



Estado do Paraná

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - UNIOESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS -
PPGCA

BIOFILMES A BASE DE AMIDO, GELATINA E EXTRATO DE
***TETRADENIA RIPARIA* NA CONSERVAÇÃO DE MORANGO**

Jussara Carla Conti Friedrich

Toledo – Paraná – Brasil

2017



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - UNIOESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS -
PPGCA

BIOFILMES A BASE DE AMIDO, GELATINA E EXTRATO DE
***TETRADENIA RIPARIA* NA CONSERVAÇÃO DE MORANGO**

Jussara Carla Conti Friedrich

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Unioeste/Campus Toledo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Douglas Cardoso Dragunski

Co-orientador: Prof. Dr. Affonso Celso Gonçalves Junior.

MARÇO/2017
Toledo – PR

Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca Universitária
UNIOESTE/Campus de Toledo.
Bibliotecária: Marilene de Fátima Donadel - CRB – 9/924

F911b Friedrich, Jussara Carla Conti
Biofilmes a base de amido, gelatina e extrato de Tetradenia
riparia na conservação de morango / Jussara Carla Conti Friedrich. -
- Toledo, PR : [s. n.], 2017.
107 f. : il. (algumas color.), figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Douglas Cardoso Dragunski
Coorientador: Prof. Dr. Affonso Celso Gonçalves Júnior
Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade
Estadual do Oeste do Paraná. Campus de Toledo. Centro de
Engenharias e Ciências Exatas.

1. Ciências ambientais - Dissertações 2. Frutas -
Conservação 3. Morango 4. Biofilme 5. Biopolímeros 6. Amido 7.
Gelatina 8. Matéria médica vegetal 9. Revestimentos para
comestíveis I. Dragunski, Douglas Cardoso, orient. II. Gonçalves
Júnior, Affonso Celso, coorient. III. T

CDD 20. ed. 664.09

FOLHA DE APROVAÇÃO

Jussara Carla Conti Friedrich

“Biofilmes a base de amido, gelatina e extrato de *Tetradenia riparia* na conservação de morango.”

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais, pela Comissão Examinadora composta pelos membros:

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Douglas Cardoso Dragunski
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)

Prof^a. Dr^a. Giani Andrea Linde Colauto
Universidade Paranaense

Prof. Dr. Gilberto Costa Braga
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Dirceu Baumgartner
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Aprovada em: 02 de março de 2017.

Local de defesa: Auditório do GERPEL – UNIOESTE/*campus* de Toledo.

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não serão suficientes para agradecer a todas as pessoas que fizeram parte desta importante fase da minha vida, mas sou eternamente grata a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, pois sozinha seria impossível alcançar mais esta conquista.

A Deus, pela vida e por me dar força para superar as dificuldades.

Ao meu esposo, Lucas Friedrich, companheiro, pelo amor, compreensão e principalmente pela ajuda incondicional.

A minha família, em especial minha irmã pelo apoio e por entender minha ausência.

A minha amiga e comadre, Patricia Betega, pelo apoio emocional e pelos conselhos.

Ao meu orientador, Professor Douglas Cardoso Dragunski, que com competência, paciência, profissionalismo, dedicação, esforço e confiança, me conduziu aos caminhos certos para a concretização deste trabalho!

Agradeço a Samara Brandão, uma amiga que Deus enviou pelas orações e pelas palavras de apoio nos momentos em que mais precisei. Obrigada

Agradeço em especial ao colega Otavio Silva, por ter compartilhado comigo de vários momentos no desenvolvimento deste trabalho, pela companhia no laboratório e nos finais de semana até de madrugada para realização das análises, pelas discussões que realizamos juntos e por estar sempre disposto a me auxiliar quando solicitei.

As Professoras Zilda Gazin e Giani Colauto da Universidade Paranaense Unipar Campus de Umuarama e sua equipe, pelas análises microbiológica, antioxidantes e pelo extrato de *Tetradenia riparia*.

A Doutoranda Maria Graciela Faria da Unipar Campus de Umuarama, pelo auxílio nas análises e pelos ensinamentos.

Ao produtor de morangos o Sr Gilberto Abreu por ter disponibilizado os frutos mesmo sabendo das exigências, obrigada pelo pronto atendimento.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Campus de Marechal Candido Rondon, pelo empréstimo de aparelho para realização de análise colorimétrica, em especial ao Doutorando João Dranski pela ajuda e por ter disponibilizado seu tempo para me auxiliar.

Aos colegas do laboratório do Grupo Interdisciplinar de Pesquisa em Fotoquímica e Eletroquímica Ambiental (GIPeFEA) que me acompanharam e ajudaram neste trabalho, em especial Michelly Pella e Layane Crespão pelo auxílio nos experimentos.

A todos os colegas e Professores da pós-graduação em Ciências Ambientais pelo convívio e aprendizado.

A CAPES pela bolsa concedida.

MUITO OBRIGADA!

SUMÁRIO

CAPITULO I	11
RESUMO	11
ABSTRACT	12
INTRODUÇÃO GERAL	13
1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
1.1. EMBALAGENS.....	16
1.1.1. Embalagens ativas	17
1.2.1. Tipos De Embalagens Ativas.....	17
1.2.1.1. Absoverdores de etileno.....	17
1.2.1.2. Controladores de umidade	18
1.2.1.3. Filmes com permeabilidade sensível à temperatura	19
1.2. BIOFILMES COMESTÍVEIS	19
1.2.1. Biofilmes ativos antimicrobianos.....	22
1.2.2. Amido de mandioca.....	23
1.2.3. Plastificante	26
1.2.4. Gelatina	27
1.3. BIOFILMES COMESTÍVEIS EM FRUTAS	27
1.3.1. Morango	28
1.3.2. Agentes antimicrobianos.....	30
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
CAPITULO II	43
1. INTRODUÇÃO	43
1.1 MORANGO.....	44
1.2 <i>TETRADENIA RIPARIA</i> (HOCHST.) CODD.....	45
2. MATERIAIS E MÉTODOS	47
2.1 PREPARAÇÃO DOS FILMES	47
2.2 ANÁLISES DAS PROPRIEDADES DOS FILMES	48
2.2.1 Espessura	48
2.2.2 Solubilidade em água.....	48
2.2.3 Opacidade	49
2.2.4 Transmissão de vapor de água (TVA).....	49
2.2.5 Colorimetria dos filmes.....	52
2.2.6 Análise mecânica dos filmes.....	53

3.	AQUISIÇÃO DOS FRUTOS	54
4.	APLICAÇÃO DOS FILMES NOS FRUTOS	55
5.	ANÁLISES DOS FRUTOS	57
5.1	ANÁLISES NÃO DESTRUTIVAS	57
5.1.1	Perda de massa	57
5.1.2	Coloração da epiderme do fruto	58
5.2	ANÁLISES DESTRUTIVAS	60
5.2.1.	Sólidos solúveis totais (SST)	61
5.2.2	Acidez total titulável (ATT)	62
5.2.3	Relação Sólidos solúveis totais e acidez total titulável SST/ATT	63
5.2.4	Determinação de vitamina C	63
5.2.5.	Análise Estatística	64
5.2.6.	Análise Microbiológica	64
5.2.6.1.	Reagentes e Meios de Cultura	64
5.2.6.2.	Preparo Da Amostra	65
5.2.6.3.	Diluições seriadas das amostras	65
5.2.6.4.	Contagem de bactérias, fungos filamentosos e leveduras	65
5.2.6.5.	Cálculo do Resultado	65
5.2.6.6.	Análise Estatística	66
5.2.7.	Atividade Antioxidante	66
5.2.7.1.	Secagem do DPPH	67
5.2.7.2.	Preparo da solução de DPPH 60µM	67
5.2.7.3.	Curva do DPPH	67
5.2.7.4.	Determinação da curva do DPPH	67
5.2.7.5.	Obtenção de extrato da amostra	68
5.2.7.6.	Equivalência de controle DPPH	68
6.	ANÁLISE ESTATÍSTICA	68
7.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	69
7.1.	FILMES	69
7.1.1.	Espessura, Solubilidade em água e opacidade	69
7.1.2.	Transmissão De Vapor De Água (TVA)	71
7.1.3.	Colorimetria	72
7.1.4.	Análise Mecânica Dos Filmes	74
8.	FRUTOS	75

8.1. PERDA DE MASSA	75
8.2. SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (SST)	78
8.3. ACIDEZ TOTAL TITULAVEL (ATT)	80
8.4. RELAÇÃO SST/ATT.....	82
8.5. VITAMINA C.....	83
8.7. COLORAÇÃO DA EPIDERME	86
9. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	90
10. ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	92
11. CONCLUSÕES	94
12. BIBLIOGRAFIA	96
CAPÍTULO III.....	106
CONSIDERAÇÕES FINAIS	106
SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	107

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO I

Figura 1: Esquema da Difusão do Agente Microbiano	23
Figura 2: Estrutura molecular da amilose	24
Figura 3: Estrutura molecular da amilopectina	24
Figura 4: Tratamento hidrotérmico sobre o amido.....	25
Figura 5: <i>Tetradenia riparia</i> Figura 6: <i>Tetradenia riparia</i>	32

CAPITULO II

Figura 7: Esquema de permeação de vapor d'água através de filmes poliméricos....	50
Figura 8: Filmes e cúpula	51
Figura 9: Dessecador contendo sílica gel	51
Figura 10: Colorímetro Figura 11: medição do Biofilme	53
Figura 12: texturômetro	54
Figura 13: Estufa de cultivo de morango Figura 14: Fruto de morango	55
Figura 15: Desinfecção dos frutos em hipoclorito Figura 16: Frutos Secando	56
Figura 17: Frutos para secar o filme Figura 18: Imersão dos frutos no Filme	56
Figura 19: balança analítica	57
Figura 20: Colorímetro Figura 21: fruto demarcado para medição.....	60
Figura 22: refratômetro de Abee	61
Figura 23: Gráfico da transmissão de vapor de água nos diferentes filmes em função do tempo, a cada 24 horas, durante 96 horas.....	74
Figura 24: Grafico Hue – Sistema CIE Lab.....	75
Figura 25: Relação Deformação alongamento (Stress x Strain) para os filmes de amido (FA) filmes com alta inibição de extrato (FAAI) e filme com média inibição de extrato (FAMI)	77
Figura 26: Gráfico da perda de massa nos diferentes filmes em função do tempo, a cada 24 horas, durante 10 dias de armazenamento	79

Figura 27: Testemunha	Figura 28: So filme	91
Figura 29 : FAMI	Figura 30: FAMAI	93

LISTA DE TABELAS

CAPITULO II

Tabela 1: Valores médios de espessura (mm), solubilidade em água (%) e opacidade a 450 nm em filmes compostos de gelatina, plastificante e amido de mandioca e extrato de <i>Tetradenia riparia</i> .	69
Tabela 2: Valores médios de L^* , a^* , b^* de filmes compostos de gelatina, plastificante, amido de mandioca e extrato de <i>Tetradenia riparia</i> .	73
Tabela 3: Sólidos solúveis totais (SST) em %brix em morangos protegidos com diferentes filmes biodegradáveis, armazenados por um período de 10 dias em temperatura e umidade controlada.	78
Tabela 4: Acidez total titulável (ATT) em porcentagem de ácido cítrico (g ácido cítrico/100g amostra) em morangos protegidos com diferentes filmes biodegradáveis, armazenados em geladeira por um período de 10 dias.	80
Tabela 5: Relação SST/ATT em morangos protegidos com diferentes filmes biodegradáveis, armazenados em geladeira por um período de 10 dias.	82
Tabela 6: Vitamina C em mg/100 g de polpa em morangos protegidos com diferentes filmes biodegradáveis, armazenados por um período de 10 dias em temperatura e umidade controladas.	84
Tabela 7: Valores médios de colorimetria índices L, delta E (ΔE) e Hue em morangos protegidos com filmes biodegradáveis após 10 dias de estocagem em temperatura e umidade controladas. (0 + 5°C, 75 + 5% UR)	88

Tabela 8: Análise microbiológica com número de unidades formadoras de colônias (UFC/g) de frutos de morangos recobertos com diferentes biofilmes e armazenados por 10 dias.....90

Tabela 9: Concentração do morango que inibe (mg/mL) a 50% dos radicais livres de uma solução metanólica contendo 60 μ M do radical DPPH.....93

CAPITULO I

FRIEDRICH, Jussara Carla Conti. **Biofilmes a base de amido, gelatina e extrato de *Tetradenia riparia* na conservação de morango**. 2017. 108 Folhas. Dissertação (Mestrado). Universidade do Oeste do Paraná – UNIOESTE. Toledo. 02 de março de 2017.

RESUMO

O morango é um pseudofruto não climatérico e que tem uma curta vida útil após a colheita. Entre os fatores responsáveis pela perda de qualidade dos morangos estão alta atividade metabólica e alta susceptibilidade ao ataque microbiano. Diante disso, estudos com revestimentos ou coberturas comestíveis estão sendo uma das alternativas mais apropriada para auxiliar na conservação pós colheita de frutas principalmente as não climatéricas como é o caso do morango. Estes recobrimentos podem possuir excelentes propriedades de barreira, principalmente ao transporte de gases e vapor de água, entre outros fatores que contribuem para manutenção da qualidade do fruto. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de filmes comestíveis produzidos a partir de gelatina, amido nativo, sorbitol e extrato de *Tetradenia riparia* (agente antimicrobiano) na conservação de morangos em pós-colheita. Os filmes foram analisados em relação à espessura, solubilidade, opacidade, colorimetria, TVA (transmissão de vapor de água) e análise mecânica. Em relação aos frutos, as análises foram realizadas em dias alternados, durante 10 dias de armazenamento, sob refrigeração com temperatura de 8°C a 10°C e umidade relativa de aproximadamente 75%, sendo avaliados a perda de massa, análise microbiológica, análise antioxidante, calorimetria, vitamina C, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) SST/ATT. Os filmes que receberam a adição do extrato de *Tetradenia riparia* tornaram-se mais espessos com menor solubilidade e opacidade, e maior luminosidade. Estes dados corroboraram a análise mecânica, em que, os filmes com extrato mostraram-se mais elásticos, além disso, foi necessário aplicar uma força maior para que se rompesse, ou seja, mais resistentes. A perda de massa aumentou com o prolongamento do armazenamento, ou seja, ao adicionar o extrato de *T. riparia* tanto em média quanto em alta concentração as perdas de massa dos frutos foram superiores a 10% no 4º dia de armazenamento, para os dois tratamentos citados acima. Quanto aos teores de sólidos solúveis totais e acidez total titulável os teores aumentaram com o aumento do período de armazenamento. Em relação ao teor de vitamina C, apenas os tratamentos que não receberam a adição de extrato continuaram a aumentar os teores ao final do experimento. Isto comprova a importância da utilização de biofilme como agente de proteção, também observa-se que estes frutos que a coloração diminuiu, deixando os menos com aspecto menos brilhante. A análise microbiológica mostrou que o tratamento mais eficaz, foi o filme de amido com alta concentração de extrato (FAAI), ou seja, 500µg/ml de extrato de *T. riparia* foi o suficiente para diminuir o número de unidades formadoras de colônias ao final do experimento. Para a atividade antioxidante observou-se que os tratamentos mais eficientes foram aqueles com a adição de extrato de *T. riparia* aos filmes, ou seja ao adicionar 500µg/ml ou 1000µg/ml, os mesmos apresentaram uma diminuição da atividade antioxidante, indicando que o extrato pode reduzir a atividade metabólica e retardar a senescência dos frutos.

Palavras-chave: biofilmes, *Fragaria ananassa*, pós colheita, *Tetradenia riparia*.

ABSTRACT

FRIEDRICH, Jussara Carla Conti. **Biofilms based on starch, gelatine and *Tetradenia riparia* extract on strawberry conservation.** 2017. 108 leaves. Thesis (MS). University of Paraná West - UNIOESTE. Toledo, March 02, 2017.

Strawberry is a non-climacteric pseudofruit and has a short shelf life after harvest. Among the factors responsible for the loss of quality of strawberries are high metabolic activity and high susceptibility to microbial attack. Therefore, studies with edible coverings or coatings are being one of the most appropriate alternatives to assist in the post harvest conservation of fruits, especially non-climacteric ones such as strawberry. These coatings have excellent barrier properties, mainly to the transport of gases and water vapor, among other factors that contribute to the maintenance of fruit quality. Therefore, the objective of this work was to evaluate the effect of edible films produced from gelatine, native starch, sorbitol and *Tetradenia riparia* extract (antimicrobial agent) in the post harvest harvesting of strawberries (*Fragaria ananassa*). The films were analyzed for thickness, solubility, opacity, colorimetry, TVA (water vapor transmission) and mechanical analysis. The films that received the addition of *Tetradenia riparia* extract became thicker with lower solubility and opacity, and greater luminosity. These data corroborated the mechanical analysis, in which the films with extract were more elastic, in addition, it was necessary to apply a greater force to break, that is, more resistant. Regarding the fruits, the analyzes were performed on alternate days, during 10 days of storage, under temperature and humidity of refrigerator with temperature of 8°C at 10°C and relative humidity of approximately 75%, being evaluated the loss of mass, microbiological analysis, analysis Antioxidant, calorimetry, vitamin C contents, total soluble solids (TSS), titratable total acidity (TTA) and the relationship between both SST / ATT. The loss of mass increased with the prolongation of the storage, that is to say, when adding the extract of *Tetradenia riparia* both in medium and in high inhibition the losses of mass of the fruits were superior to 10% in the 4th day of storage, for the two treatments mentioned above. As for the contents of total soluble solids and titratable total acidity the contents increased with the increase of the storage period, this fact may be related to the respiratory process and consumption of organic acids. Regarding the vitamin C content, only the treatments that did not receive the addition of extract continued to increase the contents at the end of the experiment. This proves the importance of using biofilm as a protective agent, it is also observed that these fruits that the coloration decreases, leaving the less looking less shiny. Microbiological analysis showed that the most effective treatment was the high inhibition of starch film (FAAI), that is, 500 µg / ml of *Tetradenia riparia* extract was enough to decrease the number of colony forming units at the end of experiment. For the antioxidant activity it was observed that the most efficient treatments were those with the addition of *T. riparia* extract to the films that is, when adding 500µg / ml or 1000µg / ml, they presented a decrease of the antioxidant activity, indicating that the Extract may reduce metabolic activity and delay fruit senescence.

Keywords: Biofilms, *Fragaria ananassa*, post-harvest, *Tetradenia riparia*.

INTRODUÇÃO GERAL

O consumo de frutas e hortaliças em todo o mundo tem aumentado em função de alterações nos hábitos de vida da sociedade atual, que a cada dia busca uma alimentação mais saudável com mais praticidade. Assim começa surgir uma maior necessidade de utilização de técnicas que maximizem não somente a qualidade como também a redução de perdas de produtos altamente perecíveis como as frutas (SILVA, et al., 2013).

As embalagens são utilizadas para estender o armazenamento dos produtos conferindo proteção mecânica, química e biológica (SOARES, et al, 2009). No entanto, na tentativa de satisfazer consumidores cada vez mais exigentes, têm sido desenvolvidos materiais inovadores, como as embalagens ativas, que além de proteger, como as embalagens convencionais, interagem com o produto embalado, trazendo benefícios extras (CUNHA JUNIOR, 2012).

Além disso, com o intuito de reduzir o uso de embalagens sintéticas, muitas pesquisas veem utilizando os biofilmes e filmes comestíveis a base de materiais vegetais que quando lançados no meio ambiente são totalmente biodegradáveis (VARGAS et al., 2008).

Estes filmes finos, preparados de materiais biológicos, agem como barreiras a elementos externos e, conseqüentemente, podem proteger o produto embalado de danos físicos e biológicos aumentando sua vida útil (TRIGO, et al, 2012). Quanto ao aspecto físico, os biofilmes não são pegajosos, são brilhantes e transparentes, melhoram o aspecto visual dos frutos e, não sendo tóxicos, podem ser ingeridos juntamente com o produto. Quando desejado, o biofilme pode ser removido com água e apresenta-se também como um produto comercial de baixo custo (HENRIQUE et al., 2008)

O uso de embalagens modificadas para recobrimento de frutos com fécula de mandioca denominada de filmes comestíveis vem sendo amplamente utilizada para o decréscimo de perdas pós-colheita, através da redução da atividade metabólica e da perda de água, melhorando seu aspecto comercial, o que reflete no aumento do período de comercialização (VILA, 2004). Segundo Viña et al. (2007), a utilização de

revestimentos comestíveis em produtos “in natura”, se torna relevante para a manutenção da qualidade, sem adulterar as características sensoriais dos mesmos.

Os materiais mais comuns utilizados na produção de filmes e coberturas comestíveis são os polissacarídeos, as proteínas e os lipídeos. Muitos desses materiais têm boas propriedades de formação de filmes (COSTA et al 2009). Segundo Fakhouri et al., (2007), entre os biopolímeros que podem ser utilizados para a elaboração de biofilmes comestíveis estão o amido, a pectina, a celulose e seus derivados, o colágeno, a gelatina e as proteínas miofibrilares. A gelatina no Brasil é produzida em abundância, a baixo custo e com propriedades funcionais adequadas para a fabricação de biofilmes (VENTUROSOSO, 2011).

Entre os polímeros naturais, o amido tem sido considerado como um dos candidatos mais promissores, principalmente porque alia manejo do ciclo de carbono com disponibilidade, preço baixo e bom desempenho (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Filmes biodegradáveis à base de amido apresentam baixa permeabilidade a gases (CO_2 e O_2), entretanto, sua limitação está nas propriedades mecânicas inferiores aos dos filmes convencionais e a alta permeabilidade ao vapor de água. Uma alternativa para viabilizar o uso deste biopolímero em embalagens consiste na incorporação de outros materiais que melhorem suas propriedades (FAKHOURI et al, 2003; FRANÇOSO et al, 2008). Além disso, podem ser introduzidos aditivos ao filme, tais como: antioxidantes, aromas e agentes antimicrobianos, melhorando assim a integridade do produto (JUNKEIRA, et al., 2009).

De acordo com Guiga et al (2010), Sebti et al (2005) e Ponce et al (2008) pesquisas vêm sendo realizadas demonstrando ser possível tornar essas embalagens ativas, ou seja, incorporar moléculas de antimicrobianos ao material da embalagem, proporcionando uma melhor eficiência na proteção, melhor estabilidade do agente antimicrobiano e segurança no controle de sua liberação em relação aos alimentos. Isto é de grande valia, pois quando o agente antimicrobiando é aplicado ou incorporado diretamente ao alimento, ocorre rápida perda de sua atividade, devido à diminuição da concentração de ativos em sua superfície, resultante das interações com componentes dos alimentos e diluição (YAMASHITA, et al, 2005).

Filmes flexíveis obtidos a partir de fécula de mandioca já foram utilizados com sucesso como é o caso de matrizes poliméricas biodegradáveis para a incorporação de antioxidantes naturais com finalidade de embalagens ativas (RESENDE, 2007). Compostos antioxidantes naturais estão presentes em, folhas, frutos, raízes e incluem

flavonóides, carotenóides, ácidos fenólicos e vitaminas (PALMU, 2003; OLIVEIRA, 2009). Considerando alguns compostos naturais e comestíveis com atividade antioxidante comprovada, destacam-se os compostos fenólicos, carotenóides e vitamina C (SOARES et al., 2009; Siracusa, 2008).

A utilização de aditivos na confecção de um filme que além de biodegradável pode também ter ação antioxidante e características melhoradas, pode viabilizar a utilização industrial de embalagens que, além de serem biodegradáveis e advindas de fontes renováveis, também são de baixo custo (MANGARAJ, et al, 2009).

