; L* = 0 = preto), a coordenada a* expressa o grau de variação entre o vermelho (+60) e o verde (-60) e a coordenada b* expressa o grau de variação entre o azul (-60) e o amarelo (+60). Os valores a* e b* foram utilizados para calcular o ângulo Hue [arctan (b*/a*)] e o Croma [(a*² + b*²)^{1/2}].

A partir dos frutos homogeneizados foram realizadas as análises de pH em potenciômetro (Digimed pHmetro DM-20) e de sólidos solúveis em refratômetro de bancada do tipo Abbé (AOAC, 1995).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, onde quando verificado o efeito

significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$), pelo teste F, foi realizada a comparação de médias pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$), utilizando-se o programa Statistix 10. (STATISTIX, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto ao ensaio antimicrobiano (estudo preliminar), não houve inibição da flora total de morangos pelo uso dos extratos de sálvia e erva-cidreira, em nenhuma das concentrações avaliadas, assim como pelo óleo essencial de erva-cidreira. Em relação ao óleo essencial de sálvia, houve a formação de halo com 3 mm de diâmetro de inibição, na concentração do 100%. Nas concentrações de 75 e 50% houve a formação de halo com 8 mm de diâmetro de inibição. Entretanto, esta inibição foi parcial, pois visualizou-se o crescimento de alguns microrganismos no raio de inibição. Assim, este óleo pode ser considerado um fraco agente de inibição da flora total de fungos do morango quando comparado com os resultados de Vu et al. (2011), em que os óleos essenciais de tomilho, orégano e capim-limão foram classificados como fortes agentes antifúngicos, em relação a flora total do morango, com diâmetro de inibição variando entre 46,3 mm e 57,5 mm. Entretanto, utilizado de forma associada ao revestimento, o óleo essencial de sálvia pode prover uma barreira à perda de massa e ao oxigênio, inibindo desta forma o crescimento da flora total de fungos. De acordo com

Vu et al. (2011), normalmente, os revestimentos são à base de polissacarídeos ou proteínas, estes atuam, principalmente, mantendo a umidade e melhorando a vida de prateleira. Entretanto, a natureza hidrofílica destes componentes limita sua capacidade de formar um revestimento com características desejáveis. A adição de materiais lipídicos ao revestimento hidrofílico pode, algumas vezes, melhorar as propriedades de barreira a umidade (AMARANTE; BANKS, 2001).

Considerando os resultados do estudo preliminar, o sequenciamento do estudo com a aplicação do revestimento em morangos, foi realizado somente com o óleo essencial de sálvia.

A deterioração fúngica dos morangos aumentou significativamente durante o armazenamento (Figura 1). Os revestimentos compostos de óleo essencial de sálvia (B) e goma xantana e sálvia (D) inibiram até o quinto dia o crescimento fúngico. Estes efeitos foram, provavelmente, devidos aos compostos antimicrobianos da sálvia e às condições anaeróbicas propiciadas pelo revestimento, respectivamente. Entretanto, após o quinto dia o tratamento B parece ter estimulado o crescimento fúngico, enquanto o D inibiu significativamente o crescimento, quando comparado aos demais tratamentos (Tabela 1), provavelmente por ter imobilizado o óleo, mantendo a alta concentração do composto na superfície do morango e por ter propiciado condições anaeróbicas, que desfavorecem o crescimento fúngico.

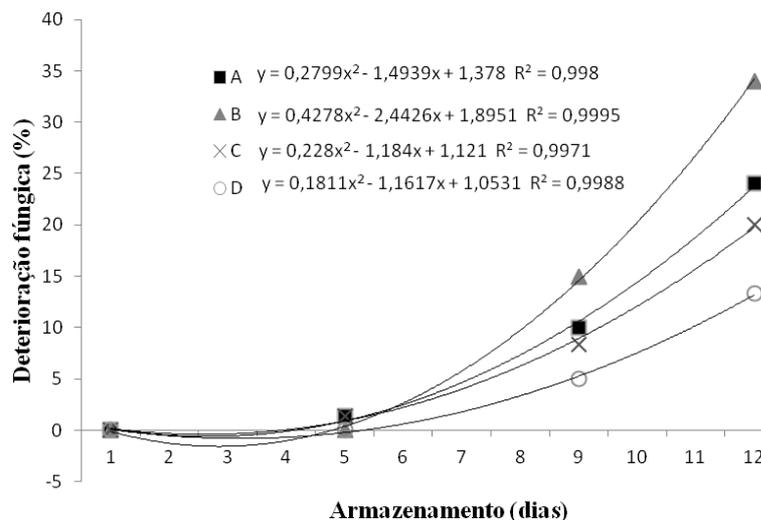


Figura 1. Deterioração fúngica (%) em morangos tratados com revestimentos à base de goma xantana e, ou, óleo essencial de sálvia, armazenados a 4 ± 1 °C por 12 dias. Pelotas – RS, 2012.

