

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

ERIC BARREIRO

**UTILIZAÇÃO DE COBERTURA COMESTÍVEL A BASE DE PECTINA DE BAIXA
METOXILAÇÃO E ÁCIDO CINÂMICO EM MORANGO REFRIGERADO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2016

ERIC BARREIRO

**UTILIZAÇÃO DE COBERTURA COMESTÍVEL A BASE DE PECTINA DE BAIXA
METOXILAÇÃO E ÁCIDO CINÂMICO EM MORANGO REFRIGERADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II do curso Superior de Engenharia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira.

Orientadora: Profa. Dra. Gláucia Cristina Moreira

Co-orientadora: Profa. Dra. Carolina Castilho Garcia

MEDIANEIRA

2016



ERIC BARREIRO

**UTILIZAÇÃO DE COBERTURA COMESTÍVEL A BASE DE PECTINA
DE BAIXA METOXILAÇÃO E ÁCIDO CINÂMICO EM MORANGO
REFRIGERADO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II apresentado como requisito parcial para obtenção de grau de Engenheiro de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira, avaliado pela banca formada pelos professores:

Prof^a. Dr^a. Gláucia Cristina Moreira
Orientadora

Prof^a. Dr^a. Carolina Castilho Garcia
Co-orientadora

Prof. Dr. Waldemar Padilha Feltrin
Membro da Banca

Prof. MSc. Fábio Avelino Bublitz Ferreira
Membro da banca

Eric Barreiro
Aluno

O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter possibilitado a realização deste projeto.

A minha família, pela assistência prestada durante toda a minha vida, o incentivo e por estarem sempre comigo.

A orientadora e co-orientadora, pelo apoio e ajuda que foram fundamentais em todas as etapas deste projeto.

A todas as pessoas que me ajudaram diretamente ou indiretamente na realização deste projeto.

A todos os professores, pelo conhecimento adquirido através das aulas e pelo incentivo.

Aos meus amigos, pela amizade, companheirismo e conselhos.

A Nathiele, que teve uma participação fundamental durante as análises.

As servidoras da UTFPR, pela assistência prestada para a realização das análises.

A UTFPR, por possibilitar o ensino, atividades e dar assistência aos alunos.

BARREIRO, Eric. Utilização de revestimento de cobertura comestível a base de pectina de baixa metoxilação e ácido cinâmico em morango refrigerado. 2016. 63 f. TCC. Curso de Engenharia de Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Câmpus – Medianeira, 2016.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência do revestimento comestível de pectina de baixa metoxilação e ácido cinâmico em morango *in natura* refrigerado, sendo realizadas análises microbiológicas e físico-químicas a fim de verificar a influência dos tratamentos na qualidade pós-colheita e a segurança microbiológica dos frutos. Foram desenvolvidas cinco formulações, sendo que a variável foi a adição do agente antimicrobiano ácido cinâmico (controle, 50 mg L⁻¹, 100 mg L⁻¹, 150 mg L⁻¹ e 200 mg L⁻¹), sendo fixada uma formulação de cobertura comestível de pectina de baixa metoxilação (10 g L⁻¹). O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado com três repetições por tratamento em cada dia de análise. Após a imersão dos morangos nas formulações (coberturas), os frutos foram acondicionados em embalagens de poliestireno expandido cobertas com filme de polietileno e armazenados a 5 °C e 85-90 % de umidade relativa por um período de 10 dias. As análises microbiológicas de contagem total de mesófilos, psicrotróficos, bolores e leveduras e coliformes totais foram realizadas a cada 3 dias e as análises físico químicas de perda de massa fresca, coloração, atividade água, pH, teor de sólidos solúveis (°Brix) e acidez titulável foram realizadas a cada 2 dias. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Os frutos que apresentaram as melhores características pós-colheita foram os tratados com 150 mg L⁻¹ de ácido cinâmico. Apenas os frutos tratados com 50 mg L⁻¹ de ácido cinâmico se mostraram inaptos para consumo no décimo dia de armazenamento.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa*; Qualidade pós-colheita; Revestimento comestível; Pectina de baixa metoxilação; Antimicrobianos naturais.

BARREIRO, Eric. Use of coating coverage edible the basis of pectin of low methoxyl and cinnamic acid in chilled strawberries. 2016. 63 f. TCC. Curso de Engenharia de Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Câmpus – Medianeira, 2016.

ABSTRACT

This study had as objective to evaluate the edible coating influence of low methoxyl pectin and cinnamic acid in chilled strawberries in natura, being analyses microbiological and physical-chemical in order to verify the influence of the treatments on quality post-harvest and microbiological safety of fruits. Five formulations were developed and the variable was the addition of antimicrobial agent cinnamic acid (control, 50 mg L⁻¹, 100 mg L⁻¹, 150 mg L⁻¹ e 200 mg L⁻¹). It was fixed an edible coverage formulation of low methoxyl pectin (10 g L⁻¹). The statistical design used was entirely randomized with three repetitions per treatment on each day of analysis. After the immersion of strawberries in the formulations (coverages), the fruits were put up in packaging of expanded polystyrene covered with polyethylene film and stored at 5 °C and 85-90 % relative humidity for a period of 10 days. The microbiological analysis total count of mesophilic , psychrotrophic, yeasts and molds and total coliforms were performed at 0, 3, 6 and 10 days of storage and the physical-chemical analysis of loss of fresh pasta, coloring, activity of water, pH, content of soluble solids (°Brix) and titratable acidity were performed at 0, 2, 4, 6, 8 and 10 days of storage. The obtained data were subjected to analysis of variance and the averages compared by the test of Tukey 5% of probability. Among the treatments, the fruits with the best characteristics post-harvest were treated with 150 mg L⁻¹ of cinnamic acid. Only the fruits treated with 50 mg L⁻¹ of cinnamic acid were unfit to be consumed in the tenth day of storage, due to the high count of mesophilic and psychrotrophic.

Key words: *Fragaria x ananassa*; Post-harvest quality; Coverage edible; Low methoxyl pectin; Antimicrobial natural.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Morangos <i>in natura</i> Da Cv. Camino Real Frescos Recém-Chegados do Produtor.....	25
Figura 2 - Morangos Após Lavagem em Água Corrente.....	26
Figura 3 – Tratamentos com as Diferentes Concentrações de Ácido Cinâmico.....	26
Figura 4 – Morangos <i>in natura</i> no Cesto Metálico para Imersão na Cobertura.....	27
Figura 5 – Forma Retangular com a Cobertura a 70 °C.....	27
Figura 6 – Solução de Cloreto de Cálcio a 2 % em Temperatura Ambiente.....	28
Figura 7 – Morangos <i>in natura</i> Colocados para Secagem em Papel Toalha e Telas Metálicas a Temperatura Ambiente.....	28
Figura 8 – Morangos Embalados com Aproximadamente 80 g.....	29
Figura 9 – Frutos Embalados e Armazenados em Câmara Climatizada com Controle de Temperatura a 5 ± 1 °C.....	29
Figura 10 - Contagem de Bolores e Leveduras no Décimo Dia de Armazenamento para a Aplicação de 200 mg L^{-1} de Ácido Cinâmico.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores de pH em Morangos <i>in natura</i> com Cobertura Comestível a Base de Pectina de Baixa Metoxilação e Tratados com Ácido Cinâmico, Armazenados a 5 ± 1 °C Durante 10 Dias.....	33
Tabela 2 - Valores de Teor de Sólidos Solúveis (°Brix) em Morangos <i>in natura</i> com Cobertura Comestível a Base de Pectina de Baixa Metoxilação e Tratados com Ácido Cinâmico, Armazenados a 5 ± 1 °C Durante 10 Dias.....	35
Tabela 3 - Valores de Teor de Acidez Titulável (g Ácido Cítrico · 100 mL ⁻¹ de Polpa De Morango) em Morangos <i>in natura</i> com Cobertura Comestível a Base de Pectina de Baixa Metoxilação e Tratados com Ácido Cinâmico, Armazenados a 5 ± 1 °C Durante 10 Dias.....	36
Tabela 4 - Valores de Teor de Atividade de Água em Morangos <i>in natura</i> com Cobertura Comestível a Base de Pectina de Baixa Metoxilação e Tratados com Ácido Cinâmico, Armazenados a 5 ± 1 °C Durante 10 Dias.....	38
Tabela 5 - Valores de Teor de Perda de Massa Fresca (em porcentagem) em Morangos <i>in natura</i> com Cobertura Comestível a Base de Pectina de Baixa Metoxilação e Tratados com Ácido Cinâmico, Armazenados a 5 ± 1 °C Durante 10 Dias.....	39
Tabela 6 - Valores do Componente Colorimétrico L* em Morangos <i>in natura</i> com Cobertura Comestível a Base de Pectina de Baixa Metoxilação e Tratados com Ácido Cinâmico, Armazenados a 5 ± 1 °C Durante 10 Dias.....	41
Tabela 7 - Valores do Componente Colorimétrico a* em Morangos <i>in natura</i> com Cobertura Comestível a Base de Pectina de Baixa Metoxilação e Tratados com Ácido Cinâmico, Armazenados a 5 ± 1 °C Durante 10 Dias.....	42
Tabela 8 - Valores do Componente Colorimétrico b* em Morangos <i>in natura</i> com Cobertura Comestível a Base de Pectina de Baixa Metoxilação e Tratados com Ácido Cinâmico, Armazenados a 5 ± 1 °C Durante 10 Dias.....	43

Tabela 9 - Contagem Total de Bactérias Mesófilas (log UFC g⁻¹) Obtida em Morangos *in natura* com Cobertura Comestível a Base de Pectina de Baixa Metoxilação e Tratados com Ácido Cinâmico, Armazenados a 5 ± 1 °C Durante 10 Dias.....45

Tabela 10 - Contagem Total de Bactérias Psicotróficas (log UFC g⁻¹) Obtida em Morangos *in natura* com Cobertura Comestível a Base de Pectina de Baixa Metoxilação e Tratados com Ácido Cinâmico, Armazenados a 5 ± 1 °C Durante 10 Dias.....46

Tabela 11 - Contagem Total de Coliformes 35 °C (log UFC g⁻¹) Obtida em Morangos *in natura* com Cobertura Comestível a Base de Pectina de Baixa Metoxilação e Tratados com Ácido Cinâmico, Armazenados a 5 ± 1 °C Durante 10 Dias.....47

Tabela 12 - Contagem Total de Bolores e Leveduras (log UFC g⁻¹) Obtida em Morangos *in natura* com Cobertura Comestível a Base de Pectina de Baixa Metoxilação e Tratados com Ácido Cinâmico, Armazenados a 5 ± 1 °C Durante 10 Dias.....49

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1 MORANGO.....	15
3.1.1 Características Físico-Químicas do Morango.....	16
3.1.2 Refrigeração em Morangos.....	18
3.2 COBERTURAS COMESTÍVEIS.....	19
3.3 ÁCIDO CINÂMICO.....	22
4 MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1 MATERIAL.....	25
4.2 MÉTODOS.....	25
4.2.1 Determinação da Cor.....	30
4.2.2 Determinação de Acidez Titulável.....	30
4.2.3 Determinação de pH.....	29
4.2.4 Determinação de Perda de Massa.....	31
4.2.5 Determinação de Sólidos Solúveis.....	31
4.2.6 Determinação da Atividade de Água.....	31
4.2.7 Contagem Total de Bactérias Mesófilas e Psicrotróficas.....	31
4.2.8 Contagem de Bolores e Leveduras.....	32
4.2.9 Contagem de Coliformes 35 °C.....	32
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	33

5.1.1 pH.....	33
5.1.2 Teor de Sólidos Solúveis.....	34
5.1.3 Teor de Acidez Titulável.....	36
5.1.4 Atividade de Água.....	37
5.1.5 Perda de Massa Fresca.....	38
5.1.6 Cor.....	40
5.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	44
5.2.1 Contagem de Bactérias Mesófilas e Psicotróficas.....	44
5.2.2 Contagem de Coliformes 35 °C.....	47
5.2.3 Contagem de Bolores e Leveduras.....	49
6 CONCLUSÃO.....	51
REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

O primeiro cultivo de morango que se tem notícias pertence às espécies *Fragaria vesca* e *F. moschata* no século XV advindas da Inglaterra e França. Não é conhecida em qual época a cultura veio para o Brasil, mas sabe-se que começou a expandir-se a partir de 1960, com o uso da cultivar Campinas (CASTRO, 2004). Segundo a Revista Hidroponia (2015), Minas Gerais tem 1.790 hectares de área de cultivo de morango, sendo a maior produção do país, seguido do Paraná, Rio Grande do Sul e São Paulo, o Paraná é o segundo maior produtor de morangos, com 18 mil toneladas produzidas anualmente.