Portanto, a utilização de embalagens contendo extratos que possuem atividade antimicrobiana, poderia ser uma alternativa para estender a vida útil e assegurar a inocuidade e conservação dos produtos alimentares principalmente as frutas não climatéricas como o morango.

Diante do exposto o objetivo deste trabalho é de investigar as principais características dos constituintes que formam o filme comestível para posterior aplicação como revestimento em frutos de morango, com a finalidade de prolongar a vida pós colheita destes frutos.

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1. EMBALAGENS

O uso de embalagens para prolongar o armazenamento dos alimentos não constitui uma prática recente. Povos antigos descobriram junto com o advento da atividade rural, criação de animais e cultivo de cereais, a necessidade de estocar o alimento e mantê-lo em condições adequadas até o momento do consumo. (CARDOSO, et al., 2012). Ao longo do tempo, à medida que novas necessidades foram surgindo, novas tecnologias e novos produtos passaram a ser utilizados no desenvolvimento de embalagens (SILVA, et al., 2012).

Atualmente, a crescente preocupação com a segurança alimentar, a relação custo eficiência, a conveniência para o consumidor e problemas ambientais, têm impulsionado o desenvolvimento de novas embalagens bem como de novas matérias-primas para a sua elaboração (MANGARAJ et al, 2009; GODOY et al, 2001).

A principal função da embalagem é a proteção contra a luz, oxigênio, umidade, microrganismos, estresses mecânicos e poeira. Outras (MALI, et al, 2010). Funções básicas que contribuem para a importância da embalagem baseiam-se na informação (explicação da forma de consumo), comercialização (tornando o produto atraente aos olhos do consumidor), transporte (ROBERTSON, 2006). Alguns dos requerimentos básicos de uma embalagem são: preços razoáveis, viabilidade técnica, adequação para contato com alimentos, possibilidade de reciclagem ou reutilização e, baixo impacto ambiental (COLA, et al., 2006; CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A embalagem é selecionada no sentido de se ter o mínimo de interação com o alimento que acondiciona, constituindo assim, uma barreira inerte (CALEGARO et al., 2002). Entretanto, apesar da embalagem convencional ter contribuído significativamente para um rápido desenvolvimento dos sistemas de armazenamento de alimentos, ultimamente ela não está sendo capaz de satisfazer todos os requisitos, devido às mudanças na produção, contaminação de rios pelo uso indiscriminado de materiais não biodegradáveis (CUTTER, 2006).

Diversos sistemas de embalagem têm sido desenvolvidos com o objetivo de interagir de forma desejável com o alimento (ANTUNES et al., 2008). Estes sistemas podem agir melhorando a qualidade do produto, proporcionando melhores atributos em pós-colheita, sendo denominadas de embalagens inteligentes (PELLISSARI, 2009).

Outro tipo de embalagem que interage de forma desejável com o alimento, são as embalagens ativas, estas embalagens interagem com o produto embalado de forma a aumentar seu tempo de armazenamento, sua segurança ou melhorar suas propriedades sensoriais, mantendo a qualidade do produto por um maior tempo sem perder suas características (YAMASHITA, et al 2006 e VILA, 2004).

1.1.1. Embalagens ativas

É de conhecimento que, as embalagens nos alimentos exercem somente a função de marketing e de proteção passiva. Entretanto, esse conceito vem se modificando, e além destas funções tem agregado o papel da embalagem como fator ativo na conservação, na manutenção da qualidade e na segurança dos alimentos, principalmente as frutas vem aumentando nos últimos anos (SHIMAZU et al 2007).

Entende-se por embalagem ativa aquela que exerce algum outro papel na preservação dos alimentos, que não apenas, de promover uma barreira inerte a influências externas (EMBRAPA, 2010). A embalagem ativa é aquela que, além de proteger, interage com o produto e, em alguns casos, responde realmente a mudanças, trazendo alguns benefícios extras que não são encontradas nas embalagens convencionais (DEL NOBILE et al., 2008).

O sistema ativo pode ser parte integral da embalagem ou ser um componente separado, posicionado no interior da embalagem (ESPINA et al, 2011). As embalagens ativas têm sido utilizadas em uma variedade de produtos, como pães, biscoitos, bolos, pizzas, massas frescas, queijos, carnes, frutas, entre outros. Cada um desses produtos tem mecanismos diferentes de deterioração, sendo necessário ter conhecimento específico para que se possa selecionar a embalagem ativa adequada (TIBOLA e FAHINELLO, 2013).

1.2.1. Tipos De Embalagens Ativas

1.2.1.1. Absoverdores de etileno

O etileno é um produto natural do metabolismo vegetal, resultante de um processo bioquímico, que ocorre em cada célula viva com o objetivo de gerar energia. Seu efeito sobre o tecido vegetal é dependente da dosagem (VIEITES et al, 2006). Em síntese, o etileno promove o crescimento, a maturação, o envelhecimento e, por fim, a morte do tecido vegetal. Frutas com alta taxa respiratória não necessariamente apresentam altas taxas de produção de etileno e vice-versa (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Além da produção de etileno, também deve ser considerada a sensibilidade da fruta e hortaliça ao etileno (CORDENUNSI, et al, 2013)

A medida que ocorre o aumento da concentração de etileno no interior da embalagem, afirmam Broinzi et al, (2007) que a taxa de respiração do produto também aumenta, sendo que a concentração relativa do gás na atmosfera ao redor do produto é mais importante do que sua quantidade absoluta. Logo, quando se reduz a concentração de etileno na embalagem, via um adsorvedor de etileno, o processo de senescência se torna mais lento e há um aumento da vida-de-prateleira do produto (TEIXEIRA, 2007)

De acordo com Assis et al (2009), a efetividade é maior quando o absorvedor de etileno é utilizado em embalagens com atmosferas de baixa concentração de oxigênio, pois, nesta situação, a metionina, um precursor do etileno, fica retida nas células do tecido vegetal, reduzindo a formação do gás e, conseqüentemente, a maturação do produto.

1.2.1.2. Controladores de umidade

A perda de água em frutas e hortaliças minimamente processadas é resultado da respiração, transpiração e atividade microbiana. A utilização de embalagens plásticas pode minimizar a perda de umidade para o ambiente (BATISTA et al, 2007). Contudo, a flutuação de temperatura provoca a condensação do vapor d'água na superfície da embalagem ou no próprio produto, na forma de gotas na superfície mais fria (BENDER et al, 2010; JACOMETI, et al, 2003). Ambos os casos são indesejáveis, já que o primeiro compromete a aparência e o apelo comercial da embalagem e o segundo favorece o crescimento microbiano e a solubilização de nutrientes do produto (CHANG et al., 2006)

De acordo com Falgueira et al, (2011), o impacto negativo da condensação sobre a embalagem, pode dificultar a visualização do produto, e este fator tem sido minimizado pelo uso de embalagem com aditivo ou tratamento anti-embaçante (“anti-fog”). Este tipo de aditivo fica na superfície interna da embalagem e reduz a tensão superficial entre o plástico e as gotas de água (AYRANCE e TUNC, 2003). Com isto, as gotas coalescem e formam uma película transparente sobre a embalagem. Esta película d’água pode até escorrer pelos cantos da embalagem em casos de excessiva condensação (BONA, 2007). Assim, a embalagem anti-embaçante é apenas um tratamento cosmético para o problema de condensação e não evita os problemas de deterioração microbológica (VILLADIEGO et al, 2005; VIEIRA et al, 2011).

1.2.1.3. Filmes com permeabilidade sensível à temperatura

Mantilla et al (2006) afirmam que no acondicionamento de frutas que respiram, é importante para a manutenção da qualidade, vida útil do produto e segurança alimentar que a taxa de permeabilidade do material de embalagem aumente com a temperatura, pelo menos na mesma intensidade que a taxa respiratória, para manter a atmosfera gasosa desejável, evitar o excesso de CO₂ e, principalmente, evitar condições de anaerobiose.

De acordo com Nunes (2009), a respiração normalmente aumenta muito mais rápido do que a permeabilidade, à medida que a temperatura aumenta. Frente a este fato é considerando que muitas alterações de temperatura podem ocorrer durante a distribuição e comercialização do produto.

Estes filmes são combinados por membranas porosa revestidas por polímeros acrílicos, com cadeias laterais cristalinas, que se transformam em estruturas amorfas, mais permeáveis, em uma temperatura específica (BAN, 2006). Isso permite que os gases da atmosfera interna da embalagem conservem-se em níveis equilibrados e adequados ao produto, atenuando o efeito das variações de temperatura. Assim, o aumento da permeabilidade do filme é resultado da transformação da estrutura cristalina em amorfa, nas cadeias laterais do polímero (CAMPOS et al, 2011).

1.2. BIOFILMES COMESTÍVEIS

A aplicação de revestimentos e coberturas, comestíveis ou não, em produtos naturais, particularmente em frutas com objetivo de aumentar seu período de conservação, não consiste em prática recente (GALDEANO et al, 2009). Emulsões derivadas de óleos minerais têm sido empregadas desde o século XII e XIII na China, para elevar a conservação de frutos cítricos por longas distâncias (MULLER et al, 2008).

As coberturas comestíveis como hoje se conhecem são mais recentes, e datam das décadas finais do século passado (o termo cobertura comestível surgiu por volta de 1970), e vieram acompanhadas da expansão na oferta de produtos processados (alimentos minimamente processados) visando à melhoria da qualidade e extensão da vida de prateleira de vários tipos de produtos (SCULLY et al, 2007; HORSHAM, 2007).

Existe um intenso interesse pelo desenvolvimento de biofilmes comestíveis, devido à demanda por alimentos de alta qualidade e praticidade às preocupações ambientais sobre o descarte dos materiais não renováveis das embalagens para alimentos e às oportunidades para criar novos mercados às matérias-primas formadoras de filme, (TANADA-PALMU et al., 2002).

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), os filmes podem ser classificados em comestíveis ou biodegradáveis, dependendo dos constituintes utilizados para a sua produção e da quantidade das substâncias empregadas. Estes podem ser utilizados como filmes ou coberturas, sendo que a diferença básica é que os filmes são pré-formados separadamente do produto e, as coberturas são formadas sobre a própria superfície do alimento, que pode ser por imersão ou aspensão (SOUZA et al, 2012).

Biofilmes são filmes finos preparados de materiais biológicos, que agem como barreiras a elementos externos e, conseqüentemente, podem proteger o produto e aumentar a sua vida de prateleira. São geralmente produzidos por polissacarídeos, proteínas, lipídios e derivados (ROCHA et al, 2014)

Sakanaka (2012), relata que as características requeridas da película comestível dependem, principalmente, das características do alimento. Assim, para produtos suscetíveis à oxidação, as películas devem apresentar baixa permeabilidade ao oxigênio (O₂). Frutas e hortaliças frescas requerem películas que permitam transferência moderada de gases para reduzir a respiração e evitar processos fermentativos resultantes de anaerobiose (DOBRUCKA e CIERPISZEWSKI, 2014).

Pizarro et al, (2009) afirmam que as possíveis propriedades funcionais dos filmes como embalagem incluem: retardar a migração de umidade o transporte de

gases (O_2 , gás carbônico (CO_2), a migração de óleo ou gordura e o transporte de solutos. Podem ainda oferecer uma integridade estrutural adicional aos alimentos, podendo reter compostos aromáticos e carregar aditivos alimentícios ou componentes com atividade anti bacteriana ou anti fúngica, com liberação controlada sobre o produto aonde foi aplicado (CHO 2002; GODBILLOT et al, 2006).

Essas propriedades dependem do biopolímero utilizado (conformação, peso molecular, distribuição de cargas, polaridade), das condições de fabricação (pH, tratamento térmico da solução, tipo e teor de aditivos, como os plastificantes), das condições ambientais (temperatura e umidade relativa), de propriedades funcionais como mecânicas (resistência e flexibilidade), ópticas (cor e opacidade), de barreira (permeabilidade ao vapor de água, ao O_2 e CO_2), solubilidade em água e propriedades sensoriais e, ainda parâmetros como custo e disponibilidade (SAKANA, 2007; SARANTÓPOLIS et al, 2002).

No entanto, os biofilmes puros apresentam fracas propriedades mecânicas, devido ao fato de serem materiais finos e flexíveis (BROINZI, et al, 2007). Para tal, surgem às misturas poliméricas biodegradáveis, as blendas poliméricas, como uma solução para a questão do alto preço dos biopolímeros e melhores propriedades mecânicas, comparada aos biofilmes (YAMAHSITA et al, 2005)

De acordo com Burt (2004), a mistura de polímeros tem como objetivo a obtenção de materiais com propriedades diferentes às dos polímeros puros, e frequentemente exhibe propriedades superiores quando comparadas às propriedades de cada componente polimérico, porém depende da compatibilidade entre os componentes. A principal vantagem das blendas é a simplicidade da preparação e fácil controle das propriedades físicas com a mudança das concentrações dos componentes (ROSINA, 2004; FONSECA, et al, 2008).

Os compósitos pertencem a uma classe de materiais heterogêneos, multifásicos, podendo ser ou não poliméricos, em que uma das fases, descontínua, dá a principal resistência ao esforço e a outra, contínua, é o meio de transferência desse esforço (VARGAS et al, 2008). São imiscíveis, em que seus componentes retêm algumas de suas características e o produto adquire propriedades diferentes às dos componentes separadamente, sendo que as características dos compósitos são afetadas acentuadamente pela interface entre seus componentes (TEIXEIRA, 2007).

Essa possível adesão interfacial entre as misturas depende de vários fatores, dentre eles os métodos empregados para a fabricação destes materiais (VICENTINI,

2003). A formação de filmes e coberturas comestíveis é baseada na dispersão ou solubilização dos biopolímeros em um solvente (água, etanol ou ácidos orgânicos) e a adição de aditivo (plastificantes ou agentes de ligação), obtendo-se uma solução ou dispersão filmogênica que passará por uma operação de secagem (PRATES et al, 2011)

Nesta etapa, ocorre o aumento da concentração do biopolímero na solução, devido à evaporação do solvente, e a agregação das moléculas, levando a formação de uma rede tridimensional (CORDENUSI, et al, 2002).

1.2.1. Biofilmes ativos antimicrobianos

O uso de filmes a base de biopolímeros como sistema carreador de agentes antimicrobianos não é um conceito novo. Várias abordagens têm sido propostas e demonstram a utilização destas películas na superfície de diversos alimentos, (DAVANCO e PALMU, 2006). Estes tipos de revestimento estão recebendo considerável atenção, uma vez que satisfazem a demanda dos consumidores por produtos obtidos a partir de materiais sustentáveis (SUPPAKUL, et al, 2003).

De acordo com Espina et al (2011), são basicamente três as categorias de filmes antimicrobianos:

- a) Substâncias antimicrobianas voláteis encontram-se em um sachê, sendo liberadas durante a armazenagem do produto. Podem ser utilizados materiais de embalagens comuns;
- b) Incorporação direta do agente antimicrobiano na película;
- c) A matriz do revestimento funciona como um veículo para o agente antimicrobiano.

Estas categorias de materiais podem liberar o agente antimicrobiano para a superfície do alimento através de evaporação no "headspace" (substâncias voláteis) ou migrar para dentro do alimento por difusão (figura 1).

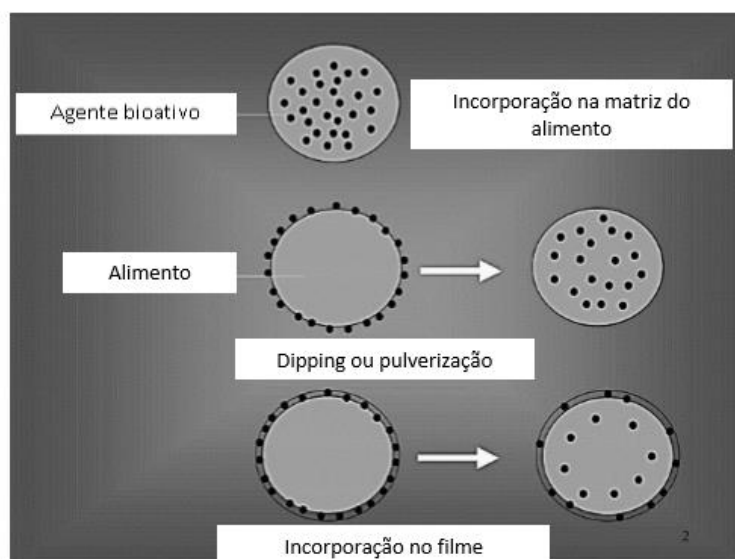


Figura 1: Esquema da Difusão do Agente Microbiano

Alguns fatores podem afetar a efetividade da embalagem antimicrobiana, como as características do antimicrobiano (solubilidade e tamanho da molécula) e do alimento, condições de estocagem e distribuição (tempo e temperatura), método de preparo do filme (extrusão ou casting) e interação entre antimicrobiano e polímero (COLLA et al, 2006; PELLAYO, et al, 2003).

1.2.2. Amido de mandioca

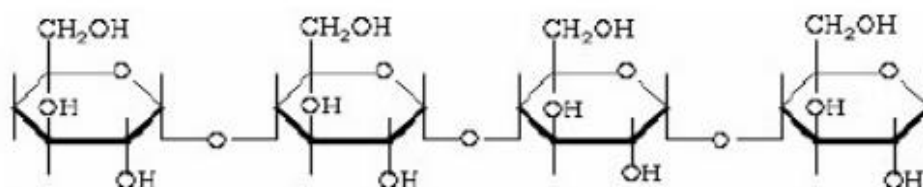
Jacometti et al (2003), afirmam que, entre as matrizes poliméricas oriundas de matérias-primas vegetais mais utilizadas para a obtenção de materiais biodegradáveis, o amido recebe especial atenção, principalmente pelo baixo custo. Ele é o único biopolímero termoplástico, apesar de não ser verdadeiramente termoplástico como alguns polímeros sintéticos, ele pode ser processado por técnicas como extrusão e injeção. E, além disso quando o amido é submetido a alguns desses processos ele sofre desestruturação de seus grânulos, devido a altas temperaturas e cisalhamento e presença de plasticizante, promovendo o inchamento, após desestruturação de seus grânulos, tornando-se assim um material microscopicamente homogêneo denominado termoplástico. O amido em escala industrial tem seu custo menor que os polímeros sintéticos como o polietileno, estando disponível o ano inteiro (OLIVEIRA et al, 2009).

A obtenção de biofilmes a partir da fécula de mandioca é baseada na sua gelificação, que ocorre com aquecimento acima de 70°C, seguido de resfriamento.

Ocorre então a retrogradação, com conseqüente formação de um filme transparente, com alto brilho, atóxico e de baixo custo (HENRIQUE et. al, 2008). Alguns estudos têm mostrado o amido de mandioca como um material viável na formação de revestimentos, também chamados de coatings e de filmes flexíveis (HYLDEGARD et al, 2012).

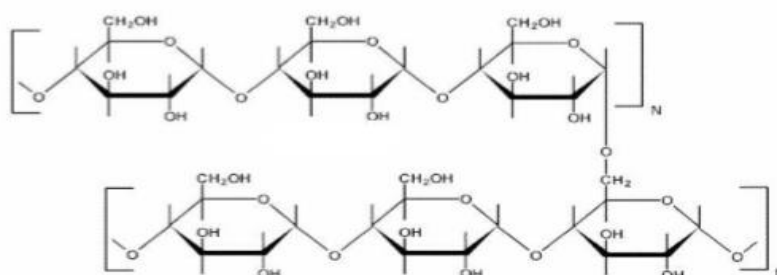
Para o Brasil, a viabilização de tais biofilmes representaria, além da detenção da tecnologia de produção de um material de grande interesse industrial e ecológico, também uma forma de agregar valor a importantes matérias primas produzidas no país, como a mandioca e a sacarose (VARGAS et al, 2006; SANTOS et al, 2011).

O amido é um polímero com massa molécula elevada, formado de undades de Dglucopiranosose unidas por ligações glicosídicas (LIMPISOPHON, et al 2010). Compreende duas frações de homopolímeros: amilose e amilopectina. A amilose (Figura 2) é formada por uma cadeia não-ramificada, quase linear, composta de unidades ligadas de -D-glucopiranosose por ligações glicosídicas 1-4 (YU, 2006). Seu peso molecular é de 1×10^5 a 2×10^6 g mol⁻¹ e, seu comprimento pode variar de 4 a 100 unidades de glicose. Representa em média 15 a 30% do amido e, esse conteúdo varia de acordo com a fonte botânica, maturidade fisiológica e condições de solo e clima (GARCIA et al, 1998; CEREDA, 2001).



Fonte: Pradella (2006)

Figura 2: Estrutura molecular da amilose



Fonte: Pradella (2006).

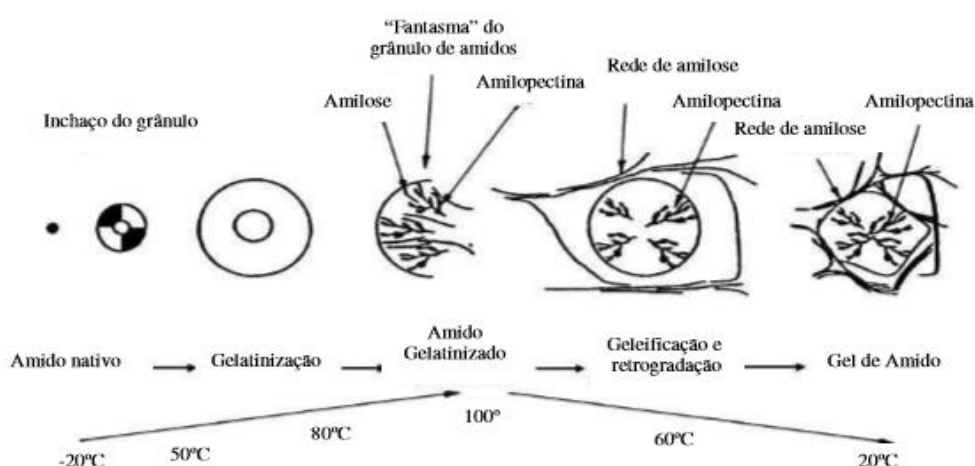
Figura 3: Estrutura molecular da amilopectina

A molécula de amilopectina consiste em uma cadeia principal que carrega o grupo redutor e diversas cadeias ramificadas (Figura 3). A amilopectina é uma cadeia ramificada composta de unidades de -D-glucopiranosose unidas por ligações 1-4, contendo 5 a 6% de ligações cruzadas 1-6, entre um grupo hidroxila de uma cadeia de glicose e o carbono 6 da glicose de outra cadeia (PRATES e ASCHIEIRI, 2011)

Entretanto, essa relação é específica para cada planta e pode variar para plantas naturais e as modificadas geneticamente (RIBEIRO, et al, 2007). A amilose é instável em soluções aquosas diluídas, formando um retículo pela retrogradação e seu conteúdo no grânulo é um fator que afeta significativamente as propriedades reológicas do amido (MALI et al, 2007).

Quando grânulos de amidos são aquecidos, em excesso de água, a estrutura cristalina é rompida e as moléculas de água se unem por pontes de hidrogênio aos grupos hidroxila expostos da amilose e da amilopectina, o que causa um aumento do inchaço e da solubilidade dos grânulos (LOPEZ DE CASTILLO, et al, 2003).

A gelatinização ocorre ao aquecer solução de amido em água (acima de 60%), causando uma mudança irreversível (Figura 4), onde intumescimento dos grânulos ocorre quando as moléculas de água possuem energia cinética para superar as pontes de hidrogênio entre as moléculas de amilose e amilopectina, a hidratação acontece, com a continuidade da expansão, o grânulo se rompe, liberando a amilose para a fase aquosa e iniciando a gelatinização (SERRANO, 2005).



