

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE NUTRIÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO E ALIMENTOS**



Dissertação

**Compostos bioativos e características físico-químicas de
morangos cv. Camarosa minimamente processados submetidos a
revestimentos à base de gelatina, xantana e óleo de canola**

ALESSANDRA OLIVEIRA DA SILVA HAERTEL

Pelotas - RS, 2013

ALESSANDRA OLIVEIRA DA SILVA HAERTEL

Compostos bioativos e características físico-químicas de morangos cv. Camarosa minimamente processados submetidos a revestimentos à base de gelatina, xantana e óleo de canola

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação
em Nutrição e Alimentos da
Universidade Federal de Pelotas,
como requisito parcial à
obtenção do título de Mestre

Orientador: Prof. Phd Rui Carlos Zambiasi
Co-orientadora: Profa. Dra. Márcia de Mello Luvielmo

Pelotas-RS, 2013

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

H136c Haertel, Alessandra Oliveira da Silva

Compostos bioativos e características físico-químicas de morangos cv. camarosa minimamente processados, submetidos à revestimentos a base de gelatina, xantana e óleo de canola / Alessandra Oliveira da Silva Haertel ; Rui Carlos Zambiasi, orientador ; Márcia de Mello Luvielmo, coorientadora. — Pelotas, 2014.

96 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos, Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Pelotas, 2014.

1. Morango fragaria anassa duch. 2. Revestimento comestível. 3. Goma xantana. 4. Sorbitol. 5. Lipídeos. I. Zambiasi, Rui Carlos, orient. II. Luvielmo, Márcia de Mello, coorient. III. Título.

CDD : 641.1

*Dedico a minha amada avó
Maria Clara Oliveira da Silva (In Memoriam)
por ter sido meu exemplo de vida.*

AGRADECIMENTOS

Às minhas filhas Maria Clara e Antônia, por ser a razão de eu não ter desistido, pela paciência e compreensão nos momentos em que eu não estive presente.

Ao meu marido Cláudio, pelo amor, estímulo, força, e por ter cuidado tão bem ou até melhor do que eu, das nossas guriinhas, nos momentos em que precisei me ausentar.

Aos meus pais José Paulo e Mírian, e irmãs Letícia e Michelle, por sempre estarem presentes na minha vida, e por terem me ensinado que a família sempre é nosso porto seguro, a de origem e a que criamos.

Ao meu exemplo profissional, a minha amiga-irmã Beatriz Franchini, que mesmo de longe esteve perto, e vibrou por cada sucesso meu, assim como eu vibro pelos dela.

À minha Chefe e amiga Marize Lenar Levien, pela compreensão, estímulo e parceria para que eu pudesse concluir o curso.

Às colegas da Alimentação Escolar, Cláudia, Denise, Ângela, Nelza e Maria Cristina, amigas e confidentes, pelo apoio, bom humor, e força sempre.

Às minhas queridas amigas, Márcia, Alejandra, Luciana e Gabriela, que tiveram paciência e tolerância extrema comigo e minhas crises existenciais.

Ao nosso terapeuta César Turino, sem ele eu jamais chegaria até aqui.

À UFPEL pela oportunidade de realizar o curso de Pós-Graduação.

À Professora Dra. Marcia de Mello Luvielmo pela oportunidade de aprendizado, apoio e amizade durante o curso e execução do trabalho.

Ao Prof. Dr. Rui Carlos Zambiasi, PhD, pela amizade, apoio, oportunidade, colaboração e palavras de alento nos momentos de dificuldade.

Aos professores do PPGNA pelos ensinamentos durante o curso.

Às estagiárias, amigas e colegas do Laboratório de Cromatografia da UFPEL, que tornaram o trabalho mais leve, divertido e me deram forças.

Um agradecimento especial à amiga querida que guardo no coração, Francine Manhago Bueno Costa, por todo o companheirismo, ensinamento, carinho, puxões de orelha e conversas até altas horas no Laboratório, com o frio congelante

lá fora, mas com o calor humano da Fran consegui ir adiante. Um agradecimento ao Rafael, por ter me emprestado a Fran nestes momentos.

À nossa turma de Mestrado, que como muitos já disseram, foi a melhor turma de mestrado que já existiu, amigas e companheiras que jamais serão esquecidas.

E como não poderia deixar de ser, um muito obrigada à secretária mais eficiente que um curso poderia ter, obrigada Eliane, por cada abraço, cada beijo, cada correção feita em nossos documentos.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

Obrigada!

“É preciso coragem para levantar-se e falar, mas também é preciso coragem para sentar-se e ouvir”.

Winston Churchill

RESUMO

Haertel, Alessandra Oliveira da Silva. **Compostos bioativos e características físico-químicas de morangos cv. Camarosa minimamente processados submetidos a revestimentos à base de gelatina, xantana e óleo de canola.** 2013. 96 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

O mundo contemporâneo exige agilidade do ser humano na vida cotidiana. Pensar em formas de minimizar o tempo de preparo de alimentos, sem deixar de ter uma alimentação saudável, tem sido a preocupação das pessoas que têm trocado o consumo de frutas e verduras íntegras pelas minimamente processadas. Entre estas se encontra o morango. O morango é um fruto muito valorizado, no entanto é muito delicado, altamente perecível e de alto custo. Destacam-se suas propriedades nutraceuticas, sua ação antioxidante e capacidade de aumentar as defesas imunológicas. Os compostos fenólicos são apontados como principais substâncias que participam destas atividades. Dentre os revestimentos utilizados, aqueles a base de xantana tem se destacado por originar revestimentos com alto grau de proteção. Este estudo tem como objetivo avaliar diversos revestimentos comestíveis a base de goma xantana, gelatina, sorbitol e óleo de canola em morango minimamente processado, em diferentes tempos de armazenamento, como forma de amenizar a perda dos compostos antioxidantes e proporcionar o aumento da vida de prateleira. O experimento foi realizado no período de 15 dias, as amostras foram retiradas para as análises após o 1^o, 5^o, 10^o e 15^o dias de armazenamento. Ao final de cada período foram realizadas as análises de perda de peso, cor, textura, pH, acidez, sólidos solúveis, umidade e sólidos totais. Parte do material relativo a cada período de armazenamento foi triturado e armazenado a – 80 °C, para realização das análises de ácido L- Ascórbico, antocianinas, compostos fenólicos e atividade antioxidante. A conservação das propriedades físico-químicas do morango foi ampliada com o revestimento de gelatina, xantana, sorbitol e óleo de canola a 3% (GXSL 3%) para os parâmetros sólidos solúveis totais e firmeza. Na conservação dos compostos bioativos, a cobertura com xantana, sorbitol e óleo de canola a 3% (XSL 3%) demonstrou ser o melhor tratamento para impedir que o percentual de inibição do DPPH diminuísse. Entretanto, não foram verificados resultados estatisticamente significativos de proteção para os outros fitoquímicos.

Palavras-chave: morango *Fragaria Anassa Duch*, revestimento comestível, goma xantana, sorbitol, lipídeos.

ABSTRACT

The contemporary world requires agility of the human being in everyday life. Think of ways to minimize the preparation time of food, while having a healthy diet, has been the concern of people who have changed the consumption of fruits and vegetables by intact minimally processed. Among these is the strawberry. The strawberry is a highly prized fruit, however is very delicate, highly perishable and expensive. Noteworthy are their nutraceutical properties, its antioxidant action and the ability to increase your immunological defenses. Phenolic compounds are cited as the main substances that participate in these activities. Among the coatings used, those based xanthan has been noted for yield coatings with a high degree of protection. This study aims to evaluate the various edible base xanthan gum, gelatin, sorbitol and canola oil in strawberry minimally processed at different storage times coatings as a way to mitigate the loss of antioxidants and provide increased shelf life. The experiment was performed at 15 days, samples were taken for analysis after 1, 5, 10 and 15 days of storage. At the end of each period analyzes of weight loss, color, texture, pH, acidity, soluble solids, moisture and total solids were performed. Some of the material for each storage period was crushed and stored at - 80 °C, for analyzes of L- ascorbic acid, anthocyanins, phenolic compounds and antioxidant activity. The conservation of the physicochemical properties of the strawberry was expanded with the coating of gelatin, xanthan gum, sorbitol and canola oil 3% (GXSL 3 %) for total soluble solids and firmness parameters. Conservation of bioactive compounds, cover with xanthan, sorbitol and canola oil 3% (XSL 3 %) proved to be the best treatment to prevent the inhibition of DPPH decreased. However, no statistically significant results for the other protective phytochemicals have been checked.

Keywords: strawberry *Fragaria Anassa Duch*, edible coating, xanthan gum, sorbitol, lipid.

Sumário

1. Introdução geral	11
2. Projeto de Pesquisa	13
2.1. Justificativa	44
3. Revisão Bibliográfica	45
3.1. Alimentos minimamente processados	45
3.2. Morango	45
3.3. Compostos fenólicos, Antocianinas e Ácido L- ascórbico	47
3.4. Revestimentos Comestíveis	49
3.4.1. Gelatina	51
3.4.2. Goma xantana	51
3.4.3. Plastificantes	53
3.4.4. Óleo de canola	53
4. Objetivos	54
4.1. Objetivo geral	54
4.2. Objetivos específicos	55
5. Material e métodos	55
5.1. Colheita e preparação das Amostras	55
5.2. Métodos	55
5.2.1 Avaliação estatística	57
5.3. Análises	57
5.3.1 Perda de massa	57
5.3.2 Firmeza da polpa	57
5.3.3 Cor	58
5.3.4 pH	58
5.3.5 Acidez titulável (AT)	58
5.3.6 Sólidos solúveis totais	59
5.3.7 Umidade	59
5.3.8 Ácido L- ascórbico	59
5.3.9 Antocianinas	59
5.3.10 Compostos fenólicos	60
5.3.11 Atividade Antioxidante	60
6. Resultados e discussões	60
6.1 pH	60
6.2 Acidez Titulável	63
6.3 Sólidos Solúveis Totais	64
6.4 Perda de massa	65
6.5 Firmeza	67
6.6 Coloração	68
6.7 Antocianinas	70
6.8 Compostos fenólicos	71
6.9 Vitamina C	72
6.10 Atividade Antioxidante	73

7. Conclusão	74
8. Referências Bibliográficas	75
Apêndice 1	86
Apêndice 2	87

1. Introdução geral

Em seres humanos, um dos mecanismos envolvidos no desenvolvimento de muitas doenças degenerativas é o estresse oxidativo, causado pela ação dos radicais livres aos componentes celulares. Os compostos oriundos do metabolismo secundário dos frutos e hortaliças, além de contribuírem com a cor, aroma e sabor, possuem a capacidade de estabilizar os radicais livres no nosso organismo, sendo importantes na diminuição da ocorrência e progresso dos distúrbios crônico-degenerativos. Assim, o consumo de frutos e hortaliças ricos em compostos bioativos está relacionado com a redução de câncer, aumento do sistema imunológico, redução da agregação plaquetária, modulação hormonal, diminuição da pressão arterial e da atividade antibacteriana e antiviral.

Compostos bioativos são constituintes que estão presentes em pequenas quantidades nos alimentos, sendo em sua maioria resultantes do metabolismo secundário dos frutos. Geralmente, estão relacionados com os sistemas de defesa das próprias plantas contra a radiação ultravioleta ou as infestações de pragas ou patógenos (MANACH, 2004; LAJOLO, 2009).

Entre as estruturas químicas às quais se atribui atividade antioxidante e consequentemente sua função fisiológica, destacam-se os compostos fenólicos, tais como ácidos fenólicos derivados do ácido hidroxicinâmico e flavonóides (EWALD et al., 1999; SWAIN et al., 1959; WINGE., 1995).

Entre os vegetais ricos em compostos fenólicos, destacam-se as frutas vermelhas, que estão entre as fontes mais importantes para a dieta (HAKKINEN & TORRONEN, 2000; HAKKINEN, 2000). No Brasil, a principal fruta vermelha produzida e consumida é o morango.

O morango, pseudofruto não-climatérico, consiste na parte comestível do morangueiro, que é uma planta perene, rasteira, herbácea pertencente à família Rosácea do gênero *Fragaria* (HENRIQUE E CEREDA, 1999; CHITARRA & CHITARRA, 2005; GOMES, 2007).

O morango tem um papel de destaque entre os frutos devido seu alto teor de compostos bioativos (HALVORSEN et al., 2006), sendo uma importante fonte de vitamina C, folato e componentes fenólicos (PROTEGGENTE et al, 2002).

O morango é um fruto muito valorizado; no entanto é muito delicado e altamente perecível, pois são frutos pouco resistentes. A alta perecibilidade está associada à rápida deterioração do fruto causada pelo seu metabolismo, aliado a

doenças pós-colheita, que acarretam perdas consideráveis, tanto qualitativas quanto econômicas. O curto período de validade do morango está relacionado principalmente a sua alta taxa respiratória, aproximadamente $15 \text{ mg de CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ a 0°C , a qual aumenta de 4 a 5 vezes quando a temperatura aumenta 10°C , e até 10 vezes quando a temperatura aumenta 20°C (CANTILLANO, 2003; TUDELA et al., 2003).

A refrigeração é a principal forma de conservação empregada, auxiliando na conservação do fruto através da redução da taxa respiratória e da atividade metabólica e, portanto, retardando sua senescência. As embalagens exercem papel complementar, principalmente, pela restrição à perda de vapor de água, no entanto, o período de conservação do morango embalado é muito curto, alcançando aproximadamente sete dias quando mantido em refrigeração e um a dois dias em temperatura ambiente (COSTA, 2009).

Desta forma, algumas tecnologias empregadas após o processamento mínimo estão sendo estudadas com objetivo de prolongar a validade do morango, e manter a qualidade do produto (FLORES-CANTILLANO, 2003).

Para aumentar o prazo de validade e diminuir a perda de qualidade em produtos minimamente processados, têm sido utilizados revestimentos comestíveis a base de polissacarídeos, lipídeos e proteínas, e pela combinação destes componentes, garantindo excelentes resultados devido às suas diferentes características funcionais. Os revestimentos compostos por lipídeos apresentam propriedades superiores de barreiras ao vapor d'água, colaborando para aumentar a eficácia da cobertura, entretanto, possuem maior opacidade e são menos flexíveis. Normalmente são empregados plastificantes como o glicerol e o sorbitol, os quais proporcionam maior qualidade nas propriedades físicas e/ou mecânicas dos revestimentos.

Além dos plastificantes, são utilizados agentes espessantes como a goma xantana, por apresentarem importantes propriedades, como estabilizador de emulsões e suspensões, e ser compatíveis com ingredientes alimentícios.

O presente estudo objetivou avaliar o efeito do uso de revestimentos comestíveis, à base de gelatina, sorbitol, ácidos graxos e goma xantana, nas características físico-químicas e no conteúdo de compostos bioativos em morangos minimamente processados e acondicionados sob refrigeração.

2. Projeto de Pesquisa

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE NUTRIÇÃO
PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO E ALIMENTOS



Avaliação da qualidade nutricional e de bioativos de morangos minimamente processados submetidos ao revestimento a base de fécula de mandioca

Orientador: Prof. Dr. Rui Carlos Zambiasi

Co-orientadora: Prof. Dra. Márcia de Mello Luvielmo

Alessandra Oliveira da Silva Haertel

Pelotas, agosto de 2012

Mestranda – Alessandra Oliveira da Silva Haertel

Avaliação da qualidade nutricional e de bioativos de morangos minimamente processados submetidos ao revestimento a base de fécula de mandioca

Projeto de dissertação apresentado ao Programa de Pós - Graduação da Faculdade de Nutrição – Mestrado em Nutrição e Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, como exame de qualificação do projeto de pesquisa.

Orientador: Prof. Dr. Rui Carlos Zambiasi

Co-orientadora: Prof. Dra. Márcia de Mello Luvielmo

Alessandra Oliveira da Silva Haertel

Pelotas, agosto de 2012

RESUMO

O mundo contemporâneo exige maior agilidade do ser humano na vida cotidiana. Pensar em formas de minimizar o tempo despendido com a preparação de alimentos, sem deixar de ter uma alimentação saudável, tem sido a preocupação das pessoas que têm trocado o consumo de frutas e verduras íntegras pelas minimamente processadas. Entre estas encontra-se o morango. O morango é considerado um fruto muito valorizado, delicado, altamente perecível e de alto custo. Com qualidades nutritivas e pelo sabor atraente, podendo ser consumida *in natura* ou por múltiplas maneiras de processamento industrial. Destacam-se em suas propriedades, a sua ação antioxidante, a capacidade de aumentar as defesas imunológicas, o seu efeito diurético e sua atividade antiinflamatória. Este fruto desempenha um papel fundamental no desenvolvimento e regeneração dos músculos, pele, dentes e ossos, na formação do colágeno, na regulação da temperatura corporal, na produção de diversos hormônios e no metabolismo em geral. Além disso, o fruto contém compostos com ação antioxidante, os quais transformam as espécies reativas de oxigênio em formas inativas. Os compostos fenólicos são apontados como principais substâncias com atividade antioxidante. Dentre os compostos fenólicos em morango, encontra-se o ácido gálico como componente majoritário. As antocianinas presentes em morangos atuam como antioxidante. Para avaliar a qualidade deste fruto devem ser considerados fatores como cor, aroma e sabor. Os frutos são consumidos na íntegra, tanto *in natura* como processado, e por isso deve-se dar preferência em utilizar na sua conservação produtos naturais e biodegradáveis, os quais não causem alteração física e sensorial dos frutos. Para aumentar a vida útil de produtos minimamente processado tem sido utilizados revestimentos comestíveis. Dentre os revestimentos utilizados, aqueles a base de amido tem se destacado, por ser uma matéria-prima abundante e disponível em todo o mundo, por apresentar muitas possibilidades de modificação química, física ou genética e por originar revestimentos com alto grau de proteção. A escolha do material a ser usado na composição dos revestimentos é muito importante, pois deste dependerão as interações entre os componentes do material, que poderão interferir nas propriedades de barreira, mecânicas e sensoriais dos revestimentos. Este estudo tem como objetivo avaliar diversos revestimentos comestíveis a base de fécula de mandioca em morango minimamente processado, em diferentes tempos de armazenamento, como forma de proporcionar o aumento de sua vida útil sem que haja alteração de suas características sensoriais e funcionais.

Palavras-chave: morango, revestimento, coating, fécula de mandioca.

1 INTRODUÇÃO

O mundo contemporâneo exige maior agilidade do ser humano na vida cotidiana. Pensar em formas de minimizar o tempo despendido com a preparação de alimentos, sem deixar de ter uma alimentação saudável, tem sido a preocupação das pessoas que têm trocado o consumo de frutas e verduras íntegras pelas minimamente processadas.

Vários frutos têm sido utilizados no preparo de *fresh cuts*, com destaque para o morango. O morango, que é um pseudofruto não-climatérico, consiste na parte comestível do morangueiro, que é uma planta perene, rasteira, herbácea pertencente à família Rosácea e do gênero *Fragaria* (HENRIQUE E CEREDA, 1999; CHITARRA & CHITARRA, 2005; GOMES, 2007). O morango é considerado um fruto muito valorizado, delicado, altamente perecível e de alto custo. Com qualidades nutritivas e pelo sabor atraente, podendo ser consumida *in natura* ou por múltiplas maneiras de processamento industrial. Para avaliar a qualidade deste fruto devem ser considerados fatores como cor, aroma e sabor.

Os frutos são consumidos na íntegra, tanto *in natura* como processado, e por isso deve-se dar preferência em utilizar na sua conservação produtos naturais e biodegradáveis, os quais não causem alteração física e sensorial dos frutos. Dentre as doenças que podem atacar o morango, a produzida pelo fungo *Botrytis cinerea*, chamada de "podridão cinzenta", se destaca por gerar grandes perdas na pós-colheita.

O morango apresenta coloração vermelho-brilhante, e sabor levemente acidificado. A coloração do morango é devida às antocianinas, e o seu sabor característico é devido à presença dos ácidos cítrico e málico, e aos açúcares (SILVA, 2006).

O morango é rico em vitamina C, uma vitamina hidrossolúvel, de extrema importância para o organismo humano, e encontrada em frutos cítricos. Além dessa vitamina, o morango possui compostos fenólicos e minerais. Dentre os minerais, encontram-se o cálcio (Ca), potássio (K), magnésio (Mg), manganês (Mn), ferro (Fe), zinco (Zn) e cobre (Cu).

Destacam-se nas propriedades do morango, a sua ação antioxidante, a capacidade de aumentar as defesas imunológicas, o seu efeito diurético e sua atividade antiinflamatória. Este fruto desempenha um papel fundamental no desenvolvimento e regeneração dos músculos, pele, dentes e ossos, na formação

do colágeno, na regulação da temperatura corporal, na produção de diversos hormônios e no metabolismo em geral (ANDRADE et al., 2002). Além disso, o fruto contém compostos com ação antioxidante, os quais transformam as espécies reativas de oxigênio em formas inativas.

No entanto, este fruto apresenta alta perecibilidade por conta da rápida deterioração dos frutos causada pela senescência aliada a doenças pós-colheita, que acarretam perdas consideráveis, tanto qualitativas quanto econômicas. O curto período de vida útil do morango pós-colheita está relacionado a sua alta taxa respiratória, aproximadamente $15 \text{ mg de CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ a 0°C , a qual aumenta de 4 a 5 vezes quando a temperatura aumenta até 10°C , e até 10 vezes quando a temperatura aumenta até 20°C (CANTILLANO, 2003; TUDELA et al., 2003).

Devido ao alto grau de perecibilidade, a comercialização e a disponibilização de morangos *in natura* são restritas. Desta forma, algumas tecnologias, empregadas após o processamento mínimo, estão sendo estudadas com objetivo de prolongar a vida útil, mantendo a qualidade do produto (FLORES-CANTILLANO, 2003).

O mercado tem demonstrado uma tendência ao aumento do consumo de alimentos minimamente processados, principalmente em função de sua praticidade e funcionalidade. Além disto, frutas e hortaliças minimamente processadas mantêm seus tecidos vivos e não exibem a mesma resposta fisiológica que um tecido intacto. No entanto, como consequência do processamento mínimo, pode ocorrer o desenvolvimento de sabores e odores desagradáveis e o amaciamento dos tecidos, o que pode ocasionar um aumento da taxa respiratória e da produção de etileno, e aumento da atividade enzimática devido à ruptura celular (SILVA et al., 2009).