A cidade de Jaboti com 4.600 toneladas de morangos produzidos por ano, localizada no norte do estado do Paraná, é a maior produtora de morango do estado de acordo com dados da Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Paraná (SEAB), sendo responsável por 17 % da produção anual desta fruta, seguida de São José dos Pinhais com 13 % (ALIGLERI, 2014).

O morango possui substâncias com efeito antioxidante, anti-inflamatório, anticarcinogênico e antineurodegenerativo (HANNUM, 2004). Além disso, possui destaque em alguns atributos sensoriais como coloração, sabor, aroma e outras características como a fácil utilização desse fruto na culinária e gastronomia, por isso é uma fruta muito degustada nos diversos locais do mundo, sendo mais consumida *in natura* do que processada (GALEGÁRIO et al., 2005).

Segundo Wills (1998), mesmo que o morango seja armazenado adequadamente, a vida de prateleira não é maior que uma semana. Isso resulta na restrição para a comercialização do fruto *in natura* apenas para o mercado interno. Para que este seja exportado ou comercializado longe do local de produção, deve ser processado para que se evite a deterioração do mesmo.

O uso da refrigeração é uma técnica que ajuda a prolongar a vida de prateleira no período pós-colheita dos morangos, além de auxiliar na conservação da qualidade (sensorial, microbiológica e físico-química) e reduzir as perdas neste período (MALGARIM; CANTILLANO; COUTINHO, 2006). Esse fruto pode ser

acondicionado por 5 a 7 dias na temperatura de 0 °C (HARDENBURG; WATADA; WANG, 1986).

Devido a essa situação, e tendo conhecimento da procura pelo morango por suas características sensoriais e sua qualidade nutricional, o objetivo desse trabalho é avaliar a influência do revestimento comestível de pectina de baixa metoxilação e ácido cinâmico em morango *in natura* refrigerado, possibilitando sua venda *in natura* para um raio maior do local de produção, fazendo com que o fruto possa ser comercializado para locais distantes do local de produção e até exportado, agregando valor ao mesmo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a influência do revestimento comestível de pectina de baixa metoxilação e ácido cinâmico em morango *in natura* refrigerado, de maneira a estender a vida útil dos frutos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a concentração de 10 g L⁻¹ para a pectina de baixa metoxilação e as diferentes concentrações de ácido cinâmico (controle, 50 mg L⁻¹, 100 mg L⁻¹, 150 mg L⁻¹ e 200 mg L⁻¹) nas características físico-químicas e microbiológicas do morango *in natura*;
- Avaliar características físico-químicas dos frutos: perda de massa fresca, coloração, atividade água, pH, teor de sólidos solúveis (°Brix) e acidez titulável.
- Avaliar a contagem total de mesófilos, psicrotróficos, bolores e leveduras e coliformes totais dos morangos *in natura*.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 MORANGO

O primeiro cultivo de morango que se tem notícias pertence às espécies *Fragaria vesca* e *F. moschata* no século XV advindas da Inglaterra e França. No século XVII, o cultivo era feito em fileiras alternadas da espécie *F. chiloensis*, originária do Chile e *F. virginiana*, a partir da qual foram produzidos híbridos de nome *F. ananassa*. O morango veio para o Brasil e se espalhou para diversas regiões (GALEGÁRIO et al., 2005).

A produção de morangos (*Fragaria x ananassa* Duch.) no Brasil tem crescido nos últimos anos e estima-se que a produção anual seja de 100 mil toneladas em 3.500 ha (ANTUNES et al., 2010; COSTA et al., 2011), destacando-se nas regiões de clima temperado e subtropical (OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2009), sendo concentrada nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul. Cerca de 70 % da produção é voltada para o mercado interno e consumo *in natura*.

O morangueiro é uma cultura que necessita de colheita manual devido a fragilidade dos frutos, sendo sua importância social e econômica grande, por gerar empregos e renda para as comunidades envolvidas (ANTUNES; REISSER JÚNIOR, 2007).

O morango é a única hortaliça pertencente à família Rosaceae (FILGUEIRA, 2008). O morangueiro possui flores livres, lobuladas, brancas ou avermelhadas, dispostas ao redor do receptáculo proeminente o qual, após a fecundação dos pistilos, se transforma no morango, por isso, são considerados frutos falsos, sobre os quais se encontram os aquênios (frutos verdadeiros) (GALEGÁRIO et al., 2005).

Devido ao fato do morango ser um fruto não-climatérico, o mesmo deve ser colhido quando estiver no final do amadurecimento, para que não se desenvolvam atributos de qualidade inadequados para o consumo *in natura* (NUNES et al., 2006).

O fruto é rico em frutose e sacarose, além de fornecer vitaminas do complexo B e minerais, suprimindo a carência desses componentes, possui ainda quercitina, que auxilia na neutralização da ação dos radicais livres, que iriam acelerar o envelhecimento das células (GALEGÁRIO et al., 2005).

A coloração do morango afeta a aceitabilidade pelo consumidor, percepção do sabor doce e flavor, podendo provocar emoções diversas nas pessoas (ORNELAS-PAZ; YAHIA; GARDEA, 2008). As antocianinas e outros componentes fenólicos presentes no morango possuem ação contra algumas doenças severas (SILVA et al., 2007). A firmeza determina as propriedades mecânicas do morango e ajuda a realçar as características sensoriais (GUNNESS et al., 2009). O ácido ascórbico é um dos mais importantes ácidos orgânicos que compõe o fruto, sendo que este possui vários efeitos de proteção para a saúde e nutrição humana (HARISSON; MAY, 2009).

O morango possui altos níveis de perecibilidade devido as suas características físico químicas nas etapas pós-colheita, principalmente devido a sua intensa atividade metabólica e suscetibilidade ao ataque de agentes patogênicos que deixam o fruto em estado de fermentação. Quando se utilizam baixas temperaturas para processos como o armazenamento, transporte a longas distâncias e comercialização, retarda-se a ação das enzimas e o desenvolvimento dos agentes deteriorantes. Porém, quando o armazenamento é longo, usar baixas temperaturas não é suficiente para manter a qualidade das frutas, sendo necessário usar outras técnicas para prolongar a vida útil dos frutos (MALGARIM; CANTILLANO; COUTINHO, 2006).

3.1.1 Características Físico-Químicas do Morango

O pH do fruto é um dos principais fatores que favorecem a atividade enzimática, que causa o escurecimento do fruto, sendo que a enzima que catalisa essa reação (polifenoloxidase) é inibida quando o pH do meio é menor que 4,0

(ARAÚJO, 1999). O pH em morangos se encontra entre 3,0 e 3,4, mostrando que tal enzima não tem efeito nos frutos.

Devido a essa faixa de pH, o morango é classificado em muito ácido (pH < 4,0), sendo que essa classificação se baseia no menor pH que favorece o desenvolvimento da toxina produzida por *Clostridium botulinum* (pH 4,5) e o menor pH que favorece o desenvolvimento da maioria das bactérias (pH 4,0) (AZEREDO, 2012).

A qualidade dos frutos pode ser medida em parte pelo teor de sólidos solúveis que, segundo Goto e Tivelli (1998), varia entre condições ambientais e cultivares, medindo o nível de amadurecimento do fruto. O teor de sólidos solúveis é característica de interesse, principalmente para frutos *in natura*, devido ao fato de que os consumidores preferem frutos mais doces (CONTI; MINAMI; TAVARES, 2002).

Durante a etapa de maturação, o nível de ácidos orgânicos possui uma tendência em diminuir, devido à oxidação dos ácidos no ciclo dos ácidos tricarbóxicos, decorrente da respiração do fruto. Assim, a acidez decresce durante a maturação, podendo ser, tal taxa um indicativo do estágio de maturação do fruto (OLIVEIRA, 2005).

Para o desenvolvimento de leveduras, a faixa de pH externo é de 1,5 a 8,0; para fungos filamentosos, essa faixa é de 1,5 a 11,0; para bactérias, 4,0 a 9,0 (ALZAMORA, 1994). Entretanto, a faixa de pH dos alimentos muito ácidos inibe o desenvolvimento de bactérias, mas não evita o crescimento de fungos.

A atividade de água descreve o grau da disponibilidade de água, que atua como solvente, participando de reações químicas e bioquímicas (ROBERTSON, 2009). É o atributo mais importante em relação à deterioração de alimentos baseada no fator água, pois se baseia na quantificação dessa molécula termodinamicamente disponível, ao contrário do teor de umidade (GRANT, 2004).

Grande parte das frutas e hortaliças possui A_w superiores a 0,95 e são classificados como alimentos de alta atividade de água ($A_w > 0,85$). Esses alimentos possuem uma grande propensão a deterioração por micro-organismos (AZEREDO,

2012). Esse limite foi estabelecido com base na atividade de água mínima ao desenvolvimento de *Staphylococcus aureus*, a bactéria patogênica mais tolerante nesse aspecto (ALZAMORA et al., 2003).

Mesmo que o morango seja armazenado adequadamente, a vida de prateleira não é maior que uma semana (WILLS, 1998). Zhang e Quantick (1998) estudaram a vida de prateleira para condições de armazenagem sob-refrigeração (0 até 4 °C) com framboesa e morango, chegando a conclusão que tal parâmetro, geralmente, não ultrapassa o tempo de 5 dias.

3.1.2 Refrigeração em Morangos

Para que seja preservada a qualidade das frutas *in natura* no período pós-colheita, um dos métodos mais empregados atualmente é armazenar o fruto sob refrigeração (CANTILLANO; FERNANDO, 2008).

A refrigeração auxilia a retardar as alterações que interferem negativamente na qualidade dos morangos *in natura* no período de armazenamento, porém, não impede que tais alterações ocorram, como por exemplo, a perda da firmeza, de massa fresca, do aroma, do sabor, dos teores de sólidos solúveis, ou seja, a perda das características sensoriais desse produto (AMAL et al., 2010; PELAYO-ZALDÍVAR et al., 2005).

Ou seja, a refrigeração contribui na redução das alterações químicas e enzimáticas do próprio vegetal e na diminuição da atividade microbiana, o que auxilia na manutenção da qualidade do produto e por consequência, aumenta a segurança microbiológica do fruto que será consumido (BRECHT et al., 2003).

Pelo fato do morango ser um fruto altamente percecível, no período pós-colheita podem ocorrer perdas, então, para que se reduzam tais perdas, é utilizada a refrigeração, que auxilia também na melhoria da qualidade do fruto (CANTILLANO; FERNANDO, 2008).

Geralmente, durante a comercialização, o morango não é armazenado sob refrigeração, o que pode provocar a diminuição da vida útil para esse produto. Na maioria das vezes, os mercados expõe os frutos para venda sob temperaturas maiores que 15 °C (PINELI et al., 2008).

Calegaro, Pezzi e Bender (2002) trabalhando com morango cv. Oso Grande armazenado durante sete dias a 0 °C associado com o uso de atmosferas modificadas observaram a manutenção na qualidade (físico-química, microbiológica e sensorial) dos frutos.

Cordenunsi, Nascimento e Lajolo (2003) avaliaram cinco cultivares de morango armazenado sob refrigeração (6 °C) e observaram que no 2º dia de armazenamento a sacarose presente no fruto foi consumida por completo para todas cultivares, segundo os autores, o motivo para que tal fenômeno tenha ocorrido refere-se à elevada atividade metabólica dos frutos que pode ter auxiliado no consumo de sacarose pelo tecido, já que na maioria dos frutos tal fato não alterou positivamente os níveis de frutose e glicose.

3.2 COBERTURAS COMESTÍVEIS

Coberturas comestíveis são finas camadas de material apropriado para consumo adicionado a um produto alimentar. Estudos comprovam que a aplicação de tais revestimentos pode reduzir a perda de aroma, cor e nutrientes, reduzindo a difusão de oxigênio nos alimentos e mantendo a integridade física e nutricional do produto, inclusive quando submetido a tratamento térmico, como por exemplo, processos de secagem (BALOCH et al., ZHAO; CHANG, 1995 *apud* VANZELA et al., 2013).