Tabela 1. Deterioração fúngica (%) em morangos tratados com revestimentos à base de goma xantana e, ou, óleo essencial de sálvia, armazenados a 4 ± 1 °C por 12 dias. Pelotas – RS, 2012

Tratamento	Dias de armazenamento			
	1	5	9	12
A	0,00 A	1,42 A	10,00 A	24,00 B
B	0,00 A	0,00 B	15,00 A	34,00 A
C	0,00 A	1,42 A	8,33 B	20,00 C
D	0,00 A	0,00 B	5,00 C	13,30 D

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). Tratamento A - Controle (morango sem tratamento); Tratamento B – óleo essencial de sálvia (0,2% v/v), Tween 80 (0,1 % v/v); Tratamento C - goma xantana (0,5 % p/v), glicerol (1,0 % v/v), Tratamento D – óleo essencial de sálvia (0,2 % v/v), goma xantana (0,5 % p/v), glicerol (1,0 % v/v), Tween 80 (0,1 % v/v).

O resultado da contagem de fungos e leveduras corroborou com os dados obtidos na avaliação da deterioração fúngica, tendo-se obtido maior contagem para o tratamento B ($1,4 \times 10^8$ UFC g^{-1}), e menor para o tratamento D ($5,8 \times 10^7$ UFC g^{-1}), sendo observados valores intermediários para os tratamentos A ($6,6 \times 10^7$ UFC g^{-1}) e C ($7,9 \times 10^7$ UFC g^{-1}).

No estudo realizado por Vu et al. (2011) os óleos essenciais de tomilho, orégano e capim-limão, que foram considerados fortes agentes antifúngicos, em relação a flora total do morango, proporcionaram deterioração fúngica dos morangos de 30%, 60% e 80%, respectivamente, em 12 dias de armazenamento a 4 °C. Os óleos de orégano e capim-limão também proporcionaram um crescimento maior que a amostra controle, comportamento similar ao obtido neste estudo. De acordo com os autores, os componentes que constituem estes óleos são mais voláteis que os outros óleos avaliados.

Deterioração fúngica de morangos superior à obtida neste estudo foi observada por outros

autores. VU et al. (2011) com a adição de óleos essenciais de limoneno ou hortelã-pimenta a revestimento de quitosana modificada aplicado a morangos, observou deterioração fúngica de 80% e 100%, respectivamente, em 12 dias de armazenamento. Já Wang et al. (2007) no revestimento de morangos com óleo essencial de eugenol, timol e mentol extraídos de plantas, alcançou após 12 dias de armazenamento a 10 °C, aproximadamente, de 30 a 50% de deterioração fúngica, em relação ao tratamento controle, que alcançou 85%.

Independente do tratamento, a perda de massa aumentou significativamente durante os 12 dias de armazenamento (Figura 2). Entretanto, no último dia de armazenamento, a perda de massa pela amostra controle (A) foi significativamente superior as demais, não havendo diferença significativa na perda de massa entre os tratamentos B, C e D (Tabela 2). Esperava-se que a adição de material lipídico ao revestimento hidrofílico melhorasse as propriedades de barreira à umidade, no entanto, esse efeito não foi observado.

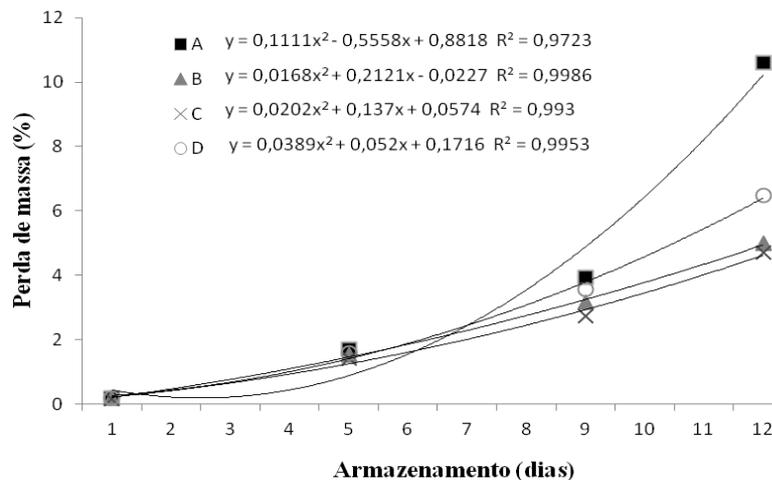
**Figura 2.** Perda de massa (%) de morangos tratados com revestimentos à base de goma xantana e, ou, óleo essencial de sálvia, armazenados a 4 ± 1 °C por 12 dias. Pelotas – RS, 2012.