Fonte: Vicentini (2003).

Figura 4: Tratamento hidrotérmico do amido

Conforme Campos et al (2011), o amido passa por uma fase de transição de ordem-desordem descrita sob o termo de gelatinização. A gelatinização é associada à difusão da água no grânulo, ao inchaço pela penetração de água da região interior amorfa, à hidratação e inchaço radial do grânulo de amido, à perda da ordem cristalina, ao desenrolamento e dissociação das duplas hélices da região cristalina e, finalmente, à lixiviação da amilose (FONTES, 2005).

Os géis de amido formados durante a gelatinização não são estáveis e necessitam de esfriamento por armazenamento para produzir diferentes transformações estruturais que, em seu conjunto, se definem como retrogradação (YU, 2006, SERRANO e FRANCO, 2005). A retrogradação do amido é um processo que ocorre quando as moléculas se reassociam e formam uma estrutura ordenada durante o armazenamento. Sob condições favoráveis, uma ordem cristalina aparece e ocorre a separação de fases. Durante essa reassociação, há liberação de água, processo que recebe o nome de sinerese (MULLER et al, 2008, TEIXEIRA, 2007).

O baixo custo, a alta disponibilidade e a biodegradabilidade do amido são alguns motivos para que este biopolímero seja bastante estudado no sentido de ser modificado ou misturado com outras substâncias químicas para melhoramento de sua processabilidade, formando uma família bastante versátil de bioplásticos (THIRE, et al 2004; AYRANCI E TUNC, 2003).

1.2.3. Plastificante

Vários materiais podem ser incorporados aos filmes para melhorar as suas propriedades mecânicas, de proteção, sensoriais ou nutricionais. A influência de um aditivo nas propriedades de filmes depende de sua concentração, grau de dispersão e da interação com o polímero (HAN, 2004).

Diante disso, a adição de um agente plastificante é necessária para superar a fragilidade dos biofilmes, que ficam quebradiços devido às extensivas forças intermoleculares (GUIGA, et al, 2010). Os plastificantes reduzem essas forças, suavizam a rigidez da estrutura do filme e aumentam a mobilidade entre as cadeias biopoliméricas, melhorando as propriedades mecânicas do filme (MORAES, 2005).

O plastificante é uma molécula pequena de baixa volatilidade, e de natureza química similar a do polímero usado na constituição do filme (VASQUES e CARVANTES, 2010). Os plastificantes mais utilizados são mono, di e oligossacarídeos

(geralmente xaropes de glicose ou de glicose-frutose, mel), polióis (glicerol e derivados, polietilenoglicol), lipídeos e derivados (ácidos graxos, monoglicerídeos e seus ésteres, acetoglicéridos, fosfolipídios e outros emulsionantes) (DE BONA, 2007).

No entanto, os plastificantes indicados para serem empregados em filmes de amido são os polióis, como o glicerol e o sorbitol, sendo materiais que interagem com as cadeias de amido por meio de pontes de hidrogênio (PEREIRA, et al, 2006). O sorbitol possui seis grupos hidroxilas, o que faz com que este tenha maior capacidade de interação com as moléculas de amido que o glicerol, sendo considerado menos hidrofílico que o glicerol (MALI, et al, 2010).

1.2.4. Gelatina

A gelatina é uma proteína de origem animal obtida do colágeno por hidrólise ácida ou básica, amplamente utilizada na indústria alimentícia e farmacêutica. Além disso, a gelatina no Brasil é produzida em abundância, a baixo custo e com propriedades funcionais adequadas para a fabricação de biofilmes (FAKHOURI, et al., 2007)

Uma grande característica da gelatina é que ela tem capacidade de formar filmes flexíveis, pois é um hidrocolóide extremamente versátil, ela é atualmente o mais utilizado, pois possui propriedades funcionais interessante (MALI, et al, 2004). Do ponto de vista prático, as características mais marcantes da gelatina são a solubilidade em água e a capacidade de formação de gel termo-reversível. Segundo Shclmmer (2011), revestimentos comestíveis com gelatina reduzem a migração de oxigênio, umidade e óleo ou podem carrear agentes antioxidantes ou antimicrobianos.

A gelatina difere de outros hidrocolóides por ser uma proteína totalmente digerível, contendo quase todos os aminoácidos essenciais, com exceção do triptofano (MALI et al, 2006). Filmes à base de gelatina são visualmente transparentes, de fácil manuseio e possuem valores elevados de resistência à tração (SILVA, et al, 2009; DAVANÇO, 2006).

1.3. BIOFILMES COMESTÍVEIS EM FRUTAS

De acordo com Assis et al (2009), o Brasil apresenta uma das maiores taxas de perdas pós-colheita de frutas e hortaliças do mundo, em torno de 35-40% comparado

com a Europa, por exemplo, cujas perdas são, em média, inferiores a 25% e aos EUA onde, em algumas regiões, a perda é de aproximadamente 16%.

As perdas de hortifrutícolas no Brasil representam valores superiores a 10 milhões de toneladas/ano de produtos colhidos e não consumidos (FAO, 2015). Frutas e hortaliças de ambiente tropical, após serem colhidas apresentam aceleração da maturação e deterioração prateleira rápida quando comparados com os produtos minimamente processados. Isso se deve na maioria das ocasiões em consequência das mudanças bioquímicas e fisiológicas, e principalmente ao estresse mecânico que ocorre antes, durante e após a colheita bem como, formas de acondicionamento e práticas de colheita (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Nascimento et al (2003) citam que as alternativas tecnológicas disponíveis para melhor preservação baseiam-se no uso de embalagens poliméricas e na manutenção constante de ambientes refrigerados e ainda nestas condições, há significativas perdas de qualidade. Diante de toda essa perspectiva, um novo segmento tecnológico vem sendo desenvolvido com o intuito de reduzir as perdas e melhorar a preservação de alimentos, ou seja, as coberturas comestíveis, estas quando aplicadas diretamente sobre os frutos possibilitam aumentar o tempo de conservação, buscando a preservação da textura e do valor nutricional, permitindo uma maior flexibilidade de manuseio, transporte e comércio (STEFFENS, 2007).

Vários estudos apresentam o potencial uso das coberturas comestíveis. Fakhouri, et al (2003) aplicaram películas comestíveis em maçã minimamente processadas. Henrique et al (2008) utilizaram biofilmes de fécula de mandioca em morangos. Jacometti et al. (2003) usaram revestimento a base de gelatina em pêssegos, e entre outros, os resultados são variáveis pois dependem muito da fruta e do tipo de recobrimento, mas na maioria dos estudos os resultados surpreendem como é o caso do estudo realizado por Dragunski, et al (2011), quando da utilização de filmes de amidos de mandioca modificados para o recobrimento de uvas 'Benitaka', o mesmo ocasionou um aumento de vida de prateleira das uvas em 12 dias.

1.3.1. Morango

Dentre as frutas com maior perda pós colheita, o morango tem lugar de destaque por ter alto valor agregado (CHITARRA e CHITARRA, 2007). O morango (*Fragaria ananassa*) é um pseudofruto atrativo devido às suas características peculiares de

coloração vermelho brilhante, odor, textura macia e sabor levemente acidificado (EMBRAPA, 2010). Em virtude da alta perecibilidade, o que resulta em perdas qualitativas e econômicas consideráveis, tecnologias para manter suas características surgem como um fator determinante para prolongar a sua vida útil (BALBINO e MARIN, 2004).

O morango pertencente à família das rosáceas e ao gênero *Fragaria*, considerado um pseudofruto suculento, originário do receptáculo floral que se torna carnoso (FRANÇOSO et al., 2008). Os frutos verdadeiros são pequenos aquênios, vulgarmente denominados 'sementes'. O morangueiro oriundo de planta herbácea, rasteira e perene, se propaga por via vegetativa, por meio de estolhos, este fruto é considerado um dos mais perecíveis com vida útil pós-colheita muito curta, em torno de 3 a 4 dias (ANTUNES, et al, 2008).

Após a colheita, os morangos apresentam alta atividade fisiológica, (respiração) ocorrendo desidratação e deterioração progressiva em virtude da ação de bactérias e fungos, com modificações indesejáveis de aroma e textura (YAMASHITA, 2006). Um metabolismo muito rápido leva o fruto a um rápido período de senescência, o que pode em parte ser controlado pela utilização de condições de armazenamento de baixa temperatura e alta umidade e embalagens modificadas para este fim (SILVA, 2006).

O morango tem comportamento não-climatério para respiração, por isso deve ser colhido após a maturidade em relação ao aroma, sabor e cor, além disso, o desenvolvimento do sabor adocicado das frutas climatéricas após a colheita mostra ser resultante da quebra do amido em moléculas menores de carboidratos (BENDER, et al, 2010). A reserva de amido das frutas não-climatéricas é pequena ou inexistente e por isso, não há melhoria no sabor após a colheita (CORDENUNCI et al., 2003; COSTA, et al, 2006).

Apesar disso, morangos colhidos brancos, ou seja, em estágio inicial de maturação, podem se tornar vermelhos ao longo do armazenamento, mas não são apropriados para o consumo em função do baixo teor de açúcar e elevada acidez, parâmetros que não apresentam alterações significativas ao longo do armazenamento (NEVES, 2009; CUNHA JUNIOR et al, 2012).

Alguns estudos mostraram que as principais características para a maturação do morango são textura (doçura e ácidos orgânicos) e coloração (PELAYO et al., 2003; PIZARRO, 2009). Recomenda-se que o morango deve ter no mínimo 7% de sólidos solúveis e no máximo 0,8% de acidez titulável. O índice de maturidade está baseado

na coloração do pseudofruto, ou seja, $\frac{3}{4}$ da superfície vermelha permanecem com boas condições para o consumo ou processamento por alguns dias, dependendo da variedade, da temperatura e da umidade atmosférica (VILA, 2004).

De acordo com Steffens et al., (2007), a taxa respiratória dos frutos de morango é alta, aproximadamente $15 \text{ mg CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ (Taxa de respiração em gramas de $\text{CO}_2 \text{ kg}^{-1}$ de fruto.hora⁻¹) a 0°C , que aumenta entre 4 a 5 vezes quando a temperatura aumenta 10°C .

1.3.2. Agentes antimicrobianos

As plantas produzem uma grande variedade de compostos com atividade antimicrobiana, destes alguns estão sempre presentes, enquanto outros são produzidos em resposta ao ataque de micro-organismos ou devido a danos físicos (PELISSARI, 2009). A identificação dos compostos antimicrobianos mais ativos presentes nos óleos ou extratos essenciais é complexa, tendo em vista que, dependendo do óleo, pode haver a presença de mais de quarenta e cinco componentes diferentes, os quais sofrem variações percentuais de acordo com a época da colheita e o método utilizado para extrair o óleo, dentre outros fatores (PRANOTO, et al, 2005).

Substâncias antimicrobianas incorporadas às coberturas podem controlar a contaminação microbiana por três mecanismos: reduzindo a taxa de crescimento ou a população contaminante, aumentando ou inativando os microorganismos por contato (VASQUES e CARVANTES, 2010).

Devido a permeabilidade alterada de alguns extratos, Sebti et al (2005) relatam que podem ocorrer a passagem de íons e outros constituintes celulares provocando a morte da célula, sendo este o principal mecanismo pelo qual os extratos ou óleos essenciais possuem ações letais.

Estudos epidemiológicos demonstram um aumento de doenças relacionadas aos frutos, principalmente aqueles que possuem alto suscetibilidade ao ataque de pragas ou fungos (BURT, 2004). Dessa forma, a utilização dos filmes biodegradáveis, além de promover benefícios na manutenção das propriedades dos alimentos já mencionadas, também pode auxiliar na redução da carga microbiana presente na superfície do alimento quando for adicionado nestes filmes agentes antimicrobianos (PONCE, et al., 2009).

Inúmeras pesquisas vêm sendo realizadas demonstrando ser possível tornar essas embalagens ativas, ou seja, incorporar moléculas de antimicrobianos ao material da embalagem, proporcionando uma melhor eficiência na proteção, melhor estabilidade do agente antimicrobiano e segurança no controle de sua liberação em relação aos alimentos (CALEGARO et al., 2002).

Dentre estas substâncias antimicrobianas podemos citar os extratos vegetais, ou seja, extratos de plantas, que podem atuar de forma positiva sobre fungos fitopatogênicos, e frequentemente obtêm sucesso nas pesquisas (SILVA et al., 2012). Segundo Chang, et al (2006) o uso do extrato vegetal vem sendo realizado para controle de pragas e doenças de plantas representando uma alternativa viável. De acordo com Mangaraj et al (2009), o controle de doenças pós-colheita de frutíferas tem ocorrido satisfatoriamente com a utilização de extratos aquosos obtidos através de espécies vegetais.

A *Tetradenia riparia* (Hochst.) Codd (figura 5 e 6), é uma planta medicinal promissora, conhecida popularmente como mirra. Este arbusto consiste numa das mais aromáticas e populares plantas medicinais com propriedades antimicrobianas, antiespasmódica, antitrichomonas e antimalárica (GODOY et al., 2001).



Figura 5: *Tetradenia riparia*



Figura 6: *Tetradenia riparia*

Existem trabalhos com *Tetradenia riparia* que relatam substâncias isoladas das folhas, como ibozol e 8 (14), 15- sandaracopimaradieno - 2 α , 18-diol diterpenóides; umuravumbolida e diacetilboronolida α - pironas, 1',2'- dideacetilboronolida (J- pirona), sitosterol, stigmasterol e campesterol (UGALDE, 2014; GOY et al., 2009).

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, L. E. C.; RISTOW, N. C.; KROLOW, A. C. R.; CARPENEDO, S.; JÚNIOR REISSER, C. Comportamento produtivo de novas cultivares de morangueiro na região de Pelotas, RS. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** 70. Out- 2008. Pelotas-RS, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/hb/v28n2/a15v28n2.pdf>. Acesso em: 20 dez 2016.

ASSIS, O. B. G.; FORATO, L. A.; BRITTO, D. Revestimentos comestíveis protetores em frutos minimamente processados. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 22, n. 160, p. 99-106, 2008. Versão impressa.

ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D.; FORATO, L. A. O Uso de Biopolímeros como Revestimentos Comestíveis Protetores Para Conservação de Frutas in natura e Minimamente Processadas. Embrapa Instrumentação Agropecuária. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** - São Carlos, n.29, 23 p. 2009. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/658249/1/BPD292009.pdf>> Acesso em: 12 jan 2016.

AYRANCI, E.; TUNC, S. A method for the measurement of the oxygen permeability and the development of edible films to reduce the rate of oxidative reactions in fresh foods. **Food Chemistry**, v.80, p. 423-431, 2003.

BALBINO, J.M.S.; MARIN, A.J. Importância socioeconômica da cultura de morango para o estado do Espírito Santo e o planejamento da produção comercial. IN BALBINO, J.M.S. Ed. Tecnologias para produção, colheita e pós-colheita de morangueiros. Vitória. Incaper. v.76, p. (**Incaper Documentos, 124**), 2004.

BAN, W.; SONG, J.; ARGYROPOULOS, D. S.; LUCIA, L. A. Influence of natural biomaterials on the elastic properties of starch-derived films: an optimization study. **Industrial and Engineering Chemistry Research**, v. 45, p. 627-633, 2006.

BATISTA, P. F.; SANTOS, A. E. O.; PIRES, M. M. M. L.; DANTAS, B. F.; PEIXOTO, A. R.; ARAGÃO, C. A. Utilização de filmes plásticos e comestíveis na conservação pós colheita de melão amarelo. **Revista Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 4, 2007.

BENDER, R. J.; PEZZI, E.; LEÃO, M. L.; CASALI, M. E. Armazenagem de morangos cv. Camarosa e cv. Verão em atmosfera modificada. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, n.2, p.285-292, 2010.

BONA, J. C. Preparação e caracterização de filmes biodegradáveis a partir de blendas de amido com polietileno. (**Tese de Doutorado**) 115f. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

BROINIZI, P. R. B.; ANDRADE-WARTHA, E. R. S.; SILVA, A. M. O.; NOVOA, A. J. V.; TORRES, R. P.; AZEREDO, H. M. C.; ALVES, R. E.; MANCINI-FILHO, J. Avaliação da atividade antioxidante dos compostos fenólicos naturalmente presentes em subprodutos do pseudofruto de caju (*Anacardium occidentale* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n. 4, p. 902-908, 2007.

BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods. **International Journal of Food Microbiology**, vol.94, p. 223–253, 2004.

CALEGARO, J. M.; PEZZI, E.; BENDER, R. J. Utilização de atmosfera modificada na conservação de morangos em pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, p1-6, 2002.

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.

CARDOSO, L.M.; DEUS, V.A.; SILVA, E.B.; et al. Qualidade pós-colheita de morangos cv. 'Diamante' tratados com cloreto de cálcio associado a hipoclorito de sódio. **Alimentos e Nutrição**, v. 23, n.4, p. 583-588, out./dez. 2012.

CEREDA, M. P. **Propriedades gerais do amido**. Campinas: Fundação Cargill, 2001. 81p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós colheita de frutas e hortaliças: **Fisiologia e Manuseio**, 2a edição. Lavras: Ver. E ampl. UFLA, 2005, 785 p.

CHANG, Y. P.; KARIM, A. A.; SEOW, C. C. Interactive plasticizing-antiplasticizing effects of water and glycerol on the tensile properties on tapioca starch films. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 20, n. 1, p.1-8, 2006.

CHO, S. Y.; RHEE, C. Sorption characteristics of soy protein films and their relation to mechanical properties. **Lebensmittel Wissenschaft und Technology**, London, v. 35, p.151-157, 2002.

COLLA, E.; SOBRAL, P. J.; MENEGALLI, F. C. Effect of composite edible coating from *Amaranthus Cruentus* flour and stearic acid on refrigerated strawberry (*Fragaria ananassa*) quality. **Latin American Applied Research**, v.36, p.249–254, 2006.

COSTA, C.S.; SILVA, J.A.; ANTONIOLLI, R.L. Coberturas à base de quitosana na qualidade pós-colheita de morangos cv. Aromas. 2009. (**Tese de Mestrado**), 107f. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2009.

COSTA, F. B.; SIMÕES, A. N.; MOREIRA, S. I.; SOUZA, D. D.; FREITAS, M. A. SANTOS, R. H. S.; PURCHMAN, R. Processamento mínimo de morango cultivado organicamente. In: Encontro Nacional sobre processamento mínimo de frutos e hortaliças, 4; **Simpósio Ibero-Americano de Vegetais Frescos e Cortados**, 1. São Pedro: USP/ESALQ. 2006

CORDENUNSI, B. R. NASCIMENTO, J. R. O.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Influence of cultivar on quality parameters and chemical composition of strawberry fruits grown in Brazil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 2581-2586, 2002.

CUNHA JUNIOR, L.C.; JACOMINO, A.P.; OGASSAVARA, F.O.; et al. Armazenamento refrigerado de morango submetido a altas concentrações de CO². **Horticultura Brasileira**, Piracicaba, v. 30, n. 4, p. 688-694, out/dez 2012.

CUTTER, C.N. Opportunities for bio-based packaging technologies to improve the quality and safety of fresh and further processed muscle foods. **Meat Science**, vol. 74, p. 131–142, 2006.

DAVANÇO, T.; PALMU, T.; GROSSO, C. **Desenvolvimento e caracterização de biofilmes à base de gelatina, triacetina, ácido esteárico ou ácido capróico e surfactantes**. 2006. 130 f - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

DE BONA, J. C. Preparação e caracterização de filmes biodegradáveis a partir de blendas de amido com polietileno. 2007. 99f. Dissertação (**Mestrado em Engenharia de Alimentos**) – Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

DEL NOBILE, M. A.; CONTE, A.; CANNARSI, M.; SINIGAGLIA, M. Use of biodegradable films for prolonging the shelf life of minimally processed lettuce. **Journal of Food Engineering**, v. 85, p. 317-325, 2008.

DOBRUCKA, R; CIERPISZEWSKI, R. Active and Intelligent Packaging Food – Research and Development – A Review. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2014, Vol. 64, No. 1, pp. 7-15 DOI: 10.2478/v10222-012-0091-3 <http://journal.pan.olsztyn.pl>.

DRAGUNSKI, D. C.; VICENTINO S, L FLORIANO, P. A; CAETANO, J. Filmes de amidos de mandioca modificados para recobrimento e conservação de uvas. **Química Nova**. vol.34 no.8 . São Paulo. 2011.ISSN 0100-4042. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422011000800003>>. Acesso em: 28 jan 2016.

EMBRAPA. **Manuseio pós-colheita de morangos**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 36 p., 2010.

ESPINA, L.; SOMOLINOS, M.; LORÁN, S.; CONCHELLO, P.; GARCÍA, D.; ANDPAGÁN, R. Chemical composition of commercial citrus fruit essential oils and evaluation of their antimicrobial activity acting alone or in combined processes. **Food Control**. vol. 22, p. 896–902, 2011.

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

FAO - **Food and agriculture organization of the United nations**. Disponível em: <http://www.fao.org/news/archive/news-by-date/2015/pt/>. Acesso em: 15 fev de 2016.

FAKHOURI, F. M. et al. Filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatina na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson. **Revista Ciência e Tecnologia Alimentar**, Galicia, v. 27, n. 2, p. 369-375, 2007.

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

FAKHOURI, F. M.; BATISTA, J. A.; GROSSO, C. Efeito de coberturas comestíveis aplicadas em goiabas in natura (*Psidium guajava* L.). Desenvolvimento e caracterização de filmes comestíveis de gelatina, triacetina e ácidos graxos. **Braz. J. Food Technol.**, v. 6, n. 2, p. 301-308, 2003

FRANÇOSO, I. L. T.; COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; ARTHUR, V. Alterações físico-químicas em morangos (*Fragaria anassa* Duch.) Irradiados e armazenados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, p. 614-619, 2008.

FONSECA, S.C.; OLIVEIRA, F.A.R.; BRECHT, J.K. Modelling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages: A review. **Journal of food Engineering**, v.52, p.99-119, 2002. Disponível em: <<http://hos.ufl.edu/sites/default/files/faculty/jkbrecht/publications/jfe%2052,%2099-119%202002.pdf>> Acesso em: 12 nov 20116.

FONTES, L. C. B. Uso de solução conservadora e de películas comestíveis em maçãs da cultivar Royal Gala minimamente processadas: efeito na fisiologia e na conservação. 118p. Dissertação (**Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos**) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

GALDEANO, M.C.; GROSSMANN, M. V. E.; MALI, S., BELLO-PEREZ, L.A.; GARCIA, M.A.; ZAMUDIO-FLORES, P.B. Effects of production process and plasticizers on stability of films and sheets of oat starch. **Materials Science and Engineering C**, v. 29, 492-498, 2009.

GARCIA, M. A.; MARTINO, M. N.; ZARITZKY, N. E. Plasticized Starch-Based Coatings to Improve Strawberry (*Fragaria x Ananassa*) Quality and Stability. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 46, p. 3758-3767, 1998. Disponível em: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf980014c> Acesso em: 20 out 2016.

GODBILLOT, L; DOLE, P. JOLY, C.; ROGÉ, B.; MATHLOUTHI, M. Analysis of water binding in starch plasticized films. **Food Chemistry**, v. 96, p. 380-386, 2006

GODOY, R. L. O. et al. Composição química e atividade antiinflamatória de óleo essencial de tetradenia riparia Hochst Codd. JORNADA PAULISTA DE PLANTAS MEDICINAIS, 5, 2001, Botucatu- SP. **Anais...** Botucatu: UNESP, 2001. p. 01.