Conforme mencionado por Zhong, Cavender e Zhao (2014), as coberturas comestíveis têm atraído grande atenção nos últimos anos, principalmente devido à necessidade de melhoria da qualidade e segurança dos alimentos. Seu

desempenho, na maioria das vezes, é influenciado pelas propriedades do material de revestimento e do método de aplicação utilizado.

Baker, Baldwin e Nisperos-Carriedo (1994) estudaram sobre coberturas e filmes comestíveis para alimentos processados, citando a diferença entre ambos, onde cobertura refere-se à estrutura formada diretamente no produto e filme, para estrutura formada antes de ser aplicada no produto.

Geralmente, os trabalhos encontrados na literatura voltados ao estudo de coberturas comestíveis tem como foco a aplicação em frutas, hortaliças e produtos minimamente processados (CANIZARES, 2013).

Coberturas comestíveis podem auxiliar no controle da taxa respiratória e trocas gasosas, onde diminui perdas nutritivas, reduz evaporação da água e previne o desenvolvimento de micro-organismos que deteriore o produto (XU; XU; CHEN, 2003).

Diferentes materiais estruturais têm sido utilizados para a elaboração de filmes comestíveis, tais como proteínas, lipídios e polissacarídeos. Os polissacarídeos incluem celulose, quitosana, amido e pectina. A pectina é um dos principais componentes da célula da planta, contribuindo para a integridade do tecido e rigidez e é considerada uma das macromoléculas mais complexas da natureza (JOLIE et al., 2010).

A pectina (gomas modificadas) é utilizada em produtos alimentícios devido à capacidade de formar géis por métodos químicos, diferindo de outros compostos que formam géis por métodos térmicos, que podem causar deterioração no produto pelo uso de temperaturas elevadas (SAPERS et al., 1997).

Um dos principais compostos que fazem parte da composição da parede celular de frutas e hortaliças juntamente com outros compostos como lignina, celulose e hemicelulose, é a pectina. Essa substância faz parte da parede celular primária, com nível majoritário de alta metoxilação e, na posição central na lamela média da parede celular, encontra-se pectina de baixa metoxilação (JEFFREY et al., 2010).

A pectina é um ácido pectínico capaz de produzir soluções que possuem viscosidade elevada, mesmo quando se usa pequenas concentrações. Em um meio em que há presença de sacarose e ácido em proporções adequadas, a pectina forma um gel muito estável, o qual apresenta grau de neutralização e esterificação (ou metoxilação) que dependem da origem de tal composto (BOBBIO; BOBBIO, 1992). O grau de metoxilação é dependente da idade e do tipo de tecido vegetal que foram produzidas (OAKENFULL, 1987).

A pectina de baixo teor de grupos metoxílico (BTM), menor que 7 %, não forma gel igual ao que é formado com a pectina de alto teor de grupos metoxílicos. Essa última necessita que o meio possua um co-soluto, como a sacarose, em concentrações por volta de 55 a 80 % e pH ácido (entre 2,8 a 3,7) para proporcionar que os géis se formem (OAKENFULL, 1987; NISPEROS-CARRIEDO, 1994). A pectina de BTM e os alginatos são gelificados em presença de íons bivalentes (o íon Ca é o mais empregado), sem adição de ácido e sacarose (MAY, 1992; NISPEROS-CARRIEDO, 1994). As pectinas com teor de grupos metoxílicos menor que 1 % não conseguem formar géis, mesmo com a adição de íons (BOBBIO; BOBBIO, 1992).

A pectina de alto teor de metoxilação compreende as pectinas cujos grupos metoxílicos esterificados podem chegar até 13 %, ou seja, ocorre a esterificação de aproximadamente 80 % dos seus grupos carboxílicos (OAKENFULL, 1987; NISPEROS-CARRIEDO, 1994).

Quando a reação de hidrólise de macromoléculas estruturais (como pectina, proteína, hemiceluloses e celulose) é iniciada, os frutos sofrem uma perda na firmeza (EMPÍS; MOLDÃO-MARTINS, 2000).

Pectinas de baixo teor de metoxilação possuem barreira ao vapor de água moderada, boa barreira ao oxigênio e fraca propriedade mecânica (BEIRÃO-DA-COSTA, 1998).

Para formulação de revestimento comestível a base de pectina de baixa metoxilação Lewicki, Lenart e Pakula (1984) e Camirand et al. (1992), sugeriram a concentração de 2,5 % para maçãs e 3 % para frutas em geral, respectivamente.

Segundo Guilbert (1986), o revestimento comestível possui características sensoriais como leve sabor salgado, macias, inodoras e claras.

Em relação à textura dos frutos, os aditivos pectina e cálcio utilizados nos tratamentos pré-congelamento de morango, sem aplicação de calor, apresentaram efeito positivo sobre este atributo, assim como diminuíram a perda de líquido de exsudação, quando em comparação com o controle (BERBARI; NOGUEIRA; CAMPOS, 1997).

3.3 ÁCIDO CINÂMICO

Houve um crescimento no interesse de estudos com antimicrobianos naturais devido à busca dos consumidores por alimentos naturais sem a adição de componentes químicos (SINGH et al., 2002).

O ácido cinâmico é considerado um antioxidante muito potente, atuando também na redução dos níveis de LDL (lipoproteína de baixa densidade), devido a esse fato, seu consumo é recomendado por estar relacionado com a diminuição do risco de algumas doenças como certos cânceres e doenças cardiovasculares (AUGER et al., 2004).

Segundo Melo e Guerra (2002), o ácido cinâmico é originado a partir da perda de uma molécula de amônia pela ação da enzima fenilalanina amonialiase em metabólitos secundários produzidos a partir da fenilalanina de substâncias fenólicas obtidas a partir de vegetais que são divididas em dois grupos (não flavonoides e flavonoides).

É extraído, principalmente, da canela e cravo, mas pode ser encontrado também em outros alimento como cilantro, pimenta preta, ameixas secas entre outras. Os compostos ativos da canela (aldeído cinâmico, eugenol e ácido cinâmico) possuem atividade antimicrobiana, antioxidante e antimutagênica (KIM; PARK; PARK, 2004).

O ácido cinâmico é um composto fenólico conhecido por ter um mecanismo de defesa de vegetais contra micro-organismos patogênicos, sendo reconhecido como um composto seguro para o consumo humano (FDA, 2015). A ingestão máxima diária recomendada de $1,25 \text{ mg kg}^{-1}$, é um produto com baixa toxicidade, logo, está aprovado para uso alimentício pela FDA (*Food and Drug Administration*) (KOUASSI; SHELEF, 1998).

O ácido cinâmico possui uma gama de atividades biológicas, tais como a eliminação de radicais livres, agindo como antioxidante, protegendo contra a radiação ultravioleta, atuando como agente antibacteriano e substrato antiviral, sendo mais conhecido por suas aplicações na indústria farmacêutica e uso como aditivo em alimentos (SAAVEDRA et al., 2010), como por exemplo, usado como aromatizante em alimentos como bebidas, doces, sorvetes, chicletes e da área de panificação (ROLLER; SEEDHAR, 2002).

Os compostos denominados de flavonoides são os principais responsáveis no ácido cinâmico pelas atividades antifúngica, antimicrobiana e anti-inflamatória (CUSNHIE; LAMB, 2005).

Características sensoriais como o sabor e aroma do melão Pele de Sapo minimamente processado tiveram uma menor aceitação no tratamento com óleo a base de canela (ácido cinâmico) em revestimentos comestíveis aplicados em relação aos melões tratados com os revestimentos a base de óleo de palmosa e citronela (RAYBAUDI-MASSILIA; MOSQUEDA-MELGAR; MARTÍN-BELLOSO, 2008).

No estudo de Mosqueda-Melgar, Raybaudi-Massilia e Martín-Belloso (2008), sobre a adição do óleo casca de canela com ácido cítrico, em suco de melão Pele de Sapo, foi constatada uma avaliação inferior em relação a aparência, sabor, acidez e odor em comparação com o controle. Nesse mesmo estudo, foi observada a diminuição no crescimento de *E. coli* para suco de melão adicionado de ácido cinâmico em relação ao controle.

O aumento na biodisponibilidade do ácido cinâmico quando aplicado no processamento térmico contribui para o aumento da atividade antioxidante para suco de caju (SÁ, 2012).

Os ácidos fenólicos presentes em maior quantidade em uvas são os ácidos hidroxicinâmicos, estes auxiliam no retardamento das oxidações que provocam o acastanhamento dos vinhos e de seus mostos. Não influenciam diretamente o sabor dos vinhos, mas produzem fenóis voláteis, fazendo com que ocorram alterações aromáticas no produto (CABRITA; DA SILVA; LAUREANO, 2003).

Segundo o estudo de Oh, Carey e Rajashekara (2009a) realizado em alface, foi constatada a elevação da expressão da fenilalanina amonialiase em relação à exposição da hortaliça ao *stress* ambiental (*stress* hídrico e *stress* de frio). A elevação da expressão dessa enzima é relacionada com o aumento da produção de compostos simples, por exemplo, ácidos hidroxicinâmicos, que podem atuar sem o auxílio de outro composto, por isso, contribuem para o aumento da atividade antioxidante, podendo ser utilizado como substrato para sintetizar alguns compostos mais complexos (OH; TRICK; RAJASHEKARA, 2009b).

Shi et al. (2005) estudaram o efeito inibitório do ácido cinâmico e seus derivados na atividade difenolase de cogumelos com atividade tirosinase, e observaram que o ácido cinâmico apresentou propriedades como agente antioxidante e antibacteriano.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

Foram utilizados frutos de morango *in natura* cv. Camino Real adquiridos em propriedade rural do município de Serranópolis do Iguaçu-PR. A cobertura de pectina de baixo teor de metoxilação foi doada pela empresa Cargill. O ácido cinâmico foi adquirido da empresa Induslab. Todas as figuras e tabelas são de autoria própria, as figuras datam de 2015 e as tabelas, 2016.

4.2 MÉTODOS

Os morangos *in natura* foram colhidos em setembro de 2015 e transportados até o Laboratório de Vegetais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Câmpus Medianeira), conforme Figura 1.



Figura 1 – Morangos *in natura* da cv. Camino Real Frescos Recém-Chegados do Produtor. Fonte: autoria própria.

Em seguida os frutos foram selecionados, retirando-se aqueles que apresentavam injúrias, e lavados com água corrente, no intuito de remover resíduos da colheita e micro-organismos aderidos à superfície dos frutos, sendo em seguida realizada a secagem com papel absorvente, conforme Figura 2.



Figura 2 - Morangos Após Lavagem em Água Corrente. Fonte: autoria própria.

O delineamento estatístico empregado foi inteiramente casualizado e constituiu de 5 formulações diferentes, conforme Figura 3, sendo que a variável independente foi a adição do agente antimicrobiano ácido cinâmico (controle, 50 mg L⁻¹, 100 mg L⁻¹, 150 mg L⁻¹ e 200 mg L⁻¹). A formulação da cobertura comestível de pectina de baixa metoxilação foi fixada em 10 g L⁻¹.



Figura 3 – Tratamentos com as Diferentes Concentrações de Ácido Cinâmico. Fonte: autoria própria.

Posteriormente, foram aplicadas as coberturas, onde os morangos *in natura* foram acondicionados em cesto de tela metálica, de 15 x 15 cm com espaçamento de 2 cm entre os fios, conforme Figura 4. O cesto com os frutos foi submergido por 60 segundos numa forma retangular (26 x 38 cm), com a cobertura nas diferentes concentrações de ácido cinâmico em temperatura na faixa de 70 °C, conforme Figura 5. A seguir o mesmo cesto com os morangos foi submergido por 60 segundos em solução de cloreto de cálcio a 2 % a temperatura ambiente, conforme Figura 6, gelificando a pectina e formando uma camada firme na superfície dos frutos *in natura*. Em seguida, realizava-se, então, enxágue em água destilada, por 10 segundos.



Figura 4 – Morangos *in natura* no Cesto Metálico para Imersão na Cobertura. Fonte: autoria própria.



Figura 5 – Forma Retangular com a Cobertura a 70 °C. Fonte: autoria própria.



Figura 6 – Solução de Cloreto de Cálcio a 2 % em Temperatura Ambiente. Fonte: autoria própria.