Tabela 2. Perda de massa (%) de morangos tratados com revestimentos à base de goma xantana e, ou, óleo essencial de sálvia, armazenados a 4 ± 1 °C por 12 dias. Pelotas – RS, 2012

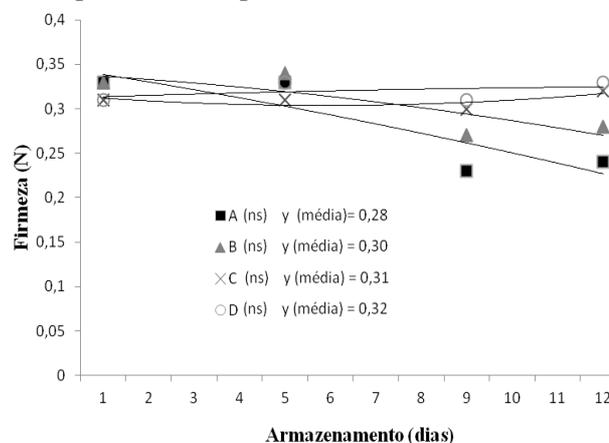
Tratamento	Dias de armazenamento			
	1	5	9	12
A	0,18 A	1,69 A	3,94 A	10,61 A
B	0,18 A	1,54 A	3,15 A	4,98 B
C	0,16 A	1,42 A	2,73 A	4,70 B
D	0,20 A	1,60 A	3,56 A	6,49 B

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). Tratamento A - Controle (morango sem tratamento); Tratamento B – óleo essencial de sálvia (0,2% v/v), Tween 80 (0,1% v/v); Tratamento C - goma xantana (0,5% p/v), glicerol (1,0% v/v), Tratamento D – óleo essencial de sálvia (0,2% v/v), goma xantana (0,5% p/v), glicerol (1,0% v/v), Tween 80 (0,1% v/v).

Diferentemente dos resultados deste trabalho, a perda de massa de morangos revestidos tem sido dependente do tipo de revestimento utilizado e das condições de armazenamento. Ribeiro et al. (2007), obtiveram perda de, aproximadamente, 3%, com o revestimento composto de quitosana ou carragena, ambos com cloreto de cálcio, armazenados entre 0 e 5 °C durante 6 dias. Já Hernández-Muñoz et al. (2008) observaram entre 14,2 e 19,6% de perda de massa com revestimento de quitosana, armazenados a 10°C por 7 dias. Assim, os resultados da perda de massa, obtidos neste estudo, indicam que os tratamentos foram eficientes, especialmente, pelos

baixos valores encontrados até o 12° dia de estocagem.

Não houve perda significativa de firmeza durante os 12 dias de armazenamento (Figura 3). Até o 5° dia de armazenamento não houve diferença significativa entre os tratamentos e nem nas características iniciais dos frutos (Tabela 3). Entretanto, no 9° e 12° dia, houve redução da firmeza no tratamento controle (A) e naquele adicionado de óleo de sálvia (B) quando comparado aos demais revestimentos, provavelmente, devido à maior perda de massa e ao maior crescimento fúngico observados nestes tratamentos.

**Figura 3.** Firmeza (N) de morangos tratados com revestimentos à base de goma xantana e, ou, óleo essencial de sálvia, armazenados a 4 ± 1 °C por 12 dias. Pelotas – RS, 2012.**Tabela 3.** Firmeza (N) de morangos tratados com revestimentos à base de goma xantana e, ou, óleo essencial de sálvia, armazenados a 4 ± 1 °C por 12 dias. Pelotas – RS, 2012

Tratamento	Dias de armazenamento			
	1	5	9	12
A	0,33 A	0,33 A	0,23 B	0,24 B
B	0,33 A	0,34 A	0,27 B	0,28 B
C	0,31 A	0,31 A	0,30 A	0,32 A
D	0,31 A	0,33 A	0,31 A	0,33 A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). Tratamento A - Controle (morango sem tratamento); Tratamento B – óleo essencial de sálvia (0,2 % v/v), Tween 80 (0,1 % v/v); Tratamento C - goma xantana (0,5 % p/v), glicerol (1,0 % v/v), Tratamento D – óleo essencial de sálvia (0,2 % v/v), goma xantana (0,5 % p/v), glicerol (1,0 % v/v), Tween 80 (0,1 % v/v).