GOY, R. C.; BRITTO, D.; ASSIS, O. B. G. A Review of the Antimicrobial Activity of Chitosan. **Polímeros**, São Carlos, v. 19, n. 3, p. 241-247, 2009.

GUIGA, W. et al. Innovative multilayer antimicrobial films made with Nisaplin® or nisin and cellulosic ethers: Physico-chemical characterization, bioactivity and nisin desorption kinetics. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, Berlin, v. 11, p. 352-360, 2010.

HAN, C.; ZHAO, Y.; LEONARD, S.W.; TRABER, M.G. Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fragaria x ananassa*) and raspberries (*Rubus ideaus*). **Postharvest Biology and Technology**, v. 33, p. 67-78, 2004.

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P.; SARMENTO, S. B. S. Características físicas de filmes biodegradáveis produzidos a partir de amidos modificados de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 231-240, 2008.

HYLDGAARD, M.; MYGIND, T.; MEYER, R.L. Essential oils in food preservation: mode of action, synergies, and interactions with food matrix components. **Frontiers in Microbiology**, vol. 3 (article 12), 2012.

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.

JUNQUEIRA, M. S.; SOARES, N. F. F.; REIS, R. C.; CARNEIRO, J. D. S.; BENICIOS, R. T.; YOKOTA, S. R. C. Efeito de embalagens ativas no escurecimento enzimático de batatas (*Solanum tuberosum*) fatiadas e minimamente processadas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 3, p. 613-618, 2009.

LIMPISOPHON, K.; TANAKA, M.; OSAKO, K. Characterisation of gelatin – fatty acid emulsions films based on blue shark (*Prionace glauca*) skin gelatin. **Food Chemistry**, v. 122, p. 1095-1101, 2010.

LÓPEZ-DE-DICASTILLO, C.; GÓMEZ-ESTACA, J.; CATALÁ, R.; GAVARA, R.; PILAR HERNÁNDEZ-MUÑOZ, P. Active antioxidant packaging films: Development and effect on lipid stability of brined sardines. **Food Chemistry**, vol. 131, p. 1376–1384, 2012.

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.

MALI, S. et al. Effects of controlled storage on thermal, mechanical and barrier properties of plasticized films from different starch sources. **Journal of Food Engineering**, v. 75, n. 04, p. 453-460, ago. 2006.

MALI, S. et al. Barrier, mechanical and optical properties of plasticized yam starch films. **Carbohydrate Polymers**, v. 56, n. 02, p. 129-135, jun. 2004.

MANGARAJ, S.; GOSWAMI, T. K.; MAHAJAN, P. V. Applications of Plastic Films for Modified Atmosphere Packaging of Fruits and Vegetables: **A Review. Food Engineering Reviews**, Davis, v. 1, p. 133-158, 2009.

MORAES, I.V.M. Morango Processado Minimamente e Conservado sob Refrigeração e Atmosfera Controlada. 98p. Dissertação (**Mestrado em Engenharia Agrícola**) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2005.

MÜLLER, C.; YAMASHITA, F.; LAURINDO, J. B. Evaluation of effects of glycerol and sorbitol concentration and water activity on the water barrier properties of cassava starch films through a solubility approach. **Carbohydrate Polymers**, v. 72, p. 82-87, 2008.

NASCIMENTO, E. F.; MORETTI, C.L.; ZUCHETTO, M. C.; MATTOS, L. M. Avaliação da temperatura de comercialização de hortaliças minimamente processadas no mercado varejista do Distrito Federal. In: Congresso brasileiro de Olericultura, Recife, 2003. Anais... Recife, 2003.

NEVES, L. **Manual de pos colheita de fruticultura Brasileira**. Ed. Eduel. 2009. Londrina. Pr.494p

NUNES, E. et al. Qualidade de mandiocinha-salsa minimamente processada e armazenada sob atmosfera modificada. **Ciência Rural**, v. 39, n. 7, p. 2185-2190, 2009.

OLIVEIRA, R. A.; REIS, T. V.; SACRAMENTO, C. K.; DUARTE, L. P.; OLIVEIRA, F. F. Constituintes químicos voláteis de especiarias ricas em eugenol. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, vol. 19, n. 3, p. 771-775, 2009.

PALMU, P. S. T. Preparação, propriedades e aplicação de biofilmes comestíveis à base de glúten de trigo. **Faculdade de Engenharia de Alimentos**, Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP, 2003. 244 p.

PELAYO, R.C., EBELER, S.E., KADER, A.A. Postharvest life and flavor quality of three strawberry cultivars kept at 5 8C in air or air_/20 kPa CO₂. **Postharvest Biology and Technology**, v. 27, p. 171-/183, 2003.

PELLISSARI, F. M. Produção e caracterização de filmes de amido de mandioca, quitosana e glicerol com incorporação de óleo essencial de orégano. Dissertação (**Mestrado em Ciência de Alimentos**) – Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009. 124 p.

PEREIRA, M.C.; VILELA, G.R. COSTA, L.M.A.S.; SILVA, R.F.; FERNANDES, A.F.; FONSECA, E.W.N.; PICOLLI, R.H. Inibição do desenvolvimento fúngico através da utilização de óleos essenciais de condimentos. **Ciências e Agrotecnologia**, vol. 30, n. 4, p. 731-738, 2006.

PIZARRO, C. A. C. Avaliação de morangos submetidos a resfriamento rápido e armazenamento em diferentes embalagens e temperaturas. 74f. Tese (**Doutorado em Engenharia Agrícola**). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas- SP, 2009.

PONCE, A. G. et al. Antimicrobial and antioxidant activities of edible coatings enriched with natural plants extracts: in vitro and in vivo studies. **Postharvest Biology and Technology**, Auckland, v. 49, p. 294-300, 2008.

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.

PRANOTO, Y. et al. Physical and antibacterial properties of alginate-based edible film incorporated with garlic oil. **Food Research International**, Campinas, v. 38, p. 267-272, 2005

RESENDE, J. M. **Revestimentos Biodegradáveis para a conservação de coco “anão verde”**. Campinas, 2007.

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.

ROBERTSON, G. L. **Food packaging: Principles and Practice**. Boca Raton - FL: CRC Press, 2006. 550 p.

ROCHA, O.G.; FARIAS, G.M. SOUZA, Filmes Compostos Biodegradáveis a Base de Amido de Mandioca e Proteína de Soja. Embrapa Agroindústria de Alimentos, **CTAA/Embrapa. Polímeros** vol.24 no.5 São Carlos set./out. 2014.

ROSINA, C. R.; BARONI, S.; CAVALCANTI, O. A. Avaliação das propriedades de intumescimento e permeabilidade de filmes isolados de polimetacrilato contendo polissacarídeo da raiz de Lótus (*Nelumbo nucifera*). **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 40, n. 3, jul./set., 2004.

SANTOS, D. da C.; OLIVEIRA, E.N.A. de; ROCHA, A.P.T.; et al. Teores de extrato oleoso de hortelã em diferentes pré-processamentos pós-colheita. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.5, n.2, p.51-54, jun-2011.

SARANTÓPOULOS, C.G.L.; OLIVEIRA, L.M.; PADULA, M.; COLTRO, L.; ALVES, R.M.V; GRACIA, E.E.C. Embalagens Plásticas Flexíveis: principais polímeros e avaliação de propriedades. **CETEA/ ITAL**, Campinas, 2002.

SAKANAKA, L. S. Confecção de filmes biodegradáveis por extrusão de blendas de amido termoplástico e polibutileno succinato co-adipato (PBSA). 2007. Tese (**Doutorado em Ciência de Alimentos**) – Universidade Estadual de Londrina. Londrina.

SCULLY, A.D.; HORSHAM, M.A. **Active packaging for fruits and vegetables**. In: WILSON, Charles L. (Ed.). *Intelligent and active pac*.

SEBTI, I. et al. Chitosan polymer as bioactive coating and film against *Aspergillus niger* contamination. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 70, p.100-104, 2005.

SERRANO, P.; FRANCO,. Modificação Hidrotérmica (“Annealing”) e Hidrólise Enzimática do Amido de Mandioca. **Brazilian Journal of food Technology**, v. 8, n. 3, p. 220-232, jul./set. 2005

SHIMAZU, A. A; MALI, S.;GROSSMANN, M. A. G. Plasticizing and antiplasticizing effects of glycerol and sorbitol on biodegradable cassava starch films. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 1, p. 79-88, jan./mar. 2007

SILVA, J.L. da; TEIXEIRA, R.N.V.; SANTOS, D.I.P.; PESSOA, J.O. Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o crescimento in vitro de fitopatógenos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró/RN, v. 7, n. 1, p. 80-86, 2012.

SILVA, C. O.; SANTOS G. M.; SILVA, L. N. Degradação ambiental causada pelo descarte inadequado das embalagens plástica. Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas - UFSM, Santa Maria **Revista Eletronica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental** - REGET e-ISSN 2236 1170 - v. 13 n. 13 Ago. 2013, p. 2683-2689.

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.

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.

SIRACUSA, V.; ROCCULI, P.; ROMANI, S.; ROSA, M. D. Biodegradable polymers for food packaging: a review. **Trends Food Scien. & Technol.**, v. 19, p. 634-643, 2008.

SHCLEMMER, D. Estudo das propriedades de nanocompósitos amido/montmorilonita, utilizando óleos vegetais como plastificantes. Dissertação (**Programa de pós-graduação em Química**) – Laboratório de Pesquisa em Polímeros, Universidade de Brasília, Brasília - DF, 2011. 170 p.

SOARES, N. de F.F.; SILVA, W. A. da; PIRES, A.C. dos S.; CAMILLOTO, G. P.; SILVA, P. S. Novos desenvolvimentos e aplicações em embalagens de alimentos. **Revista Ceres**, vol.56, n. 4, p. 370-378, 2009.

SOARES, A.G. Perdas Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças. In: FÓRUM AGRONEGÓCIOS DA UNICAMP, Campinas. Qualidade e Segurança de Alimentos. Campinas: UNICAMP, 2009. **Mesa Redonda: Qual o Tamanho do Desperdício.**

SOUZA, C. O.; SILVA, L. T. S.; DRUZIAN, J. I. Estudo comparativo da caracterização de filmes biodegradáveis de amido de mandioca contendo polpas de manga e de acerola. Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia, Salvador - BA, Brasil **Quim. Nova**, Vol. 35, No. 2, 262-267, 2012.

STEFFENS, C. A; BRACKMANN, C; PINTO, J. A. V.; ISERMANN, C. E. Taxa respiratória de frutas de clima temperado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. ISSN 0100-204X **On-line version** ISSN 1678-3921. Pesq. Agropec. bras. vol.42 no.3 Brasília Mar. 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2007000300003>.

SUPPAKUL, P. et al. Antimicrobial properties of basil and its possible application in food packaging. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Davis, v. 51, p. 3197- 3207, 2003.

TANADA-PALMU, P. S.; FAKHOURI, F. M.; Grosso, C. R. F. Filmes biodegradáveis: extensão da vida útil de frutas tropicais. **Biotecnologia: Ciência & Desenvolvimento**, ano 5, n. 26, p. 12-17, maio/junho 2002.

TEIXEIRA, E. M. Utilização de amido de mandioca na preparação de novos materiais termoplásticos. **Instituto de Química de São Carlos**. Universidade de São Carlos. São Carlos. 2007.

THIRÉ, R.M.S.; SIMÃO, R.A.; ARAUJO, P.J.; ANCHETE, C. A. Redução da hidrofobicidade de filmes biodegradáveis a base de amido por meio de polimerização por plasma. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**. São Carlos, v14, p. 57-62, 2004.

TIBOLA, C.S.; FACHINELLO, J.C Tendências e estratégias e mercado para a fruticultura. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Pelotas, v. 10, n.2, p. 145-150. 2013.

TRIGO, J. M.; ALBERTINI, S.; SPOTO, M. H. F.; SARMENTO, S. B. S.; LAI REYES, A. H.; SARRIÉS, G. A. Efeito de revestimentos comestíveis na conservação de mamões minimamente processados. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 15, n. 2, p. 125-133, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1981-67232012005000005>.

TURNER, A.P.F.; MAGAN, N. Electronic noses and disease diagnostics. **Nature Reviews microbiology**, v.2, p. 161-166, 2004.

UGALDE, M. A biofilmes ativos com incorporação de óleos essenciais Universidade Regional Integrada – URU Erechim. Departamento de Ciências Agrárias. (**Tese de Doutorado**).Jun/2014.

VARGAS, M.; PASTOR, C.; CHIRALT, A.; McCLEMENTES, D. J.; GONZÁLESMARTÍNEZ, C. Recent advances in edible coatings for fresh and minimally processed fruits. **Journal Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 48, n. 6, p. 496-511, 2008.

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.

VÁSQUEZ, R.S.; CARVANTES, E.L. Antimicrobial and antioxidant activities of Mexican oregano essential oils (*Lippia graveolens* H. B. K.) with different composition when microencapsulated in β cyclodextrin. **Letters in Applied Microbiology**, vol. 50, p. 585-590, 2010

VENTUROSO, L. dos R.; BACCHI, L.M.A.; GAVASSONI, W.L.; et al. Inibição do crescimento in vitro de fitopatógenos sob diferentes concentrações de extratos de plantas medicinais. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.78, n.1, p.89-95, jan./mar., 2011.

VICENTINI, N. M. Elaboração e caracterização de filmes comestíveis à base de fécula de mandioca para uso em pós-colheita. Tese (**Doutorado em Horticultura**)- Universidade Estadual Paulista - Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2003.

VIEITES, R. L. et. al. Conservação do morango armazenado em atmosfera modificada. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 27, n2, p. 243-252, abril/junho 2006

VIEIRA, M. G. A.; SILVA, M. A. da; SANTOS, L. O.; BEPPU, M. M. Natural-based plasticizers and biopolymer films: **A review. Eur. Pol. J.**, v. 47, p. 254-263, 2011.

VILA, M. T. R. Qualidade pós-colheita de goiabas Pedro Sato armazenadas sob refrigeração e atmosfera modificada por biofilme de fécula de mandioca. 2004. 66p. Dissertação (**Mestrado em Ciência dos Alimentos**) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

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.

VIÑA, S. Z.; MUGRIDGE, A.; GARCÍA, M. A.; FERREYRA, R. M.; MARTINO, M. N.; CHAVES, A. R.; ZARITZKY, N. E. Effects of polyvinylchloride films and edible starch coatings on quality aspects of refrigerated Brussels sprouts. **Food Chemistry**, n. 103, p. 701709, 2007.

YAMASHITA, F.; NAKAGAWA, A.; VEIGA, G. F.; MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E. Filmes biodegradáveis para aplicação em frutas e hortaliças minimamente processadas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 8, n. 4, p. 335-343, 2005.

YAMASHITA , F. et al. Embalagem ativa para frutos de acerola. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 9, n. 2, p. 95-100, 2006.

YU, L.; DEAN, K.; LI, L. Polymer blends and composites from renewable resources. Progress in: **Polymer Science**, v. 31, p. 576-602, 2006.

CAPITULO II

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, têm havido um crescente interesse pelo desenvolvimento de formulações de filmes comestíveis que podem ser aplicáveis em produtos perecíveis principalmente em frutas (SOUTO, et al, 2004). Este fato advém da demanda crescente dos consumidores por produtos com elevada qualidade e vida útil prolongada. Também tem sido considerada a redução do uso de embalagens descartáveis que não são biodegradáveis e a melhoria no sistema de embalagens recicláveis (MALGARIN, et al, 2006).

Os revestimentos ou coberturas podem atuar como coadjuvantes, reduzindo o uso de embalagens sintéticas não comestíveis (DOTTO, et al, 2008). Os materiais utilizados nas formulações podem ser comestíveis ou não, e são usados como filmes, os quais são pré formados e aplicados sobre o produto ou são usados como coberturas, aplicado diretamente sobre o produto, formando uma camada fina e superficial sobre ele (NEVES, 2009).

Estes filmes além de regularem as trocas gasosas do produto com o meio exterior e a perda de vapor d'água que pode resultar em perda de massa, controlam a perda de voláteis responsáveis pelo "flavor" ou seja, sabor e aroma do produto (GARCIA, 2009). Os filmes ainda podem reduzir a incidência de doenças e fungos principalmente se aplicado em conjunto com antimicrobianos ou antifúngicos naturais e ou artificiais (PIZATTO, et al, 2013).

A aplicação de revestimentos superficiais em frutas requer conhecimento do material que está sendo utilizado e também do seu modo de degradação, bem como ainda, de conhecimentos da fisiologia e do metabolismo do produto vegetal (RIGO, 2006). Este filme deve notadamente controlar a transferência de umidade do produto para o ambiente, controlar trocas gasosas entre o produto e o ambiente, controlar a entrada de O₂ no produto e reter possíveis aditivos químicos na superfície do produto (CARDOSO, et al., 2011, COSTA, 2009)

Portanto, quando aplicados sobre as frutas, é desejável que os revestimentos atuem como uma barreira contra umidade, devendo apresentar certa permeabilidade ao O₂ e CO₂ para evitar condições de anaerobiose e de danos fisiológicos (ANDRADE, et al, 2002). Assim sendo, o revestimento deve reduzir a respiração e a produção de

etileno pelo produto além de carrear aditivos químicos que auxiliam na manutenção da qualidade e que reduzam a deterioração por microorganismos (DAVANÇO, 2006).

A aplicação de filmes e coberturas tem uso muito promissor no mercado mundial, pelas numerosas vantagens que apresentam, entre elas, de ser biodegradáveis, sendo consumidos como parte do produto, com redução da poluição ambiental, apresentam custo e conveniência de uso vantajosos em relação aos sistemas convencionas de embalagens, podem ser incorporados com aditivos que melhoram as propriedades sensoriais e nutricionais, com segurança no uso, retardam a perda d'água e a desidratação dos produtos, o que resulta em produtos túrgidos e comercializáveis por períodos mais longos (FAKHOURI, et al., 2007; COMA 2008; BENDER et al, 2010)

Segundo Godoi (2008) e Chitarra e Chitarra (2005), estes filmes previnem o reduzem a perda de massa e o murchamento. Além de todas estas vantagens os filmes criam uma atmosfera modificada interna no produto, reduzindo a atividade respiratória com manutenção dos atributos sensoriais e aumentando a vida de prateleira.

Deste modo, o desenvolvimento de embalagens específicas, filmes comestíveis e coberturas com permeabilidade seletiva pode ser extremamente promissor no controle de mudanças respiratórias e no aumento do período de conservação de frutos em especial o morango (FILGUEIRA, 2008).

1.1 MORANGO

O morangueiro, cuja espécie botânica é *Fragaria x ananassa*, originou-se do cruzamento natural entre espécies silvestres. Produz uma pequena planta herbácea, rasteira, perene, porém cultivada como anual. Forma pequenas touceiras, que aumentam de tamanho pela emissão de estolhos originários da planta mãe. Tais estolhos enraízam e formam novas plantas ao redor. (EMBRAPA, 2010).

O sistema radicular é fasciculado e muito superficial, atingindo no máximo 55 cm de profundidade. A parte comestível é constituída por um receptáculo carnoso e suculento, de coloração vermelho vivo, constituindo um pseudofruto. Os verdadeiros frutos, os aquênios, são estruturas escuras, diminutas, que contém as sementes e se prendem ao receptáculo (MAZARRO, et al, 2008)

A cultivar Camarosa é própria para consumo "in natura" e industrialização, sendo cultivar de dias curtos sendo uma planta vigorosa com folhas grandes e coloração verde escura, um ciclo precoce e com alta capacidade de produção (EMBRAPA, 2014). Os

frutos são de tamanho grande, epiderme vermelha escura com polpa de textura firme e de coloração interna vermelha brilhante, escura e uniforme, o sabor subácido (FILGUEIRA, 2008). Esta cultivar se destaca das demais pela suscetibilidade à mancha de micosfarella (*Mycosphaerella fragariae*), à antracnose (*Colletotrichum fragariae* e *Colletotrichum acutatum*) e ao mofo cinzento (*Botrytis cinerea*) (CHENDLER, et al, 2000).

O morango é produzido e apreciado nas mais variadas regiões do mundo, sendo a espécie de maior expressão econômica entre as pequenas frutas. A área plantada, atualmente, é de aproximadamente 4.000 hectares. Os principais estados produtores são Minas Gerais, Rio Grande do Sul, São Paulo, Espírito Santo, Paraná, Santa Catarina e Distrito Federal. (CARDOSO, et al, 2011; CANTILLANO, et al, 2008).

A produtividade média do Brasil é de 30 T/ha, podendo alcançar mais de 60 T/ha em locais mais tecnificados, Os estados de Minas Gerais apresentam produção média de 25 T/ha, Rio Grande do Sul 32 T/ha, São Paulo 34 T/ha e Paraná 21 T/há ((NUNES, et al, 2006).

No Brasil, o padrão varietal concentra-se num número reduzido de cultivares, sendo Oso Grande na região Sudeste, Camarosa e Aromas na região Sul (OLIVEIRA e SANTOS, 2015) as principais cultivadas.

Após a colheita, os morangos apresentam alta atividade fisiológica, ocorrendo desidratação e deterioração progressiva em virtude da ação de bactérias e fungos, com modificações indesejáveis de aroma e textura (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Um metabolismo muito rápido leva o fruto a um rápido período de senescência, o que pode em parte ser controlado pela utilização de condições de armazenamento de baixa temperatura e alta umidade (FERREYRA, et al, 2007). A composição do morango varia em função da cultivar, da forma de cultivo como composição do solo, incidência de luz e temperatura (COLLA, et al, 2006).

1.2 *TETRADENIA RIPARIA* (HOCHST.) CODD

Tetradenia riparia (Hochst) Codd é uma planta empregada na medicina popular, sendo cultivada ao redor das casas (MATTEI, et al, 2013). As folhas são utilizadas, principalmente, como remédio para doenças como malária, angina, doença tropical de pele, gastroenterites, gonorréia, diarréia, abscessos dentários, dores de cabeça,

bronquites, tosses, úlceras, esterilidade feminina, doenças renais, febres e outras (MARTINS, 2002).

No Brasil, a espécie *Tetradenia riparia*, foi introduzida como planta ornamental exótica e é cultivada em parques, jardins residenciais e hortos, distribuídas pelo Estado de São Paulo (PUYELDE, et al, 1987). Conhecida popularmente como incenso, lavândula, limonete, pluma-de-névoa ou falsa mirra é utilizada principalmente como ornamental. A planta exala um aroma intenso muito agradável.

Nas *Lamiaceae*, a morfologia, distribuição e frequência dos tricomas glandulares e a classe química dos compostos secretados têm sido usados como caracteres discriminativos em nível de subfamília ou em táxons inferiores à família (TEIXEIRA, et al, 2013). A posição sistemática da espécie *Iboza riparia*, após minuciosos estudos, foi revista e verificou-se que as características apresentadas pelos exemplares se adequavam ao gênero *Tetradenia*. Em face disso, houve a mudança do gênero *Iboza* para o gênero *Tetradenia*, modificando o nome para *Tetradenia riparia* (LIU, et al, 2009).

A produção de óleos essenciais nas plantas está geralmente associada à presença de glândulas secretoras especializadas, tais como tricomas glandulares, ductos de óleo e resinas que contém grande quantidade de terpenos, considerados os sítios primários de acúmulo desse material (MIGUELL, 2010)

Shi (2010), através de estudos de cromatografia em camada delgada e na cromatografia em fase gasosa, verificou a presença de carofileno, eugenol, limoneno, iso-eugenol, metil-eugenol, α -pineno, β - pineno, constituindo 67,3% dos componentes presentes no óleo essencial produzidos de primórdios foliares e de folhas jovens e adultas de *T. riparia*.