Para aumentar a vida útil de produtos minimamente processado tem sido utilizados revestimentos comestíveis. Dentre os revestimentos utilizados, aqueles a base de amido têm se destacado, por ser uma matéria-prima abundante e disponível em todo o mundo, por apresentar muitas possibilidades de modificação química, física ou genética e por originar revestimentos com alto grau de proteção.

Normalmente são empregados plastificantes em revestimentos de amido, onde os mais empregados são os polióis, como o glicerol e o sorbitol, os quais proporcionam maior qualidade nas propriedades mecânicas. Outros tipos de aditivos normalmente utilizados são os antimicrobianos, vitaminas, antioxidantes, aromatizantes e pigmentos. A escolha do material a ser usado na composição dos revestimentos é muito importante, pois deste dependerão as interações entre os

componentes do material, que poderão interferir nas propriedades de barreira, mecânicas e sensoriais dos revestimentos (MALI et al., 2010).

Este estudo tem como objetivo avaliar diversos revestimentos comestíveis a base de fécula de mandioca em morango minimamente processado, como forma de proporcionar o aumento de sua vida útil sem que haja alteração de suas características sensoriais e funcionais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Alimentos minimamente processados

Os alimentos minimamente processados consistem em uma alternativa de oferta de produtos alimentícios, tanto para os consumidores quanto para os setores de produtos e serviços de alimentação (SEBRAE/ESPM, 2008).

Os alimentos minimamente processados consistem em “frutas e hortaliças que se encontram lavadas, descascadas, cortadas e embaladas, com ou sem aplicação de películas ou revestimentos comestíveis. São designadas como minimamente processadas, levemente processadas, parcialmente processadas, processadas frescas ou ainda cortadas frescas ou pré-preparadas” (MENDONÇA et al., 2009).

2.2 Morango

O morango apresenta coloração vermelho-brilhante, e sabor levemente acidificado. A coloração do morango é devida às antocianinas, e o seu sabor característico é devido à presença dos ácidos cítrico e málico, e aos açúcares (SILVA, 2006).

O morango é rico em vitamina C, uma vitamina hidrossolúvel, de extrema importância para o organismo humano e encontrada em frutos cítricos. Além dessa vitamina, o morango possui compostos fenólicos e minerais. Dentre os minerais, encontram-se o cálcio (Ca), potássio (K), magnésio (Mg), manganês (Mn), ferro (Fe), zinco (Zn) e cobre (Cu).

Destacam-se nas propriedades do morango, a sua ação antioxidante, a capacidade de aumentar as defesas imunológicas, o seu efeito diurético e sua atividade antiinflamatória. Este fruto desempenha um papel fundamental no desenvolvimento e regeneração dos músculos, pele, dentes e ossos, na formação do colágeno, na regulação da temperatura corporal, na produção de diversos hormônios e no metabolismo em geral (ANDRADE et al., 2002). Além disso, o fruto contém compostos com ação antioxidante, os quais transformam as espécies reativas de oxigênio em formas inativas.

O morango é um fruto muito perecível, com alta taxa respiratória e curta vida pós-colheita. Os danos mecânicos, feridas e batidas durante a colheita, o transporte e a comercialização, deixam a fruta susceptível ao ataque de microorganismos, causando perdas nutritivas, qualitativas e econômicas.

Os morangos, durante sua vida no campo, respiram e continuam a fazê-lo no período pós-colheita. A respiração é o conjunto de processos metabólicos, mediante os quais as células obtêm energia a partir da oxidação de moléculas combustíveis. Na falta de oxigênio, a respiração aeróbica transforma-se em anaeróbica, com produção de acetaldeído e etanol, estes frutos apresentam uma alta taxa respiratória, sendo que esta aumenta em 50% quando o fruto passa de imaturo para maduro. Este aumento da taxa respiratória também ocorre quando os morangos sofrem danos mecânicos.

Sendo uma fruta não-climatérica, o morango não aumenta sua palatabilidade após a colheita, por isso são colhidos com características sensoriais próximas à sua maturação de consumo (FLORES-CANTILLANO et al., 2003).

2.3 Revestimentos

Revestimentos comestíveis são finas camadas de materiais comestíveis aplicadas sobre os produtos alimentares, que desempenham um papel importante na sua distribuição, conservação e comercialização. Algumas das suas funções são proteger o produto de danos mecânicos, químicos e de atividades microbiológicas. A sua utilização em produtos alimentares e altamente perecíveis, tais como os hortícolas, é baseada em algumas propriedades particulares tais como o custo, disponibilidade, atributos funcionais, propriedades mecânicas (tensão, flexibilidade), óticas (brilho e opacidade), efeito de barreira contra gases e micro-organismos e aceitabilidade sensorial (FALGUERA et al., 2011).

O princípio básico do processamento mínimo de alimentos é de oferecer alimentos prontos ou pré-prontos para o consumo, retardando a atividade microbiana e reduzindo ao mínimo as alterações químicas que podem afetar a qualidade dos produtos. À medida que aumenta a severidade dos processos de conservação, geralmente ocorrem mudanças extensivas no alimento, e como resultado suas características de qualidade podem ser modificadas.

Algumas modificações são desejadas (como, por exemplo, a inativação de fatores antinutricionais pelo calor, o amaciamento de tecidos e criação de aromas), mas a grande maioria é indesejável (como perda de vitaminas ou de cor, mudanças na textura e produção de substâncias que interferem no aroma) e podem reduzir a aceitabilidade dos produtos pelos consumidores (PEREIRA, 2010).

Como forma de manter a qualidade física, sensorial e microbiológica de alimentos minimamente processado, tem sido utilizados e revestimentos comestíveis a base de gomas, com ou sem a aplicação de plastificantes.

2.4 Goma xantana

Devido à grande aplicação da goma xantana como revestimento, e ao seu amplo mercado mundial, várias pesquisas vêm sendo feitas para otimizar a produção deste composto através da seleção de novas linhagens, da adequação das condições ótimas de crescimento celular, produção, recuperação e purificação desse polissacarídeo (ROTTAVA, 2005).

Segundo Navarro et al. (1997) a goma xantana vem sendo utilizada em revestimentos comestíveis preferencialmente em combinação com outros compostos. A adição de xantana ocasiona aumento do brilho e da viscoelasticidade da cobertura de amido, auxiliando dessa forma a manter suas propriedades reológicas, mesmo depois de algum tempo de armazenamento.

2.5 Fécula de mandioca

Utilizando a fécula de mandioca a 3%, como revestimento em morangos minimamente processados, verificou-se que inferiu na redução da perda de peso, não inferiu em alteração de cor e proporcionou a manutenção da firmeza em relação ao tratamento controle (GARCIA et al., 2010).

Bierhals et al. (2010) verificaram o comportamento de abacaxi minimamente processados utilizando 0,5% de ácido ascórbico e 1% de ácido cítrico, com e sem 2% de lactato de cálcio e revestidos com 2% de fécula de mandioca. O tratamento controle foi apenas com os ácidos. Os revestimentos com e sem lactato foram eficientes para evitar a perda de peso e a manutenção da firmeza; entretanto, não foram eficientes para evitar o escurecimento e redução no teor de ácido ascórbico. O fator determinante para definir a eficiência, foi a contaminação bacteriana, e neste quesito esses tratamentos não foram capazes de aumentar a vida útil do abacaxi.

Utilizando fécula de mandioca a 2% e quitosana a 1%, individualmente e combinados em frutos de morango, avaliados em tempos de 3, 6 e 9 dias, Campos et al. (2011) relatam que a fécula combinada com quitosana apresentou perdas

inferiores de massa nos frutos (6%), menor desenvolvimento de leveduras e micro-organismos e melhor aparência sensorial ao final de 9 dias de armazenamento.

2.6 Plastificantes

Na grande maioria dos estudos realizados, os plastificantes vêm associados em revestimentos a base de amido. Garcia et al. (1998) realizaram um estudo visando comparar o uso de sorbitol e glicerol como agentes plastificantes em revestimentos à base de amido e observaram que ambos plastificantes evitaram rachaduras, reduziram a perda de peso, mantiveram a firmeza e a coloração superficial do fruto. No entanto, observaram que as formulações contendo sorbitol foram mais eficientes do que com glicerol, visto que apresentaram menor permeabilidade ao vapor de água.

Prates e Ascheri (2011) testaram revestimentos a base de amido de fruta-do-lobo e sorbitol em morangos. Os revestimentos não foram efetivos para impedir as transformações físico-químicas da maturação dos frutos. Todas as características estudadas variaram significativamente em função do tempo de armazenamento para todos os revestimentos estudados (controle, revestimentos com 2% de amido e 0,1, 0,2 e 0,3% de sorbitol).

Em estudo utilizando mangas cortadas, foram usados os revestimentos com ácido cítrico e amido de mandioca ou alginato de sódio com ou sem glicerol. Todas as amostras revestidas apresentaram maior diminuição da taxa de respiração em relação ao controle, entretanto, o ácido cítrico inferiu em efeito negativo na perda de peso e nas propriedades mecânicas do fruto (CHIUMARELLI et al., 2011).

Ribeiro et al. (2007) avaliaram amostras de morango tratadas com: um grupo com 2% de amido + 2% de sorbitol; um com 0,3% de carragenina + 0,75% de glicerol + 0,02% de Tween 80 + ácido cítrico; e em outro grupo, amostras recobertas com 1% de quitosana + 0,1% de Tween 80, com e sem cloreto de cálcio. Observou-se que a melhor proteção microbiológica foi proporcionada com o tratamento de quitosana + cloreto de cálcio. No entanto, não foram observadas diferenças significativas na cor, na permeabilidade ao oxigênio e na perda de firmeza com o tratamento com carragenina com cloreto de cálcio, e na perda mínima de massa com o tratamento com carragenina + quitosana com e sem cloreto de cálcio.

2.7 Ácidos graxos

Em experimento com morangos acondicionados sob refrigeração, Garcia et al. (2001) utilizaram dois tipos de amido, um com 250 g/kg de amilose (comercial) e outro com 650 g/kg de amilose, adicionados de glicerol ou sorbitol (20 g/L) e emulsionados com 2 g de óleo de girassol. Observou-se que o glicerol e o sorbitol contribuíram para manter as propriedades de barreira contra gases e vapor de água; e a presença de óleo de girassol manteve a permeabilidade seletiva de CO₂ maior que de O₂.

3 HIPÓTESE

A utilização da fécula de mandioca associada com sorbitol, ácidos graxos e goma xantana, prolonga a vida útil de morangos minimamente processados.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral

O presente estudo tem como objetivo avaliar o efeito do uso de revestimentos à base de fécula de mandioca associada com sorbitol, ácidos graxos e goma xantana, em características físico-químicas e no conteúdo de compostos bioativos em morangos minimamente processados e acondicionados sob refrigeração.

4.2 Objetivos específicos

Analisar o efeito de revestimentos a base de fécula de mandioca a 3% combinada ao sorbitol a 1%, ácidos graxos a 2% e 0,1%, 0,5 % e 1,0 % de goma xantana, em morango minimamente processado e sob refrigeração durante o período de 15 dias em relação:

- características físico-químicas,
- teor de compostos fenólicos, antocianinas, ácido L-ascórbico e tocoferóis.

Identificar o melhor revestimento, levando em consideração, o que manteve as melhores características físico-químicas e composição dos compostos fenólicos do morango mais próximos da fruta fresca.

Aumentar a vida útil de morangos minimamente processados e refrigerados, sem perdas significativas de seus principais compostos bioativos.

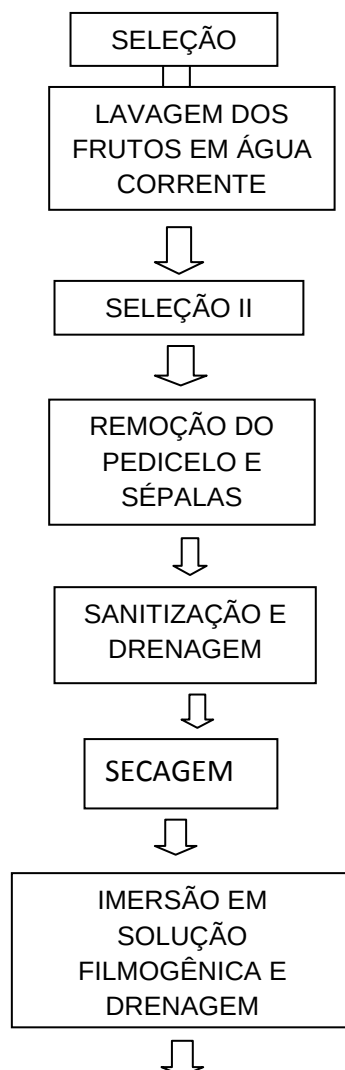
5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Material

Serão utilizados morangos (*Fragaria x Anassa Duch.*) cv. Camarosa, cultivados na Embrapa Clima Temperado (Pelotas/RS) safra 2012. A colheita será realizada manualmente e os frutos serão selecionados quanto à ausência de defeitos fisiológicos, tamanho e cor. A seguir serão colocados em bandejas de polietileno de alta densidade (PEAD) e transportados a temperatura ambiente até o Laboratório de Processamento de Alimentos (CCQFA/UFPel), onde serão submetidos ao processamento mínimo. As análises serão realizadas em triplicata e o experimento em duplicata, com 6 diferentes tratamentos, em 4 tempos de armazenamento.

5.2 Métodos

As etapas do processamento mínimo do morango serão realizadas segundo o fluxograma demonstrado a seguir (Figura 1):



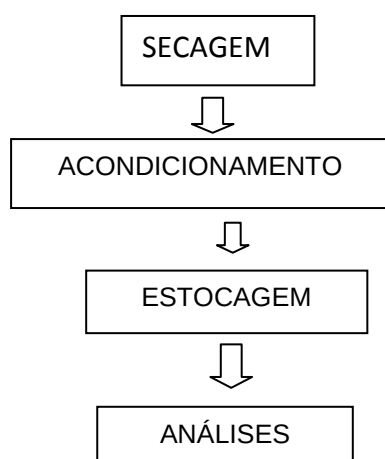


Figura 1- Fluxograma do processamento mínimo dos morangos.

Logo após uma seleção prévia, no momento da colheita, os frutos serão lavados em água corrente, para a retirada das sujidades superficiais. Será realizada uma segunda seleção para garantir maior uniformidade dos frutos.

Após este primeiro processo, será realizada a retirada do pedicelo e sépalas dos frutos, e em seguida estes serão imersos na solução com hipoclorito de sódio contendo 150 ppm (v/v) de cloro ativo por 10 minutos, a temperatura ambiente.

A seguir as amostras serão subdivididas em 6 lotes distintos, consistindo os diferentes tratamentos (tabela 1).

Tabela 1. Tratamentos utilizados

Tratamentos	Composição do revestimento
T1 (controle)	morango sem tratamento
T2	3 % fécula + 1 % sorbitol
T3	3 % fécula + 1 % sorbitol + 2 % a.g.
T4	3 % fécula + 1 % sorbitol + 2 % a.g. + 0,1 % xantana
T5	3 % fécula + 1 % sorbitol + 2 % a.g. + 0,5 % xantana
T6	3 % fécula + 1 % sorbitol + 2 % a.g. + 1,0 % xantana

As amostras serão acondicionadas em bandejas de polietileno de alta densidade (PEAD) e acondicionados sob refrigeração.

5.2.1 Análises físico-químicas

O experimento será realizado em um período de aproximadamente 21 dias, sendo que as amostras serão retiradas para as análises nos dias 1, 4, 10 e 14, após o processamento. As análises pós-colheita (perda de peso, cor, textura, pH, acidez, sólidos solúveis, umidade e sólidos totais) serão realizadas no prazo máximo de 24 horas após processamento e as alíquotas para análise de ácido L-Ascórbico, antocianinas, compostos fenólicos e tocoferóis serão armazenadas à temperatura de -80 °C, até o momento das análises, que serão realizadas no prazo máximo de 20 dias.

As análises físico-químicas serão realizadas de acordo com a metodologia da A.O.A.C (2005) e adaptações.

5.2.1.1 Perda de massa

A perda de massa será determinada de acordo com Jacometi et al. (2003). Os frutos serão pesados em balança analítica (*Bel Engineering*) no início do experimento (massa inicial) e durante cada tempo de armazenamento. A perda de massa, PM (%), será calculada de acordo com a equação 1, sendo o resultado final a média de três amostras. Considerando que esta é uma análise não destrutiva, as mesmas amostras serão analisadas durante todo o estudo.

$$\text{PM (\%, m/m)} = [(\text{massa inicial} - \text{massa final}) / (\text{massa inicial})] \times 100 \text{ (eq. 1)}$$

5.2.1.2 Firmeza da polpa

A análise de firmeza da polpa será realizada de acordo com Del-Valle et al. (2005). Será realizada em texturômetro (*Stable Micro Systems*) utilizando uma sonda de 2 mm de espessura. Os resultados serão expressos em Newton (N) como força usada pela sonda para penetrar 6 mm na região equatorial, a uma velocidade de 1 mm/s. Para essa avaliação serão utilizados 6 morangos para cada tratamento, sendo realizadas 4 leituras em cada morango.

5.2.1.3 Cor

As análises de cor serão realizadas utilizando-se de colorímetro marca Minolta. Serão avaliados os parâmetros de luminosidade L^* que varia de 100, para o branco, significando zero de absorbância e 100% de transmitância, Chroma a^* [cromaticidade do verde (-60) a vermelho (+60) e Chroma b^* [cromaticidade do azul (-60) para amarelo (+60)]. Para essa avaliação serão utilizados 5 morangos para cada tratamento, sendo realizadas 4 leituras em cada morango.

5.2.1.4 pH

Corresponde a leitura do teor de íons hidrogênios efetivamente dissociados na solução, é realizada com o auxílio do pHmetro, no qual é ligado e deixado estabilizar em torno de 20 minutos, para em seguida fazer a calibração do aparelho com os tampões 7,0 e 4,0, respectivamente. O pH será avaliado em potenciômetro digital (Micronal), medido diretamente na amostra de suco, (AOAC) adaptado por Zambiasi (2010).

5.2.1.5 Acidez Titulável (AT)

Baseia-se em titular com soluções álcali-padrão todos os ácidos, dissociados ou não, presentes no produto.

Após pesar em torno de 5g de amostra em erlenmeyer de 250mL, é diluído com 100mL de água destilada e filtrado. Em seguida é adicionado 2 gotas do indicador fenoftaleína e titulado com solução de hidróxido de sódio 0,1N até colocação rósea permanente.

A acidez será determinada pelo método descrito da AOAC adaptado por Zambiasi (2010). A acidez titulável será calculada a partir do volume (mL) de NaOH $0,1 \text{ mol L}^{-1}$, requerido para titular 10 g de amostra diluída e homogeneizada em 100 mL de água até pH de 8,1. O resultado será expresso em g de ácido cítrico 100 g^{-1} do produto.

5.2.1.6 Teor de Sólidos Solúveis Totais (SST)

A medição dos sólidos solúveis é realizada com o auxílio do aparelho chamado refratômetro. Após a aferição deste refratômetro, na qual é feita com água destilada, a amostra adicionada no prisma onde é realizada a leitura expressa em °Brix. Os teores de sólidos solúveis totais (SST) serão determinados a partir do

extrato líquido obtido após a trituração da amostra. Será utilizado em refratômetro de bancada tipo Abbe (**Analytik Jena**) e os resultados expressos em % de SST, seguindo o método da AOAC adaptado por Zambiasi (2010).

5.2.1.7 Umidade (UR) e Sólidos Totais (ST)

A análise baseada na perda de peso da amostra quando submetida ao aquecimento à 105°C, em condições na qual a água presente é removida e outras substâncias são volatilizadas.

A umidade e o teor de sólidos totais serão determinados em estufa a 105°C, até atingir massa constante, sendo expressos em % de UR e % de ST, respectivamente, de acordo com o método da AOAC adaptado por Zambiasi (2010).

5.2.2 Análise de fitoquímicos

5.2.2.1 Conteúdo de ácido L- Ascórbico

A identificação e quantificação do ácido L-ascórbico serão realizadas por CLAE (Cromatografia Líquida de Alta Eficiência), seguindo a metodologia adaptada de Vinci, Rot e Mele (1995), em equipamento HPLC-Shimadzu. A fase móvel consisti em uma solução de ácido acético 0,1% em água ultra pura e metanol, com fluxo de corrida de 0,8 mL/min, e temperatura da coluna, mínima de 25° C e máxima de 40° C.

5.2.2.2 Total de Antocianinas

O total de antocianinas será determinado segundo metodologia descrita por Lees e Francis (1982), que consiste na extração do pigmento com álcool etílico acidificado e subsequente quantificação em espectrofotômetro Ultrospec 2000, utilizando-se o comprimento de onda de 520 nm. Os resultados serão expressos em mg de pelargonidina 3-glicosídeo (Pg-3-g)/100 g de morango fresco.

5.2.2.3 Antocianinas Individuais

As antocianinas serão separadas e quantificadas por HPLC, de acordo com metodologia adaptada de Zhang (2004), em equipamento HPLC-Shimadzu, usando o sistema cromatográfico com injetor automático, detector UV-visível a 520 nm, coluna de fase reversa RP-18 CLC-ODS (5 µm, 4,6 mm x 150 mm) com fase estacionária octadecil e uma coluna de guarda CLC-GODS (4) com fase estacionária

de superfície octadecil. A fase móvel consistirá em um gradiente de eluição com solução aquosa de ácido acético (98:2, % v/v), metanol e acetonitrila, com fluxo de 0,8 mL/ min.

5.2.2.4 Total de compostos fenólicos

O teor total de compostos fenólicos será determinado de acordo com método descrito por Badiale-Furlong et al. (2003), que consiste em uma etapa de extração dos compostos fenólicos com álcool metílico e posterior quantificação espectrofotométrica com solução de Folin-Ciocalteu. Será utilizando uma curva padrão de ácido gálico para a quantificação, e os resultados serão expressos em ácido gálico equivalente.