Comportamento semelhante ao observado com revestimento de xantana foi demonstrado por Hernández-Muñoz et al. (2008) em que morangos revestidos com quitosana apresentaram firmeza superior aos não revestidos, em 6 dias de armazenamento a 10 °C. Os autores ainda

demonstraram que concentrações superiores de quitosana e a presença de gluconato de cálcio proporcionaram maior firmeza.

Não se verificou alteração significativa da cor ao longo do armazenamento (Figuras 4, 5 e 6).

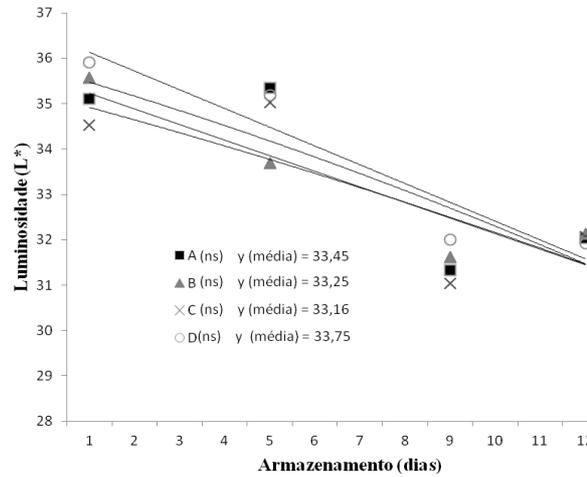


Figura 4. Luminosidade (L*) de morangos tratados com revestimentos à base de goma xantana e, ou, óleo essencial de sálvia, armazenados a 4 ± 1 °C por 12 dias. Pelotas – RS, 2012.

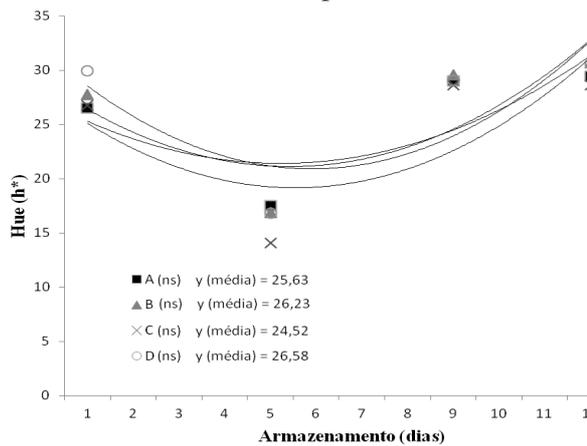


Figura 5. Ângulo hue (h*) de morangos tratados com revestimentos à base de goma xantana e, ou, óleo essencial de sálvia, armazenados a 4 ± 1 °C por 12 dias. Pelotas – RS, 2012.

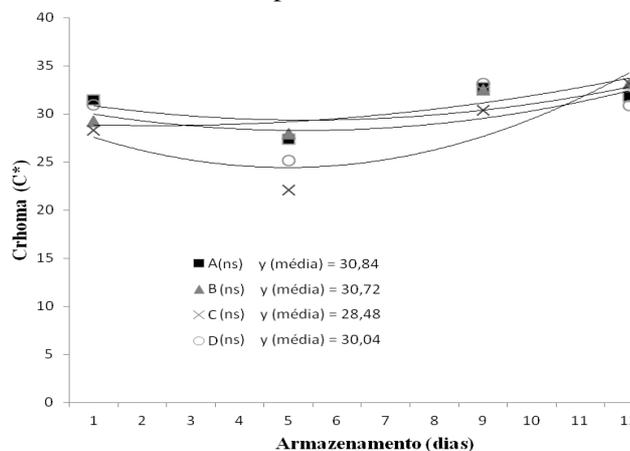


Figura 6. Chroma (C*) de morangos tratados com revestimentos à base de goma xantana e, ou, óleo essencial de sálvia, armazenados a 4 ± 1 °C por 12 dias. Pelotas – RS, 2012.

Houve tendência de queda nos valores de luminosidade (L^*), independente do tratamento, principalmente entre o 9º e 12º dia de armazenamento (Figura 4). Não houve diferença significativa entre os tratamentos ao término do armazenamento (Tabela 4). O aumento da L^* inicial, devido a presença da goma xantana, não ficou evidente, assim como a opacidade pela presença do óleo essencial.

Os valores do ângulo hue (h^*) decresceram entre os primeiro e quinto dia, para todos os tratamentos, aumentando novamente após este período (Figura 5). De acordo com o sistema

CIELAB, o 0º corresponde à cor vermelha e o 90º à amarela. Assim, quanto maior o valor, mais amarelo é o fruto, e, quanto menor, mais vermelho. O decréscimo inicial dos valores pode indicar a intensificação da cor vermelha com o amadurecimento do fruto, e o subsequente crescimento, deve estar relacionado com a perda das antocianinas pelo avanço da maturação e/ou processo de senescência. Como não houve diferença significativa entre os tratamentos ao término do armazenamento (Tabela 5), constata-se que os tratamentos não influenciaram na tonalidade do fruto.