Após a aplicação das coberturas, os frutos foram colocados para secagem em papel toalha e telas metálicas em temperatura ambiente, conforme Figura 7, sendo em seguida acondicionados em embalagens de poliestireno e recobertos com filme de polietileno de baixa densidade de 15 mm de espessura, com aproximadamente 80 g de morango cada, conforme Figura 8. Após o acondicionamento nas embalagens, os frutos foram armazenados em câmara climatizada com controle de temperatura a $5^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$, conforme Figura 9, por um período de 10 dias, sendo que as análises físico-químicas (cor, acidez titulável, pH, perda de massa, sólidos solúveis e atividade de água) foram realizadas a cada 2 dias e as análises microbiológicas (contagem de bactérias mesófilas e psicrotróficas, contagem de bolores e leveduras, contagem de coliformes totais), a cada 3 dias, para acompanhar o desempenho da cobertura comestível e do ácido cinâmico nos frutos.



Figura 7 – Morangos *in natura* Colocados para Secagem em Papel Toalha e Telas Metálicas a Temperatura Ambiente. Fonte: autoria própria.



Figura 8 – Morangos Embalados com Aproximadamente 80 g. Fonte: autoria própria.



Figura 9 – Frutos Embalados e Armazenados em Câmara Climatizada com Controle de Temperatura a 5 ± 1 °C. Fonte: autoria própria.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey a 5 % de probabilidade, empregando-se o software INFOSTAT.

4.2.1 Determinação da Cor

A cor das amostras foi determinada em triplicata através de colorímetro Konica Minolta, modelo Croma Meter CR400, utilizando o sistema de escala de cor L^* , a^* e b^* (CIELAB), previamente calibrado. Os parâmetros L^* , a^* e b^* foram determinados de acordo com a *International Commission on Illumination* (CIE, 1996).

Os valores de a^* caracterizam a coloração na região entre o vermelho ($+a^*$) e o verde ($-a^*$), já o valor b^* indica coloração entre o intervalo do amarelo ($+b^*$) até o azul ($-b^*$). O valor L^* fornece a luminosidade, que varia do branco ($L^*=100$) ao preto ($L^*=0$) (HARDER, 2005).

4.2.2 Determinação de Acidez Titulável

A acidez titulável das amostras foi determinada em triplicata por titulação conforme metodologia proposta pelas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005). Cinco gramas da amostra foram homogeneizadas em 50 mL de água destilada, transferidas para um frasco Erlenmeyer de 125 mL, foi adicionada de 2 a 4 gotas da solução fenolftaleína e a solução foi titulada com hidróxido de sódio 0,1 M.

4.2.3 Determinação de pH

O pH foi mensurado em triplicata na polpa triturada dos frutos utilizando-se pH-metro micro processado digital de bancada Hanna (BRASIL, 2005).

4.2.4 Determinação de Perda de Massa

A perda de massa fresca foi determinada pesando-se as bandejas contendo os morangos em balança Welmy modelo BCW 15. Os resultados foram expressos em porcentagem, considerando-se a diferença entre o peso inicial e aquele obtido a cada intervalo de tempo de amostragem.

4.2.5 Determinação de Sólidos Solúveis

Foi determinado na polpa por refratometria em refratômetro Digit número de série 6197 com medições de 0 a 32 °Brix a 25 °C, de acordo com os procedimentos descritos por Tressler e Joslyn (1961). Os resultados foram expressos em graus Brix.

4.2.6 Determinação da Atividade de Água

A atividade de água das amostras foi determinada em triplicata a 25 °C em equipamento Decagon Devices, EUA, modelo AquaLab 4TE.

4.2.7 Contagem total de Bactérias Mesófilas e Psicotróficas

Foram retiradas 2 repetições para cada tratamento por dia de análise, onde 25 g de amostra foram colocadas em bolsas para *stomacher* esterelizadas, sendo em seguida adicionados 225 mL de solução salina peptonada 0,1 % estéril e homogeneizadas durante 1 minuto em homogeneizador de amostra *Stomacher*

elétrico. Foram preparadas diluições em série com solução salina peptonada 0,1 % conforme o crescimento da população microbiana (este procedimento foi utilizado também para a contagem de bolores, leveduras e coliformes totais). Para a contagem dos micro-organismos mesófilos e psicotróficos foi utilizado o meio PCA (Scharlau). As condições de incubação foram: 30 ± 1 °C por 72 horas (mesófilos) e 2 à 8 °C por 7 dias (psicotróficos) (ISO, 2013) (APHA, 2001).

As contagens das bactérias mesófilas e psicotróficas foram expressas em log UFC g⁻¹.

4.2.8 Contagem de Bolores e Leveduras

Para esta análise foi utilizado o meio Agar DRBC (Rosa Bengala Cloranfenicol Base) 0,1 g L⁻¹, sendo a incubação realizada a 25 ± 1 °C por 5 dias em conformidade com a ISO (2008). O resultado da contagem de bolores e leveduras foi expresso em log UFC g⁻¹.

4.2.9 Contagem de Coliformes 35 °C

Foram utilizadas placas de Petrifilm™3M™ para a quantificação de coliformes totais, sendo incubadas a 37 °C por 24 horas, sendo a enumeração expressa em log UFC g⁻¹ (AOAC, 2012).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

5.1.1 pH

Os resultados referentes ao pH dos morangos *in natura*, encontram-se na Tabela 1. Não houve interação entre tratamentos x dias de armazenamento segundo análise da ANOVA.

Tabela 1 - Valores de pH em Morangos *in natura* com Cobertura Comestível a Base de Pectina de Baixa Metoxilação e Tratados com Ácido Cinâmico, Armazenados a 5 ± 1 °C Durante 10 Dias.

Tratamentos	Dias de armazenamento						Média
	0	2	4	6	8	10	
Controle	3,25	3,27	3,46	3,42	3,92	3,92	3,54 A
50 mg L ⁻¹	3,25	3,26	3,30	3,50	3,92	3,74	3,50 A
100 mg L ⁻¹	3,25	3,28	3,46	3,43	3,88	3,85	3,53 A
150 mg L ⁻¹	3,25	3,27	3,38	3,37	3,88	3,98	3,52 A
200 mg L ⁻¹	3,25	3,25	3,40	3,33	3,83	3,97	3,51 A
Média	3,25 c	3,27 c	3,40 b	3,41 b	3,89 a	3,89 a	-

CV (%)= 3,19

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade.

Neste trabalho, os valores de pH dos morangos *in natura* variaram de 3,25 a 3,98, ocorrendo aumento do pH até o oitavo dia. A partir do oitavo dia, no controle,

na média e na aplicação de 100 mg L⁻¹ o pH se manteve constante, para as aplicações de 150 mg L⁻¹ e 200 mg L⁻¹, o pH aumentou, mas se manteve menor que 4,0. Na aplicação de 50 mg L⁻¹, teve uma queda no pH do oitavo para o décimo dia. Os valores encontrados neste trabalho são semelhantes aos encontrados por Krolow, Schwengber e Ferri (2007) ao trabalhar com morangos cv. Aromas na pós colheita (3,27 a 3,52) e por Silva (2007) que encontrou valores de 3,51 a 3,93 para morangos armazenados em temperatura ambiente por cinco dias.

A presença de ácidos orgânicos na composição do morango, principalmente ácido cítrico, confere a este um pH ao redor de 3 a 3,5 (JAY, 2005).

O pH do morango varia de acordo com o estágio de desenvolvimento do fruto. Quando está verde, varia de 3,5 a 4,6, reduzindo até 3,1 a 3,3, quando o estágio branco é atingido, sendo resultado da produção de ácidos orgânicos. Quando o amadurecimento do fruto avança, esses ácidos orgânicos são diluídos ou metabolizados, pelo aumento do volume celular, aumentando também o pH (PÁDUA et al., 2006).

Não foi verificada diferença significativa para o pH dos frutos submetidos aos diferentes tratamentos.

5.1.2 Teor de Sólidos Solúveis

Na Tabela 2 são apresentados os resultados referentes ao teor de sólidos solúveis dos frutos *in natura* em função das diferentes concentrações de ácido cinâmico utilizadas. Não houve interação entre tratamentos x dias de armazenamento segundo análise da ANOVA.

Neste trabalho, os teores de sólidos solúveis dos morangos *in natura* variaram de 6,60 a 7,73 °Brix, resultados semelhantes aos encontrados por Krolow, Schwengber e Ferri (2007) ao trabalhar com morangos cv. Aromas na pós colheita que foi de 6,2 a 7,2 °Brix.

Cajamarca (2015) trabalhando com morango armazenado a 5 °C por 12 dias encontrou valores médios de sólidos solúveis totais entre 6,80 e 7,80 °Brix.

Tabela 2 - Valores de Teor de Sólidos Solúveis (°Brix) em Morangos *in natura* com Cobertura Comestível a Base de Pectina de Baixa Metoxilação e Tratados com Ácido Cinâmico, Armazenados a 5 ± 1 °C Durante 10 Dias.

Tratamentos	Dias de armazenamento						Média
	0	2	4	6	8	10	
Controle	7,40	7,47	7,73	7,13	7,00	7,07	7,30 A
50 mg L ⁻¹	7,40	7,73	7,53	7,47	7,20	6,60	7,32 A
100 mg L ⁻¹	7,40	7,53	7,07	7,67	7,20	7,13	7,33 A
150 mg L ⁻¹	7,40	7,53	7,53	7,60	7,07	6,80	7,32 A
200 mg L ⁻¹	7,40	7,40	7,13	7,27	7,40	7,20	7,08 A
Média	7,40 ab	7,53 a	7,40 ab	7,43 ab	7,17 bc	6,96 c	-

CV (%)= 3,51

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Entre os dias 0 e 2 houve aumento do teor de sólidos solúveis, exceto para a aplicação de 200 mg L⁻¹, que manteve-se constante. Houve diminuição entre o segundo e o décimo dia tanto para a média, quanto para a aplicação de 50 mg L⁻¹, mantendo se constante a partir do dia 8 para a média. Para as aplicações de 100 mg L⁻¹ e 200 mg L⁻¹, houve diminuição no teor de sólidos solúveis do segundo para o quarto dia, para a aplicação de 100 mg L⁻¹ aumento entre os dias 4 e 6 e para a de 200 mg L⁻¹ entre os dias 4 e 8, diminuindo após o período citado para as ambas. Para o teor de sólidos solúveis da amostra controle houve aumentou entre o dias 2 e 4, diminuição entre os dias 4 e 8, voltando a aumentar até o final do armazenamento. Para a aplicação de 150 mg L⁻¹, os valores mantiveram-se constante do dia 2 para o dia 4, aumentando para o dia 6, diminuindo até o fim do armazenamento.

Os sólidos solúveis variam de acordo com a cultivar, a espécie, o clima e o estágio de maturação, com valores médios nos vegetais entre 8 e 14 °Brix, possuindo a faixa de variação de 2 a 25 °Brix (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Não foi verificada diferença significativa para o teor de sólidos solúveis dos frutos submetidos aos diferentes tratamentos.

5.1.3 Teor de Acidez Titulável

Os resultados referentes ao teor de acidez titulável dos frutos *in natura* em função das diferentes concentrações de ácido cinâmico utilizadas se encontram na Tabela 3. Não houve interação entre tratamentos x dias de armazenamento segundo análise da ANOVA.

Tabela 3 - Valores de Teor de Acidez Titulável (g Ácido Cítrico · 100 mL⁻¹ de Polpa de Morango) em Morangos *in natura* com Cobertura Comestível a Base de Pectina de Baixa Metoxilação e Tratados com Ácido Cinâmico, Armazenados a 5 ± 1 °C Durante 10 Dias.