5.2.2.5 Compostos Fenólicos Individuais

Os compostos fenólicos serão separados e quantificados por HPLC, de acordo com metodologia adaptada de Häkkinen, Karenlampi e Heinonen (1998), em equipamento HPLC-Shimadzu. Será pesada 5 g de amostra macerada e dissolvida em 30 mL de metanol, após será adicionado 4,9 mL de ácido clorídrico p.a. O extrato homogeneizado será colocado em banho de água a 35 °C, na ausência de luz por 24 horas.

Após este período, a mistura será filtrada para balão de 50 mL e o sobrenadante concentrado em rotaevaporador a 40 °C por cerca de 30 minutos. O resíduo concentrado será redissolvido em metanol até o volume final de 10 mL, o qual será centrifugado (7.000 rpm por 10 minutos), sendo então injetado uma alíquota de 30 µL no cromatógrafo. O cromatógrafo consiste no sistema HPLC-Shimadzu, com injetor automático, detector UV-visível a 280nm, coluna de fase reversa RP-18 CLC-ODS (5µm, 4,6mm x 150mm) com fase estacionária octadecil e uma coluna de guarda CLC-GODS (4) com fase estacionária de superfície octadecil, ambas pré acondicionadas a 25° C. A fase móvel consistirá em um gradiente de eluição com solução aquosa de ácido acético (99:1, % v/v) e metanol com fluxo de 0,9 mL/ min.

5.2.2.6 Tocoferóis

Para a extração de tocoferóis, será utilizada a metodologia adaptada de Rodriguez-Amaya (1999). Sendo a identificação e quantificação realizada por HPLC,

de acordo com metodologia adaptada de Zambiasi (1997), em equipamento HPLC-Shimadzu, equipado com detector de fluorescência, utilizando o comprimento de onda de 290nm para excitação e de 330nm para a emissão. A fase móvel consistirá em um gradiente de eluição com metanol, acetonitrila e isopropanol, com fluxo de 1,0 mL/ min., utilizando uma coluna de fase reversa RP-18 CLC-ODS (5µm, 4,6mm x 150mm) com fase estacionária octadecil, acondicionada na temperatura de 25° C.

5.2.2.7 Carotenóides

Após a amostra e o celite serem pesados é adicionada acetona gelada, agitando-se o conteúdo por alguns minutos. O material é filtrado e lavado com acetona até que o extrato fique incolor. O filtrado é transferido para um funil de separação, onde é acrescentado de éter de petróleo e de água destilada. Descarta-se a fase inferior e transfere-se o extrato superior para um balão volumétrico completando-se o volume com éter de petróleo. É realizada a leitura em espectrofotômetro a 450nm, usando éter de petróleo como branco, sendo o conteúdo de carotenóides determinado por uma equação e os resultados expressos em µg de β-caroteno.g⁻¹ de amostra (RODRIGUEZ-AMAYA, 1999).

5.2.3 Análise sensorial

5.2.3.1 Teste de aceitação em Escala Hedônica

Trata-se de um teste quantitativo, na qual se avalia a resposta de um grande grupo de consumidores a uma série de perguntas que visam determinar o grau de aceitabilidade global de um produto. Para os testes foram convidadas 50 pessoas de ambos os sexos e sem idade específica, presentes no Campus Capão do Leão da Universidade Federal de Pelotas, onde foi apresentado o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) (Anexo II). A escala hedônica de 9 pontos é a amplamente utilizada para estudos de aceitabilidade e preferência entre adultos (GULART, 2002).

Os julgadores irão receber duas amostras para avaliar o quanto gostaram do produto. Será utilizado uma ficha com a escala hedônica de 9 pontos, onde o valor 9 refere-se a expressão gostei muitíssimo e o valor 1 a desgostei muitíssimo. Em seguida, os julgadores marcaram sua intenção de compra (Anexo I).

Serão convidadas 50 pessoas de ambos os sexos e sem idade específica presentes pelo Campus Capão do Leão da Universidade Federal de Pelotas, onde

7 ORÇAMENTO

ITEM	DESCRIÇÃO	QTDE.	UND.	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
1.	ALCOOL METILICO (METANOL) PA VETEC	9	LT	9, 200	82,80
2.	ALCOOL ETILICO ABSOLUTO PA SYNTH	1	LT	14,800	14,80
3.	ETER DE PETROLEO PA - SYNTH	6	LT	35, 600	213,60
4.	FOLIN CIOCALTEAU 1N C/500 ml VETEC S00	1	FR	303,200	303,20
5.	CARBONATO SODIO ANIDRO PA SYNTH	1	KG	20, 900	20,90
6.	AC. METAFOSFORICO PA C/100G EM BASTOES VETEC	1	FR	155,850	155,85
7.	CELITE 545 PA C/250GR - SYNTH	2	FR	20,150	40,30
8.	ACETONA PA - SYNTH	6	LT	15, 450	92,70
9.	HIDROXIDO POTASSIO LENTILHAS PA SYNTH	2	KG	49, 100	98,20
10.	HIDROXIDO BARIO 8H2O P.A. C/500GR - SYNTH	1	FR	42,500	42,50
11.	SULFATO ZINCO 7H2O PA - SYNTH	1	KG	36, 950	36,95
12.	AC. CLORIDRICO PA - SYNTH	1	LT	19, 850	19,85
13.	HEXANO PA SYNTH	1	LT	15, 900	15,90
14.	ALCOOL ETILICO ABSOLUTO PA SYNTH	1	LT	14, 800	14,80
15.	AC. ACETICO GLACIAL UV/HPLC ESPECTROSCOPIO VETEC	1	LT	37, 950	37,95
16.	ALCOOL METILICO UV/HPLC ESPECTROSCOPIO VETEC	1	LT	22, 200	22,20
17.	ACETONITRILA HPLC/UV VETEC	1	LT	71, 000	71,00
18.	ALCOOL ISOPROPILICO UV/HPLC VETEC	1	LT	50,500	50,50
TOTAL: 1.334,00					

8 COMITÊ DE ÉTICA

Apesar de não se tratar de pesquisa com humanos ou animais, será necessária a submissão deste ao comitê de ética, para a aprovação do projeto e do TCLE, por se pretender realizar análises sensoriais durante a pesquisa.

9 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

A. O. A. C. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, 18th ed. Gaithersburg, Ed. William Horwitz., 2005.

ANDRADE, R. S. G. de; DINIZ, M. C. T.; NEVES, E. A.; NÓBREGA, J. A. Determinação e distribuição de ácido ascórbico em três frutos tropicais. *Eclética Química*, São Paulo, v.27, n. especial, 2002.

ANVISA. Rotulagem nutricional obrigatória: manual de orientação aos consumidores. Alimentos / Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Universidade de Brasília – Brasília: Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária / Universidade de Brasília, 2005. 17p. Disponível em: < http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/0b89590041816705ab05fbc509124714/manual_consumidor.pdf?MOD=AJPERES&useDefaultText=0&useDefaultDesc=0 > acesso em 08 de jun. de 2011.

BIERHALS, V. S.; CHIUMARELLI, M.; HUBINGER, M. D. Effect of Cassava Starch Coating on Quality and Shelf Life (Ananas Comosus L. Merrill cv “Pérola”). **Journal of Food Science**, v.76, n.1, p.E62-E72. 2011.

BRASIL. Ministério da saúde. Resolução RDC nº12, de 02 de Janeiro de 2001. **Regulamento Técnico sobre padrões microbiológico para alimentos**. D.O.U., Brasília, n. 7-E, 10 jan. 2001. p. 45-53.

BRASIL. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. **A Diretoria Colegiada da ANVISA/MS aprova o regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados**. Diário Oficial da União. 2003; 26 dez; (251):33; Seção 1.

CAMPOS, R. P.; KWIATKOWSKI, A.; CLEMENTE, E. Post-harvest conservation of organic strawberries coated with cassava starch and chitosan. **Revista Ceres** (Impresso), v.58, n.5, p.554-560. 2011.

CAMPOS, R. P.; RODOVALHO, M. A.; CLEMENTE, E. Coating on Camarosa organic strawberries stored at low temperature. **Brazilian Journal of Food Technology** (ITAL), v. 12, p. 60-67, 2009.

CANTILLANO, F. F.; BENDER, R. J.; LUCHSINGER, I. Morango. Pós-colheita. Embrapa Clima Temperado (Pelotas, RS) – Brasília: Embrapa Informação Tecnológicas, p. 14-24. 2003.

CANTILLANO, F. F.; CASTAÑEDA, L. M. F.; TREPTOW, R. O.; SCHUNEMANN, A. P. P. Qualidade físico-química e sensorial de cultivares de morango durante o armazenamento refrigerado. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento – EMBRAPA**, n. 75, outubro, 2008.

CHITARRA, M. I. F.; **Processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Viçosa: Centro de produções técnicas, 1998. 87p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 735p.

CHIUMARELLI, M.; FERRARI, C. C.; HUBINGER, M. D. Fresh cut “Tommy Atkins” mango pre-treated with citric acid and coated with cassava (*Manihot esculenta* crantz) starch or sodium alginate. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**. p. 381-387. 2011.

DE OLIVEIRA, C.; SILVA, O. F.; DA SILVA, M. C.; RÉGIS, S. A.; CABRAL, L. M. C.; CENCI, S.A. Utilização do soro de leite bovino como revestimento protetor em morangos. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.26, n 2. p. 187-196. 2009.

DIAS, M. S. C. Morango. In. VENZON M.; de PAULA JUNIOR, T.J. (Coords): 101 Culturas – manual de Tecnologias Agrícolas. EPAMIG, Belo Horizonte. 800p. 2007.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos**. 2 ed. São Paulo: Atheneu, 1998. 652p.

FALGUERA, V.; QUINTERO, J. P.; JIMENEZ, A.; MUÑOZ, S. A.; IBARZ, A. Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. **Trends in Food Science & Technology**. 2011.

FRANCO, B. D. G. de M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2005. 182p.

GARCIA, M.; MARTINO, M.; ZARITZKY, N. Composite starch-based coatings applied to strawberries (*Fragaria ananassa*). **Food/Nahrung**, v.45, n.4, p.267-272. 2001.

GARCIA, L.C.; PEREIRA, L.M.; SARANTÓUPOLOS, C.I.G.L; HUBINGER, M. D. Selection of an Edible Starch Coating for Minimally Processed Strawberry. **Food and Bioprocess Technology**, v.3, p.834-842, 2010.

GIL, AC. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GOMES, P. **Fruticultura brasileira**. 13.ed. São Paulo: Nobel, 2007. p. 342-348.

GOUVEIA, E. L. C. **Nutrição, Saúde e Comunidade**. Rio de Janeiro: Revinter, 1990. 245p.

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P. Utilização de biofilmes na conservação pós-colheita de morango (*Fragaria Ananassa Duch*) cv IAC Campinas. **Ciência e Tecnologia em Alimentos**. Campinas, v.19, n.2, p.270-276, 1999.

MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.1, p.137-156. 2010.

MENDONÇA, C. R. B; BORGES, C.D.; GRANADA, G.G. **Frutas e Hortaliças Minimamente Processadas e refrigeradas**. Pelotas: Editora Universitária, UFPEL, 2009. 80p.

MEZOMO, I. F. B. **A Administração de serviços de alimentação**. 4 ed. São Paulo: Terra, 1994.469p.

MUSCAT, D.; ADHIKARI, B.; ADHIKARI, R.; CHAUDHARY, D. S. Comparative study of film forming behaviour of low and high amylose starches using glycerol and xylitol as plasticizers. **Journal of Food Engineering**. 2011.

PÁDUA, E. M. M. **Metodologia da Pesquisa: abordagem teórico-prática**. Campinas: Papirus, 1997.

PEREIRA, C. A. Efeito do processamento e estocagem na concentração de substâncias bioativas em alimentos. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.28, n.1. 2010.

PRATES, M. F. O.; ASCHERI, D. P. R. Efeito da cobertura de amido de fruta-de-lobo e sorbitol e do tempo de armazenamento na conservação pós-colheita de frutos de morango. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.29, n.1. p.21-32. 2011.

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

ROJAS-GRAÜ, M. A.; TAPIA, M. S.; MARTÍN-BELLOSO, O. Using polysaccharide-based edible coatings to maintain quality of fresh-cut Fuji apples. **LWT-Food Science and Technology**, v.41, n.1, p.139-147. 2008.

ROTTAVA, I. **Seleção de linhagens de Xanthomonas sp para produção de goma xantana**. 2005. -, Dissertação de Mestrado, Universidade Regional Integrada do Alto do Uruguai e das Missões, Brasil, 79 p.

SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, L.; PASTOR, C.; VARGAS, M.; CHIRALT, A.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C.; CHÁFER, M. Effect of hydroxypropylmethylcellulose and chitosan coatings with and without bergamot essential oil on quality and safety of cold-stored grapes. **Postharvest Biology and Technology**, v.60, n.1, p.57-63. 2011.

SANTOS, S. G. F. **Treinando manipuladores de alimentos**. São Paulo: Varela, 1999. 122p.

SEBRAE/ESPM. **Hortalças Minimamente Processadas – Um estudo de Mercado**. 2008. 174p.

SILVA, A. V.C.; OLIVEIRA, D. S. N.; YAGUIU, P.; CARNELOSSI, M. A. G.; MUNIZ, E. N.; NARAIN, N. Processamento mínimo da abóbora. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 29, n (2), p. 391-394, abr. – jun. 2009.

SILVA, P. A. **Qualidade de morangos cultivados na região de Lavras-MG, armazenados em temperatura ambiente**. 2006. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3° ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, 312-333p.

PIGGOTT, J. R.; SIMPSON, S. J.; WILLIAMS, S. A. R. Sensory analysis. **International journal of food science & technology**, v.33, n.1, p.7-12. 1998.

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

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

WILEY, R. B. **Frutas y hortalizas mínimamente processadas y refrigeradas**. Zaragoza: Acribia, 1997. 362p.

ZAMBLIAZI, R. C. **The role of endogenous lipid components on vegetable oil stability**. 1997. 304f. Tese (Doutorado em Foods and Nutritional) - Sciences Interdepartamental Program. University of Manitoba Winnipeg, Manitoba, Canada.

ZHENG, Y., WANG, S. Y., WANG, C. Y., ZHENG, W. Changes in strawberry phenolics, anthocyanins, and antioxidant capacity in response to high oxygen treatments. **Lebensmittel Wissenschaft und-Technologie**, v.40, n.1, p.49–57, 2007.

ANEXO I

Nome: _____ Sexo: () F () M Idade: _____

TESTE ACEITAÇÃO

Você está recebendo duas amostras, avalie cada uma usando a escala abaixo para descrever o quanto gostou ou desgostou do produto.

1. Desgostei muitíssimo
2. Desgostei muito
3. Desgostei regularmente
4. Desgostei ligeiramente
5. Indiferente
6. Gostei ligeiramente
7. Gostei regularmente
8. Gostei muito
9. Gostei muitíssimo

Amostra	Valor

Intenção de compra do produto objeto do teste:

Amostra: _____
☐ Compraria frequentemente
☐ Compraria ocasionalmente
☐ Nunca compraria

Amostra: _____
☐ Compraria frequentemente
☐ Compraria ocasionalmente
☐ Nunca compraria

Comentários: _____

ANEXO II

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da pesquisa: Avaliação da qualidade nutricional e de bioativos de morangos minimamente processados submetidos ao revestimento a base de fécula de mandioca

Pesquisadores responsáveis: Alessandra Oliveira da Silva Haertel, Rui Carlos Zambiasi e Márcia de Mello Luvielmo

Contato: Faculdade de Nutrição, Campus ANGLO, Universidade Federal de Pelotas, Rua Gomes Carneiro, nº 1, Caixa Postal 354, CEP 96001-970, Pelotas, RS, Brasil.

Tel.: (53) 3921 1259, e-mail: alessandrahaertel@hotmail.com

2 Informação ao participante:

2.1 Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa intitulada: Avaliação da qualidade nutricional e de bioativos de morangos minimamente processados submetidos ao revestimento a base de fécula de mandioca, tratando-se de um trabalho de pesquisa de mestrado pelo Programa de Pós Graduação em Nutrição e Alimentos da Universidade Federal de Pelotas.

2.2 A pesquisa terá como objetivo verificar se há diferença sensorial significativa entre os morangos com diferentes tipos de revestimentos, assim como conhecer a aceitabilidade destes, os quais foram elaborados no Laboratório de Processamento do Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos.

2.3 Antes de aceitar participar da pesquisa, leia atentamente as explicações que informam sobre o procedimento da pesquisa.

a) Cada participante receberá 2 amostras para avaliar o quanto gostaram do produto. Será utilizado uma ficha com a escala hedônica de 9 pontos, onde o valor 9 refere-se a expressão gostei muitíssimo e o valor 1 a desgostei muitíssimo. Marcando também sua intenção de compra.

b) O procedimento terá o tempo de duração de aproximadamente 10 minutos para a degustação das amostras.

c) As amostras serão provadas individualmente, e entre as amostras, o participante receberá água filtrada para lavagem da cavidade oral e neutralização do paladar.

2.4 Durante a sua participação, você poderá recusar a responder a qualquer pergunta ou participar de procedimento(s) que por ventura lhe causar algum constrangimento.

2.5 Você poderá se recusar a participar da pesquisa ou poderá abandonar o procedimento em qualquer momento, sem nenhuma penalização ou prejuízo.

2.6 A sua participação na pesquisa será como voluntário, não recebendo nenhum privilégio, seja ele de caráter financeiro ou de qualquer natureza. Entretanto lhe serão garantidos todos os cuidados necessários a sua participação de acordo com seus direitos individuais e respeito ao seu bem estar físico e psicológico.

2.7 A sua participação poderá envolver os seguintes riscos ou desconfortos:

Sabores desagradáveis ao paladar

2.8 Prevêem-se como benefícios da realização da pesquisa:

- Conhecer a aceitabilidade dos morangos minimamente processados revestidos, visto que o projeto de mestrado visa pesquisar o aumento da vida de prateleira dos frutos e a duração de seus compostos fitoquímicos, que podem ser benéficos a saúde.
- Analisar qual das formulações do produto será mais bem aceita;
- Verificar se o consumidor teria interesse em adquirir o produto através dos resultados obtidos e através de entrevista de aceitabilidade;

2.9 Serão garantidos o sigilo e privacidade aos participantes, assegurando-lhes o direito de omissão de sua identificação, ou de dados que possam comprometê-lo. Na apresentação dos resultados não serão citados os nomes dos participantes.

2.10 Os resultados obtidos com a pesquisa poderão ser apresentados em eventos ou publicações científicas.

Confirmo ter sido informado e esclarecido sobre o conteúdo deste termo. A minha assinatura abaixo indica que concordo participar desta pesquisa e por isso dou meu livre consentimento.

Pelotas, _____ de _____ de _____.

Nome do participante: _____

Assinatura do participante: _____

Assinatura do pesquisador responsável: _____

2.1 JUSTIFICATIVA

Tendo em vista os resultados apresentados nos testes preliminares com morangos revestidos, foram efetuadas algumas modificações nos produtos utilizados nos revestimentos, bem como a embalagem utilizada e modo de armazenamento. Foi necessário ainda, eliminar algumas etapas propostas, como por exemplo, a análise sensorial, por falta de espaço físico e equipamentos adequados à quantidade de frutos necessários para esta análise. Consequentemente, foi extinta a necessidade de utilização do Termo de consentimento livre e esclarecido e à submissão do projeto ao Comitê de Ética.

3 Revisão bibliográfica

3.1 Alimentos minimamente processados

Os alimentos minimamente processados fazem parte de uma alternativa de oferta de produtos alimentícios, tanto para os consumidores quanto para os setores de produtos e serviços de alimentação (SEBRAE/ESPM, 2008).

Alimentos minimamente processados consistem em “frutas e hortaliças que foram submetidas a um ou mais processos, incluindo a lavagem, sanitização, descasque, corte, tratamento térmico, embalagem, e aplicação de películas ou revestimentos comestíveis. São designados como minimamente processados, levemente processados, parcialmente processados, processados frescos ou ainda cortados frescos ou pré-preparados (MENDONÇA et al., 2009).

O princípio básico do processamento mínimo de alimentos tem como objetivo retardar a atividade microbiana e reduzir ao mínimo as alterações químicas que podem afetar a qualidade dos produtos, além de oferecer alimentos prontos ou pré-prontos para o consumo. À medida que aumenta a severidade dos processos de conservação, geralmente ocorrem mudanças extensivas no alimento, e como consequência sua qualidade pode ser afetada.

Algumas alterações são desejáveis como, por exemplo, a inativação de fatores antinutricionais pelo calor, o amaciamento de tecidos e a formação de aromas. No entanto, a grande maioria das alterações é indesejável, como a perda de vitaminas ou de cor, alterações na textura e produção de substâncias que interferem no aroma, as quais podem reduzir a aceitabilidade dos produtos pelos consumidores (PEREIRA, 2010).

3.2 Morango

No Brasil, o morango é o fruto do grupo das pequenas frutas com maior área cultivada e maior tradição no cultivo, principalmente nas regiões Sul e Sudeste. Dentro do grupo das pequenas frutas, é o que se adapta com maior facilidade, motivo pelo qual é muito difundido em regiões de clima temperado a subtropical (PAGOT; HOFFMANN, 2003).

No Rio Grande do Sul, a “Aromas” e a “Camarosa” são as cultivares de maior plantio, sendo indicadas tanto para o consumo *in natura* quanto para seu uso na indústria de alimentos (OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2006). Além da versatilidade do

seu uso, apresenta alto valor nutricional, relacionado a presença de compostos bioativos (ANTUNES, 2002), como compostos fenólicos e antocianinas. Pela quantidade de compostos bioativos, o morango classifica-se como um alimento funcional, que são caracterizados por apresentarem uma ou mais substâncias com funções fisiológicas e bioquímicas benéficas à saúde humana (NEUMANN et al., 2000).