Tabela 4. Luminosidade (L^*) de morangos tratados com revestimentos à base de goma xantana e, ou, óleo essencial de sálvia, armazenados a 4 ± 1 °C por 12 dias. Pelotas – RS, 2012

Tratamento	Dias de armazenamento			
	1	5	9	12
A	35,10 A	35,35 A	31,33 A	32,04 A
B	35,57 A	33,69 A	31,62 A	32,14 A
C	34,52 A	35,02 A	31,04 A	32,07 A
D	35,91 A	35,18 A	32,01 A	31,92 A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). Tratamento A - Controle (morango sem tratamento); Tratamento B – óleo essencial de sálvia (0,2 % v/v), Tween 80 (0,1 % v/v); Tratamento C - goma xantana (0,5 % p/v), glicerol (1,0 % v/v), Tratamento D – óleo essencial de sálvia (0,2 % v/v), goma xantana (0,5 % p/v), glicerol (1,0 % v/v), Tween 80 (0,1 % v/v).

Tabela 5. Ângulo hue (h^*) de morangos tratados com revestimentos à base de goma xantana e, ou, óleo essencial de sálvia, armazenados a 4 ± 1 °C por 12 dias. Pelotas – RS, 2012

Tratamento	Dias de armazenamento			
	1	5	9	12
A	26,53 A	17,52 A	29,03 A	29,44 A
B	27,76 A	16,89 A	29,55 A	30,72 A
C	26,75 A	14,08 A	28,61 A	28,65 A
D	29,94 A	16,79 A	29,04 A	30,57 A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). Tratamento A - Controle (morango sem tratamento); Tratamento B – óleo essencial de sálvia (0,2% v/v), Tween 80 (0,1% v/v); Tratamento C - goma xantana (0,5% p/v), glicerol (1,0% v/v), Tratamento D – óleo essencial de sálvia (0,2% v/v), goma xantana (0,5% p/v), glicerol (1,0% v/v), Tween 80 (0,1% v/v).

O mesmo comportamento para os valores de h^* foi observado nos valores de Chroma (C^*) (Tabela 6), provavelmente, pelos mesmos motivos

descritos anteriormente. Entretanto, cabe ressaltar que neste caso, os valores estão relacionados diretamente a intensidade da cor.

Tabela 6. Chroma (C^*) de morangos tratados com revestimentos à base de goma xantana e, ou, óleo essencial de sálvia, armazenados a 4 ± 1 °C por 12 dias. Pelotas – RS, 2012

Tratamento	Dias de armazenamento			
	1	5	9	12
A	31,47 A	27,36 AB	32,70 A	31,83 A
B	29,25 A	27,96 A	32,54 A	33,13 A
C	28,31 A	22,11 C	30,35 A	33,15 A
D	30,96 A	25,15 B	33,17 A	30,88 A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). Tratamento A - Controle (morango sem tratamento); Tratamento B – óleo essencial de sálvia (0,2% v/v), Tween 80 (0,1% v/v); Tratamento C - goma xantana (0,5% p/v), glicerol (1,0% v/v), Tratamento D – óleo essencial de sálvia (0,2% v/v), goma xantana (0,5% p/v), glicerol (1,0% v/v), Tween 80 (0,1% v/v).

A influência na cor está diretamente relacionada ao revestimento. No estudo realizado por Vargas et al. (2006) observou-se redução significativa da luminosidade de morangos revestidos com quitosana e ácido oléico. Entretanto, não houve diferença significativa ao longo dos 10 dias de armazenamento nos valores de chroma e hue. Já Hernández-Muñoz et al. (2008) observaram redução nos valores de luminosidade, chroma e hue durante o 6 dias de armazenamento de morangos revestidos com quitosana e gluconato de cálcio.

O conteúdo de sólidos solúveis dos morangos oscilou de forma irregular durante o armazenamento, entretanto as variações não foram significativas (Figura 7). As variações são, provavelmente, devido à desidratação e à maturação (associada à senescência e crescimento de microrganismos). Houve tendência de redução dos valores ao comparar-se o início e término do armazenamento, exceto para o tratamento C, mas sem uma progressão estável (Tabela 7).