Tratamentos	Dias de armazenamento						Média
	0	2	4	6	8	10	
Controle	0,36	0,35	0,24	0,14	0,14	0,09	0,22 A
50 mg L ⁻¹	0,36	0,35	0,18	0,13	0,14	0,13	0,22 A
100 mg L ⁻¹	0,36	0,33	0,21	0,13	0,11	0,17	0,22 A
150 mg L ⁻¹	0,36	0,35	0,22	0,11	0,13	0,16	0,22 A
200 mg L ⁻¹	0,36	0,36	0,24	0,18	0,12	0,12	0,23 A
Média	0,36 a	0,35 a	0,22 b	0,14 c	0,13 c	0,13 c	-

CV (%)= 18,36

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Neste trabalho, os teores de acidez titulável dos morangos *in natura* variaram de 0,09 a 0,36 g ácido cítrico · 100 mL⁻¹ de polpa de morango. Até o dia 6 todos os tratamentos tiveram o mesmo comportamento, sendo constante até o dia 2 e diminuindo o teor de acidez titulável entre os dias 2 e 6, mantendo-se constante para a média e as aplicações de 50 mg L⁻¹ e 200 mg L⁻¹, a partir do sexto dia. As amostras restantes mantiveram-se constante entre os dias 6 e 8, diminuindo após esse período no controle e aumentando nas aplicações de 100 mg L⁻¹ e 150 mg L⁻¹.

Esta diminuição nos teores de acidez titulável pode explicar o aumento nos valores encontrados para o pH dos frutos, devido ao fato de que o pH e a acidez titulável são variáveis que possuem relação inversa, como observado na tabela 1. Krolow, Schwengber e Ferri (2007) ao trabalhar com morangos cv. Aromas na pós colheita encontraram teores de acidez titulável variando de 0,76 a 0,8 %.

Com o aumento da maturação das frutas, a acidez é perdida rapidamente, sendo utilizada junto com a doçura como ponto de referência do grau de maturação (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Não foi verificada diferença significativa para o teor de acidez titulável dos frutos submetidos aos diferentes tratamentos.

5.1.4 Atividade de Água

Na Tabela 4 são apresentados os resultados referentes à atividade de água dos frutos *in natura* em função das diferentes concentrações de ácido cinâmico utilizadas. Não houve interação entre tratamentos x dias de armazenamento segundo análise da ANOVA.

Neste trabalho, os teores de atividade de água dos morangos *in natura* variaram de 0,986 a 0,995. No primeiro dia, a média do teor de atividade de água foi de 0,991 e no décimo dia, 0,987. Dados estes concordantes com CRQ-IV (2008),

que cita que a atividade de água em morangos *in natura* possui valor igual ou maior a 0,98.

No estudo realizado por Da Silva e Schimdt (2015) sobre a avaliação da vida de prateleira de morangos recobertos com biofilme de acetato de amido e acetato de amido com adição de sorbato de potássio, a atividade de água manteve-se constante para os 10 dias de tratamento, com valores de 0,975 para o dia inicial e 0,988 para o décimo dia.

Não foi verificada diferença significativa para a atividade de água dos frutos submetidos aos diferentes tratamentos.

Tabela 4 - Valores de Teor de Atividade de Água em Morangos *in natura* com Cobertura Comestível a Base de Pectina de Baixa Metoxilação e Tratados com Ácido Cinâmico, Armazenados a 5 ± 1 °C Durante 10 Dias.

Tratamentos	Dias de armazenamento						Média
	0	2	4	6	8	10	
Controle	0,991	0,992	0,988	0,992	0,994	0,988	0,991 A
50 mg L ⁻¹	0,991	0,990	0,988	0,990	0,990	0,990	0,990 A
100 mg L ⁻¹	0,991	0,990	0,988	0,989	0,995	0,986	0,990 A
150 mg L ⁻¹	0,991	0,989	0,988	0,992	0,990	0,986	0,989 A
200 mg L ⁻¹	0,991	0,989	0,990	0,990	0,992	0,987	0,990 A
Média	0,991 ab	0,990 abc	0,988 bc	0,990 ab	0,992 a	0,987 c	-

CV (%)= 18,36

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

5.1.5 Perda de Massa Fresca

Os resultados referentes à perda de massa fresca dos frutos *in natura* em função das diferentes concentrações de ácido cinâmico utilizadas se encontram na Tabela 5. Não houve interação entre tratamentos x dias de armazenamento segundo análise da ANOVA.

Após os dez dias de análise, os tratamentos que apresentaram a menor perda de massa fresca foram os tratamentos com aplicação de 200 mg L⁻¹ de ácido cinâmico com 2,60 % e a aplicação de 150 mg L⁻¹ de ácido cinâmico com 2,64 %, porém não diferiram estatisticamente entre eles.

Tabela 5 - Valores de Teor de Perda de Massa Fresca (em porcentagem) em Morangos *in natura* com Cobertura Comestível a Base de Pectina de Baixa Metoxilação e Tratados com Ácido Cinâmico, Armazenados a 5 ± 1 °C Durante 10 Dias.

Tratamentos	Dias de armazenamento				
	2	4	6	8	10
Controle	0,85 B	1,16 B	1,73 B	2,42 AB	2,89 A
50 mg L ⁻¹	1,25 A	1,58 A	2,19 A	2,70 A	3,14 A
100 mg L ⁻¹	0,79 A	1,10 B	1,66 B	2,21 B	2,77 A
150 mg L ⁻¹	0,90 AB	1,19 B	1,68 B	2,24 AB	2,64 A
200 mg L ⁻¹	0,74 C	1,06 B	1,57 B	2,18 B	2,60 A
CV (%)	11,70	10,51	10,26	16,21	17,17

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

O tratamento que apresentou a maior perda de massa fresca foi o tratamento com aplicação de 50 mg L⁻¹ de ácido cinâmico com 3,14 %. A amostra do controle apresentou 2,89 % de perda de massa fresca. Apesar de a amostra controle ter

obtido um valor estatisticamente igual aos tratamentos, os frutos do controle mostravam-se mais machucados que relação aos demais.

Quando se trabalha com frutos sob refrigeração, sempre há perda de água, devido a retirada do calor de respiração do fruto pela refrigeração, o que gera um gradiente de potencial hídrico que transporta a água da superfície do fruto para a superfície de refrigeração (BRECHT et al., 2007).

Segundo Teruel, Cortez e Filho (2003), o resfriamento rápido proporciona a redução de perdas, o aumento no tempo de comercialização e o consumo do fruto com qualidade superior aos frutos que tiveram o congelamento mais lento. Segundo García et al. (1998), a máxima perda de massa comercialmente tolerada para morangos *in natura* é de 6 %, o que mostrou que todas as amostras poderiam ser comercializadas devido à baixa perda de massa.

5.1.6 Cor

A manutenção da coloração para morangos *in natura* durante o armazenamento é um atributo de qualidade desejado, devido ao fato de que o escurecimento compromete seu aspecto visual e, conseqüentemente, sua aceitação pelo consumidor (CALEGARO; PEZZI; BENDER, 2002).

Os frutos que possuem coloração brilhante e forte são os mais aceitos pelo consumidor, embora a cor, geralmente, não contribua para um aumento efetivo na qualidade comestível ou valor nutritivo do produto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Com relação a coloração dos frutos *in natura* em função das diferentes concentrações de ácido cinâmico utilizadas, a Tabela 6 apresenta os resultados referentes ao componente colorimétrico L*, a Tabela 7 para o componente colorimétrico a* e a Tabela 8 para o componente colorimétrico b*.

Neste trabalho, os valores do componente colorimétrico L*, representados na Tabela 6, dos morangos *in natura* variaram de 29,03 a 35,90, dados esses

semelhantes aos encontrados por Malgarim, Cantillano e Coutinho (2006), ao armazenar sob refrigeração morangos cv. Camarosa, que foi de 30,42 a 34,32. Dos Reis et al. (2008) trabalhando com morango cv. Oso Grande armazenado sob refrigeração durante 12 dias, encontraram para o componente colorimétrico L* valores entre 26,99 e 32,37.

Tabela 6 - Valores do Componente Colorimétrico L* em Morangos *in natura* com Cobertura Comestível a Base de Pectina de Baixa Metoxilação e Tratados com Ácido Cinâmico, Armazenados a 5 ± 1 °C Durante 10 Dias.

Tratamentos	Dias de armazenamento						Média
	0	2	4	6	8	10	
Controle	35,90	31,98	31,18	30,54	30,53	33,83	32,33 A
50 mg L ⁻¹	35,90	29,03	30,49	31,35	31,99	32,81	31,93 A
100 mg L ⁻¹	35,90	31,24	30,34	31,73	32,04	31,27	32,09 A
150 mg L ⁻¹	35,90	31,50	31,23	30,50	33,19	30,78	32,18 A
200 mg L ⁻¹	35,90	31,20	31,51	31,63	32,85	31,82	32,49 A
Média	35,90 a	30,99 b	30,95 b	31,15 b	32,12 ab	32,10 ab	-

CV (%)= 11,16

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Houve diminuição do componente colorimétrico L* no decorrer de 4 dias de armazenamento, sendo que no primeiro dia, a média desse componente foi de 35,90 e no quarto dia, 30,95. Entre o dia 4 e o dia 8 para a média e as aplicações (exceto a aplicação de 150 mg L⁻¹), houve um aumento de 30,95 (dia 4) para 32,12 (dia 8). Para a aplicação de 150 mg L⁻¹, houve diminuição entre os dias 2 e 6 (comportamento do controle), aumentando para o dia 8 e diminuindo até o final do

armazenamento. O controle manteve-se constante entre os dias 6 e 8, aumentando após o dia 8.

Não foi verificada diferença significativa para o componente colorímetro L* dos frutos submetidos aos diferentes tratamentos para as médias ao longo do período de armazenamento.

Os valores do componente colorimétrico a*, representados na Tabela 7, dos morangos *in natura* variaram de 18,34 a 25,63, dados esses discordantes do trabalho realizado por Malgarim, Cantillano e Coutinho (2006), que ao armazenar sob refrigeração morangos cv. Camarosa encontraram para o componente colorimétrico a* valores entre 33,54 e 38,01. Discordando também dos dados encontrados no trabalho realizado por Dos Reis et al. (2008), que trabalhando com morango cv. Oso Grande armazenado sob refrigeração durante 12 dias, encontraram para o componente colorimétrico a* valores entre 31,50 e 36,40. Tais discordâncias remetem as diferentes cultivares.

Tabela 7 - Valores do Componente Colorimétrico a* em Morangos *in natura* com Cobertura Comestível a Base de Pectina de Baixa Metoxilação e Tratados com Ácido Cinâmico, Armazenados a 5 ± 1 °C Durante 10 Dias.

Tratamentos	Dias de armazenamento						Média
	0	2	4	6	8	10	
Controle	23,04	25,11	24,97	24,08	22,34	21,16	23,45 A
50 mg L ⁻¹	23,04	24,20	24,38	22,55	21,04	21,22	22,74 A
100 mg L ⁻¹	23,04	24,41	22,95	19,20	20,06	19,10	21,46 A
150 mg L ⁻¹	23,04	23,66	22,64	21,34	21,16	19,63	21,91 A
200 mg L ⁻¹	23,04	25,63	24,48	21,63	21,27	18,34	22,40 A
Média	23,04 abc	24,60 a	23,88 ab	21,76 bcd	21,18 cd	19,89 d	-

CV (%)= 9,92

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Houve aumento do componente colorimétrico a^* no decorrer dos dois primeiros dias. Entre o dia 2 e o dia 10 de armazenamento, houve diminuição entre nos tratamentos com a aplicação de 50 mg L^{-1} (aumento entre os dias 0 e 4, diminuição até o dia 8 e aumento até o final) e 100 mg L^{-1} (houve aumento entre os dias 6 e 8).

Não foi verificada diferença significativa para o componente colorímetro a^* dos frutos submetidos aos diferentes tratamentos para as médias.

Para os valores do componente colorimétrico b^* , representados na Tabela 8, dos morangos *in natura* houve variação de 12,23 a 20,62. Todos os tratamentos exceto a aplicação de 50 mg L^{-1} (aumento entre os dias 2 e 4) tiveram diminuição nesse componente até o dia 6, obtendo comportamento diferente entre si até o final do armazenamento.

Tabela 8 - Valores do Componente Colorimétrico b^* em Morangos *in natura* com Cobertura Comestível a Base de Pectina de Baixa Metoxilação e Tratados com Ácido Cinâmico, Armazenados a $5 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ Durante 10 Dias.