O ponto de colheita dos frutos é baseado na sua coloração, sendo que para o consumo *in natura* o fruto deve ter no mínimo de 50 a 75% de sua coloração vermelha intensa (CANTILLANO, 2006). Colher os frutos antes do grau de maturação ideal pode afetar negativamente sua aceitação no mercado por diferenças nas propriedades sensoriais relacionadas à alta acidez, adstringência e ausência de aroma. Da mesma forma, frutos colhidos muito maduros têm menor tempo de prateleira por se deteriorarem mais rapidamente (CANTILLANO, 2003).

Devido ao alto grau de perecibilidade, a comercialização e a disponibilização de morangos *in natura* são restritas. A maior parte da produção comercializada *in natura* é acondicionada em bandejas de poliestireno expandido recobertas com filme de policloreto de vinila (PVC) esticável ou em embalagens de polietileno teraftalato (PET) (ANTUNES, 2002), sendo encontrada nos estabelecimentos de venda em condições de refrigeração ou em temperatura ambiente.

A coloração vermelha brilhante do morango é devida a presença de um grupo de compostos fenólicos, as antocianinas, e o seu sabor característico é devido à presença dos ácidos cítrico e málico, e também devido aos açúcares (SILVA, 2006).

Além destes compostos, o morango é rico em vitamina C, uma vitamina hidrossolúvel de extrema importância para o organismo humano, e de minerais, dentre os quais, encontram-se o cálcio (Ca), potássio (K), magnésio (Mg), manganês (Mn), ferro (Fe), zinco (Zn) e cobre (Cu).

Os morangos, durante seu desenvolvimento na planta, respiram e continuam a fazê-lo no período pós-colheita. A respiração é o conjunto de processos metabólicos, mediante os quais as células obtêm energia a partir da oxidação de moléculas combustíveis. Na falta de oxigênio, a respiração aeróbica transforma-se em anaeróbica, ocorrendo produção de acetaldeído e etanol. Estes frutos apresentam uma alta taxa respiratória, a qual aumenta em 50% quando o fruto passa do estágio de imaturo para maduro.

Devido a sua elevada taxa respiratória, o fruto apresenta pequeno período de vida pós-colheita. Os danos mecânicos e injúrias durante a colheita, transporte e comercialização, além de aumentar a taxa respiratória, fazem com que o fruto fique susceptível ao ataque de micro-organismos, causando perdas nutricionais, de qualidade e econômicas.

A refrigeração é a principal forma de conservação empregada, auxiliando na conservação do fruto através da redução da taxa respiratória e da atividade metabólica e, portanto, retardando sua senescência. As embalagens exercem papel complementar na conservação de morangos, principalmente, pela restrição à perda de vapor de água. No entanto, o período de conservação do morango embalado é muito curto, alcançando aproximadamente sete dias quando mantido sob refrigeração e um a dois dias sob temperatura ambiente (COSTA, 2009).

O plástico se tornou o material mais usado na embalagem de alimentos graças à sua maleabilidade e durabilidade. O plástico pode ser moldado em praticamente qualquer forma e tamanho, e com uma densidade suficiente para carregar qualquer conteúdo. No entanto, o plástico é um grande problema, principalmente devido ao tempo que o plástico leva para se decompor quando não é mais utilizado.

3.3 Compostos Fenólicos, Antocianinas e Ácido L- ascórbico

Os compostos fenólicos estão amplamente distribuídos no reino vegetal e são originados do metabolismo secundário das plantas, sendo essenciais para o seu crescimento e reprodução, formando-se em maiores quantidades em condições de estresse da planta, como infecções, danos, radiações UV, dentre outros (NACZK; SHAHIDI, 2004). Os compostos fenólicos são incluídos na categoria de interruptores de radicais livres, sendo muito eficientes na prevenção da auto-oxidação (SHAHIDI; JANITHA; WANASUNDARA, 1992). Os compostos fenólicos presentes nas fontes vegetais são classificados como flavonóides e não flavonóides.

Os flavonóides são os compostos que apresentam a estrutura química básica como C6-C3-C6. A presença e distribuição nos vegetais dependem de diversos fatores, como ordem e família do vegetal, bem como da variação das espécies, são formados a partir da combinação de derivados sintetizados da fenilalanina e ácido acético (DEGASPARI; WASZCZYNSKY, 2004).

Os compostos não flavonóides incluem os derivados das estruturas químicas C6-C1, como os ácidos p-hidroxibenzóico, gálico e elágico; derivados das estruturas químicas C6-C3, os ácidos caféico e p-cumárico e derivados das estruturas químicas C6-C2-C6, como o resveratrol.

A atividade antioxidante dos não flavonóides está relacionada com a posição dos grupos hidroxilas. Deve-se destacar que o ácido gálico apresenta atividade antioxidante maior do que a catequina (flavonóide), que apresenta cinco grupos hidroxilas em sua estrutura (RICE-EVANS et al., 1996).

Morangos contêm uma variedade de compostos fenólicos que variam de acordo com as diferentes cultivares. Analisando estes compostos, Seeram et al. (2006) identificaram por HPLC o ácido elágico, o ácido elágico glicosilado, as elagitaninas, as galatonaninas, as antocianinas, os flavonóides e o cumaril glicosilado. A maior parte dos flavonóides aglicona encontrada foi quercetina e kaemperol. O conteúdo de ácido elágico, na forma livre, encontra-se em torno de 1,6mg /100g de fruto fresco.

As antocianinas se encontram largamente distribuídas na natureza e são responsáveis pela maioria das cores azul, violeta e diversas tonalidades de vermelho que aparecem em muitas flores, frutos, algumas folhas, caules e raízes de plantas (MALACRIDA; MOTTA, 2005). São compostos solúveis em água e altamente instáveis em temperaturas elevadas (SHAHIDI e NACZK, 1995).

As antocianinas fazem parte do grupo dos flavonóides, sendo que a molécula de antocianina é constituída por duas ou três porções, uma aglicona (antocianidina), um grupo de açúcares e, frequentemente, um grupo de ácido orgânico (FRANCIS, 1989). As antocianinas possuem uma estrutura química adequada para a ação antioxidante, sendo capaz de doar elétrons ou átomos de hidrogênio para radicais livres (PRIOR, 2003).

Os principais fatores que influenciam a estabilidade das antocianinas são a estrutura química, o pH, a temperatura, a luz, a presença de oxigênio, a degradação enzimática e as interações entre os componentes dos alimentos, tais como ácido ascórbico, íons metálicos, açúcares e pigmentos (FRANCIS, 1989).

O grau de hidroxilação exerce importante efeito na estabilidade das antocianinas, sendo que aquelas que contêm mais grupos hidroxilas em sua estrutura são menos estáveis, inversamente ao alto grau de metoxilação que aumenta a estabilidade das antocianinas (FRANCIS, 1989). Já o pH exerce profunda

influência na cor destes compostos, assim como na sua estabilidade, são mais estáveis em soluções ácidas do que em neutras e alcalinas (MALACRIDA; MOTTA, 2006). Em relação à temperatura, são rapidamente destruídas pelo aquecimento durante o processamento e estocagem de alimentos (FRANCIS, 1989).

As antocianinas identificadas no morango foram pelargonidina 3 – glucosídeo, com cianidadina 3 – glucosídeo e, em menor quantidade a pelargonidina 3 – rutinosídeo (CORDENUSSI et al., 2005; GIL; HOLCROFT; KADER, 1997).

A vitamina C ou simplesmente ácido ascórbico, é uma vitamina hidrossolúvel e termolábil, amplamente distribuída nos produtos de origem vegetal, sendo encontrada principalmente em frutas cítricas e hortaliças (BARCIA et al., 2010).

O teor da vitamina nas frutas pode variar dependendo da espécie, do grau de maturação na época da colheita, de variações genéticas, do manuseio pós-colheita, das condições de estocagem e do processamento (SILVA; LOPES; VALENTE-MESQUITA, 2006).

O ácido ascórbico encontra-se na natureza sob a forma reduzida ou oxidada (ácido L-ascórbico e ácido dehidroascórbico), porém a forma oxidada está menos difundida nas substâncias naturais (GARCIA et al., 2010). O ácido L - dehidroascórbico (DHA), além de sua conhecida ação antioxidativa, também apresenta ação vitamínica, pois é facilmente reduzido no organismo, e representa cerca de 80% da atividade vitamínica do ácido ascórbico.

A transformação do ácido ascórbico em ácido dehidroascórbico ou L-ascórbico ocorre normalmente no interior do organismo e é reversível, permitindo que uma substância sempre possa ser transformada na outra. Essa capacidade de transformação funciona como um sistema óxido-redutor capaz de levar hidrogênio aos processos de respiração, a nível celular (TAVARES et al., 2000). A atividade antioxidante da vitamina C envolve a transferência de um elétron ao radical livre e a consequente formação do radical livre ascorbato (ROSA et al., 2007). O morango apresenta 70,00 mg de vitamina C em 100 gr do fruto, maior quantidade do que a encontrada na laranja, 53,00 mg/ 100 gr.

3.4 Revestimentos comestíveis

A utilização de coberturas comestíveis em gêneros alimentícios pode parecer uma técnica recente, entretanto, a aplicação de ceras em frutas cítricas vem sendo

utilizada na China desde os séculos XII e XIII, com o objetivo de reduzir a perda de água e melhorar a aparência de frutas (DEBEAUFORT et al., 1998).

Os revestimentos consistem em finas camadas de materiais comestíveis que são aplicadas sobre os produtos alimentícios e desempenham um papel importante na conservação e comercialização destes produtos.

Atualmente há um grande interesse no desenvolvimento de coberturas comestíveis ou biodegradáveis, principalmente devido à demanda crescente por alimentos de alta qualidade, por preocupações ecológicas diante do descarte de materiais não reutilizáveis (usados em embalagens para alimentos) e pelas oportunidades para criar novos mercados de matérias-primas formadoras de revestimentos (PALMU, 2003; FAKHOURI et al., 2005).

Coberturas podem apresentar diferentes funções, como minimizar as alterações químicas, evitar a ação de microorganismos, reduzir ou inibir a migração de umidade, oxigênio, dióxido de carbono e aromas, de transportar aditivos alimentares como flavorizantes, antioxidantes e antimicrobianos, e ainda, de melhorar a integridade mecânica e as características de manuseio do alimento (KROCHTA et al., 1997).

A escolha do material a ser usado na composição dos revestimentos é muito importante, pois afetarão as interações entre os componentes do material, que poderão interferir nas propriedades de barreira, mecânicas e sensoriais dos revestimentos (MALI et al., 2010).

Os biopolímeros mais utilizados na preparação de coberturas são os polissacarídeos, as proteínas e os lipídeos, utilizados isoladamente ou em combinações (CUQ et al., 1995).

Os revestimentos elaborados a partir de polissacarídeos ou proteínas possuem excelentes propriedades mecânicas, óticas e sensoriais, entretanto são mais sensíveis à umidade e apresentam maior taxa de permeabilidade ao vapor d'água. Diferentemente destes, os revestimentos compostos por lipídeos apresentam propriedades superiores de barreiras ao vapor d'água, mas possuem maior opacidade e são menos flexíveis, além de apresentarem sabor residual, o que pode dificultar a aceitação sensorial do alimento. Por isso, a combinação de diferentes biopolímeros tem como vantagem aproveitar as características benéficas de cada constituinte (GALLO et al., 2000).

3.4.1 Gelatina

A gelatina é uma proteína de origem animal, obtida pela hidrólise parcial do colágeno contido em peles, ossos, tendões e tecido conectivo. O colágeno consiste na proteína que mantém unidos os feixes de fibras musculares. O processo de conversão do colágeno envolve várias etapas como: a lavagem, a depuração, o tratamento, entre outras medidas importantes das quais resultarão na obtenção de um produto alimentício desidratado de cor amarelo claro (JOHNSTON-BANKS, 1990).

A gelatina no Brasil é produzida em abundância, a baixo custo e com propriedades funcionais adequadas para a fabricação de revestimentos (CARVALHO, 1997). A gelatina consiste, predominantemente, dos aminoácidos: glicina (33%); prolina e hidroxiprolina (20%) e ainda alanina (11%) (ROGERS, 2001).

Revestimentos comestíveis a base de gelatina reduzem a permeabilidade de oxigênio e podem carrear agentes antimicrobianos e antioxidantes (BERTAN, 2003; KROCHTA e DE MULDER-JOHNSTON, 1997).

Fakouri e Grosso (2003) estudaram a aplicação de coberturas comestíveis elaboradas com gelatina, triacetina e ácido láurico sobre goiabas brancas. No trabalho, foi verificado que a aparência geral, a cor, o brilho, a intenção de compra e a vida útil das goiabas revestidas foram superiores em comparação às frutas *in natura* sem revestimento. Dentre os revestimentos testados, a combinação de gelatina e triacetina apresentou-se superior, tanto nas características físico-químicas, quanto sensoriais.

Em estudo realizado por Zocche (2010), em aplicação de fécula de mandioca 1% e gelatina 5% em acerolas, foi observado que os frutos revestidos com gelatina demonstraram os melhores resultados sensoriais em relação aos outros revestimentos. Além disso, foi observado que os frutos revestidos com gelatina apresentaram melhor aceitação visual, por ressaltar a aparência dos frutos, seguido pelos frutos revestidos com fécula de mandioca.

3.4.2 Goma xantana

Segundo Navarro et al. (1997) a goma xantana é um polissacarídeo de enorme interesse para as indústrias de alimentos, farmacêuticas e de petróleo, e que vem sendo utilizada em revestimentos comestíveis em combinação com outros compostos.

Atualmente, toda a goma xantana consumida no Brasil provém de importações, todavia o Brasil tem um enorme potencial para a produção deste polímero em escala industrial, pela presença da matéria-prima básica para sua produção: açúcar e álcool. A goma xantana é um hidrocolóide, produzido industrialmente por fermentação aeróbia de açúcar por culturas de *Xanthomonas campestris* (LILLY, 1958). Entretanto, outras espécies de *Xanthomonas* também são capazes de produzir goma xantana, com eficiência e qualidade variável (SUTHERLAND, 1982; HAYWARD, 1993; ROTTAVA, 2005; MAYER, 2006).

Apesar de apresentar custo mais elevado do que os polímeros utilizados tradicionalmente, a xantana é única por apresentar simultaneamente alta viscosidade (elevada capacidade espessante, suspensiva e lubrificante) e pseudoplasticidade (diminuição da viscosidade com o aumento do cisalhamento, diminuindo a sensação de gomosidade na boca). Estes atributos conferem a capacidade ao gel de se liquefazer à medida que se aplica uma determinada quantidade de calor ou uma força mecânica, e ao interromper o calor ou a força aplicada, possui a capacidade de voltar ao estado original. Além disto, a xantana apresenta elevada estabilidade térmica e iônica em uma extensa faixa de pH, quando comparada a outros polímeros (COTRELL, 1979; SUTHERLAND, 1982; GARCÍA-OCHOA, 2000). É considerada uma substância GRAS, sigla em inglês que denomina os compostos reconhecidos como seguros pelo FDA (Food and Drug Administration).

Pizato et al. (2013) em um experimento com maçãs minimamente processadas, foi utilizada xantana associada aos ácidos cítrico, ascórbico e cloreto de cálcio como um dos tratamentos, e verificou-se que este revestimento foi capaz de reduzir a perda de massa, o crescimento microbiano, manter a firmeza e a cor dos frutos.

Em um estudo com mamão, foram testados diferentes revestimentos à base de goma xantana, e a amostra que recebeu adição de goma guar foi influenciada negativamente na perda de massa e nos parâmetros de cor, luminosidade, a^* e b^* . Entretanto, a adição de quitosana influenciou benéficamente na redução da perda de massa, manutenção da luminosidade e menor redução nos parâmetros a^* e b^* , porém não foi observado efeito antimicrobiano. Desta forma, concluiu-se que o melhor revestimento para o mamão, foi o composto somente de goma xantana, o

qual proporcionou redução da perda de massa, manutenção da luminosidade e de b^* e menor redução de a^* (CORTEZ-VEGA et al., 2013).

3.4.3 Plastificantes

Plastificantes na formulação dos revestimentos têm a função de conferir maleabilidade e assim facilitar sua aplicação nos alimentos, e uma das características necessárias é de que este seja solúvel e compatível com o polímero (SOBRAL et al., 2001). Outra característica dos plastificantes é a capacidade de diminuir a temperatura de transição vítrea e a temperatura de fusão, e consequentemente aumentar a permeabilidade a gases, proporcionalmente ao seu conteúdo. Os mais usados em conjunto com filmes protéicos são: glicerol, sorbitol, propilenoglicol, polietilenoglicol e monoglicerídeos (GENNADIOS, 2002).

Na grande maioria dos estudos realizados, os plastificantes vêm associados a revestimentos à base de amido. Garcia et al. (1998) realizaram um estudo visando comparar o uso de sorbitol e glicerol como agentes plastificantes em revestimentos comestíveis e observaram que ambos plastificantes evitaram rachaduras, reduziram a perda de peso, mantiveram a firmeza e a coloração superficial do fruto. No entanto, observaram que as formulações contendo sorbitol foram mais eficientes do que com glicerol, visto que apresentaram menor permeabilidade ao vapor de água.

3.4.4 Lipídeos (Óleo de Canola)

A adição de lipídeos em revestimentos tem como finalidade reduzir a permeabilidade ao vapor de água. Em um experimento com morangos acondicionados em refrigeração, Garcia et al. (2001) utilizaram dois tipos de amido, um com 250 g/kg de amilose (comercial) e outro com 650 g/kg de amilose, adicionados de glicerol ou sorbitol (20 g/L) e emulsionados com 2 g de óleo de girassol. Foi observado que o glicerol e o sorbitol contribuíram para diminuir as propriedades de barreira contra gases e vapor de água; e a presença de óleo de girassol proporcionou menor permeabilidade.

O tipo e a configuração dos AG em gorduras são os responsáveis pelas diferenças no sabor, textura, ponto de fusão, absorção, atividade do ácido graxo essencial (AGE) e outras características (MITCHELL et al., 1978).

Alguns ácidos graxos insaturados não podem ser sintetizados pelo homem em seu organismo através de metabolismo próprio, esses, por serem essenciais à vida, são conhecidos como ácidos graxos essenciais e devem ser supridos pela alimentação (LEAF & WEBER, 1988; LEHNINGER et al., 1995). Dentre eles encontram-se as famílias w-6 e w-3 representados pelos ácidos linoleico (C18: 2 w-6) e linolênico (C 18:3 w-3) respectivamente. O óleo de canola apresenta 61,1 % de ácido oleico e 22,5 % de ácido linoleico, entre outros.

Em um estudo realizado com revestimentos de quitosana, proteína de quinoa e óleo de girassol em diversas combinações e concentrações (VALENZUELA et al., 2012), foi verificado que a permeabilidade ao vapor de água foi menor nas coberturas que continham óleo de girassol, devido à natureza apolar dos lipídios, o que melhorou sua interação hidrofóbica. Revestimentos que continham apenas quitosana e proteína de quinoa apresentaram-se mecanicamente mais frágeis do que os revestimentos contendo lipídeos. A adição de lipídeos em coberturas hidrofílicas pode melhorar sua barreira à umidade e intensificar o efeito conservativo da cobertura (PEREZ-GAGO et al., 2003; VARGAS et al., 2006).

A fim de aumentar a barreira ao vapor de água de coberturas à base de quitosana, Wong et al. (1992) adicionaram ácidos graxos e ésteres de ácidos graxos em revestimentos à base de quitosana, apresentando menor permeabilidade ao vapor quando ácido láurico ou butírico foram acrescidos. Quando ácido oléico foi incorporado às coberturas de quitosana, foi verificado um aumento do efeito da cobertura sobre a qualidade mecânica e sobre a cor dos morangos, limitando o aparecimento de fungos, aumentando a resistência ao vapor de água e diminuindo a taxa de respiração durante o armazenamento (VARGAS et al., 2006).

4 Objetivos

4.1 Objetivo Geral

O presente estudo objetivou avaliar o efeito do uso de revestimentos comestíveis, à base de gelatina, sorbitol, óleo de canola e xantana, nas características físico-químicas e no conteúdo de bioativos em morangos minimamente processados.

4.2 Objetivos específicos

Obter diferentes revestimentos elaborados com goma xantana, sorbitol, óleo de girassol e gelatina;

Aplicar os revestimentos aos morangos e avaliar as características físico-químicas e o teor de compostos fenólicos, antocianinas, ácido L-ascórbico e a capacidade antioxidante;

Identificar o melhor revestimento, em função da manutenção das características físico-químicas e do conteúdo de compostos fenólicos do morango.

5 Material e Métodos

5.1 Colheita e preparo das amostras

Foram utilizados 9 kg de morangos (*Fragaria x Anassa Duch.*) cv. Camarosa, adquiridos de uma propriedade rural de Pelotas (RS), conveniada com a Embrapa Clima Temperado (Pelotas/RS), safra 2012, selecionados e colhidos pessoalmente, procurando obter a uniformidade do estágio de maturação. A colheita foi realizada manualmente e os frutos foram selecionados quanto à ausência de defeitos fisiológicos, tamanho e cor. A seguir foram acondicionados em caixas plásticas e transportados a temperatura ambiente até o Laboratório de Processamento de Alimentos (CCQFA/UFPel), onde foram submetidos ao processamento mínimo. As análises foram realizadas em triplicata, com oito (8) diferentes tratamentos, sendo um (1) o controle, em quatro (4) tempos de armazenamento.

5.2 Métodos

Os morangos foram lavados com água potável para retirada de sujidades superficiais, e logo após foi realizada a retirada manual do pedicelo e sépalas dos frutos, e em seguida os morangos foram imersos em solução de 150 ppm de hipoclorito de sódio em temperatura ambiente por 30 minutos.

Após este período de imersão, os morangos foram colocados em grades para escorrer o excesso de água por cinco minutos, seguindo o processo de recobrimento. Para isso, os morangos foram submersos em soluções de coberturas por 1 minuto em temperatura ambiente, em grupos de 10 a 15 frutos para cada litro de solução de cobertura (Tabela 1). Logo em seguida foram colocados em grades para secar, tomando o cuidado de virar os morangos de posição para que não ocorresse acúmulo localizado da solução de cobertura.