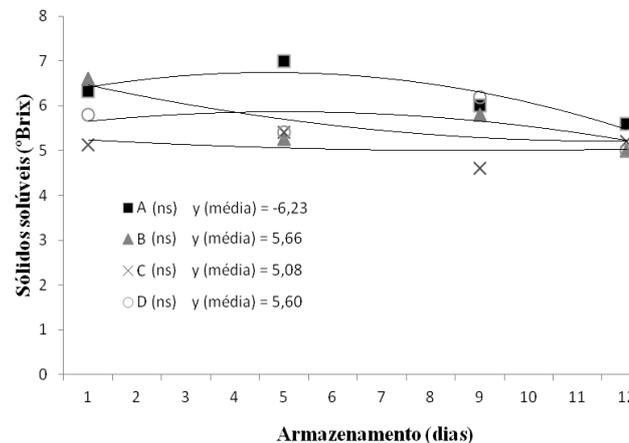


Figura 7. Sólidos solúveis (°Brix) de morangos tratados com revestimentos à base de goma xantana e, ou, óleo essencial de sálvia, armazenados a 4 ± 1 °C por 12 dias. Pelotas – RS, 2012.

Tabela 7. Sólidos solúveis (°Brix) de morangos tratados com revestimentos à base de goma xantana e, ou, óleo essencial de sálvia, armazenados a 4 ± 1 °C por 12 dias. Pelotas – RS, 2012

Tratamento	Dias de armazenamento			
	1	5	9	12
A	6,33 B	7,00 A	6,00 B	5,60 A
B	6,60 A	5,26 B	5,80 C	5,00 C
C	5,13 D	5,40 B	4,60 D	5,20 B
D	5,80 C	5,40 B	6,20 A	5,00 C

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). Tratamento A - Controle (morango sem tratamento); Tratamento B – óleo essencial de sálvia (0,2% v/v), Tween 80 (0,1% v/v); Tratamento C - goma xantana (0,5% p/v), glicerol (1,0% v/v), Tratamento D – óleo essencial de sálvia (0,2% v/v), goma xantana (0,5% p/v), glicerol (1,0% v/v), Tween 80 (0,1% v/v).

Estes resultados estão de acordo com os resultados obtidos por Vargas et al. (2006) e Ribeiro et al. (2007), que verificaram não haver variação nos sólidos solúveis durante a estocagem e nem influencia da aplicação dos revestimentos. Já Hernández-Muñoz et al. (2008) observaram aumento dos sólidos solúveis em função da perda de água, sendo superior nas amostras não revestidas.

Em relação aos resultados de pH (Figura 8), não houve variação significativa durante o armazenamento.

Os revestimentos não influenciaram significativamente nos valores de pH ao término do armazenamento. Comportamento semelhante foi observado por Vargas et al. (2006) e por Hernández-Muñoz et al. (2008).

Todos os revestimentos avaliados proporcionaram redução da perda de massa dos morangos ao longo da estocagem refrigerada. No entanto, os revestimentos à base de goma xantana se destacaram por proporcionarem maior firmeza aos frutos. Ainda, o uso de goma xantana associado ao óleo essencial de sálvia, proporcionou a menor

incidência de fungos. De uma forma geral, o emprego dos revestimentos não influenciou nas alterações de cor e pH dos morangos.

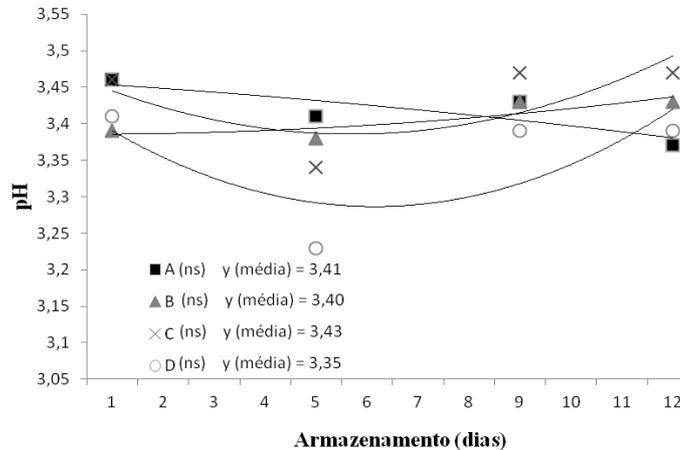


Figura 8. pH de morangos tratados com revestimentos à base de goma xantana e, ou, óleo essencial de sálvia, armazenados a 4 ± 1 °C por 12 dias. Pelotas – RS, 2012.