A utilização de extratos de plantas medicinais como agente antimicrobiano em biofilmes é uma prática recente, porém segundo Pelissari (2009), estudos mais aprofundados devem ser realizados para averiguar a possibilidade de tornar essas embalagens ativas, com a incorporação de moléculas de antimicrobianos ao material da embalagem, proporcionando uma melhor eficiência na proteção, melhor estabilidade do agente antimicrobiano e segurança no controle de sua liberação em relação aos alimentos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 PREPARAÇÃO DOS FILMES

O filme foi preparado pelo método de casting consistiu no preparo de uma solução coloidal da macromolécula (solução filmogênica) adicionada ou não de aditivos, com sua deposição em um suporte adequado e posterior secagem do solvente (PETRIKOSKI, 2013). Em algumas situações, como no caso dos recobrimentos comestíveis, o processo de secagem pode se dar no próprio alimento, no qual a solução foi aplicada por imersão. (SILVA E SCHIMIDT, 2015).

Para a produção destas dispersões coloidais foram utilizados amido de mandioca nativo, gelatina, sorbitol e extrato de planta medicinal de *T. riparia*.

Primeiramente, as dispersões de gelatinas para elaboração dos filmes foram obtidas dissolvendo 25,0 g de gelatina em 250 mL de água destilada por um período de 1 hora, seguido de aquecimento em banho-maria à aproximadamente 85 °C até total solubilização. Em outro recipiente, as suspensões de amido foram preparadas utilizando 15,0 g de amido em 250 mL de água destilada, as quais permaneceram em banho-maria (85 °C) até total gelatinização. Após a preparação das duas suspensões (gelatina e amido), estas foram misturadas sendo adicionado 30% de plastificante (SORBITOL) em relação à massa do amido e gelatina, ou seja, 12,0 g do plastificante (YAMASHITA 2005)

Para a realização das análises dos filmes formados, alíquotas de 10 mL das dispersões filmogênicas foram distribuídas em placas de *teflon* de 7 cm de diâmetro e secas em estufa a 40 °C por 48 horas, para elaboração dos filmes (FRANCO, 2011).

Na produção dos filmes contendo o extrato, a metodologia a seguir foi sugerida pela Dra. Zilda Gazin, ou seja, após testes foi a mais conveniente. O sorbitol (12 g) foi utilizado para auxiliar a solvatação do extrato bruto. Primeiramente foi adicionado 3 gotas de Tween 80 ao extrato em duas concentrações (500 e 1000 µg/ml) e homogeneizado, em seguida foi adicionado o sorbitol aos poucos e homogeneizado novamente até sua completa solvatação. Para uma melhor solubilização a solução foi agitada em agitador Modelo Vorte QI 901 por 3 minutos e após a mesma foi filtrada para retirar qualquer resíduo. Após a solvatação do extrato, este foi adicionado a dispersão de amido mais gelatina, já diluídos e homogeneizados.

O extrato de *Tetradenia riparia*, foi adquirido da Universidade Paranaense Unipar Campus de Umuarama. O material vegetal fresco (580g) foi seco em esteira à temperatura ambiente. Após, pulverizado em moinho de facas (Usiram modelo facas e martelos) até obter granulometria de 0,5 mm. O pó obtido (230g) foi submetido ao processo de maceração dinâmica com renovação do solvente utilizando álcool etílico 70% v v-1 até o esgotamento do material vegetal (Miranda et al., 2009). Em seguida, o filtrado foi concentrado sob pressão reduzida em evaporador rotatório (modelo Tecnal TE-211) à 40C, até obtenção do Extrato Bruto (EB).

Para a produção dos filmes e cobertura das frutas duas concentrações diferentes foram utilizadas, ou seja, alta concentração (500 µg/ml) e média concentração (1000 µg/ml), ambas utilizadas posteriormente para análises da espessura, solubilidade, análise antimicrobiana, opacidade e colorimetria.

2.2 ANÁLISES DAS PROPRIEDADES DOS FILMES

2.2.1 Espessura

A espessura é definida como a distância entre as duas superfícies principais do material, sendo considerado um parâmetro importante. Conhecendo-se a espessura, é possível obter informações sobre a resistência mecânica e as propriedades de barreira a gases e ao vapor d'água do material, bem como fazer estimativas sobre a vida útil dos alimentos acondicionados nestes materiais (BRAGA, 2012)

Após a secagem dos filmes em estufa de circulação fechada por um período de 24 horas, mediu-se a espessura dos filmes com um micrômetro digital (Mitutoyo®, Suzano, SP, Brasil) com precisão de 0,001 mm, em cinco pontos diferentes, sendo um no centro e outros quatro no perímetro (CHO, 2007). Todas as medidas foram realizadas em triplicata, sendo as médias analisadas estatisticamente por Análise de Variância (ANOVA) e comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) utilizando-se o programa ASSISTAT®.

2.2.2 Solubilidade em água

A solubilidade em água dos filmes foi determinada em triplicata em método adaptado proposto por Gontard et al (1994). Amostras dos filmes foram recortadas em pedaços de 2 cm² e a porcentagem inicial da matéria seca de cada amostra foi

determinada em estufa a 105 °C por 24 horas. Após a primeira pesagem, as amostras foram imersas em recipientes com 25 mL de água destilada, e agitadas lenta e periodicamente por 24 horas. Após este período, as amostras foram removidas e secas (105 °C por 24 horas) para determinação da massa da matéria seca que não se dissolveu em água. O cálculo se deu pela equação 1.

$$\text{solubilidade}(\%) = 100 \left(\frac{DM_0 - DM_{24}}{DM_0} \right) \quad (1)$$

Onde:

DM₀= Matéria seca inicial.

DM₂₄= Matéria seca após 24 horas em água destilada.

2.2.3 Opacidade

A opacidade é uma propriedade de fundamental importância em filmes utilizados para recobrimento ou embalagem de alimentos sendo que, baixos valores de opacidade indicam transparência no filme (HORN, 2012).

A opacidade dos filmes foi determinada como proposto por Cho et al (2007) pela análise em espectrofotômetro FEMTO 700 Plus em triplicata da absorvância em comprimento de onda de 450 nm, sendo calculada segundo a equação 2.

$$\text{Opacidade} = \frac{A_{450}}{x} \quad (2)$$

Onde:

A₄₅₀=Absorvância em um comprimento de onda de 450 nm

X= Espessura do filme

2.2.4 Transmissão de vapor de água (TVA)

Para Henrique et al (2008), filmes com satisfatórias propriedades de barreira à umidade são requeridos para um grande número de aplicações. Muitos produtos necessitam de embalagens que atuem como barreira ao vapor de água para evitar ganho ou perda de umidade. A migração de água é um dos principais fatores de alteração da qualidade de frutos, características microbiológicas, físico-químicas e organolépticas e ainda respondem pela durabilidade pós colheita de muitos frutos (AL-HASSAN e NORZIAH, 2012).

Diante disso a embalagem deve funcionar como uma barreira à passagem de vapor d'água, de modo a lhes assegurar a estabilidade. Essa característica de barreira de embalagem pode ser avaliada pela taxa de permeabilidade ao vapor d'água, definida como a quantidade de água que passa através de uma unidade de área, por unidade de tempo, no estado estacionário, sob condições de ensaio (SHIMAZU, et al, 2007)

O estudo de TVA foi desenvolvido de acordo com método B da ASTM (American Society for Testing and Materials, 2000) designado E96-66, conforme citado por Gabas e Cavalcanti (2003).

A TVA através de um filme indica a facilidade com que um soluto migra de uma face em contato com uma parte do filme, em relação à outra face de contato com a outra parte do filme. A transferência de água em filmes poliméricos ocorre por difusão molecular conforme apresentado na Figura 7 (HAN, et al, 2004)

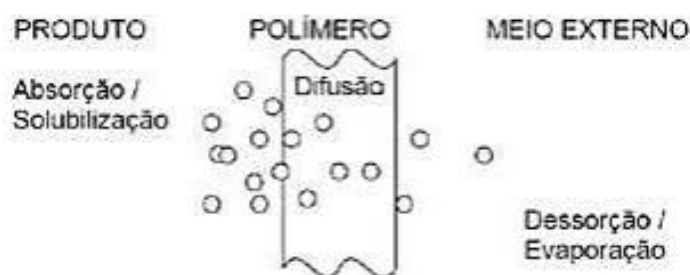


Figura 7: Esquema de permeação de vapor d'água através de filmes poliméricos.

Para estas análises, foi utilizada a metodologia descrita por Calegari et al (2002), onde os filmes com área de $\pm 5,5$ cm foram recordados de modo a serem fixados em uma cúpula de permeabilidade contendo 10 mL de água destilada (figura 8). O dessecador foi deixado à temperatura e umidade ambientes.

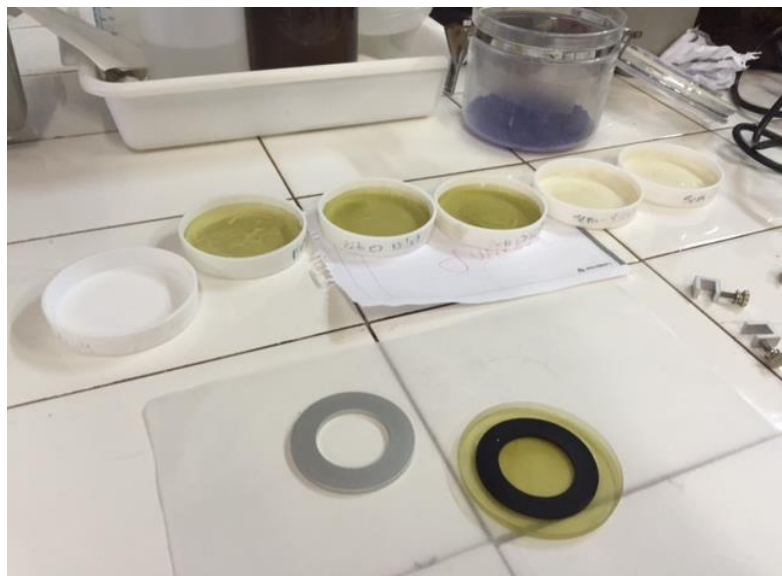


Figura 8: Filmes e cúpula

O conjunto cúpula + água destilada + amostra do filme foi pesado em intervalos de 0, 24, 48, 72 e 96 h, sendo armazenados a cada intervalo de tempo no dessecador contendo sílica gel. A cada intervalo de tempo pré-estabelecido a sílica gel foi permutada por outra desidratada.



Figura 9: Dessecador contendo sílica gel

Os pesos perdidos pelas cúpulas nos respectivos intervalos de tempo foram registrados e aplicados para calcular a taxa de transmissão de vapor d'água transportada através das membranas pela equação 3.

$$\text{TVA} = \frac{g \times 24}{t \times a} \quad (3)$$

Onde:

g = a perda de massa em gramas

t = tempo em horas

a = área do filme em m²

2.2.5 Colorimetria dos filmes

Propriedades ópticas como a cor, são características importantes na elaboração de filmes comestíveis, sendo este um atributo essencial a um produto, principalmente relacionado ao seu consumo (SILVA, 2015). A transparência é um quesito importante em situações onde o produto embalado deva ser visto (HENRIQUE, et al., 2008; MORAES, 2005), é avaliada pela transmissão de luz, fazendo leitura na luz transmitida. O brilho de um filme expressa a sua capacidade de refletir luz.

Diante deste fato, uma boa apresentação visual do produto, é de extrema importância que os revestimentos apresentem elevado brilho e transparência. Entretanto, no acondicionamento de produtos sensíveis a reações de deterioração catalisadas pela luz, a proteção contra incidência de luz se faz necessária (MINOLTA, 1994; MALI et al, 2010).

A cor dos filmes foi obtida utilizando um analisador de cores ACR -1023 da Instrutherm, onde foram efetuadas 5 determinações, sendo uma no centro e as outras quatro no perímetro (CALVO, et al, 1997) (figura 10). Os filmes foram colocados em uma placa branca (figura 11) definida como padrão, avaliada por meio dos padrões CIE (Comissão Internacional de l'Eclairage) e luz do dia (D₆₅) foram usadas para medir a cor dos filmes. O L* indica claridade a* (intensidade da cor verde a vermelho) e b* (intensidade da cor amarela a azul), portanto a* e b* são as coordenadas de cromaticidade (SHIMAZU et al, 2007).



Figura 10: Colorímetro



Figura 11: medição do Biofilme

2.2.6 Análise mecânica dos filmes

As propriedades mecânicas dos filmes comestíveis dependem da matéria prima usada na obtenção do filme e, especialmente, da coesão estrutural. Coesão é o resultado da habilidade de um polímero formar uniões moleculares fortes entre as cadeias do polímero, dificultando a separação delas (FARLEY, et al, 1996). Algumas características mecânicas são importantes em um filme, tais como, resistência à quebra e abrasão, para proteger a estrutura do alimento e flexibilidade para se adaptarem à possível deformação do alimento sem se romperem (VILLADIEGO et al., 2005; JACOMETI, et al, 2003).

As propriedades requeridas para os biofilmes dependem principalmente das características do produto que será embalado, entretanto, baixa permeabilidade ao oxigênio é requerida em produtos sensíveis à oxidação, como gorduras poli-insaturadas (MACIEL, et a, 2004).

O emprego do amido na elaboração de biofilmes apresenta como vantagem a biodegradabilidade, no entanto, suas propriedades são inferiores aos plásticos convencionais, formando materiais quebradiços e higroscópicos (PRESTES, 2011). Muitos trabalhos têm sido publicados utilizando amidos modificados, blendas de amido e polímeros sintéticos ou compósitos de amido com fibras vegetais, visando melhorar as propriedades mecânicas dos materiais preparados (RIBEIRO, et al, 2007).

Para o ensaio de tração foi utilizado um texturômetro modelo TA.HD.- plus - Stable Micro Systems (Figura 12). A razão de tração utilizada nos corpos de prova foi

de 5 mm/s até o rompimento da amostra, os grampos foram dispostos a uma distância de 25,4 mm entre ambos conforme a norma ASTM D-638 V. Os resultados do módulo de Young e da tensão de estiramento foram obtidos através da análise da curva Tensão versus Estiramento (NIELSEN e LEUFVEN, 2008).



Figura 12: texturometro

3. AQUISIÇÃO DOS FRUTOS

A variedade que foi escolhida para realização do experimento é aquela mais adaptável a região Oeste do Paraná ou seja, a Camarosa, os quais foram adquiridos em plantio comercial diretamente de produtor do Município de Cascavel-PR (figuras 13 e 14), e produzidos de acordo com práticas culturais usuais da região, dentre elas: produção em sistema semi hidropônico, temperatura e umidade controladas.

Os morangos foram colhidos com aproximadamente 70% de coloração vermelha onde, de acordo com a Embrapa (2010), o correto seria com 75% de coloração, para o maior prolongamento da vida útil de prateleira sendo colhidos neste momento para evitar perdas posteriores, Porém, devido as condições climáticas da época da colheita com seca em excesso, baixa umidade relativa do ar e baixa disponibilidade do produto, optou-se por efetuar a colheita.

Os frutos foram previamente selecionados e retirados com o pedúnculo floral para facilitar o trabalho em laboratório. Nesta seleção dos frutos, foram levados em consideração a cor, a superfície regular e tamanho homogêneo, sem danos físicos e livre de doenças, características decisivas no momento de comprar (CHITARRA e CHITARRA, 2005).



Figura 13: Estufa de cultivo de morango



Figura 14: Fruto de morango

Os frutos foram transportados do local de colheita até o laboratório em caixas gerbox com temperatura controlada em torno de 15 graus.

4 APLICAÇÃO DOS FILMES NOS FRUTOS

Os morangos, antes de receberem as coberturas do filme, foram imersos durante 30 minutos (figura 15) em uma solução de água e hipoclorito de sódio a 0,01% (BLUM et al., 2008). Após este período foram retirados da solução de hipoclorito e suspensos para a secagem completa em temperatura ambiente por duas horas (figura 16).



Figura 15: Desinfecção dos frutos em hipoclorito



Figura 16: Frutos Secando

Em seguida, a aplicação do filme foi realizada imergindo os frutos na solução filmogênica, em um becker de 500 mL (figura 17). Após um minuto, foram retirados e mantidos por um período de 2 horas em temperatura de aproximadamente 19 à 20°C, umidade relativa de 70 a 75% para total secagem conforme (figura 18). O grupo controle foi mergulhado pelo mesmo tempo em água destilada.

Após a aplicação dos filmes nos frutos e aguardado o tempo de secagem, os mesmos permaneceram armazenados todo tempo do experimento em geladeira, sendo somente retirados para as análises.



Figura 17: Imersão dos frutos no Filme



Figura 18: Frutos para secar o filme

5 ANÁLISES DOS FRUTOS

5.1 ANÁLISES NÃO DESTRUTIVAS

Os frutos foram inicialmente separados e identificados para que as análises fossem realizadas sempre nos mesmos frutos.

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado com 4 tratamentos, sendo T1: fruto sem filme (Testemunha); T2: Filme de amido, gelatina e sorbitol (FA), T3: Filme, amido e extrato de *T. riparia* em média concentração (1000 μ g/ml) e T4: filme, amido e extrato em alta concentração (500 μ g/ml).

5.1.1 Perda de massa

As análises de perda de massa fresca foram realizadas de acordo com Meneguel, et al, (2008), com 1 medida por fruto e com 10 frutos por tratamento. Este procedimento foi efetuado durante os dez (10) dias de armazenamento de refrigeração. Os frutos foram pesados individualmente com o auxílio de balança analítica Mark 210A Classe I modelo 6K (figura 19).

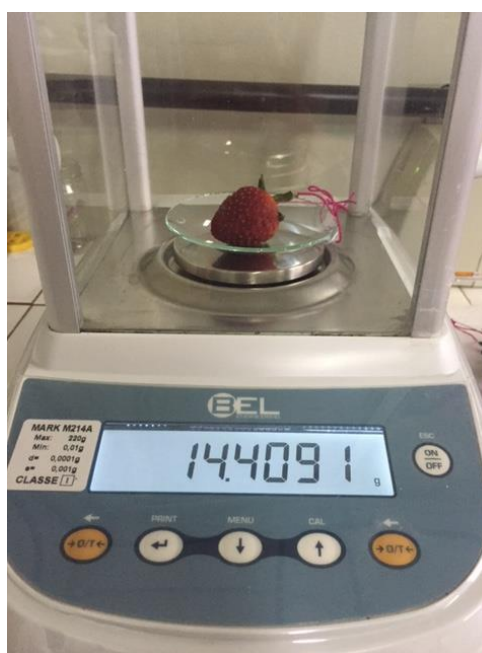


Figura 19: balança analítica

O cálculo de perda de massa foi realizado segundo a equação 3 e expressos em porcentagem de perda em relação ao peso inicial.

$$PM(\%) = \frac{(PI-PF) \times 100}{PI} \quad (3)$$

Onde:

PM: porcentagem de perda de massa parcial no período.

PI: massa inicial da amostra no período zero em gramas.

PF: massa final da amostra nos períodos de amostragens seguintes a PI em gramas.

5.1.2 Coloração da epiderme do fruto.

A coloração é utilizada como parâmetro para seleção de muitos produtos em classes ou categorias comerciais, no entanto, a quantificação dos pigmentos, ou de outros constituintes, pode prover uma melhor forma indicadora da qualidade (MALI et al, 2005). A coloração relaciona-se mais diretamente com a percepção da aparência pelo consumidor, ao passo que a concentração de pigmentos pode estar mais diretamente relacionada com a maturidade do produto (PORTELLA et al, 2012).

Sendo um atributo de qualidade atrativo ao consumidor seja em frutos ou verduras, a cor pode variar intensamente entre as espécies, e mesmo entre os cultivares, pode ser vermelho intenso ou vermelho mais claro (VARGAS, et al, 2009). Os frutos de cor forte e brilhante são os preferidos, embora a cor, na maioria dos casos, não contribua com o aumento efetivo do valor nutritivo ou da qualidade comestível do produto (AZEREDO, 2003). A alteração da cor ocorre durante a pós-colheita e na senescência, fazendo com que os frutos se tornem mais vermelhos e mais escuros ao longo do tempo de armazenamento (BERTAN, et al 2005).

Diante disso, é interessante que o produto apresente intensidade e uniformidade de coloração, a qual pode ser avaliada na casca e na polpa de frutas por diferentes metodologias (CONTI, et al, 2002) Em frutos de morangos, a modificação da cor ocorre durante a vida pós-colheita com evidência de amadurecimento, que é acompanhado pela diminuição da luminosidade (L), acréscimo da cor vermelha (a^*) e decréscimo da coloração amarela (b^*). O aumento da razão entre os parâmetros de cromaticidade,

Hue Angle (b^*/a^*) indicam uma aceleração na velocidade de senescência dos pseudofrutos (SILVA, et al, 2007; BIANCHI e ANTUNES et al, 1999).

A colorimetria é a ciência utilizada para analisar a percepção humana da cor. As modificações na coloração das frutas ocorrem devido, tanto a processos degradativos, como a processos sintéticos (FRANCOSO, et al, 2008). Eles correspondem a um dos principais critérios de julgamento para identificação do amadurecimento de frutas (REIS, 2008). A diferença de coloração entre as cultivares de uma mesma espécie deve-se às diferenças na concentração e na proporção entre os pigmentos. A uniformidade do grau de maturação pode interferir na coloração e na aparência dos produtos (FRANCO, 2007)

Nas frutas e vegetais pode-se afirmar que existem três tipos principais de pigmentos, clorofila, carotenoides e antocianinas, a cor é resultante dos pigmentos de clorofila e carotenoides presentes nos cloroplastos e nos cromoplastos, bem como ainda dos pigmentos fenólicos, ou seja, as antocianinas, flavonóis e proantocianinas, presentes nos vacúolos (CHITARRA e CHITARRA, 2005)

A coloração dos frutos foi determinada utilizando analisador de cores ACR - 1023 da Instrutherm (figura 20). Os dados analíticos obtidos de R G e B referem-se a: R (red - vermelho), G (green - verde), B (blue - azul). Sendo então os dados transformados para L^* , a^* e b^* , referem-se a: L^* (luminosidade) a^* (coordenada positiva ou negativa, definindo um local relativo ao eixo purpura-vermelho-azulado-verde), b^* coordenada positiva ou negativa, definindo um local relativo ao eixo amarelo-azul, sendo portanto a^* e b^* componentes cromáticos com valores variando de -120 a +120 (MALGARIN, et al, 2006).

As análises foram realizadas com 3 medidas (triplicata) em cada fruto sempre na mesma posição (laterais opostas do receptáculo expandido), sendo utilizado 3 frutos por tratamento, conforme figura 21.