Tratamentos	Dias de armazenamento						Média
	0	2	4	6	8	10	
Controle	20,62	18,77	16,45	14,91	14,66	14,77	16,70 A
50 mg L^{-1}	20,62	15,40	16,32	15,07	14,80	14,33	16,09 A
100 mg L^{-1}	20,62	16,81	15,30	14,27	13,26	12,53	15,47 A
150 mg L^{-1}	20,62	16,40	14,82	13,30	14,96	12,33	15,41 A
200 mg L^{-1}	20,62	16,91	16,41	13,32	14,12	12,23	15,60 A
Média	20,62 a	16,86 ab	15,86 b	14,17 b	14,36 b	13,24 b	-

CV (%)= 23,53

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Malgarim, Cantillano e Coutinho (2006), ao armazenar sob refrigeração morangos cv. Camarosa, encontraram para o componente colorimétrico b^* valores entre 16,35 e 23,17. No trabalho realizado por Dos Reis et al. (2008) com morango cv. Oso Grande armazenado sob refrigeração durante 12 dias, foram encontrados para o componente colorimétrico b^* valores entre 13,40 e 18,60.

Não foi verificada diferença significativa para o componente colorímetro b^* dos frutos submetidos aos diferentes tratamentos para as médias.

5.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Todas as análises microbiológicas do dia 0 (contagem inicial) foram feitas com o fruto sem o revestimento da cobertura e sem as aplicações de ácido cinâmico.

5.2.1 Contagem de Bactérias Mesófilas e Psicotróficas

As bactérias mesófilas estão presentes predominantemente em frutas que tem o cultivo e coleta em países de clima quente, como o Brasil. O morango apresenta elevada atividade de água e alta taxa de nutrientes, tornando-o alvo de micro-organismos (PEREIRA et al., 2010). Geralmente, desenvolvem-se na presença de oxigênio, multiplicando-se quando a temperatura do ambiente está entre 20 e 45 °C, tendo a temperatura ótima entre 35 a 37 °C (FORTUNA, 2007).

Na Tabela 9 é apresentada a contagem de bactérias mesófilas encontradas nos morangos *in natura* com cobertura comestível a base de pectina de baixa metoxilação e tratados com concentrações de ácido cinâmico.

Tabela 9 - Contagem Total de Bactérias Mesófilas (log UFC g⁻¹) Obtida em Morangos *in natura* com Cobertura Comestível a Base de Pectina de Baixa Metoxilação e Tratados com Ácido Cinâmico, Armazenados a 5 ± 1 °C Durante 10 Dias.

Tratamentos	Dias de armazenamento			
	Dia 0	Dia 03	Dia 06	Dia 10
Controle	5,41	6,35	6,67	7,30
50 mg L ⁻¹		6,20	6,40	8,56
100 mg L ⁻¹		6,22	6,58	7,46
150 mg L ⁻¹		6,24	6,47	7,57
200 mg L ⁻¹		6,11	6,69	7,74

Verificou-se que ao final de três dias de armazenamento, o tratamento mais eficiente para os frutos *in natura* foi a aplicação da dose 200 mg L⁻¹ de ácido cinâmico, onde os frutos apresentaram população de 6,11 log UFC g⁻¹. Ao final de seis dias de armazenamento, o tratamento mais eficiente, apresentando frutos com 6,40 log UFC g⁻¹ foi a aplicação de 50 mg L⁻¹ de ácido cinâmico. Os frutos *in natura* do controle foram os que apresentaram menor desenvolvimento de micro-organismos mesófilos (7,30 log UFC g⁻¹) ao final do período de armazenamento.

A RDC n° 12, de 02 de janeiro de 2001 da ANVISA (BRASIL, 2001) não estabelece limites para mesófilos para morangos *in natura*. As legislações da Alemanha e da França especificam, no ponto de venda final de frutos para o consumo, o limite de 7,7 log UFC g⁻¹ para mesófilos (LEGNANI; LEONI, 2004). Com tal limite, apenas a amostra com a aplicação de 50 mg L⁻¹ de ácido cinâmico no dia 10 de armazenamento estaria inapta para o consumo.

As frutas frescas possuem contagem inicial de mesófilos em sua superfície entre 4 a 6 log UFC g⁻¹, porém a contagem pode ser ainda maior se os frutos não forem manipulados de maneira adequada (CARVALHO, 2006).

A presença de bactérias aeróbias mesófilas em grande quantidade indica que a matéria-prima possa estar contaminada; a limpeza e sanitização de superfícies foram realizadas de forma inadequada; condições inadequadas para o binômio

tempo/temperatura durante a conservação ou produção de um determinado alimento, ou uma combinação destes exemplos (FORTUNA, 2007).

Mas a grande quantidade dessas bactérias não significa a presença de patógenos e que o produto não tenha sofrido alterações nas condições sensoriais do alimento (cor, aroma, sabor), um número elevado de micro-organismo indica que o alimento está insalubre, ou seja, inapto para consumo (FRANCO; LANDGRAF, 2003).

No estudo realizado por Nascimento e Silva (2010), a contaminação inicial nas amostras de morango *in natura* foi de 5,95 log UFC g⁻¹ para aeróbios mesófilos, possuindo uma contaminação inicial maior em relação aos dados encontrados.

Os micro-organismos psicotróficos assim como os mesófilos precisam do oxigênio para que eles se multipliquem, mas estes são capazes de se desenvolverem a 7° C ou menos, independento da temperatura ótima de crescimento para cada micro-organismo deste grupo (COLLINS, 1981).

Na Tabela 10 é apresentada a contagem de bactérias psicotróficas encontradas nos morangos *in natura* com cobertura comestível à base de pectina de baixa metoxilação e tratados com doses de ácido cinâmico.

Tabela 10 – Contagem Total de Bactérias Psicotróficas (log UFC g⁻¹) Obtida em Morangos *in natura* com Cobertura Comestível a Base de Pectina de Baixa Metoxilação e Tratados com Ácido Cinâmico, Armazenados a 5 ± 1 °C Durante 10 Dias.

Tratamentos	Dias de armazenamento			
	Dia 0	Dia 03	Dia 06	Dia 10
Controle	5,19	5,50	5,62	6,68
50 mg L ⁻¹		5,46	5,77	7,04
100 mg L ⁻¹		5,49	5,57	6,79
150 mg L ⁻¹		5,40	5,54	6,73
200 mg L ⁻¹		5,48	5,52	6,83

Verificou-se que ao final de três dias de armazenamento, o tratamento mais eficiente para os frutos *in natura* foi a aplicação da dose 150 mg L⁻¹ de ácido cinâmico, onde os frutos apresentaram população de 5,40 log UFC g⁻¹. Ao final de seis dias de armazenamento, o tratamento mais eficiente, com população nos frutos de 5,52 log UFC g⁻¹, foi a aplicação de 200 mg L⁻¹ de ácido cinâmico. Os frutos *in natura* do controle foram os que apresentaram menor desenvolvimento de micro-organismos psicotróficos (6,68 log UFC g⁻¹) ao final do período de armazenamento.

Segundo Mello Júnior (2005), para que um fruto esteja contaminado por psicotróficos deteriorantes é necessário uma população maior que 7 log UFC g⁻¹ de micro-organismos, resultado encontrado apenas após dez dias de armazenamento nos frutos com aplicação de 50 mg L⁻¹ de ácido cinâmico, tornando-se o único tratamento inapto para consumo em relação aos psicotróficos.

5.2.2 Contagem de Coliformes 35 °C

Na Tabela 11 é apresentada a contagem de coliformes 35 °C encontrados nos morangos *in natura* com cobertura comestível à base de pectina de baixa metoxilação e tratados com concentrações de ácido cinâmico.

Tabela 11 - Contagem Total de Coliformes 35 °C (log UFC g⁻¹) Obtida em Morangos *in natura* com Cobertura Comestível a Base de Pectina de Baixa Metoxilação e Tratados com Ácido Cinâmico, Armazenados a 5 ± 1 °C Durante 10 Dias.

Tratamentos	Dias de armazenamento			
	Dia 0	Dia 03	Dia 06	Dia 10
Controle	1,60	1,60	1,74	1,87
50 mg L ⁻¹		< 1	1,30	1,69
100 mg L ⁻¹		< 1	1,81	1,84
150 mg L ⁻¹		< 1	< 1	1,17
200 mg L ⁻¹		< 1	< 1	1,60

Verificou-se que ao final dos dez dias de armazenamento, o tratamento mais eficiente para os frutos *in natura* foi a aplicação da dose 150 mg L⁻¹ de ácido cinâmico, apresentando uma população de 1,17 log UFC g⁻¹. Os frutos *in natura* do controle foram os que apresentaram maior desenvolvimento de coliformes totais (1,87 log UFC g⁻¹) ao final do período de armazenamento.

No estudo realizado por Nascimento e Silva (2010), a contaminação inicial nas amostras de morango *in natura* foi menor que 1,35 log UFC g⁻¹ para coliformes totais, valor menor em relação ao encontrado neste trabalho.

No estudo realizado por Guimarães (2013) na conservação pós-colheita de frutos de diferentes cultivares do morangueiro, não foi detectada a presença de coliformes 35 °C em níveis significativos nos frutos de nenhuma das cultivares estudadas.

Ambos os trabalhos apresentados acima possuem contagem de coliformes 35 °C semelhantes aos dados encontrados neste trabalho.

Os morangos *in natura* estão dentro do padrão microbiológico estabelecido pela resolução RDC n° 12, de 02 de janeiro de 2001 da ANVISA (Brasil, 2001) para morangos frescos e similares, *in natura*, inteiros, selecionados ou não. O qual reflete que as condições de higiene para coliformes termo tolerantes estão desejáveis, uma vez que a contaminação é inferior ao limite (3,3 log UFC g⁻¹).

As Placas 3M™ Petrifilm™ para Contagem de Coliformes 35 °C contêm nutrientes do meio Vermelho Violeta Bile (VRB), permitindo identificar tanto coliformes 35 °C como coliformes termo tolerantes. O filme superior retém o gás formado pelos coliformes e *E.coli* que são fermentadores de lactose (3M COMPANY, 2016).

5.2.3 Contagem de Bolores e Leveduras

Na Tabela 12 é apresentada a contagem de bolores e leveduras encontrados nos morangos *in natura* com cobertura comestível à base de pectina de baixa metoxilação e tratados com concentrações de ácido cinâmico.

Tabela 12 - Contagem Total de Bolores e Leveduras ($\log \text{UFC g}^{-1}$) Obtida em Morangos *in natura* com Cobertura Comestível a Base de Pectina de Baixa Metoxilação e Tratados com Ácido Cinâmico, Armazenados a 5 ± 1 °C Durante 10 Dias.

Tratamentos	Dias de armazenamento			
	Dia 0	Dia 03	Dia 06	Dia 10
Controle	5,12	5,91	6,18	6,27
50 mg L ⁻¹		5,81	5,81	7,50
100 mg L ⁻¹		5,58	6,41	7,90
150 mg L ⁻¹		5,60	6,19	6,43
200 mg L ⁻¹		5,56	6,38	7,42

Verificou-se que ao final de três dias de armazenamento, o tratamento mais eficiente para os frutos *in natura* foi a aplicação da dose 200 mg L⁻¹ de ácido cinâmico, apresentando uma população de 5,56 $\log \text{UFC g}^{-1}$. Ao final de seis dias de armazenamento, o tratamento mais eficiente que apresentou frutos com 5,81 $\log \text{UFC g}^{-1}$ foi a aplicação de 50 mg L⁻¹ de ácido cinâmico. Os frutos *in natura* do controle foram os que apresentaram menor desenvolvimento para bolores e leveduras (6,27 $\log \text{UFC g}^{-1}$) ao final do período de armazenamento, devido ao tempo de exposição a temperatura ambiente que foi maior para os frutos que receberam a cobertura, pois a amostra controle foi a primeira amostra a ser armazenada sob refrigeração.

No estudo realizado por Nascimento e Silva (2010), a contaminação inicial nas amostras de morango *in natura* foi de 5,55 $\log \text{UFC g}^{-1}$ para bolores e leveduras. Ponce et al. (2010) obtiveram valores de contaminação inicial para fungos em

morango com $5,8 \log \text{ UFC g}^{-1}$ quando a lavagem dos morangos *in natura* foi realizada com água destilada.

Para ambos os trabalhos apresentados acima a contaminação inicial para bolores e leveduras foi maior que a contaminação inicial do presente trabalho.

A RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 da ANVISA (BRASIL, 2001) não estabelece limites para bolores e leveduras para morangos *in natura*. Apesar disso, frutas *in natura* contendo contagens iniciais maiores de 10^6 UFC g^{-1} são considerados impróprios para o consumo humano (VERZELETTI; FONTANA; SANDRI, 2010).