Tabela 8. pH de morangos tratados com revestimentos à base de goma xantana e, ou, óleo essencial de sálvia, armazenados a 4 ± 1 °C por 12 dias. Pelotas – RS, 2012

Tratamento	Dias de armazenamento			
	1	5	9	12
A	3,46 A	3,41 A	3,43 A	3,37 A
B	3,39 A	3,38 A	3,43 A	3,43 A
C	3,46 A	3,34 A	3,47 A	3,47 A
D	3,41 A	3,23 B	3,39 A	3,39 A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). Tratamento A - Controle (morango sem tratamento); Tratamento B – óleo essencial de sálvia (0,2 % v/v), Tween 80 (0,1 % v/v); Tratamento C - goma xantana (0,5 % p/v), glicerol (1,0 % v/v), Tratamento D – óleo essencial de sálvia (0,2 % v/v), goma xantana (0,5 % p/v), glicerol (1,0 % v/v), Tween 80 (0,1 % v/v).

CONCLUSÕES

A conservação dos morangos foi ampliada pelo revestimento com goma xantana e óleo essencial de sálvia, indicando boa potencialidade

desta associação para aumentar a vida útil de produtos minimamente processados.

Os parâmetros microbiológicos e as avaliações de firmeza foram às avaliações que mostraram os benefícios do melhor revestimento.

ABSTRACT: The objective was to evaluate the conservation of strawberries with coatings based on xanthan gum and, or, sage essential oil. The strawberries were minimally processed, added with coatings, dried under ventilation, packaged in trays of polyethylene terephthalate and stored at 4 °C for 12 days. Analyses of fungal decay, weight loss, firmness, color, soluble solids and pH were carried out, and at the end of storage, fungi and yeasts count as well. Regardless of the coating, mass loss of strawberries was reduced during the refrigerated storage period. However, the coatings based on xanthan gum indicated to be more efficient, by providing greater fruit firmness, while those containing xanthan gum and sage essential oil were the ones which provided the lowest incidence of fungi. In general, the coatings did not affect the color and pH of the strawberries.

KEYWORDS: *Salvia officinalis* L. Antimicrobial. Minimally processed strawberry. Shelf life.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, T. F.; CAMARGO, M.; PANIZZI, R. de C. Efeito de extratos vegetais no controle de patógenos em pós-colheira em frutos de morangueiro. In: ANAIS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 2005. Fortaleza. **Anais ...** Fortaleza: ABH, 2005.
- AMARANTE, C.; BANKS, N. H. Postharvest physiology and quality of coated fruit and vegetables. **Horticultural Reviews**, New York, v. 26, p. 161–238, 2001.
- ALMEIDA, T. F.; CAMARGO, M.; PANIZZI, R. de C. Efeito de extratos de plantas medicinais no controle de *Colletotrichum acutatum*, agente causal da flor preta do morangueiro. **Summa Phytopathologica**, Jaguariuna, v. 35, n. 3, p. 196-201, 2009.
- APHA - American Public Health Association. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Washington, 2001. 676 p
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists** (16th ed.). Washington, 1995. 1094p.
- BOUAZIZ, M.; YANGUI, T.; SAYADI, S.; DHOUIB, A. Disinfectant properties of essential oils from *Salvia officinalis* L. cultivated in Tunisia. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 47, n. 11, p. 2755–2760, 2009.
- CAMPANIELLO, D.; BEVILACQUA, A.; SINIGAGLIA, M.; CORBO, M. R. Chitosan: Antimicrobial activity and potential applications for preserving minimally processed strawberries. **Food Microbiology**, London, v. 25, p. 992–1000, 2008.
- CORTEZ-VEGA, W. **Revestimento comestível à base de goma xantana em mamão minimamente processado**. 2010. 20f. Trabalho de conclusão de curso de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos (Especialização). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2010
- FREITAS, I. R. **Goma xantana como carreadora de solução conservadora e cloreto de cálcio aplicado a maçã minimamente processada**. 2010. 33f. Trabalho de conclusão de curso de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos (Especialização). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2010.
- KROCHTA, J. M.; MULDER-JOHNSTON, C. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. **Food Technology**, Chicago, v. 51, n. 2, p. 61-74, 1997.
- GARCÍA-OCHOA, F.; SANTOS, V. E.; CASAS, J. A.; GÓMEZ, E. Xanthan gum: production, recovery and properties. **Biotechnology Advances**, New York, v. 18, n. 7, p. 549-579, 2000.
- HAN, C.; ZHAO, Y.; LEONARD, S. W.; TRABER, M. G. Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fragaria × ananassa*) and raspberries (*Rubus ideaus*). **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 33, n. 1, p. 67–78, 2004.
- HERNÁNDEZ-MUÑOZ, P.; ALMENAR, E.; DEL VALLE, V.; VELEZ, D.; GAVARA, R. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria x ananassa*) quality during refrigerated storage. **Food Chemistry**, London, v. 110, n. 2, p. 428–435, 2008.
- LEITE, B. S. F. **Revestimento comestível à base de goma xantana combinada a ácido oléico ou a óleo essencial de hortelã-pimenta na conservação de morangos**. 2012. 19f. Trabalho de conclusão de curso de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos (Especialização). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2012.