Figura 20: Colorímetro

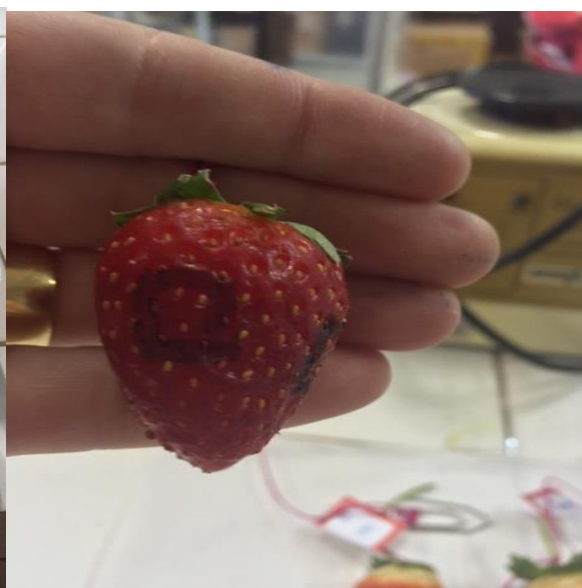


Figura 21: fruto demarcado para medição

A partir destes dados foi calculada a diferença total de cor (ΔE) de acordo com a equação 4 (VIÑA et al., 2007).

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta A)^2 + (\Delta B)^2} \quad (4)$$

Sendo ΔE a diferença entre cada parâmetro de cor da amostra inicial (tempo zero) e a amostra armazenada (MOURA et al., 2007). Também foi calculada a variação de coloração em produtos vegetais (Hue) de acordo com a equação 5 (ATARÉS; BONILLA; CHIRALT, 2010).

$$Hue = \frac{b}{a} \quad (5)$$

5.2 ANÁLISES DESTRUTIVAS

Todas as análises destrutivas, foram avaliadas com suco de 5 frutos por tratamento, extraídos por moagem através do aparelho processador manual doméstico (mixer) de frutas, modelo RI 1340, marca Walita Billy.

5.2.1. Sólidos solúveis totais (SST)

Os sólidos solúveis indicam a quantidade, em gramas, dos sólidos solúveis que se encontram dissolvidas no suco ou polpa das frutas, sendo comumente designadas com °Brix e têm tendência ao aumento com o avanço da maturação (DIAS, 2008). Os sólidos solúveis correspondem a todas as substâncias que se encontram dissolvidas em um determinado solvente, o qual, no caso dos alimentos, é a água, sua constituição básica é os açúcares, e varia de espécie para espécie, cultivar, estágio de maturação, e o clima, sendo que os valores médios entre 8% a 14% (faixa de variação entre 2% a 25% (KLUGE, 2002).

De acordo com Maciel et al (2004) os sólidos solúveis (°Brix) são usados como indicativos de maturidade do fruto e qualidade da fruta, exercendo importante papel no sabor.

Para a determinação dos teores de sólidos solúveis totais do morango, foi utilizado um refratômetro de Abee (figura 22). A leitura foi feita em triplicata e realizada com a instalação de 0,05 mL de suco de morango sobre o prisma do aparelho. Os resultados foram expressos em graus (°Brix) ZAVAREZE, et al, 2012).

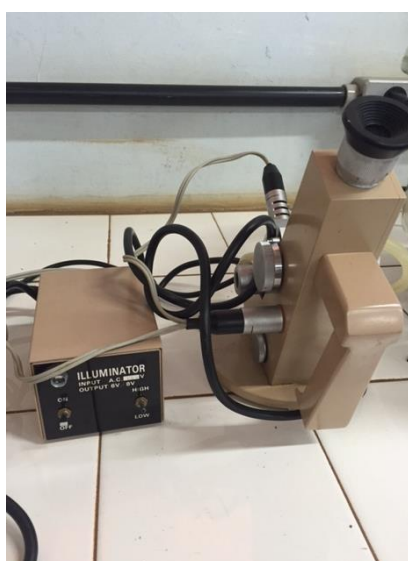


Figura 22: refratômetro de Abee

5.2.2 Acidez total titulável (ATT)

A acidez total titulável é a quantidade de ácido de uma amostra que reage com uma base de concentração conhecida (PELAYO, et al, 2003). Com o amadurecimento, as frutas perdem rapidamente a acidez, mas, em alguns casos, há um pequeno aumento nos valores com o avanço da maturação (RADMANN, et al, 2003)

Os ácidos orgânicos presentes nos frutos, em balanço com os teores de açúcares, representam um importante atributo de qualidade. Muitos desses ácidos são voláteis, contribuindo dessa forma para o aroma característico das frutas (KLUGE et al., 2002; AZEREDO, et al, 2000).

A acidez é determinada pela titulometria, onde os resultados podem ser expressos em mEq/100 mL de suco ou porcentagem do ácido principal. Como os ácidos encontram-se presentes em misturas complexas, a expressão dos resultados em mEq é a mais correta. No entanto, em trabalhos de rotina, utiliza-se a expressão dos resultados em porcentagem do ácido predominante, como representante da acidez total titulável (PREGNOLATO, 1985).

O procedimento é feito com a titulação de uma alíquota de amostra com uma base de número de mols conhecida utilizando fenolftaleína como indicador do ponto de viragem (FRANCOSO, et al., 2008). Quando a amostra é colorida, a viragem pode ser verificada através de um potenciômetro pela medida do pH ou por diluição da amostra em água para torna-la de uma cor bastante clara

A acidez total foi determinada em triplicata de acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (GOMES, et al, 2002), com uma amostra de 1 mL de suco de morango (figura 17). Sendo realizada utilizando hidróxido de sódio (NaOH) a 0,01 molL⁻¹ na titulação. Os resultados foram expressos em porcentagem (%) de ácido cítrico por 100 gramas do fruto pela neutralização da solução (NUNES, et al 2006). Para determinação da acidez titulável foi utilizado o cálculo demonstrado na equação 6.

$$\frac{V \times M \times PM}{10 \times P \times n} = \text{g de ácido orgânico por cento m/v} \quad (6)$$

Onde:

V= Volume da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação em mL

M= Molaridade da solução de hidróxido de sódio

P= Volume pipetado em mL

PM= Peso molecular do ácido cítrico correspondente em g (constante = 192)

n= Número de hidrogênios ionizáveis (constante = 3).

5.2.3 Relação Sólidos solúveis totais e acidez total titulável SST/ATT

A relação SST/ATT é uma das formas mais utilizadas para a avaliação do sabor, sendo mais representativa que a medição isolada de açúcares ou da acidez (MAZARO et al, 2008). Esta relação dá uma boa idéia de equilíbrio entre esses dois componentes, deve-se portanto, especificar o teor mínimo de sólidos e o máximo de acidez, para se ter uma idéia mais real do sabor (PELLISSARI, 2009).

Para a determinação da relação de SST/ATT foram utilizados os resultados obtidos para os teores de sólidos solúveis totais (°Brix) e acidez total titulável (% de ácido cítrico) de uma mesma amostra, dividindo-se os valores entre si, conforme apresentado na equação 7 (MORAES, 2005).

$$Relação = \frac{SST}{ATT} \quad (7)$$

5.2.4 Determinação de vitamina C

Vitamina C segundo Sigrist et al (2002), é o nome comum dado ao ácido 2,3-enediol-L-gulônico que é um poderoso antioxidante, pois impede a oxidação, isto é, a perda de elétrons. As moléculas do ácido ascórbico sofrem oxidação antes que outras moléculas se oxidem, impedindo e protegendo essas outras moléculas da oxidação. A vitamina C funciona como agente preservativo em alimentos. Em morangos seu teor é cerca de 70 mg / 100g (FRANÇOSO, 2008; SILVA, 2007).

Para a análise de vitamina C, foram utilizados 5 mL de suco de morango, sendo adicionados 50 mL de água destilada, 10 mL de solução de ácido sulfúrico a 20%, 1 mL de solução de iodeto de potássio a 10% e 1 mL de solução de amido a 1%. Posteriormente, esta solução foi titulada com solução de iodato de potássio a 0,002 molL⁻¹, até atingir coloração azul, esta análise foi realizada em triplicata segundo a metodologia descrita acima por Zanebon; Pascuet; Tiglia, (2008). O valor da concentração de vitamina C foi calculado pela equação 8.

$$\frac{100 \times V \times F}{P} = \text{Vitamina C em mg por cento m/m} \quad (8)$$

Onde:

V = volume de iodato gasto na titulação

F = 0,8806 para KIO_3 0,002 molL⁻¹

P = volume da amostra em mL.

5.2.5. Análise Estatística

A análise estatística para comparação dos resultados dos dados das análises descritas acima expressos em médias e erro padrão (\pm) de médias obtidas para as amostras de filmes, foi realizada utilizando ANOVA com teste t (LSD) $p < 0,05$. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software ASSISTAT.

5.2.6. Análise Microbiológica

A avaliação microbiológica, ou seja, a avaliação da microbiota presente nos morangos envoltos com o revestimento comestível antimicrobiano dos frutos de morango foi realizada com o objetivo de verificar se os frutos estavam aptos para o consumo (PRESTES, et al, 2011).

As análises foram efetuadas segundo o protocolo descrito por Franco e Landgraf (2007), na Unipar Campus de Umuarama pela equipe de pesquisa da Dra. Giani Colauto, onde unidades analíticas de 25g de morango foram retiradas assepticamente da amostra e transferida para um recipiente previamente esterilizado para posterior homogeneização e diluição.

Além das análises efetuadas em laboratório foi observado o aspecto microbiológico quanto ao crescimento e desenvolvimento de fungos durante a sua conservação, através de sinais e sintomas, ou seja percepção visual.

A seguir a metodologia e materiais utilizados para esta análise:

5.2.6.1. Reagentes e Meios de Cultura

Os reagentes e meios de cultura que foram utilizados para a realização da análise microbiológica foram água Peptonada 0,1%, Peptona 1.0g, água destilada 1 litro

e para tanto a técnica de preparo, foi pesar e diluir o meio de cultura de acordo com a especificação do fabricante. Autoclavar a 121°C por 15 minutos.

5.2.6.2. Preparo Da Amostra

Após a tomada da unidade analítica faz-se uma diluição inicial de 1:10 (10^{-1}). Para o morango a mostra foi descongelada m geladeira. Posterior pesou-se 5 g da amostra (frutos congelados), e cortada com bisturi estéril em placa de petri estéril. Após foi macerada em gral estéril (capela de fluxo laminar), transferido para recipiente contendo 45 mL de água peptonada 0,1% e homogeneizada por simples agitação manual.

5.2.6.3. Diluições seriadas das amostras

Para a preparação da segunda diluição (10^{-2}), foi transferido asepticamente 1,0 ml da diluição 10^{-1} para 9 ml de água peptonada. As diluições subseqüentes foram obtidas da mesma forma que a diluição (10^{-2}). O número de diluições dependerá do nível de contaminação do alimento. Para o morango foi preparado e inoculado um número maior de diluições.

5.2.6.4. Contagem de bactérias, fungos filamentosos e leveduras

Para a semeadura e Incubação foram selecionadas as diluições da amostra para serem semeadas, pipetou-se 1,0 ml de cada diluição em placas de Petri estéreis em duplicata (triplicata) devidamente identificadas. Após foram vertidas nas placas o ágar PCA (± 15 a 20 mL) previamente fundido e resfriado a 45°C. Misturou-se o inóculo com o meio de cultura movimentando suavemente as placas. Por fim, aguardou-se a completa solidificação do meio de cultura, após a solidificação, as placas foram invertidas e incubadas a 35°C por 48 horas (*pour plate*)

5.2.6.5. Cálculo do Resultado

As placas com 25 a 250 ou 30 a 300 colônias foram selecionadas (figura das placas). As colônias foram contadas, após realizou-se a média das 2 (3) placas e

calculou-se o número de unidades formadoras de colônias (UFC) por grama ou ml de amostra semeada, multiplicando o número de colônias pelo inverso da diluição semeada na placa. Ex: placa escolhida para contagem 10^{-7} número de colônias contadas:

$250 (2,5 \times 10^2)$ N° de colônias x da diluição x inverso do volume utilizado = N° UFC/g ou ml $2,5 \times 10^2 \times 10^7 \times 1 = 2,5 \times 10^9$ UFC/g ou ml.

5.2.6.6. Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) por meio do programa Assistat e foi aplicado método Scott Knott para determinar os agrupamentos das médias de acordo com as variáveis analisadas.

5.2.7. Atividade Antioxidante

O organismo animal, assim como o vegetal, apresenta diferentes mecanismos enzimáticos e não enzimáticos que atuam como antioxidantes poderosos, retardando ou ainda até evitando a oxidação de substratos ou inibindo a toxicidade dos radicais livres, proporcionando assim, proteção ao meio celular. (HERNANDEZ-MUNHOZ, et al, 2008; KHUN, et al, 2006).

Revestimentos ativos com propriedades antioxidantes tem recebido especial atenção, uma vez que são uma das alternativas mais promissoras às embalagens tradicionais, nas quais os antioxidantes são incorporados ou adicionados para reduzir a oxidação do alimento, uma das principais causas de deterioração dos mesmos (López-de-Dicastillo et al., 2012).

A atividade antioxidante de extratos óleos essenciais está relacionada, principalmente, com a presença de compostos fenólicos. Compostos como o timol, carvacrol e eugenol, presentes em espécies tais como o cravo-da-índia e orégano tem conhecida atividade antioxidante. Teixeira et al. (2013) avaliando óleos essenciais comerciais, identificaram uma forte e moderada atividade antioxidante em cravo-da-índia e orégano respectivamente, similares às encontradas em antioxidantes sintéticos como o BHT

Esse sistema consiste na incorporação de substâncias antioxidantes em filmes, de onde serão liberadas para proteger os alimentos da degradação oxidativa, inibindo

as reações de oxidação ao reagirem com radicais livres e peróxidos e, conseqüentemente, estendendo a sua vida de prateleira (Tovar et al., 2005).

Para tanto a determinação de atividade antioxidante total pela captura de radical livre DPPH (reagente), foi realizada em parceria com a Unipar Campus de Umurama e procedeu-se conforme a metodologia descrita por Rufino et al (2007).

5.2.7.1. Secagem do DPPH

Primeiramente foi efetuada a secagem do reagente DPPH em estufa à 60°C, durante 24 horas. Retirou-se da estufa e armazenou-se em dessecador protegido da luz, devido o reagente ser fotossensível.

5.2.7.2. Preparo da solução de DPPH 60µM

Dissolveu-se 30mg de DPPH para 500mL de álcool metílico, homogeneizou-se e o transferiu para um frasco de vidro âmbar e cobriu-se com papel alumínio, devidamente etiquetado. Preparou-se e foi usado apenas no dia da análise. A leitura da absorvância desta solução, após 30 minutos, em espectrofotômetro a 515nm varia entre 0,680 – 0,800.

5.2.7.3. Curva do DPPH

A partir da solução inicial de (DPPH 60µM), preparou-se em tubos de ensaio com tampa de rosca, soluções variando a concentração de 60µM a 0 µM de DPPH, sendo realizadas 7 diluições.

5.2.7.4. Determinação da curva do DPPH

Realizou-se o preparo dos tubos com papel alumínio e foram etiquetados devidamente de acordo com as concentrações, transferiu-se para um tubo de ensaio uma alíquota de 3,9mL de cada solução de DPPH (0 µM, 10 µM, 20 µM, 30 µM, 40 µM, 50 µM, 60 µM) em 100 µL de metanol e homogeneizou-se. Após 30 minutos transferiu-se as soluções para a cubeta de vidro e realizou-se a leitura em espectrofotômetro a 515nm. Utilizou-se álcool metílico, como branco, para zerar a absorvância. Todas as reações foram realizadas em triplicatas. Plotou-se em planilhas as concentrações de

DPPH e as respectivas absorvâncias, obtendo-se o gráfico da curva de calibração do DPPH.

5.2.7.5. Obtenção de extrato da amostra

Para a obtenção do extrato foi pesado 1g de amostra para 10mL de metanol. A mistura foi mantida por 45 minutos em banho maria à 60°C, com agitação manual a cada 5 minutos. Os extratos obtidos foram centrifugados por 5 minutos em 6000 rpm.

Depois do preparo das soluções cada uma com sua devida concentração, transferiu-se uma alíquota de 100 µL de cada solução para um tubo de ensaio, previamente preparado com papel alumínio e devidamente etiquetado, contendo 3,9mL de DPPH, e homogeneizou-se. Após 30 minutos, realizou-se a leitura em espectrofotômetro à 515 nm. Utilizou-se metanol como branco, para zerar a absorvância. Todas as reações foram realizadas em triplicata.

5.2.7.6. Equivalência de controle DPPH

A partir das absorvâncias obtidas das diferentes diluições dos extratos, plotou-se em planilhas os resultados da absorvância e diluição, para determinar a equação da reta. Para a Atividade Antioxidante Total substitui-se a absorvância equivalente a 50% da concentração do DPPH e encontrou-se o resultado que corresponde à amostra necessária para reduzir 50% A concentração inicial do radical DPPH. Utilizou-se a planilha Excel para realizar os cálculos do IC₅₀.

6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados da atividade antioxidante foram submetidos à análise de variância (ANOVA) por meio do programa PAST 3.14 e foi aplicado método Tukey para determinar os agrupamentos das médias de acordo com as variáveis analisadas.

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

7.1. FILMES

7.1.1. Espessura, Solubilidade em água e opacidade

Algumas características dos filmes, influenciam a sua capacidade de proteção das frutas em pós colheita. Desta forma, foram analisados os parâmetros espessura, solubilidade em água e opacidade, conforme apresentados na Tabela 1.

Os biofilmes estudados diferiram estatisticamente quanto à característica de opacidade. Os filmes com a incorporação do extrato de *T. riparia* (Tabela 1), apresentaram um aumento dos valores com o aumento da concentração do extrato

. Resultados superiores foram obtidos por Almeida, et al (2013), onde trabalhando com filmes a base de celulose bacteriana, fécula de batata e glicerol, obteve valores de 6,25 a 11,50.

Os valores de opacidade variaram de 3,23 (FAMI) a 2,68 (FAAI) e 1,90 (FA) índices diferentes significativamente (Tabela 1), demonstrando que a presença do extrato de *Tetradenia riparia* pode influenciar este fator.

Tabela 1: Valores médios de espessura (mm), solubilidade em água (%) e opacidade a 450 nm em filmes compostos de gelatina, plastificante e amido de mandioca e extrato de *Tetradenia riparia*.

Tratamentos	Espessura (mm)	Solubilidade em água (%)	Opacidade (450nm)
FA	0.154 ± 0,006 ^c	89,12 ± 6 ^a	1.90 ± 0,11 ^c
FAMI (1000µg/ml)	0.300 ± 0,012 ^b	33,34 ± 3 ^c	3.23 ± 0,29 ^a
FAAI (500 µg/ml)	0.378 ± 0,011 ^a	46,12 ± 8 ^b	2.68 ± 0,16 ^b

Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente a 5% de probabilidade pela análise de variância ANOVA um critério teste t (LSD). Filmes de amido sem o extrato (FA), Média Inibição de extrato de *Tetradenia riparia* (FAMI) e Alta inibição de extrato de *Tetradenia riparia* (FAAI).

Os filmes estudados apresentaram espessura que variaram de 0,154 mm (Filme de amido), a 0,378 mm (Filme de amido com alta inibição de extrato), apresentando diferença significativa entre estes valores (Tabela 1). Demonstrando aqui

a influência da adição de agente antimicrobiano, tornando os filmes mais espessos e conseqüentemente mais resistentes, fato estes corroborado pelas análises mecânicas.

A espessura é um parâmetro que influencia algumas propriedades dos filmes e quando controlada permite a uniformidade do material e a validade da comparação entre suas propriedades (HENRIQUE; CEREDA; SARMENTO, 2008).

A espessura tem relação com a resistência ao rompimento, ou seja, quanto maior a espessura maior a resistência (DOTTO, et al., 2008). Apesar das espessuras dos filmes apresentarem algumas diferenças, visualmente não foi observado nenhum sinal de rompimento ou rachaduras dos filmes após serem incorporados nos frutos (Tabela 1).

Segundo Vicentin et al., (2003), a espessura pode variar devido a fatores, como, concentração de amido, presença de aditivos, quantidade de solução filmogênica adicionada na placa e processo de obtenção dos mesmos. Mattei et al, 2013 afirma que a utilização de coberturas na superfície de frutos com o intuito de aumentar a espessura da película natural pode contribuir como barreira à perda de água.

A solubilidade dos filmes em água que variou de 33,33 % para FAMAII a 89,11 % para FA, valores significativamente diferentes (Tabela 1). Estes valores foram semelhantes aos encontrados por Junior et al., (2010) em biofilmes formados por 10% de gelatina e 3% de amido de milho nativo (31,41%), e superiores aos encontrados por Yamashita et al., (2005) para biofilmes de 2% de pectina e 10% de gelatina (18,33%).

Dentre os filmes analisados, os que possuem menor solubilidade foram os que contêm filme de amido com média inibição do extrato (FAMI), pois possuem maior quantidade de extrato. Este fato pode estar relacionado a presença do agente antimicrobiano (extrato de *Tetradenia riparia*), este extrato tem características mais hidrofóbicas, ou seja, são pouco solúveis em água, por isso a diminuição da solubilidade.

Todos os filmes mantiveram-se íntegros após o teste de solubilidade, exceto o filme sem extrato de *T. riparia* (só filme), indicando a formação de uma rede com alta estabilidade. De acordo com Vieites et al., (2006), quando o alimento é líquido ou exsuda uma solução aquosa, filmes de elevada solubilidade não são indicados. Desta forma, para frutas como o morango, pode-se optar por filmes que possuam baixa solubilidade, pois o mesmo possui liberação de água, fazendo com que ocorra uma possível solubilização dos filmes acarretando na perda de suas propriedades de barreira.

O tratamento do filme de amido com uma concentração de extrato menor (FAAI) apresentou-se menos opaco. Desta forma, concentrações maiores do extrato podem interferir significativamente na transparência dos filmes, aumentando a opacidade dos mesmos.

Pelissari (2009), ao caracterizar filmes de amido de mandioca, quitosana e glicerol, obteve os maiores valores de opacidade em altas concentrações de quitosana, sugerindo que a presença desse biopolímero possa originar filmes mais opacos e escuros, possivelmente devido a sua coloração amarelada característica.

Este fato também foi observado por Pizato et al. (2013) em estudos com incorporação de óleo de alho em filmes de alginato, este afetou a transparência e aparência do filme, demonstrando-se mais amarelado.

É importante ressaltar que durante o processo de gelatinização do amido ocorre mudança na coloração devido à perda da estrutura e cristalinidade dos grânulos de amido, tornando-se gel com certa opacidade (SILVA e SCHMIDT, 2015). A interação das demais substâncias utilizadas na formação do filme com o amido gelatinizado, pode proporcionar um filme com maior ou menor opacidade, sendo que a adição do extrato aumentou a opacidade decorrente a sua coloração mais escura (BERTAN et al., 2005).

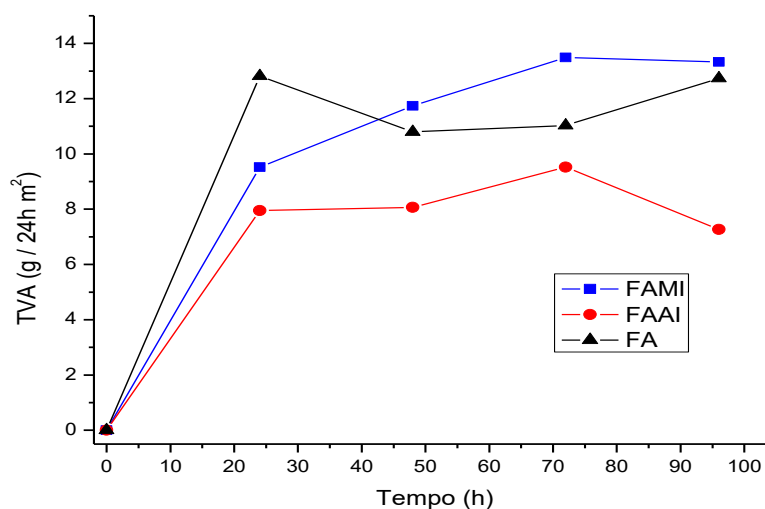
7.1.2. Transmissão De Vapor De Água (TVA)

A análise de transmissão de vapor de água pode ser verificada na figura 1, onde, filmes que não receberam extrato bruto de *T. riparia* permitiram uma maior passagem de água quando comparado com os demais filmes.