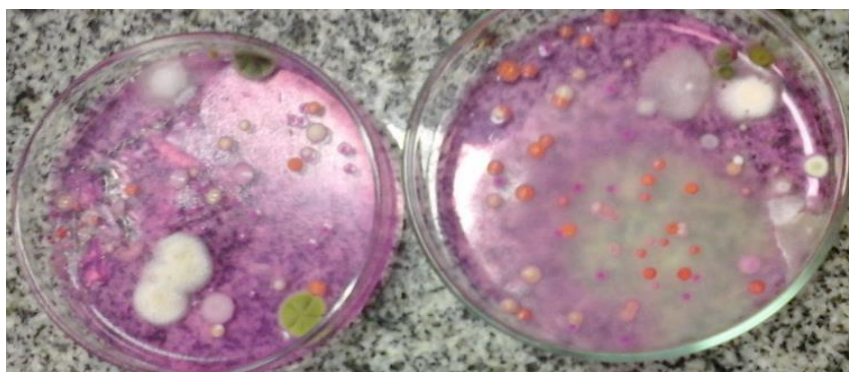


Figura 10 - Contagem de Bolores e Leveduras no Décimo Dia de Armazenamento para os morangos com a Aplicação de 200 mg L^{-1} de Ácido Cinâmico. Fonte: autoria própria.

6 CONCLUSÃO

Em relação às análises físico-químicas, os frutos de todos os tratamentos apresentaram-se dentro dos padrões de qualidade estudados neste trabalho durante os dez dias de armazenamento.

Apenas os frutos tratados com 50 mg L⁻¹ de ácido cinâmico se mostraram inaptos a serem consumidos no décimo dia de armazenamento, devido a contagem alta de mesófilos e psicrotróficos. Em relação aos coliformes 35 °C, todos os frutos para todos os tratamentos estavam aptos para o consumo, segundo a legislação brasileira, durante os dez dias de armazenamento.

Entre os tratamentos, os frutos que apresentaram as melhores características físico-químicas em relação às aplicações de ácido cinâmico para o pós-colheita, foram os tratados com 150 mg L⁻¹ de ácido cinâmico.

A vida útil foi estendida pelo fato de serem mantidos os parâmetros (físico-químicos e microbiológicos) para os dias de armazenamento nas condições estudadas.

REFERÊNCIAS

3M COMPANY (Sumaré). **Guia de Interpretação 3M™ Petrifilm™**. Disponível em: <<http://multimedia.3m.com/mws/media/586857O/guia-interpr-petrifilm-ecoli-e-coliformes.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2016.

ALIGLERI, M. Folha de Londrina. **Jaboti: a capital paranaense dos morangos**. 2014. Disponível em: <http://www.folhadelondrina.com.br/?id_folha=2-1--551-20140806>. Acesso em: 23 abr. 2016.

ALZAMORA, S. M. Fundamentos del método de conservación por factores combinados. In: MAUPOEY, P. F.; GRAU, A. A.; BOIX, A. C. (Ed.) **Aplicación de factores combinados en la conservación de alimentos**. Valencia, Universidad Politécnica de Valencia, Servicio de Publicaciones, p. 1-26, 1994.

ALZAMORA, S. M.; TAPIA, M. S.; LÓPEZ-MALO, A.; WELTI-CHANES, J. The control of water activity. In: ZEUTHEN, P.; BOGH-SORENSEN, L. (Ed.) **Food preservation techniques**. Cambridge, Woodhead Publishing, p. 126-153, 2003.

AMAL, S. H. A.; EL-MOGY, M. M.; ABOUL-ANEAN, H. E.; ALSANIUS B. W. Improving strawberry fruit storability by edible coating as a carrier of thimol or calcium chloride. **Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants**, v.2, n.3, p.88-97, 2010.

ANTUNES, L. E. C.; REISSER JÚNIOR, C. Produção de morangos. **Jornal da Fruta**, Lages, v. 15, n. 191, p. 22-24, 2007.

ANTUNES, L. E. C.; RISTOW, A. C.; KROLOW, A. C. R.; CARPENEDO, S.; JÚNIOR, C. R. Yield and quality of strawberry cultivars. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 222-226, 2010.

AOAC. **Official Method**: Coliform and *Escherichia coli* Counts in Foods, v. 14, p. 991, 2012.

APHA. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 4º Edição – American Public Health Association, 2001.

ARAÚJO, J.M. **Química de alimentos: teoria e prática**. 2 ed. Viçosa, Editora UFV, p. 416, 1999.

AUGER, C. LAURENT, N.; LAURENT, C.; BENSANÇON, P.; CAPORICCIO, P.; TEISSÉDRE, P. L.; ROUANET, J. M. Hydroxycinnamic acids do not prevent aortic atherosclerosis in hypercholesterolemic Golden Syrian hamsters. **Life Sciences**, v. 74, n. 19, p. 2365-2377, 2004.

AZEREDO, Henriette Monteiro Cordeiro de. Alterações microbiológicas em alimentos durante a estocagem. In: AZEREDO, Henriette Monteiro Cordeiro de. **Fundamentos da estabilidade de alimentos**. 2. ed. Brasília, DF, Editora Técnica, p. 20-25, 2012.

BAKER, R. A.; BALDWIN, E. A.; NISPEROS-CARRIEDO, M. O. Edible coatings and films for processed foods. In KROCHTA, J. M. Edible Coatings and Films to Improve Food Quality. **Technomic Publishing Co**, Lancaster, Pennsylvania, p. 89-104, 1994.

BEIRÃO-DA-COSTA, S. M. M. **Conservação de Maçã Bravo de Esmolfe por Aplicação de Filmes Edíveis**. In: Instituto Superior de Agronomia. Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, p. 69, 1998.

BERBARI, S. A. G.; NOGUEIRA, J. N.; CAMPOS, S. D. da S. **Efeito de diferentes tratamentos pré- congelamento sobre a qualidade do morango var. Chandler congelado**. 1997. 12 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia de Hortifrutícolas, Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, 1997.

BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.H. **Introdução à química de alimentos**. São Paulo: Varela, p. 223, 1992.

BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001**. Brasília, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos Físico-químicos para análise de alimentos**. Brasília: Ministério da Saúde, p. 1018, 2005.

BRECHT, J. K.; SALTVEIT, M. E.; TALCOTT, S. T.; MORETTI, C. L. Alterações metabólicas. In: MORETTI, C. L. **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. 19. ed. Brasília: Embrapa Hortaliças e SEBRAE, cap. 2. p. 41-100, 2007.

BRECHT, J. K.; CHAU, K. V.; FONSECA, S. C.; OLIVEIRA, F. A. R.; SILVA, F. M.; NUNES, M. C. N.; BENDER, R. J. Maintaining optimal atmosphere conditions for fruits and vegetables throughout the postharvest handling chain. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 27, n. 1, p. 87-101, 2003.

CABRITA, M. J.; DA SILVA, J. R.; LAUREANO, O. Os compostos polifenólicos das uvas e dos vinhos. In: I SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE VITIVINICULTURA. **Anais...** Ensenada, México, 2003.

CAJAMARCA, S. M. N. **Ozonização como método alternativo na conservação de morango produzido em sistema orgânico**. Dissertação de Mestrado (Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária). Universidade de Brasília, Brasília, 2015. 102p.

CALEGARO, J.M.; PEZZI, E.; BENDER, R.J. Utilização de atmosfera modificada na conservação de morangos em pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.8, p.1049-1055, jul-ago, 2002.

CAMIRAND, W. M.; KROCHTA, J. M.; PAVLATH, A. E.; WONG, D.; COLE, M. E. Properties of some edible carbohydrate polymer coatings for potential use in osmotic dehydration. **Carbohydrate Polymers**, Great Yarmouth, v. 17, n. 1, p. 39-49, 1992.

CANIZARES, Diego. **Efeito da adição de revestimentos comestíveis sobre a qualidade de mamão desidratado após a secagem e durante o armazenamento**. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de São José do Rio Preto, São José do Rio Preto, 2013.

CANTILLANO, Flores; FERNANDO, Rufino. **Qualidade físico-química e sensorial de cultivares de morango durante o armazenamento refrigerado**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 30 p., 2008.

CARVALHO, A. A. T. **Atividade inibitória de biovicina HC5 sobre Bactérias deteriorantes de polpa de manga**. Tese apresentada para obtenção de título de Meginter Scientiaeo grau de mestre. Universidade Federal de Viçosa: Minas Gerais, 2006.

CASTRO, R.L. de. Melhoramento genético do morangueiro: avanços no Brasil. SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2, ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 1 ed. **Anais...** Raseira, et al. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, p. 296, 2004.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças: Fisiologia e Manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA - Universidade Federal de Lavras, 2005. 783 p.

CIE – **Commission Internationale de l’Eclairage**. Colorimetry. Vienna: CIE publication, 2 ed., 1996.

COLLINS, E. B. Heat psychrotropic microorganisms. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 64, n. 1, p. 157-160, jan. 1981.

CONTI, J. H.; MINAMI, K.; TAVARES, F. C. A. Produção e qualidade de frutos de morango em ensaios conduzidos em Atibaia e Piracicaba. **Horticultura Brasileira**, v. 20, p 10-17, 2002.

CORDENUNSI, B. R.; NASCIMENTO, J. R. O.; LAJOLO, F. M. Physico-chemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. **Food Chemistry**, New York, v. 83, n. 2, p. 167-173, 2003.

COSTA, R. C.; CALVETE, E. O.; REGINATTO, F. H.; CECCHETTI, D.; LOSS, J. T.; RAMBO, A.; TESSARO, F. Telas de sombreamento na produção de morangueiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 98-102, 2011.

CRQ-IV. Conselho Regional de Química 4ª Região. **Minicursos CRQ-IV: Microbiologia de Alimentos (arquivo 2)**. São Paulo: Conselho Regional de Química 4ª Região, p. 1-8, 2008.

CUSHNIE, T. P. T.; LAMB, A. J. Antimicrobial activity of flavonoids. **International Journal of Antimicrobial Agents**, v. 26, p. 343-356, 2005.

DA SILVA, M. C. R.; SCHMIDT, V. C. R. Avaliação da vida-de-prateleira de morangos recobertos com biofilme de acetato de amido e acetato de amido com adição de sorbato de potássio. In: **Anais** do XI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica. São Paulo: Blucher, p. 1698-1703, 2015.

DOS REIS, K. C. DE SIQUEIRA, H. H.; ALVES, A. de P.; SILVA, J. D.; LIMA, L. C. de O. Efeito de diferentes sanificantes sobre a qualidade de morango cv. Oso Grande. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 196-202, jan./fev., 2008.

EMPÍS, J.; MOLDÃO-MARTINS, M. **Produtos Horto frutícolas Frescos ou Minimamente Processados**. Sociedade Portuguesa de Inovação, p. 107, 2000.

FDA (Food and Drug Administration). **Food additives permitted for direct addition to food for human consumption: Synthetic flavoring substances and adjuvants**. Washington, 2015. Disponível em: <<http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?fr=172.515>>. Acesso em: 14 jun. 2016.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agro tecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3 ed. São Paulo, UFV, p. 421, 2008.

FORTUNA, D. B.S. **Avaliação da Qualidade Microbiológica e Higiênico-Sanitária da água de Coco Comercializada em Carrinhos Ambulantes nos Logradouros do Município de Teixeira de Freitas-Ba**. Monografia para obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas. Universidade do Estado da Bahia, Teixeira de Freitas, 2007.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDCRAF, U. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: **Atheneu**, 2003.

GALEGÁRIO, F. F.; AMARO, M.; WEIHMANN, C. R.; SANHUEZA, R. M. V.; FREIRE, J. de M.; DO AMARANTE, C. V. T. **Sistema de produção de morango para mesa na região da serra gaúcha e encosta superior do nordeste**, 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MesaSerraGaucha/index.htm>>. Acesso em: 06 nov. 2014.

GARCÍA, J. M. MEDINA, R. J.; OLÍAS, J. M. Quality of strawberries automatically packed in different plastic films. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 63, n. 6, p. 1037-1041, 1998.

GOTO, R.; TIVELLI, S. B. **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: Fundações Editoras da UNESP. 1998. 319p.

GUILBERT, S. **Technology and application of edible protective film's in food packaging and preservation: theory and practice**. New York: Elsevier Applied Science, p. 371-394, 1986.