LIU, Z.; ZENG, M.; DONG, S.; XU, J.; SONG, H.; ZHAO, Y. Effect of an antifungal peptide from oyster enzymatic hydrolysates for control of gray mold (*Botrytis cinerea*) on harvested strawberries. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 46, n. 1, p. 95-98, 2007.

LORENZETTI, E. R.; MONTEIRO, F. P.; SOUZA, P. E.; SOUZA, R. J.; SCALICE, H. K.; DIOGO JR, R.; PIRES, M. S. O. Bioatividade de óleos essenciais no controle de *Botrytis cinerea* isolado de morangueiro. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 13, n. esp, p. 619-627, 2011.

MALGARIM, M. B.; CANTILLANO, R. F. F., COUTINHO, E. F. Sistemas e condições de colheita e armazenamento na qualidade de morangos cv. Camarosa. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 28, n. 2, p. 185-189, 2006.

OUATTARA, B.; SABATO, S. F.; LACROIX, M. Combined effect of antimicrobial coating and gamma irradiation on shelf life extension of pre-cooked shrimp (*Penaeus* spp.). **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 68, n. 1/2, p.1-9, 2001.

REDDY, M. V. B.; BELKACEMI, K.; CORCUFF, R.; CASTAIGNE, F.; ARUL, J. Effect of pre-harvest chitosan sprays on post-harvest infection by *Botrytis cinerea* and quality of strawberry fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 20, n. 1, p. 39-51, 2000.

RIBERA, A.; COTORAS, M.; ZÚÑIGA, G. E. Effect of extracts from in vitro- grown shoots of *Quillaja saponaria* Mol. on *Botrytis cinerea* Pers. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, Oxford, v. 24, n. 9, p.1803-1811, 2008.

RIBEIRO, C.; VICENTE, A. A.; TEIXEIRA, J. A.; MIRANDA, C. Optimization of edible coating composition to retard strawberry fruit senescence. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 44, n. 1, p. 63-70, 2007.

STATISTIX 10. Disponível em: <http://www.statistix.com/free-trial/>. Acesso em: outubro, 2012.

PIZATO, S. **Revestimento comestível em pêsego (*Prunus pérsica* [L.] Batsch) minimamente processado**. 2011. 42f. Trabalho de conclusão de curso de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos (Especialização). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2011.

TOURNAS, V. H.; KATSODAS, E. Mould and yeast flora in fresh berries, grapes and citrus fruits. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 105, n. 1, p. 11-17, 2005.

YADEGARINIA, D.; GACHKAR, L.; REZAEI, M. B.; TAGHIZADEH, MASSOUD; ASTANEH, S. A.; RASOOLI, I. Biochemical activities of Iranian *Mentha piperita* L. and *Myrtus communis* L. essential oils. **Phytochemistry**, v. 67, n. 12, p. 1249-1255, 2006.

WANG, C. Y.; WANG, S. Y.; YIN, J. J.; PARRY, J.; YU, L. L. Enhancing antioxidant, antiproliferation, and free radical scavenging activities in strawberries with essential oils. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 55, n. 16, p. 6527-6532, 2007.

VARGAS, M.; ALBORS, A.; CHIRALT, A.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C. Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan-oleic acid edible coatings. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 41, n. 2, p. 164-171, 2006.

VU, K. D.; HOLLINGSWORTH, R. G.; SALMIERI, S.; LACROIX, M. Development of edible bioactive coating based on modified chitosan for increasing the shelf life of strawberries. **Food Research International**, Barking, v. 44, n. 1, p. 198-203, 2011.

ZARAI, Z. ; KADRI, A.; BEN CHOBBA, I.; BEN MANSOUR, R.; BEKIR, A.; MEJDOUB, H.; GHARSALLAH, N. The in-vitro evaluation of antibacterial, antifungal and cytotoxic properties of *Marrubium vulgare* L. essential oil grown in Tunisia. **Lipids in Health and Disease**, v. 10, n. 1, p. 161-168, 2011.

ZÚÑIGA, G. E.; JUNQUEIRA-GONÇALVES, M. P.; PIZARRO M.; CONTRERAS, R.; TAPIA, A.; SILVA, S. Effect of ionizing energy on extracts of *Quillaja saponaria* to be used as an antimicrobial agent on irradiated edible coating for fresh strawberries. **Radiation Physics and Chemistry**, Oxford, v. 81, n. 1, p. 64–69, 2012.