O processo de secagem foi de aproximadamente 6 horas, com auxílio de ventiladores, em temperatura ambiente com umidade relativa do ar de 87%. Após a secagem, foram colocados cerca de 12 morangos em cada bandeja de PET sem tampa, as quais foram devidamente identificadas e fechadas com filme de PVC, sendo imediatamente armazenadas em refrigerador sob temperatura de $5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, em umidade relativa de $70\% \pm 3\%$, dados obtidos mediante aferição com termohigrômetro digital.

Tabela 1. Soluções de coberturas utilizadas no estudo.

Tratamentos	Composição do revestimento
C	morango sem tratamento (controle)
XS	0,25 % xantana + 1 % sorbitol
XSL 3%	0,25 % xantana + 1 % sorbitol + 3 % óleo de canola
XSL 6%	0,25 % xantana + 1 % sorbitol + 6 % óleo de canola
GXSL 3%	5 % gelatina + 0,25 % xantana + 1% sorbitol + 3% óleo de canola
GXSL 6%	5 % gelatina + 0,25 % xantana + 1% sorbitol + 6% óleo de canola
GSL 3%	5 % gelatina + 1% sorbitol + 3 % óleo de canola
GSL 6%	5 % gelatina + 1% sorbitol + 6 % óleo de canola

As concentrações dos produtos utilizados nos revestimentos foram resultados de uma revisão da literatura, em que observou-se os melhores resultados de cada revestimento para então ser aplicado neste experimento.

Para o preparo das soluções contendo xantana, foi colocado 2,5 g de goma xantana em 600 mL de água destilada fria, dissolvendo e agitando por 30 minutos, até alcançar temperatura constante de 70°C , deixando em repouso “overnight”. As demais coberturas foram preparadas no momento da aplicação. Nas preparações contendo óleo de canola, incorporou-se o óleo de utilizando-se o Ultraturrax em uma velocidade de 27000 rpm por 20 minutos. Pouco antes da aplicação da cobertura foi completado o volume de 1 litro de cada solução, emulsificando por mais 5 minutos em Ultraturrax, a 27000 rpm, esta velocidade foi utilizada de acordo com trabalhos mais recentes em que foi utilizado o aparelho.

5.2.1 Avaliação Estatística

As análises foram realizadas em triplicata e os resultados submetidos à análise de variância (ANOVA). Para comparação das médias foi utilizado o teste de Tukey, adotando-se o nível de significância de 5 %, segundo os procedimentos do Statistical Analyses System (SAS, 1986).

5.3 Análises

O experimento foi realizado no período de 15 dias, baseado no que foi encontrado em trabalhos semelhantes com o morango, onde as amostras foram retiradas para as análises após o 1^o, 5^o, 10^o e 15^o dias de armazenamento. Ao final de cada período de armazenamento foi realizado as análises de perda de peso, cor, textura, pH, acidez, sólidos solúveis, umidade e sólidos totais. Parte do material relativo a cada período de armazenamento foi triturado e armazenado a – 80 °C em recipientes de plástico com tampa, tipo coletor universal com capacidade de 80 mL da marca Prolab esterilizados por raio gama, para realização das análises de ácido L- Ascórbico, antocianinas, compostos fenólicos e atividade antioxidante.

Todas as análises foram realizadas com duas repetições.

5.3.1. Perda de massa

A perda de massa, expressa em percentual, foi determinada de acordo com Jacometi et al. (2003). Os frutos foram pesados em balança analítica (*Be/ Engineering*) no início do experimento (massa inicial) e durante cada tempo de armazenamento; para tanto, foi reservada uma bandeja controle para realizar a comparação da perda de massa. A perda de massa, PM (%), foi calculada de acordo com a Equação 1, sendo o resultado final expresso pela média de três amostras. Considerando que esta é uma análise não destrutiva, as mesmas amostras foram analisadas durante todo o estudo.

$$PM (\% \text{ m/m}) = [(massa \text{ inicial} - massa \text{ final}) / (massa \text{ inicial}) \times 100 \text{ (eq. 1)}]$$

5.3.2 Firmeza da polpa

A análise de firmeza da polpa foi realizada de acordo com Del-Valle et al. (2005). Foi realizada em texturômetro (*Stable Micro Systems*) utilizando uma sonda de 2 mm de espessura. Os resultados foram expressos em Newton (N) como força

usada pela sonda para penetrar 6 mm na região equatorial, a uma velocidade de 1 mm/s. Para essa avaliação foram utilizados 8 morangos para cada tratamento, sendo realizadas 2 leituras em cada morango.

5.3.3 Cor

As análises de cor foram realizadas utilizando-se um colorímetro marca Minolta. No padrão *C.I.E L*a*b**, foram avaliados os parâmetros de luminosidade L^* que varia de 100, para o branco, significando zero de absorbância e 100% de transmitância; 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 Chroma [$(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$].

Para essa avaliação foram utilizados 6 morangos de cada tratamento, sendo realizadas 4 leituras em cada morango.

5.3.4 pH

Corresponde a leitura do teor de íons hidrogênios efetivamente dissociados na solução, sendo realizada com o auxílio do pHmetro, calibrado com os tampões 7,0 e 4,0, respectivamente.

O pH foi avaliado em potenciômetro digital (Micronal), em 3 repetições, medido diretamente na amostra de polpa de morango (AOAC, 2005).

5.3.5 Acidez Titulável (AT)

Baseiam-se em titular com soluções álcali-padrão todos os ácidos, dissociados ou não, presentes na amostra de morango. Após pesar em torno de 5 g de amostra de cada tratamento em frasco Erlenmeyer, foram adicionados 25 mL de água destilada. Em seguida, foi colocado o eletrodo do pHmetro no recipiente contendo a amostra, e titulado com solução de hidróxido de sódio 0,1 N, até o valor de 8,1 de pH (Zambiasi, 2010). A acidez foi expressa em % de ácido cítrico (eq.2):

$$\text{Acidez, solução normal \% (v/p)} = [V \times \text{meqg de ácido cítrico} \times f \times 100] / P \text{ (eq.2)}$$

5.3.6 Sólidos Solúveis Totais (SST)

Os teores de sólidos solúveis totais (SST) foram determinados a partir do extrato líquido da amostra de cada tratamento, utilizando um refratômetro de bancada tipo Abbe (Analytik Jena), e os resultados expressos em ° Brix (AOAC, 2005).

5.3.7 Umidade (UR)

Foi baseada na perda de massa da amostra de cada tratamento do morango, quando submetida ao aquecimento a 105°C em estufa durante 6 horas, até massa constante, sendo expressos em % de UR e % de ST, respectivamente (AOAC, 2005).

5.3.8 Ácido L- Ascórbico

Retirou-se uma alíquota de 10 gramas de cada tratamento do morango, previamente macerada e homogeneizada, adicionou-se 30 mL de solução de ácido metafosfórico a 4,5% em água ultra-pura, deixando em repouso por 1 hora em frasco protegido da luz. Esta dispersão foi transferida para um balão de 50 mL, onde completou-se o volume com água ultra-pura. Centrifugou-se a amostra em tubos Eppendorf nas condições de 7000 rpm por 10 minutos. O sobrenadante da centrifugação foi utilizado para realizar a quantificação do ácido L-ascórbico, que foi realizada por CLAE (Cromatografia Líquida de Alta Eficiência), seguindo a metodologia adaptada de Vinci, Rot e Mele (1995), em equipamento HPLC-Shimadzu. A fase móvel consistiu em uma solução de ácido acético 0,1% em água ultra pura e metanol, com fluxo de 0,8 mL/min, e temperatura da coluna de 25° C. A identificação e quantificação foram baseadas em curvas de concentrações de padrões, expressando os resultados em mg ácido ascórbico.100g⁻¹ fruta seca.

5.3.9 Antocianinas

Foi pesado 1 grama de amostra de cada tratamento, previamente macerada, deixado em repouso por 1 hora em béquer com etanol acidificado com HCL até pH 1,00, sendo homogeneizado neste intervalo de 1 hora, a cada 5 minutos. Após filtrou-se em balões volumétricos de 50 mL, completando o volume final com etanol acidificado. A leitura foi realizada em três repetições, em espectrofotômetro (Ultrospec 2000) a 520 nm de absorbância.

Os resultados foram expressos em mg de pelargonidina 3-glicosídeo (Pg-3-g)/100 g de morango seco (Lees e Francis, 1982).

5.3.10 Compostos fenólicos

O teor total de compostos fenólicos foi determinado de acordo com método descrito por Badiale-Furlong et al. (2003), que consiste em uma etapa de extração dos compostos fenólicos com álcool metílico e posterior quantificação espectrofotométrica com solução de Folin-Ciocalteu. Foi utilizando uma curva padrão de ácido gálico para a quantificação, e os resultados foram expressos em mg de ácido gálico equivalente por 100g de amostra seca.

5.3.11 Atividade Antioxidante

Foi medida através do método DPPH (BRAND-WILLIAMS et al., 1995), o qual é baseado na captura do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) por antioxidantes, produzindo um decréscimo da absorbância a 515 nm. Para isto foi dissolvido 0,0024 gramas de DPPH em álcool metílico em um balão volumétrico de 100mL, homogeneizado e transferido para um frasco âmbar. Alíquotas de 0,1 mL de amostra de cada tratamento, acrescidas de 3,9 mL de DPPH foram utilizadas para realizar as leituras em um comprimento de onda de 515nm, utilizando metanol com DPPH, como branco. Os resultados foram expressos em percentual de inibição de DPPH, de acordo com a seguinte equação (Eq. 3):

$$\% \text{ Inibição de DPPH} = \frac{\text{Abs controle} - \text{Abs amostra}}{\text{Abs controle}} \times 100 \text{ (Eq. 3)}$$

6. Resultados e discussões

6.1 pH

Na tabela 2 estão os valores de pH das amostras de morango utilizando diferentes revestimentos, armazenadas durante 15 dias sob refrigeração.

Tabela 2: pH das amostras de morango utilizando diferentes revestimentos, armazenadas durante 15 dias sob refrigeração

Tratamentos	Tempo de Armazenamento			
	1 dia	5 dias	10 dias	15 dias
pH				
Controle	3,35 abB	3,15 eC	3,50 aA	3,46 cA
XS	3,39 aB	3,05 fC	3,50 aA	3,48 cA
XSL 3%	3,32 abcC	3,03 fD	3,47 abcB	3,53 bA
XSL 6%	3,26 cB	3,29 bB	3,47 abcA	3,46 cA
GXSL 3%	3,37 abC	3,24 cD	3,50 aB	3,60 aA
GXSL 6%	3,29 bcC	3,18 dD	3,48 abA	3,46 cB
GSL 3%	3,32 abcD	3,37 aC	3,46 bcA	3,40 dB
GSL 6%	3,30 bC	3,35 aB	3,45 cA	3,46 cA

Letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas diferentes na coluna, significam que houve diferença estatística entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). (C: controle; XS: xantana + sorbitol; XSL 3%: xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola; XSL 6%: xantana + sorbitol + 6% de óleo de canola; GXSL 3%: gelatina + xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola; GXSL 6%: %: gelatina + xantana + sorbitol + 6% de óleo de canola; GSL 3%: gelatina + sorbitol + 3% de óleo de canola, GSL 6%: gelatina + sorbitol + 6 % de óleo de canola).

Observa-se que após 15 dias de armazenamento todos os valores de pH foram superiores do que os encontrados no primeiro dia do estudo, incluindo o valor da amostra Controle.

O aumento do valor de pH nas amostras encontrado aos 10 dias de armazenamento concorda com resultados apresentados por Ponce et al. (2009), em que relataram aumento de pH em morangos armazenados com filme de PVC.

Estes dados são suportados por Calegaro et al. (2002), os quais enfatizam que os ácidos orgânicos presentes no morango tendem a diminuir durante o seu amadurecimento em virtude de sua utilização como substrato respiratório, o que causa um incremento nos valores de pH.

Em outro experimento, realizado por Perdonés et al. (2012), com revestimentos de quitosana combinado com óleo essencial de limão aplicados em morangos, foi observado que os valores de pH aumentaram de acordo com o processo de maturação, entretanto, os frutos recobertos apresentaram índices de maturação inferiores aos demais, o que aponta para a possível influência deste recobrimento sobre a atividade metabólica dos frutos.

Vargas et al. (2006) não observaram variação significativa do pH em morangos cobertos com quitosana e ácido oléico durante o armazenamento. Os resultados deste estudo encontram respaldo em trabalhos feitos por Han et al., (2004) e Hernandez-Muñoz et al. (2006), nos quais relataram um aumento significativo do pH ao longo do armazenamento de morangos com e sem cobertura de quitosana.

Cortez-Vega et al. (2013), em experimento com mamão revestidos com xantana e diferentes combinações, observaram que o aumento da acidez, com consequente redução do pH foi independente da aplicação dos revestimentos. Estas variações estão associadas à produção de ácidos orgânicos, como ácido málico e cítrico, decorrente das reações fisiológicas e bioquímicas (LIMA et al., 2005).

Por outro lado, houve tendência de redução do pH das amostras de maçãs minimamente processadas submetidas aos diferentes tratamentos, a base de xantana, alginato, ácido ascórbico, ácido cítrico, glicerol, em diversas combinações. Ao término do armazenamento, o pH das amostras submetidas ao tratamento controle foi significativamente superior aos demais, sendo que este tratamento apresentou a menor redução do pH (3,8%). Este comportamento deve-se ao fato dos outros tratamentos serem adicionados de ácido cítrico e ascórbico (PIZATO et al., 2013).

6.2 Acidez Titulável

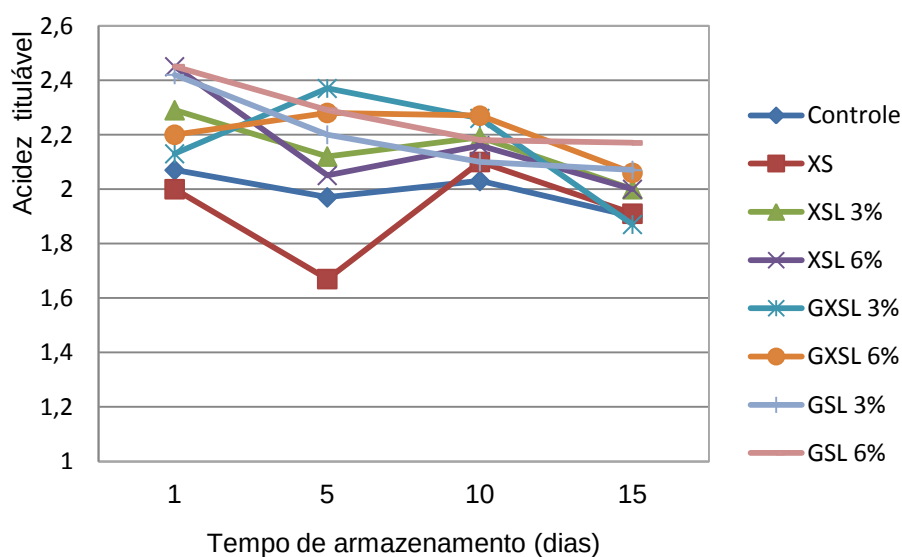


Figura 1. Acidez Titulável em diferentes revestimentos em morangos armazenados durante 15 dias.

A acidez de um determinado fruto é mensurada pela presença dos ácidos orgânicos, que são utilizados como substratos para a respiração, encontrando-se dissolvidos nos vacúolos celulares, tanto na forma livre, como combinada com sais, ésteres e glicosídeos. Em frutos, contribuem também para conferir o aroma característico, devido ao fato de que alguns componentes são voláteis (CHITARRA; CHITARRA, 1990). No presente estudo, foi observado que de um modo geral o conteúdo de acidez oscilou no decorrer do tempo, no entanto os conteúdos encontrados ao final do experimento foram inferiores aos conteúdos iniciais das amostras, para todos os tratamentos utilizados, dados similares encontrados por Vargas et al. (2004).

Em um experimento elaborado por Hernandez-Muñoz et al. (2006) não foi observada diferença significativa na acidez titulável de morangos com cobertura de quitosana contendo cálcio.

O teor de ácidos orgânicos tende a diminuir durante a maturação, devido à sua oxidação no ciclo dos ácidos tricarboxílicos, ao processo respiratório ou pela sua conversão em açúcares, pois nesta fase ocorre maior demanda energética pelo aumento do metabolismo (CHITARRA; CHITARRA, 1990). O teor de acidez dos frutos não-climatéricos, como o morango, também apresentam a tendência a diminuir durante o seu armazenamento devido ao processo respiratório e à conversão dos ácidos em açúcares, característica da senescência (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Outros trabalhos (EL GHAOULTH et al., 1991; GARCIA et al., 1998; HAN et al., 2004) relatam uma diminuição significativa da acidez titulável ao longo do armazenamento de morangos com e sem cobertura de quitosana, como resultado da maturação do fruto, dados similares aos encontrados neste estudo, em que os valores finais de acidez titulável total foram reduzidos.

Em morangos com coberturas à base de amido ou glúten foi verificado o mesmo comportamento, não sendo verificada diferença estatística ao final do experimento (GARCIA et al., 1998; TANADA-PALMU et al., 2005).

6.3 Sólidos Solúveis Totais

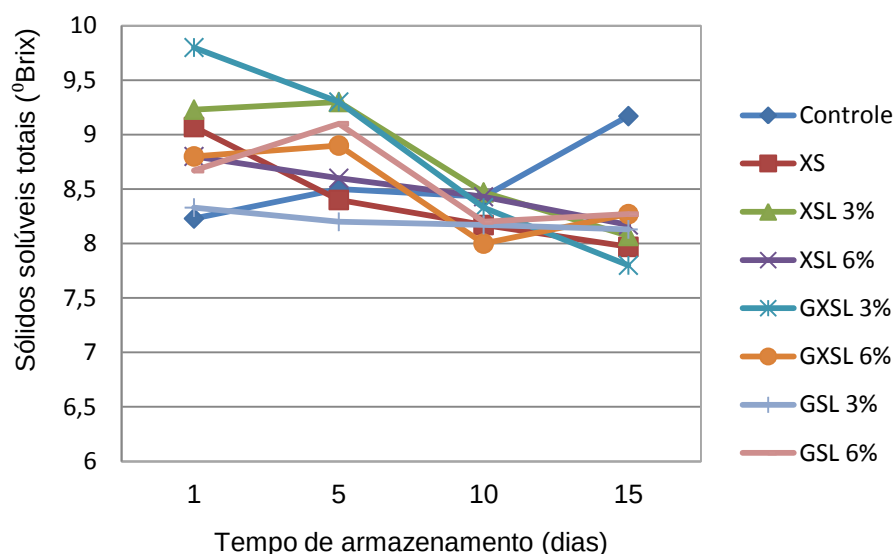


Figura 2. Sólidos solúveis totais em diferentes revestimentos em morangos armazenados durante 15 dias.

O teor de sólidos solúveis totais é dependente do estágio de maturação no qual o fruto é colhido, neste caso foram colhidos com 75% de maturação, o qual aumenta durante a maturação pela biossíntese ou degradação de polissacarídeos (CHITARRA; CHITARRA, 1990). As cadeias de polissacarídeos da parede celular são rompidas durante o amadurecimento, verificando-se, assim, a diminuição do °Brix durante o processo de maturação de frutas e hortaliças. A maior parte dos carboidratos solúveis é totalmente metabolizada enquanto o fruto amadurece (MATTOO et al., 1995).

De acordo com as características respiratórias antes do amadurecimento dos frutos, pode-se classificá-los como climatéricos e não-climatéricos. Os climatéricos, amadurecem rapidamente, com demanda elevada de energia, com aumento rápido e significativo da taxa respiratória durante a maturação, com amadurecimento imediato, e continuam a fazê-lo depois de colhido, como pera, maçã, banana e tomate (RODRIGUES et al., 2009).

Os não climatéricos, são os que amadurecem lentamente, com demanda de energia constante, apresentam contínuo declínio na taxa de respiração em função do tempo, embora possam apresentar um aumento da produção de etileno em alguma etapa do seu desenvolvimento e só amadurecem enquanto ligados à planta, como limão, laranja, abacaxi e morango. Portanto, o esperado no presente estudo,

era que o teor de sólidos solúveis não aumentasse durante o período de realização do experimento.

Pelos dados observou-se que em todos os tratamentos aplicados, os valores de SST ao final do experimento são inferiores ao início do experimento, exceto para o tratamento Controle, no qual observou-se aumento do teor de SST na amostra. Essas variações de SST podem ser atribuídas à desidratação dos frutos. A diferença significativa apresentada para a variável SST pode ser explicada pela variação das amostras de morango, que apesar de terem passado previamente por uma seleção quanto à cor e tamanho no início do experimento, apresentavam diferenças do grau de maturação entre si.

6.4 Perda de Massa

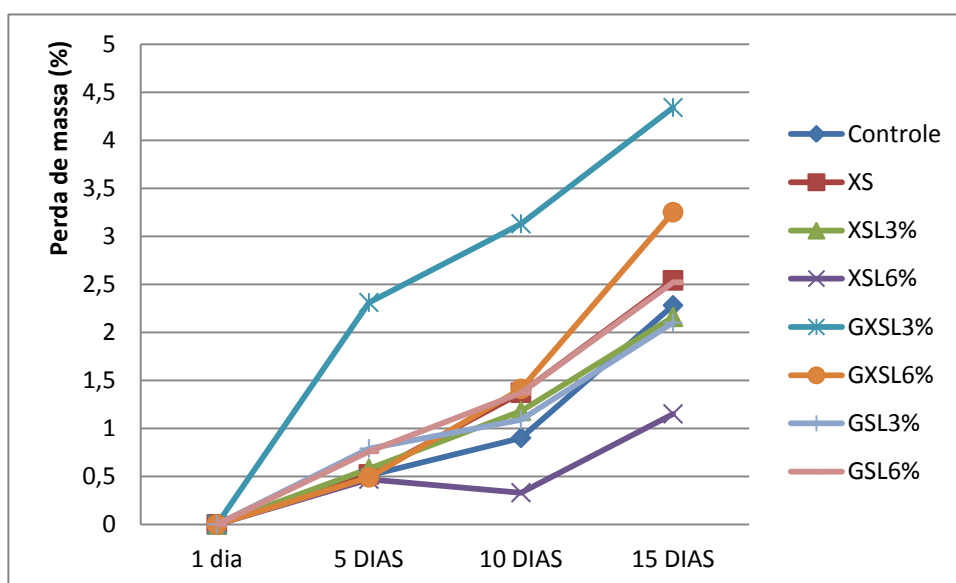


Figura 3. Perda de massa das amostras submetidas ao armazenamento com diferentes revestimentos. (C: controle; XS: xantana + sorbitol; XSL 3%: xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola; XSL 6%: xantana + sorbitol + 6% de óleo de canola; GXSL 3%: gelatina + xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola; GXSL 6%: gelatina + xantana + sorbitol + 6% de óleo de canola; GSL 3%: gelatina + sorbitol + 3% de óleo de canola; GSL 6%: gelatina + sorbitol + 6 % de óleo de canola).