Os filmes com alta inibição do extrato (FAAI) permitiram uma menor passagem de água pelo filme, corroborando com os valores de solubilidade. Garcia, et al (2009) afirmam que um material (filme) pode ser considerado como de alta barreira ao vapor de água, quando apresenta uma taxa de permeabilidade menor que 8 g/ (m².dia) e de altíssima barreira quando menor que 0,8g/ (m².dia).

Diante disso quando se reporta a figura 2, pode-se verificar que o filme com alta inibição de extrato apresentou uma baixa permeabilidade. Esse fator provavelmente se deve ao extrato de *T. riparia* que interagiu com a matriz filmogênica, deixando menos espaços vazios pelos quais a água poderia permear ocasionando uma menor TVA a estes filmes.

Estes dados estão bem acima dos valores encontrados na literatura, Calegari et al. (2002) conseguiram valores de TVA variando de 3,28 a 4,47 para filmes de amido de mandioca e glicerol cuja espessura variou entre 193,8 a 210 μm .



. **Figura 23.** Gráfico da transmissão de vapor de água nos diferentes filmes em função do tempo, a cada 24 horas, durante 96 horas

Os filmes de amido com média inibição (1000 μm /ml) apresentaram uma maior permeabilidade (acima de 8g/m².dia) de TVA e este fator possivelmente pode ser explicado pela alta concentração do extrato de *T. riparia*, onde a incorporação deste extrato na solução formadora de filme pode ter provocado a desestabilização da matriz, diminuindo sua resistência e consequente aumento da TVA.

Alguns fatores possivelmente podem ter atuado neste sentido causando uma incompatibilidade dos componentes tais como, a utilização do óleo Tween 80. Mattei et al, (2013) quando da utilização de óleo essencial de *T. riparia*, onde em uma análise visual, observou-se que a incorporação dos óleos alterou algumas propriedades dos filmes, tornando-os principalmente quebradiços, sugerindo uma possível incompatibilidade entre os óleos e os filmes.

7.1.3. Colorimetria

As variações da colorimetria dos filmes entre os diferentes tratamentos foram analisadas através de Análise de Variância de um fator (ANOVA one way), para cada parâmetro separadamente. Testes de Tukey foram aplicados a posteriori para avaliar

diferenças individuais. Na tabela 2 estão expostos os dados referentes aos padrões de L* (luminosidade), a* e b* (componentes cromáticos).

Tabela 2: Valores médios de L*, a*, b* de filmes compostos de gelatina, plastificante, amido de mandioca e extrato de *Tetradenia riparia*.

Parâmetros analisados	Tratamentos		
	Filme de amido (FA)	FAMI	FAAI
L	2.317±0.04 ^a	2.432±0.05 ^b	2.338±0.02 ^{ab}
a	1.760±0.43 ^a	-2.680±0.47 ^b	-1.540±1.89 ^b
b	1.380±0.12 ^a	1.530±0.01 ^a	1.860±0.04 ^b

Letras iguais não possuem diferenças significativas. Valor de significância $\alpha=0.05$. Filmes de amido sem o extrato (FA), Média Inibição de extrato de *Tetradenia riparia* (FAMI) e Alta inibição de extrato de *Tetradenia riparia* (FAAI).

Para o parâmetro L, representa o nível da claridade da coloração, e através dos dados da tabela 2, pode-se verificar que houveram diferenças entre a colorimetria do tratamento só filme com o tratamento média concentração ($F_{2,8}=5.439$; $p<0,05$), ou seja o tratamento só filme, apresentou-se com menor luminosidade quando comparado ao FAMI, este fator pode ser atribuído a adição do extrato de *T. riparia*, haja visto que o tratamento só filme não recebeu extrato.

Variação na cor no sentido de redução no valor do parâmetro L*, ao longo do tempo, é indicativo da diminuição do brilho das amostras. A redução, ao longo de 4 dias, na luminosidade (brilho) de abacates cobertos com película a base de emulsão de pectina foi significativamente menor à observada para amostras sem cobertura (MAFTOONAZAD et al. 2007).

Para o parâmetro "a", (tendência da coloração ao verde ou vermelho) as diferenças foram entre a colorimetria do tratamento só filme com as duas inibições testadas, ou seja média e alta inibição ($F_{2,8}=11.93$; $p<0,01$). Somente o Filme de amido (FA) não apresentou tendência para o verde com valores de a* negativos conforme figura 23. O

Para o parâmetro "b", (tendência ao amarelo ou azul) as diferenças foram entre o tratamento FAAI que apresentou-se com maior tendência ao azul, com os demais tratamentos testados ($F_{2,8}=62.45$; $p<0,01$). Este fato pode ser explicado pela presença do extrato de *T. riparia* que mesmo em baixas concentrações modificou a coloração do filme.

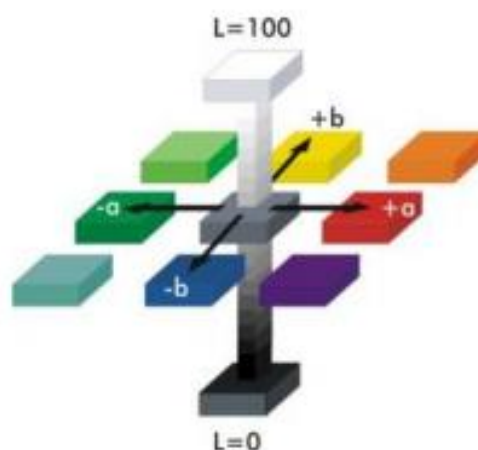


Figura 24: Representação esquemática da escala Cielab.

No entanto, alguns autores afirmam que há uma relação de interação entre os parâmetros a^* e b^* , significando que as alterações de um ou de outro parâmetro estão diretamente relacionadas à cor do produto ou filme de estudo.

7.1.4. Análise Mecânica Dos Filmes

Os filmes contendo extrato de *Tetradenia riparia* apresentaram melhores propriedades mecânicas (figura 25), corroborando com o aumento de espessura mencionado anteriormente. Nota-se que após a adição do extrato, os filmes obtiveram uma maior elasticidade, bem como foi necessário aplicar uma força maior para que se rompesse. Este fato é de grande valia, pois além de trazer um benefício, como atividade antioxidante e antimicrobiana, ao inserir o extrato, os filmes se tornam mais resistentes, podendo assim colaborar com a diminuição das injúrias mecânicas causadas nos frutos.

Dados contrários foram obtidos por Gomes (2008), quando utilizou filmes à base de amido e quitosana, em todos os filmes com 40% de amido houve a redução da tensão máxima e no módulo de elasticidade, porém a deformação aumentou. Isso indica que apesar de perder em resistência, ganhou em elasticidade.

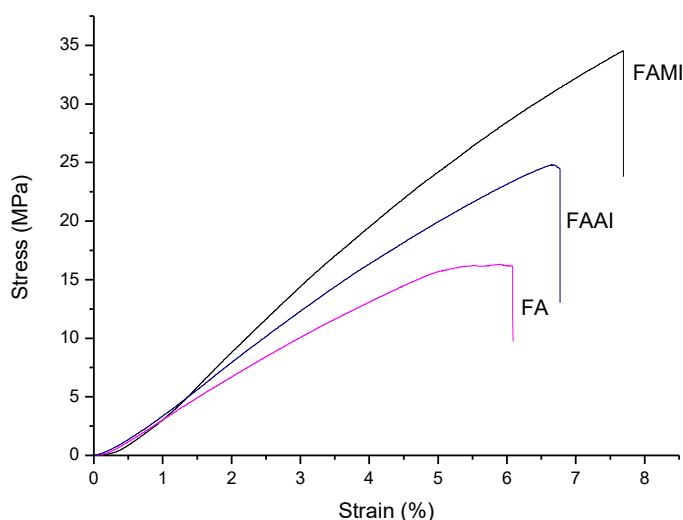


Figura 25: Relação Deformação alongamento (Stress x Strain) para os filmes de amido (FA) filmes com alta inibição de extrato (FAAI) e filme com média inibição de extrato (FAMI).

Os filmes e coberturas comestíveis devem apresentar adequada resistência à ruptura e serem flexíveis o suficiente para se adaptar a eventuais deformações dos alimentos (YANG e PAULSON, 2000). Portanto, o fato dos filmes com a presença de extrato de *Tetradenia riparia* apresentarem uma maior elasticidade, pode estar diretamente ligado a concentração do extrato onde tornou a matriz do filme mais firme e coesa.

8 FRUTOS

Os frutos foram analisados em relação à perda de massa, teores de sólidos solúveis totais, acidez total titulável, vitamina C, textura, coloração e relação dos teores de SST e ATT, análise microbiológica e atividade antioxidante, parâmetros esses importantes na definição de compra do produto e na determinação de maturação do mesmo. (GODOI et al, 2008).

8.1. PERDA DE MASSA

A perda de massa está relacionada com a perda de água em forma de vapor d'água que é uma das principais causas de deterioração, resultando não apenas em

perdas quantitativas, mas também na aparência (causando murchamento e enrugamento dos frutos), nas qualidades texturais (causando amaciamento, perda de frescor e suculência), e na qualidade nutricional (GOMES, et al, 2002).

Conforme pode-se verificar na (figura 26), a perda de massa aumentou com o prolongamento do período de armazenamento. Este parâmetro é segundo Chitarra e Chitarra (2005), um indicativo de aceleração de senescência de frutos, acarretando um aumento na taxa de desintegração da membrana em consequência perda do conteúdo celular, murchamento e perda de suculência.

Como era de se esperar a testemunha foi a que mais sofreu com o processo de deterioração, apresentando maior perda de massa quando comparada com os demais tratamentos, isso explica a importância que o recobrimento comestível pode exercer nos frutos, formando uma barreira protetora contra a perda de água.

O tratamento FA apresentou perdas em torno de 10%, porém sua aparência ainda era aceitável. Pelissari (2009) e Assis (2009), explicam que quando da utilização de sorbitol ocorre a formação de uma estrutura mais compacta nos filmes, pela interação amido, gelatina e sorbitol. A formação de poros é, então, evitada, resultando em menor permeabilidade ao vapor de água dos filmes e, conseqüentemente, menor perda de massa dos frutos.

As perdas de massa entre 3% e 6% são suficientes para causar redução na qualidade de muitos produtos, enquanto que outros, mesmo perdendo 10% ou mais de umidade, ainda são comercializáveis (MADAIL, 2008).

Os tratamentos FAAl (500µg/ml) e FAMI (1000µg/ml) apresentaram perdas superiores a 10% ao 4º dia, porém a aparência dos mesmos encontrava-se aceitável visualmente, a partir do 5º dia esses índices aumentaram fazendo com que sua perda fosse superior a 20%. Este fator pode estar provavelmente relacionado ao processo de senescência do fruto, o qual encontrava-se em taxas elevadas

Domingos (1999), Itako et al (2008), armazenaram morango por 10 dias em condição ambiente e observaram que o uso de coberturas de fécula de mandioca a 1, 2 e 3% foi eficaz na redução da perda de massa dos frutos.

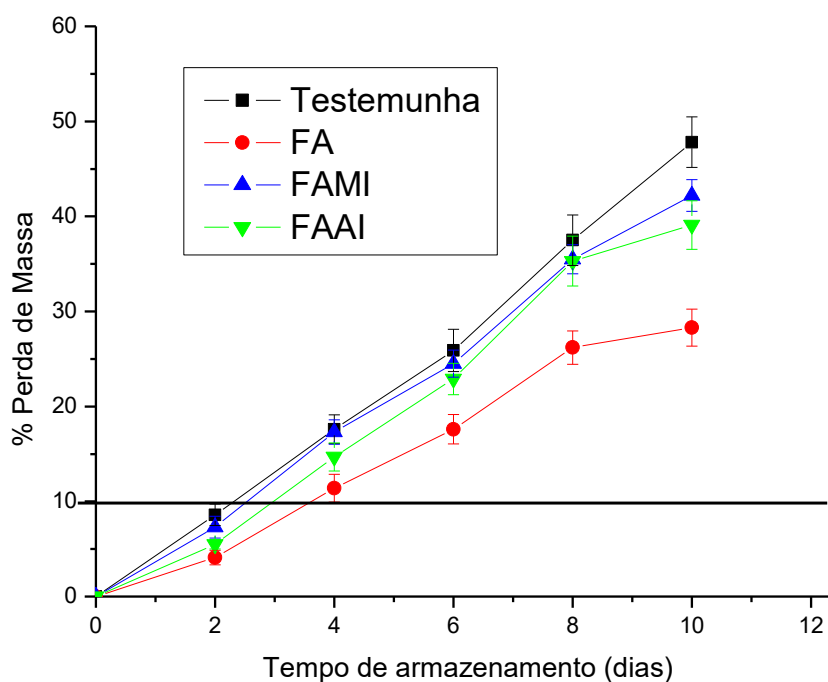


Figura 26: Gráfico da perda de massa nos diferentes filmes em função do tempo, a cada 24 horas, durante 10 dias de armazenamento

Entretanto, Segundo Durango et al (2006), a percentagem máxima de perda de água aceitável para a comercialização do morango é de 10 % de água. Acima deste patamar, o morango torna-se inaceitável para a comercialização. Mesmo os frutos permanecendo sob refrigeração controlada, pode-se observar que os frutos perderam água rapidamente em quase todos os tratamentos.

As perdas de massa fresca em frutos armazenados advêm em decorrência da água eliminada por transpiração causada pela diferença de pressão de vapor entre o fruto e o ar no ambiente e dos processos metabólicos de respiração e transpiração que leva a perda de água, murchamento e amolecimento dos tecidos, causando sérios danos na aparência dos frutos (DONAZZOLO et al., 2003; OLIVEIRA e SANTOS, 2015).

As perdas neste caso podem se quantitativas e perdas qualitativas como aparência, textura e composição nutricional. O ambiente com temperatura e umidade controlada serve apenas de aporte para os frutos não se deteriorarem mais rapidamente (KHUN, 2006).

8.2. SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (SST)

O morango é caracterizado como fruto não climatérico, ou seja, são os que amadurecem lentamente, com demanda de energia constante, apresentam contínuo declínio na taxa de respiração em função do tempo (COSTA, 2009) embora possam apresentar um aumento da produção de etileno em alguma etapa do seu desenvolvimento e só amadurecem enquanto ligados à planta (YANG, et al, 2010). Portanto, o esperado no presente estudo, era que o teor de sólidos solúveis não aumentasse durante o período de realização do experimento.

Conforme apresentado na tabela 3, o menor teor de SST encontrado foi de 5,43^o Brix no dia da colheita e o maior de 10,83^o Brix ao final do período de armazenamento. Embora o morango seja uma espécie que praticamente não armazena amido, incrementos no teor de SST foram observados em função do tempo de armazenamento.

Segundo Kader (1999) são aceitáveis teores mínimos de sólidos solúveis totais para a obtenção do flavor para frutos de morango, 7,0%, mediante a isso os resultados obtidos neste experimento estão dentro do mínimo aceitável.

Um aumento na concentração de sólidos solúveis em frutos maduros pode estar relacionado à perda de água da fruta, Itako (2008), cita que embora possa estar associado também a uma perda de solutos decorrente da atividade respiratória, do transporte de solutos, da transpiração ou do transporte de água para outras partes da planta.

Tabela 3: Sólidos solúveis totais (SST) em ^obrix em morangos protegidos com diferentes filmes biodegradáveis, armazenados por um período de 10 dias em temperatura e umidade controlada.

Dias	Armazenamento					
	0	2	4	6	8	10
Testemunha	6,50±0,20 ^b	6,07±0,58 ^a	8,50±0,50 ^a	9,17±0,29 ^b	9,67±0,15 ^a	10,83±0,76 ^a
FA	7,27±0,25 ^a	7,60±0,17 ^a	9,17±0,29 ^a	9,87±0,32 ^a	9,20±1,31 ^a	10,20±1,21 ^{ab}
FAMI	5,43±0,51 ^c	6,50±1,73 ^a	8,97±0,84 ^a	8,10±0,17 ^c	9,00±0,50 ^a	9,27±0,46 ^{bc}
FAAI	6,10±0,17 ^b	6,33±0,15 ^a	6,83±0,29 ^b	7,00±0,00 ^d	10,25±0,66 ^b	8,17±0,29 ^c

Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente a 5% de probabilidade pela análise de variância ANOVA um critério teste t (LSD). Filmes de amido sem o extrato (FA), Média Inibição de extrato de *Tetradenia riparia* (FAMI) e Alta inibição de extrato de *Tetradenia riparia* (FAAI).

Outra explicação desse aumento do teor sólidos solúveis totais durante armazenamento ocorre pela degradação de polissacarídeos durante o processo respiratório dos frutos onde pode ocorrer a oxidação de carboidratos para a produção de energia (CHITARRA e CHITARRA, 2005, MURATORE, et al, 2005). O tratamento de FA teve um pico maior entre o 4º e 6º dia. Este aumento pode ser em decorrência da transformação de reservas acumuladas nos frutos durante a sua formação e um maior desenvolvimento desses sólidos em açúcares solúveis.

O tratamento FAAl foi aquele que apresentou índices significativamente superiores ao demais tratamentos, no 8º dia de armazenamento, o aumento desses sólidos, pode estar relacionado a um processo rápido de senescência dos frutos, devido à degradação ou biossíntese de polissacarídeos ou à perda de água, fazendo com que aumente a concentração de sólidos solúveis no interior do fruto (Pelissari, 2009), ou ainda segundo Malgarin et al, (2006) pode estar relacionada a bioconversão de açúcares e o balanço de ácidos orgânicos que ocorrem em frutos como morango principalmente na fase de senescência.

O teor de sólidos solúveis totais (SST) fornece um indicativo referente à quantidade de açúcares que estão presentes nos frutos e esse teor muda progressivamente nas células vegetais, portanto pode ser utilizado para o acompanhamento das condições pós-colheita de frutas, quanto mais elevado o estágio de maturação, mais o teor de SST aumenta (MORAES, et al, 2008).

Este aumento do teor de SST durante o armazenamento pode estar relacionado as condições edafoclimáticas aos quais os frutos foram produzidos, estágio de maturação no momento da colheita, sistema de produção do fruto, onde segundo Portela, et al (2012) frutos cultivados em sistema orgânico podem apresentar teores de açúcares em torno de 7,70 SST (°Brix), enquanto que para o cultivo convencional o teor de SST (°Brix) em torno de 6,20.

De acordo com Mali et al, (2005), morangos com alto teor de SST e baixo nível de ATT (tabela 4) resultam em maior razão SST/ATT (tabela 6) e são os mais procurados no mercado. O teor de SST é de interesse para morangos comercializados, principalmente in natura, pois o mercado consumidor prefere frutos doces (SOUTO et al, 2004). Corroborando com estes resultados, Malgarin et al (2006), quando avaliaram a qualidade de morangos 'Camarosa' submetidos a diferentes sistemas de colheita obtiveram valores de SST em torno de 7,38 (°Brix).

Outro fator de extrema importância para o parâmetro de sólidos solúveis totais segundo Amaro (2005) é a característica de cada cultivar, neste estudo a cultivar camarosa é considerada como uma das cultivares mais ácidas, ou seja 7,15 SST (°Brix), isso explica os altos teores de de SST presentes nos tratamentos da Tabela 3.

8.3. ACIDEZ TOTAL TITULAVEL (ATT)

O processo de senescência dos frutos levou a um aumento nos valores da acidez total titulável durante o período de armazenamento para todos os tratamentos, ou seja apresentou consumo de ácidos orgânicos (tabela 4).

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 não foram inferiores aos conteúdos iniciais das amostras, para todos os tratamentos utilizados.

Todos os tratamentos diferiram significativamente na acidez total titulável com o grupo testemunha, que apresentou o maior valor ao 8° dia do tratamento (Tabela 5). A acidez constitui fator de grande importância para o sabor e aroma dos frutos e, além disso, o pH influencia o escurecimento oxidativo dos tecidos vegetais.

Verificou-se aumento nos teores de ATT ao longo do período de armazenamento, para os tratamentos testemunha, FA e FAAl contrariando a tendência esperada que era de diminuição da ATT com o período de armazenamento. Para o tratamento FAMI a partir do 8 dia houve uma diminuição do teor.

Tabela 4: Acidez total titulável (ATT) em porcentagem de ácido cítrico (g ácido cítrico/100g amostra) em morangos protegidos com diferentes filmes biodegradáveis, armazenados em geladeira por um período de 10 dias.

Dias	Armazenamento					
	0	2	4	6	8	10
Testemunha	0,25±0,02 ^a	0,20±0,02 ^b	0,21±0,01 ^b	0,21±0,01 ^b	0,32±0,05 ^a	0,31±0,03 ^a
FA	0,17±0,01 ^d	0,19±0,03 ^b	0,31±0,01 ^a	0,27±0,03 ^a	0,27±0,01 ^b	0,28±0,01 ^b
FAMI	0,20±0,01 ^c	0,19±0,03 ^b	0,19±0,03 ^b	0,26±0,05 ^a	0,27±0,03 ^b	0,26±0,01 ^b
FAAl	0,22±0,02 ^b	0,31±0,07 ^a	0,33±0,10 ^a	0,28±0,02 ^a	0,27±0,02 ^b	0,28±0,01 ^b

Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente a 5% de probabilidade pela análise de variância ANOVA um critério teste t (LSD). Filmes de amido sem o extrato (FA), Média Inibição de extrato de *Tetradenia riparia* (FAMI) e Alta inibição de extrato de *Tetradenia riparia* (FAAl).

Domingos (2000), cita que a acidez de frutos de morango deve estar entre 0,85 e 0,99 mg.100 g⁻¹, no entanto, as discrepâncias observadas na tabela 4 podem ser devido a cultivar utilizada estando relacionado ao ponto de colheita em que os frutos foram colhidos com 75% de maturação.

De acordo com Fischer e Phillips (2008), perdas elevadas de acidez são indesejáveis em frutos, estes componenetes em balanço com os açúcares oferecem características desejáveis de sabor.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), durante o amadurecimento dos frutos espera-se que os valores de SST aumentem devido à hidrólise de polissacarídeos em açúcares simples e que os valores de ATT diminuam pelo consumo de ácido no ciclo de Krebs gerando CO₂, água e energia.

A diminuição do seu valor acarreta na redução da velocidade de escurecimento do fruto, redução no pH pode diminuir em mais de 50% a atividade das enzimas polifenoloxidasas, que são as responsáveis pelo escurecimento nos vegetais (CONTI, et al., 2002). A concentração de ácidos orgânicos usualmente declina em decorrência de sua utilização como substrato na respiração ou da sua transformação em açúcares (ALMEIDA, 2010).

O tratamento FA, apresentou um ligeiro acréscimo no 2° para o 4° dia de armazenamento de 0,19% para 0,31% após este período ocorreu um decréscimo de 0,27% no 8° dia, esse fator pode ser em decorrência do processo respiratório, Han et al (2004) afirma que, a acidez de frutas principalmente o morango tende a diminuir no amadurecimento pela oxidação dos ácidos orgânicos.

O tratamento de FAMI apresentou aumento significativo de ATT até o 8 dia, demonstrando que o processo respiratório pode estar presente e o fruto já estava em processo de senescência.