GUIMARÃES, A. G. **Produtividade, qualidade e conservação pós-colheita de frutos de diferentes cultivares de morangueiro**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2013. 98 p.

GRANT, W. D. Life at low water activity. **Philosophical Transactions of the Royal Society – B: Biological Sciences**, London, GB, v. 359, p. 1249-1267, 2004.

GUNNESS, P.; Kravchuk, O.; NOTTINGHAM, S. M.; D'ARCY, B. R.; GIDLEY, M. J. Sensory analysis of individual strawberry fruit and comparison with instrumental analysis. **Postharvest Biology and Technology**, v. 52, p. 164-172, 2009.

HANNUM, S. M. Potential impact of strawberries on human health: a review of the Science. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 44, p. 1-17, 2004.

HARISSON, F. E.; MAY, J.M. Vitamin C functions in the brain: Vital role of the ascorbate transporter SVCT2. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 46, p. 719-730, 2009.

HARDENBURG, R. E.; WATADA, A. E.; WANG, C. Y. **The commercial storage of fruits, vegetables and florist nursery stocks**. Agriculture Handbook nº66 (revised). United States Department of Agriculture, 136 p., 1986.

HARDER, M. N. C. **Efeito do urucum (*Bixa orellana L.*) na alteração de características de ovos de galinhas poedeiras**. 74 p. Dissertação de Mestrado. ESALQ/USP. Brasil, 2005.

ISO. **International Organization for Standardization**, v. 1, p. 21527, 2008.

ISO. **International Organization for Standardization**, v. 1, p. 4833, 2013.

JAY, J. E. **Microbiologia de alimentos**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 710 p.

JEFFREY, K. et al. Fisiologia pós-colheita de tecidos vegetais comestíveis. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R.. **Química dos Alimentos**. 4. ed. Porto Alegre, Artmed Editora S. A, Cap. 17, p. 760-805, 2010.

JOLIE, R. P.; DUVETTER, T.; VAN LOEY, A. M.; HENDRICKX, M. E. Pectin methylesterase and its proteinaceous inhibitor: a review. **Carbohydrate Research**, v. 345, n. 18, p. 2583-2595, 2010.

KIM, H. O.; PARK, S. W.; PARK, H. D. Inactivation of *E. coli* O157:H7 by cinnamic aldehyde purified from *Cinnamomum cassia* shoot. **Food Microbiology**, v. 21, p. 105–110, 2004.

KOUASSI, Y.; SHELEF, L.A. Inhibition of *Listeria monocytogenes* by cinnamic acid: possible interaction of the acid with cystenyl residues. **Journal Food Safety**, v.18, p. 231-242, 1998.

KROLOW, A. C. R.; SCHWENGBER, J. E.; FERRI, N. L. Avaliações físicas e químicas de morango cv. Aromas produzidos em sistema orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Pelotas, v. 2, n. 2, p.1732-1735, out. 2007.

LEGNANI, P. P.; LEONI, E. Effect of processing and storage conditions on the microbiological quality of minimally processed vegetables. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 39, n. 10, p. 1061-1068, 2004.

LEWICKI, P.P.; LENART, A.; PAKULA, W. Influence of artificial semi-permeable membranes on the process of osmotic dehydration of apples. **Food Technology and Nutrition**, v. 16, p. 17-24, 1984.

MALGARIM, M. B.; CANTILLANO, R. F. F.; COUTINHO, E. F. Sistemas e condições de colheita e armazenamento na qualidade de morangos cv. Camarosa. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 28, n. 2, p. 185-189, Agosto 2006.

MAY, C.D. Pectins. In: IMESON, A. (Ed.). **Thickening and gelling agents for food**. Cambridge: Blackie Academic and Professional, p. 124-152, 1992.

MELO, E. A.; GUERRA, N. B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presente em alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciências e Tecnologia em Alimentos**, v. 36, n. 1, p. 1-11, 2002.

MELLO JÚNIOR, A. S. **Influência da contagem de células somáticas e microrganismos psicotróficos na geleificação e sedimentação do leite UHT**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005. 63 p.

MOSQUEDA-MELGAR, J.; RAYBAUDI-MASSILIA, R.M.; MARTÍN-BELLOSO, O. Combination of high-intensity pulsed electric fields with natural antimicrobials to inactivate pathogenic microorganisms and extend the shelf-life of melon and watermelon juices. **Food Microbiology**, n.25, p.479-491, 2008.

NASCIMENTO, M. S.; SILVA, N. Tratamentos químicos na sanitização de morango (*Fragaria vesca* L). **Braz. J. Food. Technol. Preprint Series**, n. 387, 2010.

NIISPEROS-CARRIEDO, M. O. Edible coatings and films based on polysaccharides. In: KROCHTA, J.M.; BALDWIN, E.A.; NISPEROS-CARRIEDO, M.O. (Ed.). **Edible coatings and films to improve food quality**. Lancaster: Technomic Publishing, p. 305-335, 1994.

NUNES, M. C. N.; BRECHT, J. K.; MORAIS, A. M. M. B.; SARGENT, S. A. Physicochemical changes during strawberry development in the field compared with those that occur in harvested fruit during storage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 86, p. 180-190, 2006.

OAKENFULL, D. Gelling agents. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **Boca Raton**, v. 26, n.1, p. 1-21, 1987.

OH, M. M.; CAREY, E. E.; RAJASHEKARA, C. B. Environmental stresses induce health-promoting phytochemicals in lettuce. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 47, p. 578-583, 2009a.

OH, M. M.; TRICK H. N.; RAJASHEKARA, C .B. Secondary metabolism and antioxidants are involved in environmental adaptation and stress tolerance in lettuce. **Journal of Plant Physiology**, v. 166, p. 180-191, 2009b.

OLIVEIRA, F. E. da R. **Qualidade de pêssegos ‘Diamante’ (*Prunus pérsica* (L.) *Batsch*) submetidos ao 1-metilciclopropeno**. Dissertação (Mestrado em Agroquímica e Agrobioquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2005. 68 p.

OLIVEIRA, R. P; SCIVITTARO, W. B. Produção de frutos de morango em função de diferentes períodos de vernalização das mudas. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 91–95, 2009.

ORNELAS-PAZ, J. De J.; YAHIA, E. M.; GARDEA, A. Changes in external and internal colour during postharvest ripening of ‘Manila’ and ‘Ataulfo’ mango fruit and relationship with carotenoid content determined by liquid chromatography-APCl+ time-of-flight mass spectrometry. **Postharvest Biology and Technology**, v. 50, p. 145-152, 2008.

PÁDUA, J. G.; ROCHA, L. C. D.; GONÇALVES, E. D.; DE ARAÚJO, T. H.; DO CARMO, E. L.; COSTA, R. Características físico-químicas de frutos de cultivares do morangueiro. In: 3º Simpósio Nacional Do Morango, 2006, Pelotas; 2º Encontro Sobre Pequenas Frutas E Frutas Nativas Do Mercosul, 2006, Pelotas, **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006.

PELAYO-ZALDÍVAR, C. P.; EBELER, U. E.; KADER, A. A. Cultivar and harvest date effects on flavor and other quality attributes of California strawberries. **Journal of Food Quality**, v.28, n.1, p.78-97, 2005.

PEREIRA, G. V. M. Diversidade fenotípica de bactérias presentes em frutos de morango (*Fragaria ananassa*) orgânico. In: XIX Congresso de pós-graduação da Universidade Federal de Lavras. 2010, Lavras, **Anais...** Lavras, 2010.

PINELI, L. L. O.; ROCHA, T. O.; MORETTI, C. L.; CAMPOS, A. B.; BRASILEIRO, A. V.; GLEICY, G.; SANTANA, M. A.; SANTOS, M. S.; CAMPOS, N. A. Caracterização

física, química e sensorial de morangos 'Osogrande' e 'Camino Real' armazenados a 5 e a 15°C. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, p. S5497-S5501, jul-ago, 2008.

PONCE, A. R.; BASTIANI, M. I. D.; MINIM, V. P.; VANETTI, M. C. D. Características físico-químicas e microbiológicas de morango minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, n.1, p. 113-118. 2010.

RAYBAUDI-MASSILIA, R.M.; MOSQUEDA-MELGAR, J.; MARTÍN-BELLOSO, O. Edible alginate-based coating as carrier of antimicrobials to improve shelf-life and safety of fresh-cut melon. **International Journal of Food Microbiology**, v.121, p. 313-327, 2008.

REVISTA HIDROPONIA (Novo Hamburgo, RS). **Mudança e modernização do sistema de cultivo de morangos semi- hidropônico**. 2015. Disponível em: <<http://www.revistahidroponia.com.br/noticias/noticia.php?noticia=28656>>. Acesso em: 23 abr. 2016.

ROBERSTON, G. L. Food quality and índices of failure. In: ROBERSTON, G. L. (Ed.). **Food packaging and shelf life: a practical guide**. Boca Raton: CRC, p. 17-30, 2009.

ROLLER, S.; SEEDHAR, P. Carvacrol and cinnamic acid inhibit microbial growth in fresh- cut melon and kiwifruit at 4° and 8°C. **Letters Appl. Microbiol**, n.35, p.390-394, 2002.

SÁ, N. M. dos S. M. **Efeito do processamento sobre a composição de compostos fenólicos presentes no suco de caju**. 62 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

SAAVEDRA, M. J.; BORGES, A.; DIAS, C.; AIRES, A.; BERNETT, R. N.; ROSA, E. S.; SIMÕES, M. Antimicrobial activity of phenolics and glucosinolate hydrolysis products and their synergy with streptomycin against pathogenic bacteria. **Med. Chem.**, v. 6, p. 174–183, 2010.

SAPERS, G.M.; COOKE, P. H.; HEIDEL, A. E.; MARTIN, S. T.; MILLER, R. L. Structural changes related to texture of pre-peeled potatoes. **Journal of Food Science**, v. 62, p. 797-803, 1997.

SHI, Y.; CHEN, Q. X.; WANG, Q.; SONG, K. K.; QIU, L. Inhibitory effects of cinnamic acid and its derivatives on the diphenolase activity of mushroom (*Agaricus bisporus*) tyrosinase. **Food Chemistry**, v. 92, p. 707–712, 2005.

SILVA, L. F.; ESCRIBANO-BAILÓN, M. T.; PÉREZ, J. J.; RIVAS-GONZALO, J. C.; SANTOS-BUELGA, C. Anthocyanin pigments in strawberry. **LWT – Food Science and Technology**, v. 40, p. 374-832, 2007.

SILVA, P. A. **Qualidade dos morangos cultivados na região de Lavras, MG, armazenados em temperatura ambiente**. Dissertação (Mestrado em Agroquímica e Agro bioquímica). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007. 71 p.

SINGH, N.; SINGH, R. K.; BHUNIA, A. K; STROSHINE, R. L. Effect of inoculation and washing methods on the efficacy of different sanitizers against *Escherichia coli* O157:H7 on lettuce. **Food Microbiology**, v. 19, p. 183-193, 2002.

TERUEL, B.; CORTEZ, L.; FILHO, L. N. Estudo comparativo do resfriamento de laranja Valência com ar forçado e com água. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 2, p. 174 – 178, 2003.

TRESSLER, D. K.; JOSLYN, M. A. **Fruits and vegetables juice processing technology**. Westport: Conn. Avi, p. 1028, 1961.

VANZELA, E. L.; DO NASCIMENTO, P.; FONTES, E. A. F.; MAURO, M. A.; KIMURA, M. Edible coatings from native and modified starches retain carotenoids in pumpkin during drying. **LWT – Food Science and Technology**, v. 50, p. 420-425, 2013.

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.

XU, S.; XU, L. D.; CHEN, X. Determining optimum edible films for kiwifruits using an analytical hierarchy process. **Computers & Operations Research**, v. 30, p. 877-886, 2003.

WILLS, R. B. H. Enhancement of senescence in nonclimateric fruit and vegetables by low ethylene levels. **Acta Horticulturae**, v. 464, p. 159-162, 1998.

ZHANG, D.; QUANTICK, P. C. Antifungal effects of chitosan coating on fresh strawberries and raspberries during storage. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 73, p. 763-767, 1998.

ZHONG, Yu; CAVENDER, G.; ZHAO, Y. Investigation of different coating application methods on the performance of edible coatings on Mozzarella cheese. **LWT – Food Science and Technology**, v. 56, p. 1-8, 2014.