Como pode ser observado, para todos os tratamentos ocorreu perda de massa dos morangos durante o armazenamento. De acordo com Kader (1992), a perda de massa relaciona-se com a perda de água, induzindo a alterações na aparência como murchamento, enrugamento, perda de brilho, e nas características de textura e de frescor.

Ao final dos 15 dias de armazenamento, a menor perda de massa foi observada na amostra submetida ao tratamento xantana + sorbitol + 6% de óleo de canola (XSL 6%), com 1,15 % de perda, o que sugere ser o revestimento com menor permeabilidade de vapor de água.

Cortez-Vega (2010) avaliou mamão minimamente processado utilizando diferentes revestimentos à base de goma xantana, os quais foram armazenados por 12 dias a 4 °C, todos os tratamentos testados foram efetivos na redução da perda de massa, que ficaram na faixa de 6,03 % e 5,30 %. No entanto, Freitas (2010) demonstrou que a utilização de revestimento com goma xantana em maçãs minimamente processadas não inferiu na redução da perda de massa quando comparado aos valores obtidos na amostra controle.

As amostras que apresentaram a maior perda de massa foram submetidas ao tratamento com gelatina + xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola (GXSL 3%) e com gelatina + xantana + sorbitol + 6% de óleo de canola (GXSL 6%), as quais apresentaram uma perda de massa de 3,25 % e 4,34 % respectivamente. Comparando com a perda de massa das amostras relativas aos tratamentos xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola (XSL 3%) e com xantana + sorbitol + 6% de óleo de canola (XSL 6%), pode-se associar o aumento da perda de massa à característica hidrofílica da molécula de gelatina. Borges et al. (2012), verificaram que morangos revestidos com xantana e óleo essencial de sálvia apresentaram resultados positivos, evitando uma grande perda de massa quando comparados com a amostra Controle.

A amostra relativa ao tratamento controle (C) e aos tratamentos com xantana + sorbitol (XS), com xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola (XSL 3%), com gelatina + sorbitol + 3% de óleo de canola (GSL 3%) e com %: gelatina + xantana + sorbitol + 6% de óleo de canola (GSL 6%) apresentaram valores muito próximos de perda de massa (na faixa de 2,10 % a 2,54 %).

Com exceção da amostra respectiva aos tratamentos com gelatina + sorbitol + óleo de canola (GSL 3% e GSL 6%), observa-se que o aumento da concentração de óleo de canola diminui a perda de massa das amostras revestidas.

6.5 Firmeza

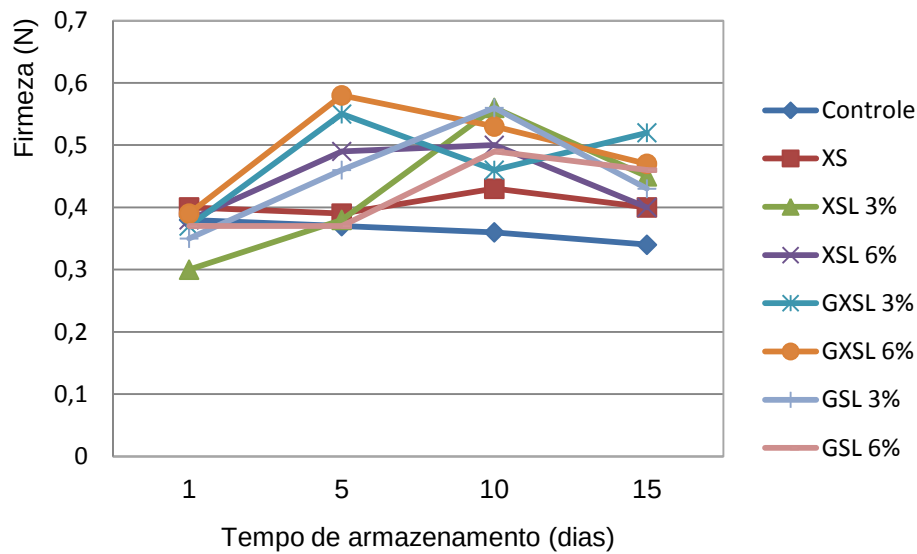


Figura 4. Firmeza em diferentes revestimentos em morangos armazenados durante 15 dias.

Após 15 dias de armazenamento apenas a amostra submetida ao tratamento com gelatina + xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola (GXSL 3 %) apresentou uma firmeza superior ao controle, porém não apresentou diferença significativa dos demais tratamentos.

Tanada-Palmu et al. (2005), verificaram um aumento da firmeza de morangos quando ácido esteárico e ácido palmítico foram adicionados em coberturas à base de glúten.

Entre as principais mudanças que ocorrem no morango durante o período de armazenamento, é descrita a redução da firmeza (VICENTE et al., 2005). O amolecimento considerável que os morangos apresentam durante a senescência ocorre principalmente devido à degradação da parede das células (PERKINS-VEAZIE, 1995). Outras características que influenciam na firmeza são força da parede celular, contato célula-célula e turgor celular (HARKER et al., 1997).

Em um experimento de Cereda et al. (1998), não foi realizada análise de textura em texturômetro, porém os frutos tratados com coberturas demonstraram uma maior resistência no manuseio e simulação de transporte, ocasionando menores índices de ferimento e dano mecânico, em relação ao controle.

No presente estudo, um fator muito importante que contribuiu para a amostra controle (C) ter se mantido firme, foi a embalagem de PET com filme de PVC utilizada, que agiu reduzindo a taxa de permeabilidade ao O₂.

6.6 Coloração

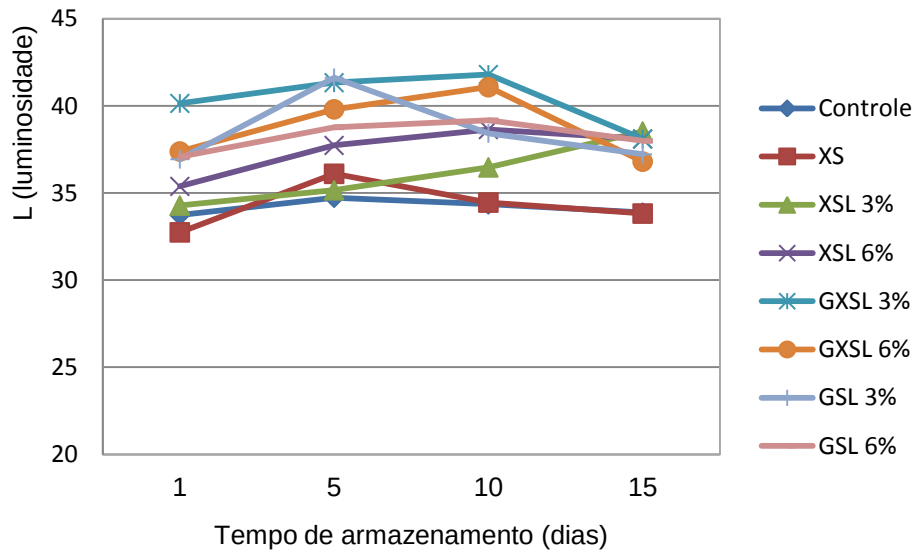


Figura 5. Luminosidade em diferentes revestimentos em morangos armazenados durante 15 dias.

A medida da coloração foi determinada pelos valores dos parâmetros L^* , a^* e b^* , e os resultados são apresentados nas tabelas 8, 9 e 10.

Observa-se que as amostras dos tratamentos com xantana + sorbitol (XS), independente da presença ou não de lipídeo, apresentaram um aumento do valor de luminosidade (L), evidenciando uma contribuição da xantana no aumento da luminosidade, o que não foi observado quando esta goma foi associada a gelatina no revestimento.

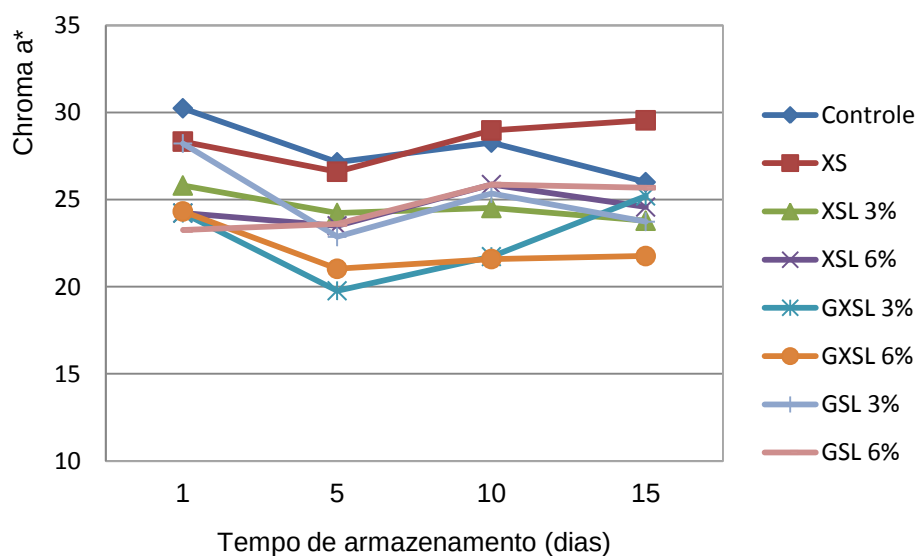


Figura 6. Chroma a^* em diferentes revestimentos em morangos armazenados durante 15 dias.

Comparando os valores de a^* (+60 = vermelho; -60 = verde) do primeiro ao 15º dia de armazenamento, foi possível verificar que a amostra do tratamento com gelatina + sorbitol + 6 % de óleo de canola (GSL 6%) apresentou aumento no seu valor de a^* , intensificando a cor vermelha. Por outro lado, nas amostras dos tratamentos controle (C), com 6%: xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola (XSL 3%), gelatina + xantana + sorbitol + 6% de óleo de canola (GXSL 6%) e com gelatina + sorbitol + 3% de óleo de canola (GSL 3%), foi observada a redução do valor de a^* , evidenciando perda da cor vermelha.

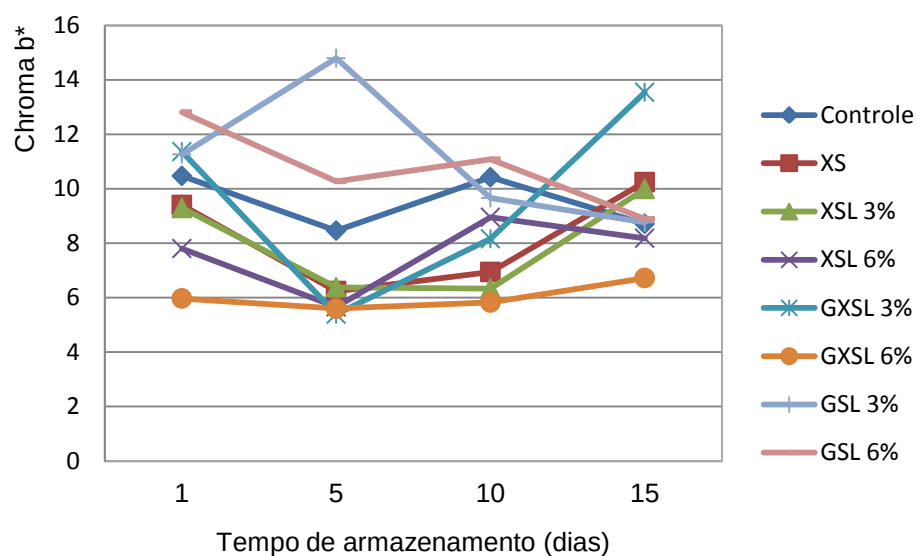


Figura 7. Chroma b^* em diferentes revestimentos em morangos armazenados durante 15 dias.

Pode-se observar que o valor de b^* para as amostras dos tratamentos com gelatina + sorbitol + óleo de canola (GSL 3% e GLS 6%), são as únicas a apresentarem uma diminuição significativa deste valor indicando perda da cor amarela.

A única amostra que verificou-se o amadurecimento foi a submetida ao tratamento com gelatina + sorbitol + 6 % de óleo de canola (GLS 6%), na qual se intensificou a cor vermelha, o que pode ser explicado por esta amostra já ter no início do experimento menor intensidade de cor vermelha e maior intensidade de cor amarela.

Na amostra do tratamento com gelatina + sorbitol + 3% de óleo de canola (GSL 3%) verificou-se perda da cor vermelha e amarela, o que se relaciona ao processo de degradação do fruto.

6.7 Antocianinas

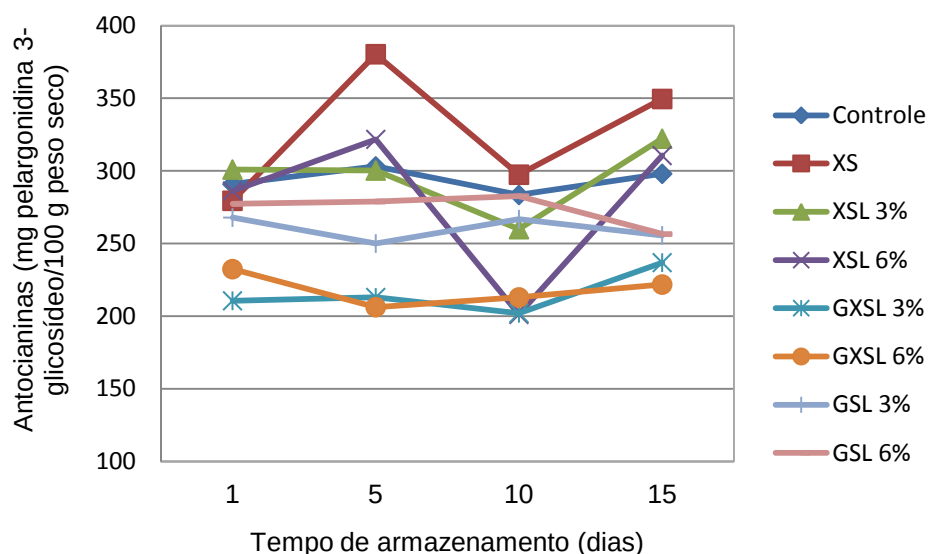


Figura 8. Antocianinas em diferentes revestimentos em morangos armazenados durante 15 dias.

Após 15 dias de armazenamento não houve diferença significativa para o conteúdo de antocianinas nas amostras relativas ao tratamento controle (C), com xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola (XSL 3%), com xantana + sorbitol + 6% de óleo de canola (XSL 6%), com gelatina + xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola (GXSL 3%), com gelatina + xantana + sorbitol + 6% de óleo de canola (GXSL 6%) e com gelatina + sorbitol + 3% de óleo de canola (GSL 3%).

Fan et al. (2009) não observaram diferença significativa ($p < 0,05$) quanto ao conteúdo de antocianinas de morangos minimamente processados com ou sem cobertura comestível a base de alginato; no entanto, a perda de antocianinas nos frutos com cobertura foram menores do que as dos frutos sem cobertura.

No experimento apresentado por Leite (2012), o uso de diferentes revestimentos comestíveis à base de xantana não modificou significativamente o conteúdo de antocianinas das amostras revestidas quando comparadas com a amostra controle, além de não terem sido verificadas mudanças durante o período de 12 dias de armazenamento a $4 \pm 1^\circ\text{C}$.

Entretanto Vargas et al. (2006), em um estudo no qual foi aplicado-se coberturas a base de quitosana em morangos, observaram manutenção do conteúdo de antocianinas apenas em morangos que receberam cobertura, enquanto que os frutos sem cobertura apresentaram uma redução significativa ($p \leq 0,05$) deste pigmento durante o período de armazenamento.

No presente estudo, após 15 dias de armazenamento foi observado que a amostra relativa ao tratamento com xantana + sorbitol (XS) apresentou um aumento de 25,1% no teor de antocianinas ($p \leq 0,05$). Uma hipótese para o observado, é que a síntese de etileno em decorrência de estresses após o processamento mínimo pode estimular grande diversidade de respostas fisiológicas, incluindo a perda de vitamina C e de clorofila, além da indução do metabolismo de compostos fenólicos (KADER, 1985; SALTVEIT, 1999; TUDELA et al., 2002a,b).

6.8 Compostos fenólicos

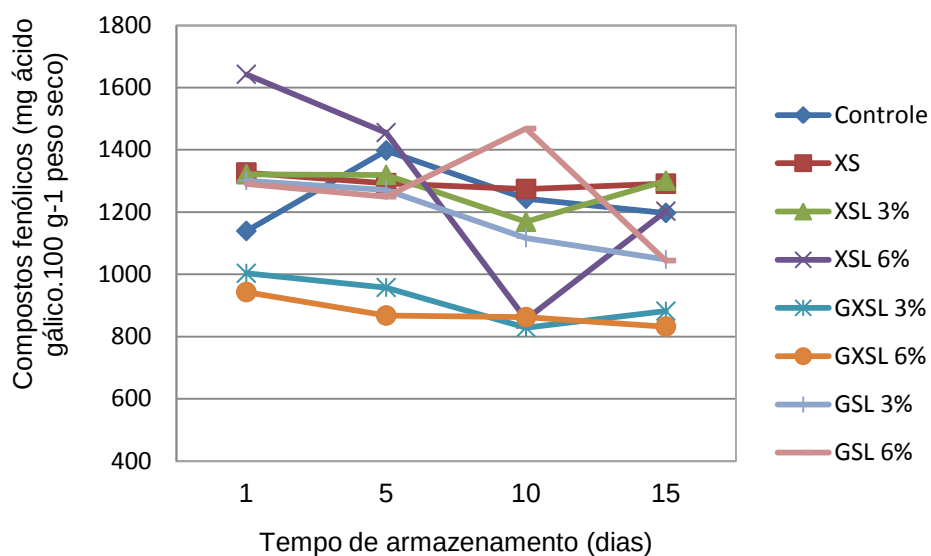


Figura 9. Compostos fenólicos em diferentes revestimentos em morangos armazenados durante 15 dias.

Pode-se observar uma queda em torno de 19 % no conteúdo de compostos fenólicos das amostras de morango com revestimentos a base de gelatina + sorbitol + óleo de canola (GSL 3% e GSL 6%), independente da concentração de lipídio utilizado (ver Tabela 13), caracterizando-os como os revestimentos menos eficazes para preservação destes compostos.

No estudo realizado por Junges (2011) com pitanga, utilizando diferentes revestimentos a base de fécula, xantana e sorbitol, foi possível observar perdas na ordem de 26 a 30 % do conteúdo de compostos fenólicos.

Para as amostras relativas aos tratamentos com xantana + sorbitol (XS) e com gelatina + xantana + sorbitol + óleo de canola (GXSL 3% e GXSL 6%), independente da presença ou concentração de lipídios presentes, não foi verificada diferença significativa entre os conteúdos de compostos fenólicos do 1º ao 15º dia de armazenamento, porém observa-se uma tendência de redução menos acentuada

no conteúdo de compostos fenólicos para as amostras submetidas aos tratamentos com xantana + sorbitol (XS) e com xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola (XSL 3%).

Em relação ao conteúdo de compostos fenólicos encontrado no presente estudo, Pinto (2008) ao avaliar o conteúdo de fitoquímicos presentes em sete diferentes cultivares de morangos, relatou que o teor de compostos fenólicos para morangos do cultivar Camarosa variou entre 2.700,00 a 2.822,22 mg de ácido gálico.100 g⁻¹ (b.s), faixa superior a encontrada no presente estudo (1.139 mg de ácido gálico.100⁻¹ g) para amostra controle avaliada no primeiro dia de armazenamento.

6.9 Vitamina C

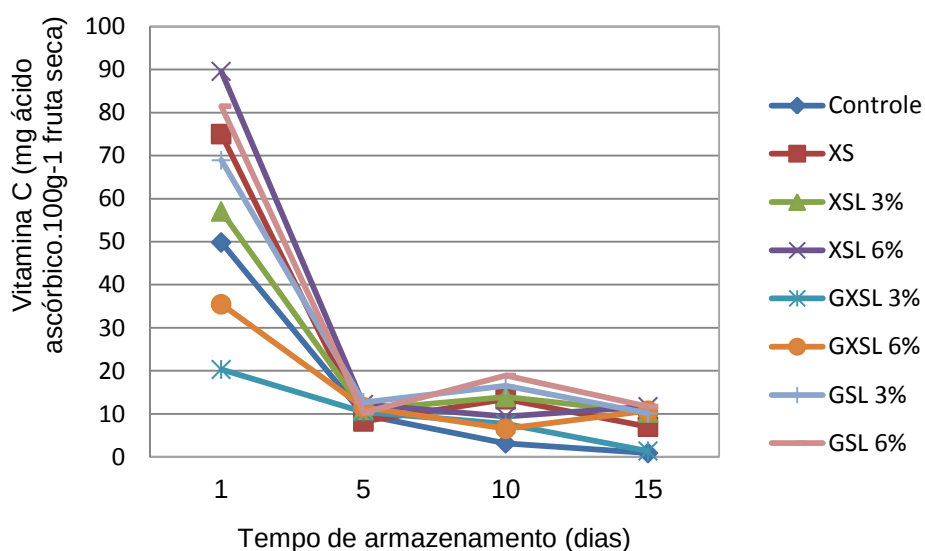


Figura 10. Vitamina C em diferentes revestimentos em morangos armazenados durante 15 dias.

O conteúdo de vitamina C reduziu no 5º dia de armazenamento para todas as amostras, sendo que a partir deste dia não ocorreu diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) entre as amostras relativas aos diferentes tratamentos. Todos os revestimentos aplicados demonstraram não apresentar efeito na preservação da vitamina C durante o armazenamento, o que foi concluído ao verificar que não ocorreu diferença estatística, exceto na amostra controle (C) e na amostra submetida com gelatina + xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola (GXSL 3%), as quais diferiram das demais amostras, e apresentaram os menores teores de vitamina C.

De acordo com Ferreira (2012), perdas substanciais de nutrientes podem ocorrer com o armazenamento dos morangos, especialmente da vitamina C, devido aos processos fisiológicos e bioquímicos, e pela vitamina C ser muito sensível e instável, sendo degradada com a luz e o calor.

Em estudo realizado por Holz (2006), o conteúdo de vitamina C não diferiu estatisticamente entre amostras submetidas a 4 diferentes tratamentos, e ao final, também constatou-se que os tratamentos aplicados não apresentaram benefícios na manutenção da vitamina C, concordando com os resultados do presente estudo.

6.10 Atividade antioxidante

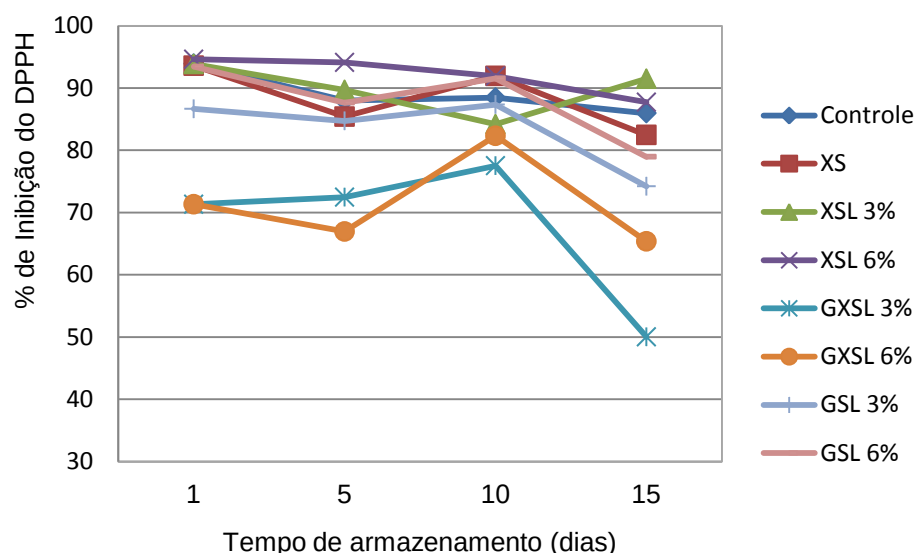


Figura 4. Percentual de inibição do DPPH em diferentes revestimentos em morangos armazenados durante 15 dias.

Pelos dados observa-se que ocorreu uma redução da atividade antioxidante para as amostras relativas a todos os tratamentos, comparando os valores obtidos entre os dias 1^o e 15^o; porém, essa perda só se mostrou estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$) para as amostras submetidas ao revestimento de gelatina + sorbitol + óleo de canola (GSL 3% e GSL 6%), independente da concentração de óleo de canola no revestimento. Para a amostra relativa ao tratamento com xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola (XSL 3%), observa-se uma tendência de menor perda da atividade antioxidante durante o período de estocagem.

Comparando os resultados da atividade antioxidante com o conteúdo de compostos fenólicos, antocianinas e vitamina C, pode-se observar que as amostras revestidas com xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola (XSL3%) foram as que

apresentaram maiores conteúdos destes compostos, confirmando os estudos que atribuem a estes compostos características antioxidantes.

Devido aos trabalhos citados apresentarem resultados em unidades distintas da atividade antioxidante, diferentes dos valores obtidos no presente estudo, não foi possível realizar uma comparação entre os mesmos.

7. Conclusão

A conservação das propriedades físico-químicas do morango foi ampliada com o revestimento de gelatina, xantana, sorbitol e óleo de canola a 3% (GXSL 3%) para os parâmetros sólidos solúveis totais e firmeza, verificando-se a necessidade de mais estudos sobre xantana. Na conservação dos compostos bioativos, a cobertura com xantana, sorbitol e óleo de canola a 3% (XSL 3%) demonstrou ser o melhor tratamento para impedir que o percentual de inibição do DPPH diminuísse. Entretanto, não foram verificados resultados estatisticamente significativos de proteção para os outros fitoquímicos.

8 Referências Bibliográficas

A. O. A. C. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, 18th ed. Gaithersburg, Ed. William Horwitz., 2005.

ANDRADE, R. S. G. de; DINIZ, M. C. T.; NEVES, E. A.; NÓBREGA, J. A. Determinação e distribuição de ácido ascórbico em três frutos tropicais. *Eclética Química*, São Paulo, v.27, n. especial, 2002.

ANTUNES, Luís Eduardo Corrêa; DUARTE FILHO, Jaime; SOUZA, CM de. Conservação pós-colheita de frutos de amoreira-preta. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 38, n. 3, p. 413-419, 2003.

ANVISA. Rotulagem nutricional obrigatória: manual de orientação aos consumidores. Alimentos / Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Universidade de Brasília – Brasília: Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária / Universidade de Brasília, 2005. 17p. Disponível em: < http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/0b89590041816705ab05fbc509124714/manual_consumidor.pdf?MOD=AJPERES&useDefaultText=0&useDefaultDesc=0 > acesso em 08 de jun. de 2011.

BADIALE-FURLONG, E.; COLLA, E.; BORTOLATO, D. S.; BAISCH, A. L. M.; DE SOUZA-SOARES, L. A. Avaliação do Potencial de Compostos Fenólicos em Tecidos Vegetais. *Vetor*, Rio Grande, v. 13, p. 105-114, 2003.

BARCIA, M. T., JACQUES, A. C., PERTUZATTI, P. B., ZAMBIAZI, R. C. Determinação de ácido ascórbico e tocoferóis em frutas por CLAE. *Semina: Ciências Agrárias*, v.3, n.12, p. 381-390, 2010.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Lebensm – Wiss. u – Technol.* v. 28, p. 25-30, 1995.

BERTAN, L.C. Desenvolvimento e caracterização de filmes simples e compostos à base de gelatina, ácidos graxos e breu branco. Campinas, SP. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, 148 p. 2003.

BICALHO, U. de O. Vida útil pós-colheita de mamão submetido a tratamento com cálcio e filme de PVC. 1998. 154 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

BIERHALS, V. S.; CHIUMARELLI, M.; HUBINGER, M. D. Effect of Cassava Starch Coating on Quality and Shelf Life (Ananas Comosus L. Merrill cv “Pérola”). *Journal of Food Science*, v.76, n.1, p.E62-E72. 2011.

BORGES, C. D., MENDONÇA, C. R. B., ZAMBIAZI, R. C., NOGUEIRA, D., da Silva, E. M. P., e PAIVA, F. F. 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. Bioscience Journal*, v.29, n. 5, 2013.

BRASIL. Ministério da saúde. Resolução RDC nº12, de 02 de Janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológico para alimentos. D.O.U., Brasília, n. 7-E, 10 jan. 2001. p. 45-53.

BRASIL. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. A Diretoria Colegiada da ANVISA/MS aprova o regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. *Diário Oficial da União*. 2003; 26 dez; v. 251, n.33; Seção 1.

CAMPOS, R. P.; KWIATKOWSKI, A.; CLEMENTE, E. Post-harvest conservation of organic strawberries coated with cassava starch and chitosan. *Revista Ceres (Impresso)*, v.58, n.5, p.554-560. 2011.

CAMPOS, R. P.; RODOVALHO, M. A.; CLEMENTE, E. Coating on Camarosa organic strawberries stored at low temperature. *Brazilian Journal of Food Technology (ITAL)*, v. 12, p. 60-67, 2009.

CANTILLANO, F. F.; BENDER, R. J.; LUCHSINGER, I. Morango. Pós-colheita. Embrapa Clima Temperado (Pelotas, RS) – Brasília: Embrapa Informação Tecnológicas, p. 14-24. 2003.

CANTILLANO, F. F.; CASTAÑEDA, L. M. F.; TREPTOW, R. O.; SCHUNEMANN, A. P. P. Qualidade físico-química e sensorial de cultivares de morango durante o armazenamento refrigerado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento – EMBRAPA, n. 75, outubro, 2008.

CARVALHO, R. A. Desenvolvimento e caracterização de biofilmes a base de gelatina. Campinas, 128 p. Dissertação (Mestre em Ciência de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). 1997.

CÉ, N. Utilização de filmes de quitosana contendo nisina e natamicina para cobertura de kiwis e morangos minimamente processados. Porto Alegre, RS. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 95 p. 2009.

COTTRELL, I. W. In: P. A. SANDFORD; K. Matsuda. American Chemical Society, New York, p. 251-270 (ACS Symposium Series), 1979.

CHITARRA, M. I. F.; Processamento mínimo de frutas e hortaliças. Viçosa: Centro de produções técnicas, 1998. 87p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 735p.

CHIUMARELLI, M.; FERRARI, C. C.; HUBINGER, M. D. Fresh cut “Tommy Atkins” mango pre-treated with citric acid and coated with cassava (*Manihot esculenta* crantz) starch or sodium alginate. Innovative Food Science & Emerging Technologies. p. 381-387. 2011.

CHU Y, SUN J, WU X, LIU RH. Antioxidant and antiproliferative activities of common vegetables. J Agric Food Chem. v. 50, p. 6910–6. 2002.

CORTEZ-VEGA, W. R., PIOTROWICZ, I. B. B., PRENTICE, C., BORGES, C. D. Conservação de mamão minimamente processado com uso de revestimento comestível à base de goma xantana. Semina: Ciências Agrárias, v. 34, n. 4, p. 1753-1764, 2013.

CUQ, B.; GONTARD, N.; GUILBERT, S. Edible film and coating as active layers. In: ROONEY, M. L. (Ed.) Active food packaging. London: Blackie Academic & Professional. p. 111-142. 1995.

DEBEAUFORT, F.; QUEZADA-GALLO, J.A.; VOILLEY, A. Edible films and coatings: tomorrow’s packagings: a review. Critical Reviews in Food Science, v. 38, n. 4, p. 299-313, 1998.

DEGASPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. Visão Acadêmica, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 33-40, 2004.

DE OLIVEIRA, C.; SILVA, O. F.; DA SILVA, M. C.; RÉGIS, S. A.; CABRAL, L. M. C.; CENCI, S.A. Utilização do soro de leite bovino como revestimento protetor em morangos. Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, v. 26, n. 2, p. 187-196. 2009.

DEL-VALLE, V.; HERNANDÉZ-MUNÓZ, P.; GUARDA, A.; GALOTTO, M.J. Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life. Food Chemistry. v. 91, p. 751-756, 2005.

DIAS, M. S. C. Morango. In. VENZON M.; de PAULA JUNIOR, T.J. (Coords): 101 Culturas – manual de Tecnologias Agrícolas. EPAMIG, Belo Horizonte. 800p. 2007.

EWALD, C.; MODIG, S. E.; JOHAANSSON, K.; SJOHOLM, I.; AKESSON, B. Effect of processing on major flavonoids in processed onions, green beans, and peas. Food Chemistry, n. 64, p. 231-235, 1999.

EVANGELISTA, J. Tecnologia de Alimentos. 2 ed. São Paulo: Atheneu, 1998. 652p. FAKHOURI, F.M.; GROSSO, C. Efeito de coberturas comestíveis na vida útil de goiabas in natura (*Psidium guajava* L.). Brazilian Journal of Food Technology, v. 6, n. 2, p.203-211. 2003.

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

FAKHOURI, F.M.; COLLARES, F. P. Edible coatings based on starch and gelatin for refrigerated grapes. In PROCEEDINGS OF THE INTRADFOOD-CONFERENCE EFFOST, p. 1447-1450. 2005.

FALGUERA, V.; QUINTERO, J. P.; JIMENEZ, A.; MUÑOZ, S. A.; IBARZ, A. Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. Trends in Food Science & Technology v. 22, p. 292-303. 2011.

FAN, Y. Effect of alginate coating combined with yeast antagonist on strawberry (*Fragaria× ananassa*) preservation quality. Postharvest Biology and Technology, v.53, n.1, p.84-90. 2009.

FLORES-CANTILLANO, R. F. "Colheita e pós-colheita." PEREIRA, DP; BANDEIRA, DL; QUINCOZES, E. da RF (Ed.). Sistema de produção do morango. Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado (2005).

FRANCIS, F. J. Food colorants: anthocyanins. Food Science and Nutrition, Amherst, v. 28, n. 4, p. 273-314. 1989.

FRANCO, B. D. G. de M.; LANDGRAF, M. Microbiologia dos alimentos. São Paulo: Atheneu, 2005. 182p.

GALLO, J. A. Q.; DEBEAUFORT, F.; CALLEGARIN, F.; VOILLEY, A. Lipidic hydrophobic, physical state and distribution effects on the properties of emulsion-based films. J. Membr. Sci., v. 180, n. 1, p. 37- 46, 2000.

GARCIA, L.C.; PEREIRA, L.M.; SARANTÓUPOLOS, C.I.G.L; HUBINGER, M. D. Selection of an Edible Starch Coating for Minimally Processed Strawberry. Food and Bioprocess Technology, v.3, n.6, p.834-842, 2010.

GARCÍA, M. A., MARTINO, M. N., ZARITZKY, N. E. Plasticized starch-based coatings to improve strawberry (*Fragaria×ananassa*) quality and stability. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v.46, n. 9, p. 3758-3767, 1998.

GARCIA, M.; MARTINO, M.; ZARITZKY, N. Composite starch-based coatings applied to strawberries (*Fragaria ananassa*). Food/Nahrung, v.45, n.4, p.267-272, 2001.

GARCÍA-OCHOA, F.; SANTOS, V. E.; CASAS, J. A.; GÓMEZ, E. Xanthan gum: production, recovery and properties. Biotechnology Advances, United States, v. 18, n. 7, p. 549-579, 2000.

GENNADIOS, A. Protein-Based Films and Coatings. 2002. Florida, US, CRC press.

GIL, AC. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas. 2002.

GOMES, P. Fruticultura brasileira. 13.ed. São Paulo: Nobel, 2007. p. 342-348.

GONTARD, N.; GUILBERT, S. Prolongation of the shelf-life of perishable food products using biodegradable films and coatings. Lebensm. Wiss. Technol., v. 29, n. 1-2, p. 10-17. 1995.

GOUVEIA, E. L. C. Nutrição, Saúde e Comunidade. Rio de Janeiro: Revinter, 1990. 245p.

GRAU, M.A.R.; TAPIA, M.S.; BELLOSO, O.M. Using polysaccharide-based edible coatings to maintain quality of fresh-cut Fuji apples. Food Science and Technology, v. 41, p. 139-147. 2007.

HÄKKINEN, Sari H. et al. HPLC method for screening of flavonoids and phenolic acids in berries. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 77, n. 4, p. 543-551.1998.

HALVORSEN B.; CARLSEN MH.; PHILLIPS KM.; BOHN SK.; HOLTE K.; JACOBS DR Jr.; BLOMHOFF R. Content of redox-active compounds (ie, antioxidants) in food consumed in the United States. *Am J Clin Nutr.* n. 84, p. 95–135. 2006.

HAYWARD, A. C. The hosts of *Xanthomonas*. In *Xanthomonas*. p. 1-119. Springer Netherlands, 1993.

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P. Utilização de biofilmes na conservação pós-colheita de morango (*Fragaria Ananassa* Duch) cv IAC Campinas. *Ciência e Tecnologia em Alimentos*. Campinas, v.19, n.2, p.270-276, 1999.

HERNÁNDEZ-MUÑOZ, Pilar, et al. "Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life of strawberries (*Fragaria x ananassa*)."*Postharvest Biology and Technology* 39.3 (2006): 247-253.

HOJO, E. T. D.; CARDOSO, A. D.; HOJO, R. H.; VILAS BOAS, E. V. B; ALVARENGA, M. A. R. Uso de películas de fécula de mandioca e PVC na Conservação pós-colheita de pimentão. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 31, n. 1, jan./fev. 2007.

JACOMETTI, G. A.; MENEGHEL, R. F. A.; YAMASHITA, F. APLICAÇÃO DE REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS EM PÊSSEGO (*Prunus persica*). *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas. v. 23, n. 1, p, 95-100, 2003.

JOHNSEN SP.; OVERVAD K.; STRIPP C.; TJONNELAND A.; HUSTED SE.; SORENSEN HT. Intake of fruit and vegetables and the risk of ischaemic stroke in a cohort of Danish men and woman. *Am J Clin Nutr.* v. 78, p. 57–64. 2003.

JOHNSTON-BANKS, F. A. Gelatine. In: HARRIS, Peter. *Food Gels*. New York: Elsevier Applied Science, v.7, p. 233-289, 1990.

KAYS, S. J. *Postharvest physiology of perishable plant products*. New York : Van Nostrand Reinhold, 1991. 532 p.

KLUGE, R. A.; MINAMI, K. Efeito de ésteres de sacarose no armazenamento de tomates 'Santa Clara'. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 54, n. 1-2, p. 39-44, 1997.

KROCHTA, J.M.; DE MULDERJOHNSTON, C. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. *Food Technology*, v. 51, n. 2, p. 60 - 74. 1997.

LEITE, B. S. F., 2012. Revestimento comestível à base de goma xantana combinado ao ácido oleico ou ao óleo essencial de hortelã-pimenta na conservação de morangos. Monografia, Especialização em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Pelotas – UFPEL, Pelotas – RS.

LEAF, A.; WEBER. P.C. Cardiovascular effects of n-3 fatty acids. N. Eng. J. Med., v. 318, p. 549-557, 1988.

LEHNINGER. AL., NELSON, D.L.. COX. M.M. Princípio, de Bioquímica. 2. ed. São Paulo: Sarvier. 1995. 810p

LILLY, V. G.; WILSON, H. A.; LEARCH, J. G. Bacterial polysaccharides II. Laboratory Scale production of polysaccharides by species *X. campestris*, Applied Microbiology and Biotechnology, v. 6, p. 105-109, 1958.

MALACRIDA, C. R.; MOTTA, S. da. Antocianinas em suco de uva: composição e estabilidade. B. Ceppa, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 59-82, 2006.

MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. Semina: Ciências Agrárias, v.31, n.1, p.137-156. 2010.

MATTOO, A. K; MURATA, T.; PANTASTICO, E. B.; CHACHIN, K.; OGATA, K.; PHAN, C. T. Chemical changes during ripening and senescence. In: PANTASTICO, E.B. Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables. Westport: The AVI Publishing, p. 103-127. 1995.

MAYER, L., VENDRUSCOLO, C. T., DA SILVA, W. P., MOURA, A. B. Produção, propriedades reológicas e composição química da xantana produzida por *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, v. 2, p. 87-95, n. 2, 2008.

MENDONÇA, C. R. B; BORGES, C. D.; GRANADA, G.G. Frutas e Hortaliças Minimamente Processadas e refrigeradas. Pelotas: Editora Universitária, UFPEL, 2009. 80p.

MITCHELL. H.S.; RYNBERGEN. H.J.; ANDERSON. L.. DIBBLE.M. Nutrição. 16. ed.. Rio de Janeiro: Interamericana. Cap. 3-4. p. 24-46, 1978.

MUSCAT, D.; ADHIKARI, B.; ADHIKARI, R.; CHAUDHARY, D. S. Comparative study of film forming behaviour of low and high amylose starches using glycerol and xylitol as plasticizers. Journal of Food Engineering. 2011.

NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal Chromat. A.*, Washington, v. 1054, n. 1/2, p. 95-111, 2004.

NAVARRO-CASSU, S., FELISBERTI, M. Poly (vinyl alcohol) and poly (vinyl pyrrolidone) blends: miscibility, microheterogeneity and free volume change. *Polymer* v. 38, n. 15, p. 3907-3911, 1997.

NEUMANN AICP; ABREU ES; TORRES EAFS. 2000. Alimentos saudáveis, Alimentos funcionais, Fármaco-alimentos, Nutracêuticos... Você ouviu falar neles? *Revista de Higiene Alimentar* 14: 19-23.

PÁDUA, E. M. M. Metodologia da Pesquisa: abordagem teórico-prática. Campinas: Papirus, 1997.

PALMU, P. S. T. Preparação, propriedades e aplicação de biofilmes comestíveis à base de glúten de trigo. Campinas, 244 p. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, (UNICAMP). 2003.

PARFITT, K. Ed. Stabilising and suspending agents. In *Martindale: The complete drug reference*. 32 ed. London: Pharmaceutical Press, p. 1470, 1999.

PEREIRA, C. A. Efeito do processamento e estocagem na concentração de substâncias bioativas em alimentos. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, v.28, n.1. 2010.

PIZATO, S.; CORTEZ-VEGA, W. R.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C.; BORGES, C. D. Efeito da aplicação de diferentes revestimentos comestíveis na conservação de maçãs 'Royal Gala' minimamente processadas Semina: Ciências Agrárias v. 34, n. 1, p. 253-264, 2013.

PRATES, M. F. O.; ASCHERI, D. P. R. Efeito da cobertura de amido de fruta-de-lobo e sorbitol e do tempo de armazenamento na conservação pós-colheita de frutos de morango. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, v.29, n.1. p. 21-32. 2011.

PRIOR, R. L. Fruits and vegetables in the prevention of cellular oxidative damage. *Am J Clin Nutr.*, Arkansas, v. 78, n. 3, p. 570-578, 2003.

PROTEGGENTE AR.; PANNALA AS.; PAGANGA G.; VAN BUREN L.; WAGNER E.; WISEMAN S. The antioxidant activity of regularly consumed fruits and vegetables reflects their phenolic and vitamin C composition. *Free Radic Res* v. 36, n. 2, p. 17–33. 2002.

ROGERS, R. W. Manufacturing of Reduced-Fat, Low-Fat, and Fat-Free Emulsion Sausage. Meat science and applications, cap. 18, p. 443-462, 2001.

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

RICE-EVANS, C. A.; MILLER, N. J.; PAGANGA, G. Structure-antioxidant activity relationships of flavonóides and phenolic acids. Free Radic. Biol. Med., v. 20, p.933-956, 1996.

ROJAS-GRAÜ, M. A.; TAPIA, M. S.; MARTÍN-BELLOSO, O. Using polysaccharide-based edible coatings to maintain quality of fresh-cut Fuji apples. LWT-Food Science and Technology, v.41, n.1, p.139-147. 2008.

ROSA, J. S.; GODOY, R. L. O.; NETO, J. O.; CAMPOS, R. S.; MATTA, V. M.; FREIRE, C. A.; SILVA, A. L.; SOUZA, R. S. Desenvolvimento de um método de análise de vitamina C em alimentos por cromatografia líquida de alta eficiência e exclusão iônica. Cienc. e Tec. de Aliment., Campinas, v. 27, n. 4, p. 837-846, 2007.

ROTTAVA, I. Seleção de linhagens de Xanthomonas sp para produção de goma xantana. Dissertação de Mestrado, Universidade Regional Integrada do Alto do Uruguai e das Missões, Brasil, 79 p. 2005.

SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, L.; PASTOR, C.; VARGAS, M.; CHIRALT, A.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C.; CHÁFER, M. Effect of hydroxypropylmethylcellulose and chitosan coatings with and without bergamot essential oil on quality and safety of cold-stored grapes. Postharvest Biology and Technology, v.60, n.1, p.57-63. 2011.

SANTOS, S. G. F. Treinando manipuladores de alimentos. São Paulo: Varela, 1999. 122p.

SEBRAE/ESPM. Hortaliças Minimamente Processadas – Um estudo de Mercado. 2008. 174p.

SCALZO J.; MEZZETTI B.; BATTINO M. Total antioxidant evaluation: critical steps for assaying berry antioxidant features. Biofactors v. 23, n. 22, p. 1–7. 2005.

SEERAM, N. P., LEE, R., SCHEULLER, H. S.; Heber, D. Identification of phenolic compounds in strawberries by liquid chromatography electrospray ionization mass spectroscopy. Food Chemistry, v. 97, n. 1, p. 1-11, 2006.

SHAHIDI, F.; JANITHA, P. K.; WANASUNDARA, P. D. Phenolic antioxidants. Rev.Food Science Nutr., Curitiba, v. 32, n. 1, p. 67-103, 1992.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications. Lancaster: Technomic, 1995. 331 p.

SHIH, F. F. Edible films from rice protein concentrate and pullulan. *Cereal Chem.*, v. 73, n. 3, p. 406-409, 1996.

SILVA, A. V. C.; OLIVEIRA, D. S. N.; YAGUIU, P.; CARNELOSSI, M. A. G.; MUNIZ, E. N.; NARAIN, N. Processamento mínimo da abóbora. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 29, n. 2, p. 391-394, abr. – jun. 2009.

SILVA, P. A. Qualidade de morangos cultivados na região de Lavras-MG, armazenados em temperatura ambiente. 2006. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SOBRAL, P. L. J. Propriedades funcionais de biofilmes de gelatina em função da espessura. *Ciência & Engenharia*, v. 8, n. 1, p. 60-67, 1999.

SUTHERLAND, I. W. Microbial exopolysaccharides-their role in microbial adhesion in aqueous systems. *Critical reviews in microbiology*. v.10, n. 2, p. 173-201, 1982.

SWAIN, T.; HILLIS, W. E. The phenolic constituents of *Prunus domestica* I Quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal Science and Food Agricultural*, n. 10, p. 63-68, 1959.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 3° ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, 312-333p.

PEREZ-GAGO, M. B., SERRA, M., ALONSO, M., MATEOS, M., DEL RÍO, M. A. Effect of whey protein-and hydroxypropyl methylcellulose-based edible composite coatings on color change of fresh-cut apples. *Postharvest Biology and Technology*, v. 36, n. 1, p. 77-85, 2005.

PIGGOTT, J. R.; SIMPSON, S. J.; WILLIAMS, S. A. R. Sensory analysis. *International journal of food science & technology*, v.33, n.1, p.7-12. 1998.

TAVARES, J. T. Q.; SILVA, C. L.; CARVALHO, L. A.; SILVA, M. A.; SANTOS, C. M. G. Estabilidade do ácido ascórbico em suco de laranja submetido a diferentes tratamentos. *Magistra*, Cruz das Almas, v. 12, n. 1/2, jan./dez. 2000.

VALENZUELA, C., ABUGOCH, L., TAPIA, C. Quinoa protein-chitosan-sunflower oil edible film: mechanical, barrier and structural properties. *LWT-Food Science and Technology*. 2012.

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

VILLADIEGO, A.M.D.; SOARES, N.F.F.; ANDRADE, N.J.; PUSCHMANN, R.; MINIM, V.P.R.; CRUZ, R. Filmes e revestimentos comestíveis na conservação de produtos alimentícios. *Revista Ceres*, v. 300 , p. 221-244. 2005.

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

WANG SY, LIN HS. Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry, and strawberry varies with cultivar and developmental stage. *J Agric Food Chem* v.48. n. 2, p. 140– 146. 2000.

WILEY, R. B. Frutas y hortalizas mínimamente processadas y refrigeradas. Zaragoza: Acribia, 1997. 362p.

WINGE, Helga et al. Erva-mate: biologia e cultura no Cone Sul. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 1995. 410p.

ZAMBIAZI, R. C. The role of endogenous lipid components on vegetable oil stability. 304f. Tese (Doutorado em Foods and Nutritional) - Sciences Interdepartamental Program. University of Manitoba Winnipeg, Manitoba, Canada. 1997.

ZOCCHÉ, L. Avaliação da eficiência, aceitação visual e sensorial de acerolas tratadas com biofilmes comestíveis. Medianeira, PR. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 22 p. 2010.

ZHENG, Y., WANG, S. Y., WANG, C. Y., ZHENG, W. Changes in strawberry phenolics, anthocyanins, and antioxidant capacity in response to high oxygen treatments. *Lebensmittel Wissenschaft und-Technologie*, v.40, n.1, p.49–57, 2007.

APÊNDICE 1

UMIDADE

Percentual de umidade (%) das amostras de morango utilizando diferentes revestimentos, armazenadas durante 15 dias sob refrigeração

Tratamentos	Tempo de Armazenamento				
	1 dia	5 dias	10 dias	15 dias	
Umidade (%)					
Controle	90,63%	90,9%	90,97%	90,58%	(↓0,06%)
XS	90,95%	91,65%	91,74%	91,87%	(↑1,01%)
XSL 3%	90,93%	91,02%	91,02%	91,89%	(↑1,06%)
XSL 6%	91,15%	91,83%	88,48%	91,55%	(↑0,44%)
GXSL 3%	90,01%	89,57%	90,18%	90,75%	(↑0,82%)
GXSL 6%	90%	89,68%	90,08%	89,82%	(↓0,2%)
GSL 3%	91%	91,6%	91,38%	90,71%	(↓0,32%)
GSL 6%	91,66%	91,09%	93,91%	91,20%	(↓0,50%)

APÊNDICE 2

Tabelas com os resultados encontrados para acidez titulável, sólidos solúveis totais, firmeza, luminosidade, cor a^* e b^* , antocianinas, compostos fenólicos, ácido L-ascórbico e atividade antioxidante.

Acidez total das amostras de morango utilizando diferentes revestimentos, armazenadas durante 15 dias sob refrigeração

Tratamentos	Tempo de Armazenamento			
	1 dia	5 dias	10 dias	15 dias
Acidez Titulável (% de ácido cítrico)				
Controle	2,07 aA	1,97 aC	2,03 aA	1,90 aA
XS	2,00 aA	1,67 bD	2,10 aA	1,91 abA
XSL 3%	2,29 aA	2,12 aABC	2,19 aA	2,00 aA
XSL 6%	2,45 aA	2,05 bBC	2,16 abA	2,00 bA
GXSL 3%	2,13 abA	2,37 aA	2,26 aA	1,87 bA
GXSL 6%	2,20 aA	2,28 aAB	2,27 aA	2,06 aA
GSL 3%	2,42 aA	2,20 aABC	2,10 aA	2,07 aA
GSL 6%	2,45 aA	2,29 aAB	2,18 aA	2,17 aA

Letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas diferentes na coluna, significam que houve diferença estatística entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). (C: controle; XS: xantana + sorbitol; XSL 3%: xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola; XSL 6%: xantana + sorbitol + 6% de óleo de canola; GXSL 3%: gelatina + xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola; GXSL 6%: gelatina + xantana + sorbitol + 6% de óleo de canola; GSL 3%: gelatina + sorbitol + 3% de óleo de canola, GSL 6%: gelatina + sorbitol + 6 % de óleo de canola).

Sólidos solúveis totais (°Brix) das amostras de morango utilizando diferentes revestimentos, armazenadas durante 15 dias sob refrigeração

Tratamentos	Tempo de Armazenamento			
	1 dia	5 dias	10 dias	15 dias
Sólidos Solúveis Totais (° Brix)				
Controle	8,23 cC	8,50 Eb	8,43 aB	9,17 aA
XS	9,07 bcA	8,40 fB	8,17 bcC	7,97 dC
XSL 3%	9,23 bA	9,30 aA	8,47 aB	8,07 cdB
XSL 6%	8,80 bcdA	8,60 dB	8,43 aC	8,17 bcD
GXSL 3%	9,80 aA	9,30 aB	8,33 abC	7,80 eD
GXSL 6%	8,80 bcdB	8,90 cA	8,00 cD	8,27 bcC
GSL 3%	8,33 edA	8,20 gB	8,17 bcB	8,13 bcB
GSL 6%	8,67 cdeB	9,10 bA	8,20 bcC	8,27 bC

Letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas diferentes na coluna, significam que houve diferença estatística entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). (C: controle; XS: xantana + sorbitol; XSL 3%: xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola; XSL 6%: xantana + sorbitol + 6% de óleo de canola; GXSL 3%: gelatina + xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola; GXSL 6%: %: gelatina + xantana + sorbitol + 6% de óleo de canola; GSL 3%: gelatina + sorbitol + 3% de óleo de canola, GSL 6%: gelatina + sorbitol + 6 % de óleo de canola).

Firmeza (N) das amostras de morango utilizando diferentes revestimentos, armazenadas durante 15 dias sob refrigeração

Tratamentos	Tempo de Armazenamento			
	1 dia	5 dias	10 dias	15 dias
Firmeza (N)				
Controle	0,38 aA	0,37 bA	0,36 bA	0,34 bA
XS	0,40 aA	0,39 bA	0,43 abA	0,40 abA
XSL 3%	0,30 aC	0,38 bBC	0,56 aA	0,45 abAB
XSL 6%	0,38 aA	0,49 abA	0,50 abA	0,40 abA
GXSL 3%	0,37 aB	0,55 aA	0,46 abAB	0,52 aA
GXSL 6%	0,39 aB	0,58 aA	0,53 aAB	0,47 abAB
GSL 3%	0,35 aB	0,46 abAB	0,56 aA	0,43 abB
GSL 6%	0,37 aB	0,37 bB	0,49 abA	0,46 abAB

Letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas diferentes na coluna, significam que houve diferença estatística entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). (C: controle; XS: xantana + sorbitol; XSL 3%: xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola; XSL 6%: xantana + sorbitol + 6% de óleo de canola; GXSL 3%: gelatina + xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola; GXSL 6%: gelatina + xantana + sorbitol + 6% de óleo de canola; GSL 3%: gelatina + sorbitol + 3% de óleo de canola, GSL 6%: gelatina + sorbitol + 6 % de óleo de canola).

Luminosidade (L*) das amostras de morango utilizando diferentes revestimentos, armazenadas durante 15 dias sob refrigeração

Tratamentos	Tempo de Armazenamento			
	1 dia	5 dias	10 dias	15 dias
Cor L (luminosidade) 100 = branco, 0 = preto				
Controle	33,73 eA	34,73 dA	34,35 eA	33,87 bA
XS	32,74 eC	36,10 dA	34,45 eAB	33,82 bB
XSL 3%	34,28 deC	35,16 dC	36,47 dB	38,53 aA
XSL 6%	35,38 cdB	37,73 cA	38,64 cA	38,10 aA
GXSL 3%	40,14 aBA	41,33 aA	41,8 aA	38,10 aB
GXSL 6%	37,38 bB	39,80 bA	41,07 abA	36,80 aB
GSL 3%	36,94 bcB	41,61 aA	38,42 cdB	37,22 aB
GSL 6%	37,08 bB	38,77 bcAB	39,17 bcA	37,99 aBA

Letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas diferentes na coluna, significam que houve diferença estatística entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). (C: controle; XS: xantana + sorbitol; XSL 3%: xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola; XSL 6%: xantana + sorbitol + 6% de óleo de canola; GXSL 3%: gelatina + xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola; GXSL 6%: gelatina + xantana + sorbitol + 6% de óleo de canola; GSL 3%: gelatina + sorbitol + 3% de óleo de canola, GSL 6%: gelatina + sorbitol + 6 % de óleo de canola).

Chroma a* das amostras de morango utilizando diferentes revestimentos, armazenadas durante 15 dias sob refrigeração

Tratamentos	Tempo de Armazenamento			
	1 dia	5 dias	10 dias	15 dias
Chroma a (+60) vermelho e (-60) verde				
Controle	30,24 aA	27,14 aAB	28,27 aAB	26,00 abB
XS	28,33 bA	26,60 aA	28,97 aA	29,55 aA
XSL 3%	25,81 cA	24,23 bAB	24,52 bAB	23,79 bcB
XSL 6%	24,23 cdAB	23,50 bB	25,87 bA	24,57 bcAB
GXSL 3%	24,22 cdA	19,77 cC	21,73 cB	25,21 bcA
GXSL 6%	24,32 cdA	21,03 cB	21,59 cB	21,76 cB
GSL 3%	28,22 bA	22,86 bC	25,35 bB	23,73 BcBC
GSL 6%	23,26 dB	23,60 bB	25,86 bA	25,68 bA

Letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas diferentes na coluna, significam que houve diferença estatística entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). (C: controle; XS: xantana + sorbitol; XSL 3%: xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola; XSL 6%: xantana + sorbitol + 6% de óleo de canola; GXSL 3%: gelatina + xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola; GXSL 6%: %: gelatina + xantana + sorbitol + 6% de óleo de canola; GSL 3%: gelatina + sorbitol + 3% de óleo de canola, GSL 6%: gelatina + sorbitol + 6 % de óleo de canola).

Chroma b* das amostras de morango utilizando diferentes revestimentos, armazenadas durante 15 dias sob refrigeração

Tratamentos	Tempo de Armazenamento			
	1 dia	5 dias	10 dias	15 dias
Chroma b (-60) azul e (+60) amarelo				
Controle	10,47 bcA	8,46 bA	10,42 abA	8,71 bcA
XS	9,40 cA	6,24 cA	6,94 deB	10,24 bA
XSL 3%	9,29 cA	6,38 cB	6,33 deB	9,99 bA
XSL 6%	7,80 dA	5,66 cB	8,95 cA	8,18 bcA
GXSL 3%	11,36 abA	5,39 cC	8,16 CDB	13,54 aA
GXSL 6%	5,97 eA	5,60 cA	5,82 eA	6,72 cA
GSL 3%	11,26 bB	14,79 aA	9,66 abcC	8,76 bcC
GSL 6%	12,81 aA	10,27 bBC	11,08 aAB	8,89 bcC

Letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas diferentes na coluna, significam que houve diferença estatística entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). (C: controle; XS: xantana + sorbitol; XSL 3%: xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola; XSL 6%: xantana + sorbitol + 6% de óleo de canola; GXSL 3%: gelatina + xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola; GXSL 6%: gelatina + xantana + sorbitol + 6% de óleo de canola; GSL 3%: gelatina + sorbitol + 3% de óleo de canola, GSL 6%: gelatina + sorbitol + 6 % de óleo de canola).

Antocianinas (mg pelargonidina 3-glicosídeo/100 g peso seco) nas amostras de morango utilizando diferentes revestimentos, armazenadas durante 15 dias sob refrigeração

Tratamentos	Tempo de Armazenamento							
	1 dia		5 dias		10 dias		15 dias	
Antocianinas (mg pelargonidina 3-glicosídeo/100 g peso seco)								
Controle	290,90	ABab	303,12	Ac	283,46	Ba	298,03	ABc
XS	279,45	Cab	380,36	Aa	297,41	Ca	349,54	Ba
XSL 3%	300,95	ABa	300,30	ABc	259,90	Ba	322,21	Ab
XSL 6%	286,16	Bab	321,74	Ab	201,19	Cb	310,57	ABbc
GXSL 3%	210,60	ABc	212,9	ABf	202	Bb	236,87	Ae
GXSL 6%	232,37	Ac	206,21	Bf	212,9	ABb	221,76	ABe
GSL 3%	267,90	Ab	250,01	Ae	266,77	Aa	255,62	Ad
GSL 6%	277,28	Aab	278,95	Ad	282,6	Aa	256,52	Bd

Letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas diferentes na coluna, significam que houve diferença estatística entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). (C: controle; XS: xantana + sorbitol; XSL 3%: xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola; XSL 6%: xantana + sorbitol + 6% de óleo de canola; GXSL 3%: gelatina + xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola; GXSL 6%: gelatina + xantana + sorbitol + 6% de óleo de canola; GSL 3%: gelatina + sorbitol + 3% de óleo de canola, GSL 6%: gelatina + sorbitol + 6 % de óleo de canola).

Compostos fenólicos totais (mg ácido gálico.100 g/ peso seco) nas amostras de morango utilizando diferentes revestimentos, armazenadas durante 15 dias sob refrigeração

Tratamentos	Tempo de Armazenamento							
	1 dia		5 dias		10 dias		15 dias	
Compostos fenólicos (mg ácido gálico.100 g ⁻¹ peso seco)								
Controle	1139	bB	1397,54	abA	1242,53	bB	1197	abB
XS	1326,7	abA	1292,54	abA	1273,81	abA	1291	aA
XSL 3%	1321,3	abA	1319,46	abA	1168,61	bA	1300,75	aA
XSL 6%	1642,6	aA	1455,27	aA	855	cB	1202,4	abAB
GXSL 3%	1003,1	bA	957,46	cA	828,50	cA	881,48	bA
GXSL 6%	942,7	bA	867,42	cA	862,05	cA	832,07	bA
GSL 3%	1300,8	abA	1270,70	abA	1116,41	bB	1047,5	abB
GSL 6%	1290,2	abAB	1249,20	abBC	1467,90	aA	1043,95	abC

Letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas diferentes na coluna, significam que houve diferença estatística entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). (C: controle; XS: xantana + sorbitol; XSL 3%: xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola; XSL 6%: xantana + sorbitol + 6% de óleo de canola; GXSL 3%: gelatina + xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola; GXSL 6%: gelatina + xantana + sorbitol + 6% de óleo de canola; GSL 3%: gelatina + sorbitol + 3% de óleo de canola, GSL 6%: gelatina + sorbitol + 6 % de óleo de canola).

Ácido L-ascórbico nas amostras de morango utilizando diferentes revestimentos, armazenadas durante 15 dias sob refrigeração

Tratamentos	Tempo de Armazenamento							
	1 dia		5 dias		10 dias		15 dias	
Vitamina C (mg ácido ascórbico.100g ⁻¹ fruta seca)								
Controle	49,83	Acd	9,75	Ba	3,15	Cb	0,88	Cb
XS	75,01	Aabc	8,23	Ba	13,39	Bab	7,01	Ba
XSL 3%	57,04	Abcd	10,91	Ba	13,91	Bab	10,33	Ba
XSL 6%	89,59	Aa	12,19	Ba	9,40	Bab	11,67	Ba
GXSL 3%	20,30	Ae	10,43	Aba	7,65	Bab	1,36	Bb
GXSL 6%	35,45	Ade	11,55	Ba	6,52	Bab	10,71	Ba
GSL 3%	68,93	Aabc	12,66	Ba	16,55	Ba	10,10	Ba
GSL 6%	81,49	Aab	10,23	Ba	18,90	Ba	11,67	Ba

Letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas diferentes na coluna, significam que houve diferença estatística entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). (C: controle; XS: xantana + sorbitol; XSL 3%: xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola; XSL 6%: xantana + sorbitol + 6% de óleo de canola; GXSL 3%: gelatina + xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola; GXSL 6%: gelatina + xantana + sorbitol + 6% de óleo de canola; GSL 3%: gelatina + sorbitol + 3% de óleo de canola, GSL 6%: gelatina + sorbitol + 6 % de óleo de canola).

Atividade antioxidante (% de inibição do DPPH) nas amostras de morango utilizando diferentes revestimentos, armazenadas durante 15 dias sob refrigeração

Tratamentos	Tempo de Armazenamento							
	1 dia		5 dias		10 dias		15dias	
% de Inibição do DPPH								
Controle	93,91	Aa	87,97	Aab	88,46	Aab	85,96	Aab
XS	93,58	Aa	85,40	BCab	91,94	ABa	82,46	Cab
XSL 3%	93,85	Aa	89,70	ABab	84,20	Bab	91,49	ABa
XSL 6%	94,62	Aa	94,11	Aa	91,92	ABa	87,72	ABb
GXSL 3%	71,32	Ab	72,46	Ac	77,52	Ac	50,02	Bd
GXSL 6%	71,32	Ab	66,94	Ac	82,32	Abc	65,36	Ac
GSL 3%	86,65	Aa	84,72	Ab	87,34	Aab	74,21	Bc
GSL 6%	93,45	Aa	87,64	ABab	91,55	Aa	78,96	Babc

Letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas diferentes na coluna, significam que houve diferença estatística entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). (C: controle; XS: xantana + sorbitol; XSL 3%: xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola; XSL 6%: xantana + sorbitol + 6% de óleo de canola; GXSL 3%: gelatina + xantana + sorbitol + 3% de óleo de canola; GXSL 6%: gelatina + xantana + sorbitol + 6% de óleo de canola; GSL 3%: gelatina + sorbitol + 3% de óleo de canola, GSL 6%: gelatina + sorbitol + 6 % de óleo de canola).