A oscilação no teor da acidez total titulável, ao longo do armazenamento, pode estar relacionada aos processos bioquímicos do metabolismo respiratório, que tanto sintetiza como consome ácido do esqueleto de carbono (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Braga (2012) verificou que níveis mais elevados de acidez total titulável podem ser resultantes da redução da taxa respiratória, pois os ácidos são as substâncias mais prontamente disponíveis para a obtenção de energia no ciclo de Krebs

Para os tratamentos FAAI a acidez titulável apresentou um decréscimo após o 4 dia do armazenamento, em conseqüente causando o aumento também o teor de SST

(Tabela 4). Verificando assim, um consumo de ácidos orgânicos no processo respiratório dos frutos ao longo do armazenamento.

8.4. RELAÇÃO SST/ATT

A relação sólidos solúvel total e acidez total titulável (SST/ATT) é considerada como um critério de avaliação de flavor em frutos, além de ser indicativa do nível de amadurecimento (HENRIQUE; CEREDA; SARMENTO, 2008). Bem como explica uma situação de equilíbrio entre o doce e o ácido. Esta relação deve estar bem equilibrada, como já mencionada, caso contrário o fruto apresentará sabor desagradável (BENDER, et al., 2010).

Constatou-se um aumento bastante significativo nesta relação para os frutos do tratamento testemunha até o 6º dia conforme verifica-se na Tabela 5, corroborando com os dados apresentados nas Tabelas 3 e 4, as quais indicam respectivamente acidez total titulável e sólidos solúveis total.

Assim, neste quisito a adição de agentes antimicrobianos no filme de amido não promoveu uma menor maturação do fruto, porém propiciou menores perdas de água, em relação à testemunha (Tabela 2).

Ao comparar os valores no mesmo dia entre os tratamentos, observaram-se diferenças significativas no segundo, quarto e sexto dia. No segundo dia o maior valor foi para a FA, indicando que este fruto encontra-se em um rápido processo de maturação, comprovado pela alta perda de massa apresentado pelo mesmo (Figura 1).

Tabela 5: Relação SST/ATT em morangos protegidos com diferentes filmes biodegradáveis, armazenados em geladeira por um período de 10 dias.

Dias	Armazenamento					
	0	2	4	6	8	10
Testemunha	26,13±0,80 ^b	29,97±1,31 ^{ab}	40,93±1,01 ^a	43,14±2,73 ^a	30,73±5,46 ^a	34,57±0,51 ^a
FA	42,60±3,20 ^a	39,09±6,22 ^a	29,27±0,47 ^b	36,97±4,42 ^{ab}	33,64±3,58 ^a	36,61±3,87 ^a
FAMI	27,47±4,21 ^b	33,43±11,01 ^{ab}	47,83±5,05 ^a	31,42±6,40 ^{bc}	33,70±4,09 ^a	34,90±2,45 ^a
FAAI	28,15±3,06 ^b	21,22±5,10 ^b	22,05±7,10 ^b	24,76±0,83 ^c	37,91±3,10 ^a	29,19±1,61 ^b

Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente a 5% de probabilidade pela análise de variância ANOVA um critério teste t (LSD). Filmes de amido sem o extrato (FA), Média Inibição de extrato de *Tetradenia riparia* (FAMI) e Alta inibição de extrato de *Tetradenia riparia* (FAAI).

Entretanto, no sexto dia o maior valor foi para a testemunha e no décimo dia foi para o filme sem extrato novamente, indicando que estes filmes promoveram uma diminuição da maturação dos frutos.

Segundo Vargas et al (2009), na relação entre açúcares e ácidos, observa-se evolução inversa em suas respectivas concentrações, enquanto os açúcares aumentam com a maturação, os ácidos diminuem. Este parâmetro é muito significativo, pois indica o grau de equilíbrio do sabor dos frutos.

A relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez total titulável é responsável por uma parte do sabor dos frutos, ou seja, para que um fruto apresente sabor agradável há necessidade que as quantidades de ácido e açúcar, mantenham uma proporção adequada (ZAVAREZE et al, 2012)

Estes fatos podem ser explicados através do sistema de produção dos frutos, corroborando com a questão de SST, frutos produzidos em sistema de cultivo orgânico tem acidez diminuída com altos teores de substâncias fenólicas, enquanto que para o sistema convencional ocorre um aumento substancial da acidez, ou ainda fatores ligados ao clima como teor de umidade no momento da colheita. (KLUGE et al, 2002; SILVA, 2007).

8.5. VITAMINA C

Segundo Yamashita et al (2005) a importância nutricional das frutas e legumes é atribuída ao seu conteúdo de vitaminas e minerais, onde a vitamina C se destaca pelo importante fator na nutrição humana, esta substância redutora, porém, é facilmente oxidada quando exposta ao calor, luz e oxigênio, podendo também ser perdida durante o manuseio dos produtos, sendo relativamente estável em meio ácido.

Os valores de vitamina C encontrados nos frutos do experimento estiveram entre 40,7 a 75,14 mg/100 (tabela 6). Confirmando a literatura que apresenta dados relativos aos teores desta vitamina em frutos de morango da cultivar Camarosa, entre 39 a 89 mg/100 g de polpa, sendo o valor 52 médio de 60 mg/100 g de polpa (MORAES, 2005). A média geral das análises realizadas confirmou estes dados, estando em 65,05 mg/100 g de polpa. Portanto estando dentro do padrão estabelecido.

Todos os tratamentos obtiveram valores superiores de vitamina C ao final do armazenamento em comparação aos índices iniciais. Este aumento está relacionado principalmente à perda de água, conforme relatado por Oliveira e Santos (2015). Desta

forma, os filmes não alteraram as propriedades em relação à vitamina C, permanecendo dentro dos parâmetros já estabelecidos por outros pesquisadores

No que diz respeito aos filmes utilizando extratos de plantas medicinais, tanto o tratamento FAMI, o tratamento FAAl do dia 0 ao dia 6° ocorreu um acréscimo de vitamina C, após este período, os valores apresentaram queda acentuada, isso pode ser explicado pela alta atividade pós colheita da enzima ácido ascórbicooxidase, ou ainda a menor capacidade dos vegetais sintetizar este ácido durante sua conservação (NEVES, 2009).

De acordo com a Tabela 6, o filme FA (somente amido) foi aquele cuja teor de vitamina C se manteve em crescimento ao longo dos dias, como pode ser observado na tabela 6. Este fator pode estar relacionado com as características do fruto do morango, ou seja, as diferenças genótípicas, condições climáticas na pré-colheita e práticas culturais, métodos de colheita, maturação, e os procedimentos de manipulação pós-colheita (DOTTO, et al., 2008).

Tabela 6: Vitamina C em mg/100 g de polpa em morangos protegidos com diferentes filmes biodegradáveis, armazenados por um período de 10 dias em temperatura e umidade controladas.

Tratamentos	Armazenamento (dias)					
	0	2	4	6	8	10
Testemunha	40,70±2,37 ^c	42,66±1,48 ^c	45,40±0,90 ^b	50,49±0,59 ^d	47,75±0,34 ^b	61,05±0,00 ^b
FA	56,36±0,00 ^b	59,10±1,36 ^b	62,82±1,08 ^a	65,75±1,08 ^c	67,51±1,08 ^a	75,14±11,19 ^a
FAMI	58,12±0,00 ^{ab}	59,88±0,00 ^{ab}	63,21±7,57 ^a	70,45±0,00 ^a	65,36±3,01 ^a	49,69±1,87 ^c
FAAl	59,29±1,08 ^a	61,25±0,68 ^a	65,16±0,00 ^a	67,51±0,00 ^b	48,73±0,59 ^b	41,29±1,36 ^c

Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente a 5% de probabilidade pela análise de variância ANOVA um critério teste t (LSD). Filmes de amido sem o extrato (FA), Média Inibição de extrato de *Tetradenia riparia* (FAMAI) e Alta inibição de extrato de *Tetradenia riparia* (FAAl).

Para Garcia (2009) a redução do teor de vitamina C durante sua conservação, pode estar associada a degradação de ácidos orgânicos, dentre os quais o ácido ascórbico, principalmente devido ao processo natural ou induzido de senescência. Perdas substanciais de nutrientes podem ocorrer com o armazenamento, especialmente de vitamina C.

Mazzaro, et al (2008) cita ainda que, outro fator que pode estar diretamente ligado a diminuição do teor de vitamina C, onde a temperatura de armazenamento influencia a quantidade de compostos produzidos e refere uma maior concentração de compostos voláteis em morangos conservados à temperatura de 5 e 10 °C.

O morango em estudo foi cultivado pelo sistema semi hidropônico e pelo sistema semi orgânico, possivelmente este fator pode ter relação ao teor de Vit C. Corroborando com estas informações, Godoi (2008), obtve diferentes resultados quando avaliando dois sistemas de cultivos em sistema orgânico a média de vitamina C foi de 34,85 mg/100g e em sistema convencional a média foi de 16,62 mg/100 g para o cultivar camarosa.

Klauge et al (2002) ressaltam que, perdas de vitamina C podem ocorrer devido a sua sensibilidade quanto a condições de baixa umidade. Diante desse fato o período que antecedeu a colheita dos frutos em estudo se tratava de um período intenso de estiagem e de baixa umidade, isso provavelmente prejudicou a cultivar na redução do teor de vitamina C.

Fatores ligados a fertirrigação dos frutos são de extrema importância para explicação dos teores de vitamina C, a concentração salina presente na solução de fertilização interfere no teor de vitamina C. Este deve manter uma condutividade elétrica em torno de 0,75 a 1,50 mS cm^{-1} (FILGUEIRA, 2008). A condutividade elétrica deste estudo estava em torno de 0,12 a 0,19 mS cm^{-1} . (Teores baixos), e desta forma explica-se a variação dos teores de vitamina C neste estudo.

A adubação que foi utilizada pelo produtor era uma fertirrigação pronta, aproximadamente os teores de Nitrogênio foram na entrada de 91,0 (mg L^{-1}) e na saída em torno de 15,0(mg L^{-1}), ou seja, ficando retido na planta um total de 76,0(mg L^{-1}). O indicado para a cultura do morango, segundo Malgarin et al, (2006) é de 17,67 mg L^{-1} de Nitrogênio, portanto, acima do permitido, sendo assim, a planta pode estar saturada, e conseqüentemente com teores de vitaminas alterados.

Portela, Peil e Rombaldi (2012) avaliaram o efeito da concentração da solução nutritiva (fertirrigacao) sobre as características dos compostos fitoquímicos encontrados em morangos. Neste caso, os pesquisadores encontraram teores de vitamina C superiores quando houve elevação da concentração salina da solução nutritiva, uma vez que quanto maior o teor de nitrogênio, menor o teor de vitamina C. Além disso, é possível perceber que a condutividade elétrica é um fator que influencia no teor de vitamina C em morangos.

Este alto valor de vitamina C nos tratamentos se devem provavelmente à maior quantidade de nitrogênio presente na solução nutritiva utilizada no sistema semi orgânico, uma vez que quanto maior o teor de nitrogênio, menor o teor de vitamina C. Diante disso, é possível perceber que a condutividade elétrica é um fator que influencia no teor de vitamina C em morangos.

8.7. COLORAÇÃO DA EPIDERME

Para determinação da colorimetria, os índices L^* , a^* e b^* foram determinados, transformados através do programa Easy RGB, bem como a variação de coloração delta E e Hue, foram calculados. Segundo Rojas-Grau (2008) os valores de Hue (b/a) é uma medida apropriada para expressar a variação da coloração em produtos vegetais, podendo ser utilizado para identificar ponto de colheita.

A variação de coloração pode ser observada na Tabela 7, ou seja, para o parâmetro Hue, não há diferenças entre os tratamentos ($F_{3,47}=3.49$; $p=0.06$) nem entre os dias ($F_{5,47}=1.112$; $p=0.36$) avaliados. Para o parâmetro ΔE , não houve diferenças entre os tratamentos ($F_{3,47}=3.49$; $p=0.12$), entretanto entre os dias houveram diferenças significativas ($F_{5,47}=3.45$; $p<0.05$). O teste de Tukey evidenciou que as diferenças ocorreram principalmente entre os dias 4 ($\mu=7.31$) e os dias 8 ($\mu=19.35$) e 10 ($\mu=25.14$).

Os índices obtidos demonstraram que os tratamentos não influenciaram na coloração, isso é muito importante, já que a coloração avermelhada do morango é de fundamental importância para a tomada de decisão para sua aquisição, sendo um atributo.

O parâmetro L é um indicador do escurecimento do fruto, para tanto observa-se na tabela 7 que, houveram diferenças significativas entre os tratamentos ($F_{3,47}=25.60$; $p<0.001$) e entre os dias de estudo ($F_{5,47}=33.53$; $p<0.001$), além do que a interação dos fatores foi significativa ($F_{15,47}=21.66$; $p<0.001$). Isto significa que para o parâmetro L, a combinação dos fatores tratamentos x dias é importante. As diferenças evidenciadas pelo teste de Tukey encontram-se na tabela 7.

Filmes recobertos com amido, gelatina, sorbitol e extrato de *T. riparia* provocou variação na luminosidade dos morangos. Durante o armazenamento observou-se uma redução significativa da luminosidade tanto para o tratamento testemunha quanto para as amostras que receberam a adição de extrato de *T. riparia*. Outros autores relataram diminuição no valor L^* (VARGAS et al., 2006; RIBEIRO et al., 2007; HERNANDEZ-

MUÑOZ et al. 2008) de amostras não cobertas e cobertas com quitosana e cálcio durante uma semana de armazenamento a 10°C. As mudanças nas propriedades de reflexão da superfície de um fruto com cobertura principalmente com a presença de amido, podem provocar essa diminuição na luminosidade. (JACOMETI, 2003).

A cordenada a^* , conforme observa-se na tabela 7, demonstra que, houveram diferenças significativas entre os tratamentos ($F_{3,47}=15.23$; $p<0.001$) e entre os dias de estudo ($F_{5,47}=14.83$; $p<0.001$). O teste de Tukey evidenciou que as diferenças ocorreram principalmente entre os tratamentos média concentração e os tratamentos testemunha e apenas biofilme. Já para os dias, o teste de Tukey revelou diferenças entre os dias 10 e os dias 0, 2, 4 e 6, entre os dias 8 e 0 e 2, entre os dias 6 e 2 e entre os dias 4 e 2.

A redução do valor de a^* durante o armazenamento pode ser atribuída ao aumento na taxa respiratória e processos enzimáticos que levam à perda de qualidade do fruto, envolvendo o escurecimento, entre outros (DEL-VALLE et al., 2005). Ainda para este parâmetro observa-se que no dia 2, houve um aumento significativo e este segundo Chitarra e Chitarra (2005), deve-se principalmente devido a mudança de dois pigmentos, decréscimo de clorofila e aumento de antocianinas.

Para o parâmetro " b", houveram diferenças significativas entre os tratamentos ($F_{3,47}=16.89$; $p<0.001$) e entre os dias de estudo ($F_{5,47}=13.61$; $p<0.001$). O teste de Tukey evidenciou que as diferenças ocorreram principalmente entre os tratamentos média concentração e os tratamentos testemunha e apenas biofilme, bem como para os tratamentos alta concentração e os tratamentos testemunha e média concentração. Já para os dias, o teste de Tukey revelou diferenças entre os dias 10 e os dias 0, 2, 4 e 6 e entre os dias 2 e 0, 4, 6, 8 e 10.

A manutenção da cor dos frutos é de extrema importância durante seu armazenamento, porém ao adicionar agentes antimicrobiano como por exemplo o extrato de *T. riparia*, pode-se alterar a coloração do fruto. Sautter (2008) relata que a adição de cálcio e vitamina E na cobertura de quitosana ocasionou mudança sua coloração, obtendo-se coberturas mais amareladas e menos transparentes quando da adição dessa vitamina.

Tabela 7: Valores médios de colorimetria índices L, delta E (ΔE) e Hue em morangos protegidos com filmes biodegradáveis após 10 dias de estocagem em temperatura e umidade de geladeira.

Parâmetros analisados	Tratamento	Dias de armazenamento					
		Dia 0	Dia 2	Dia 4	Dia 6	Dia 8	Dia 10
Hue	Testemunha	0.63±0.06 ^{aD}	0.6±0 ^{aD}	0.62±0.02 ^{aD}	0.62±0.02 ^{aD}	0.60±0.1 ^{aD}	0.67±0.03 ^{aD}
	Só filme	0.58±0.01 ^{aD}	0.63±0.05 ^{aD}	0.91±0.08 ^{aD}	0.73±0.2 ^{aD}	0.55±0 ^{aD}	0.43±0.03 ^{aD}
	Média inibição	0.69±0.05 ^{aD}	0.79±0.02 ^{aD}	0.81±0.01 ^{aD}	0.75±0.02 ^{aD}	0.68±0.01 ^{aD}	0.65±0.02 ^{aD}
	Alta inibição	0.79±0.11 ^{aD}	0.88±0.02 ^{aD}	0.61±0.03 ^{aD}	0.66±0.09 ^{aD}	0.82±0.18 ^{aD}	0.7±0.02 ^{aD}
Delta E	Testemunha		12.74±0.33 ^{aDE}	4.22±1.38 ^{aD}	6.67±0.02 ^{aDE}	16.16±0.09 ^{aE}	22±0.04 ^{aE}
	Só filme		7.39±0.73 ^{aDE}	14.73±0.33 ^{aD}	30.49±0.59 ^{aDE}	29.35±1.36 ^{aE}	44.53±1.32 ^{aE}
	Média inibição		39.75±0.43 ^{aDE}	4.75±0.15 ^{aD}	7.06±1.62 ^{aDE}	11.8±1.03 ^{aE}	18.38±0.11 ^{aE}
	Alta inibição		8.49±0.51 ^{aDE}	5.52±0.55 ^{aD}	19.47±0.91 ^{aDE}	20.08±0.2 ^{aE}	15.68±0.41 ^{aE}
L	Testemunha	28.06±0.72 ^{aD}	39.93±0.74 ^{bE}	25.64±1.58 ^{aD}	21.63±0.9 ^{aD}	13.54±0.77 ^{aF}	9.31±0.84 ^{aF}
	Só filme	34.09±1.7 ^{bD}	32.51±2.22 ^{aD}	25.22±1.73 ^{aE}	12.11±1.69 ^{bF}	18.07±2.5 ^{bFG}	5.63±0.01 ^{aG}
	Média inibição	34.02±2.75 ^{bD}	51.23±1.88 ^{cE}	34.22±2.23 ^{bD}	30.49±0.5 ^{cDF}	24.85±0.96 ^{cFG}	19.44±0.39 ^{bG}
	Alta inibição	38.09±1.93 ^{cD}	39.14±0.24 ^{bD}	39.47±0.23 ^{bD}	19.9±2.34 ^{aE}	22.11±0.72 ^{bEF}	28.18±0.45 ^{bF}
a	Testemunha	18.51±1.42 ^{acDE}	21.98±0 ^{acD}	21.13±0.77 ^{acDE}	17.71±0.53 ^{acEF}	12.72±1.23 ^{acFG}	8.67±0.62 ^{acG}
	Só filme	35.07±1.98 ^{acDE}	30.57±1.01 ^{acD}	23.88±0.12 ^{acDE}	18.7±0.43 ^{acEF}	17.88±1.68 ^{acFG}	5.59±1.79 ^{acG}
	Média inibição	27.71±1.76 ^{bDE}	53.43±2.24 ^{bD}	27.95±1.68 ^{bDE}	30.19±2.7 ^{bEF}	25.39±0.19 ^{bFG}	22.29±0.15 ^{bG}
	Alta inibição	24.45±0.54 ^{cDE}	29.35±1.27 ^{cD}	26.06±0.89 ^{cDE}	20.63±1.36 ^{cEF}	17.05±1.06 ^{cFG}	17.55±0.35 ^{cG}
b	Testemunha	11.77±0.31 ^{aD}	13.32±0 ^{aE}	13.31±0.96 ^{aD}	11.09±0.84 ^{aD}	7.62±0.59 ^{aDF}	5.87±0.72 ^{aF}
	Só filme	20.61±1.85 ^{acD}	19.33±2.21 ^{acE}	21.76±1.91 ^{acD}	15.28±1.43 ^{acD}	9.84±1.06 ^{acDF}	5.42±0.61 ^{acF}
	Média inibição	19.31±0.41 ^{bD}	42.68±0.63 ^{bE}	22.66±1.73 ^{bD}	22.91±1.38 ^{bD}	17.29±0.43 ^{bDF}	14.54±0.73 ^{bF}
	Alta inibição	19.5±2.26 ^{cD}	26.04±0.5 ^{cE}	15.98±0.25 ^{cD}	13.83±2.77 ^{cD}	14.03±2.24 ^{cDF}	12.37±0.1 ^{cF}

Valores com letras iguais não diferem estatisticamente. Letras minúsculas representam diferenças no tratamento e letras maiúsculas representam diferenças nos dias. Valor de significância $\alpha=0.05$. Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente a 5% de probabilidade pela análise de variância ANOVA um critério teste t (LSD). Filmes de amido sem o extrato (FA), Média Inibição de extrato de *Tetradenia riparia* (FAMA) e Alta inibição de extrato de *Tetradenia riparia* (FAAI).

9 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

O resultado da análise microbiológica, contendo o número de unidades formadoras de colônia, encontra-se na Tabela 8. Observa-se a redução da formação de unidades formadoras de colônias nos tratamentos que receberam recobrimento com agentes microbianos. Para Denardin (2009) a modificação dos amidos confere melhoria nas suas características de cozimento (gomificação), aumentando a sua estabilidade e adesividade além de melhorar a textura das pastas ou géis e a formação de filmes oriundos dos mesmos.

Há diferenças significativas no número de unidades formadoras de colônias (UFC/g) submetidas aos diferentes tratamentos, ao longo do experimento (Interação significativa) ($F_{3,6} = 105.90$; $p < 0.05$).

Através dos dados apresentados na tabela 8, pode-se verificar que as diferenças foram significativas. O tratamento testemunha diferiu estatisticamente com os demais tratamentos no dia 0, este dia marcou o início do experimento.

Tabela 8: Análise microbiológica com número de unidades formadoras de colônias (UFC/g) de frutos de morangos recobertos com diferentes biofilmes e armazenados por 10 dias.

	Testemunha	Filme	Média inibição de extrato (1000µg/ml)	Alta inibição de extrato (500µg/ml)
0 dia	3177±518 ^{abc}	800±130 ^{abc}	489±79 ^{ac}	324±52 ^c
5º dia	23195±5359 ^{ab}	15127±3495 ^{abc}	342±79 ^c	423±97 ^{ac}
10º dia	186052±51294 ^b	20174±5562 ^{ab}	840±231 ^{abc}	414±114 ^{ac}

Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente a 5% de probabilidade pela análise de variância ANOVA um critério teste t (LSD) Letras diferentes possuem médias significativamente diferentes ($p < 0.05$).

Observa-se que mesmo os frutos sendo lavados e higienizados houve a formação de colônias, sendo que a testemunha foi aquela com maior índice, e o menor índice de formação foi o tratamento com alta inibição de extrato (500 µg/ml), ou seja, uma menor concentração do extrato já demonstrou-se suficiente para inibir a presença destes microrganismos.

Para o 5º dia de experimento observa-se resultados contrários, onde o tratamento com média inibição de extrato foi o mais eficiente não diferindo

estatisticamente do tratamento com alta inibição de extrato de *T. riparia*, ambos formaram menos colônias de microrganismos.

Para o último dia de experimento, ou seja 10º dia, o tratamento que apresentou-se de forma mais eficiente foi a alta inibição de extrato, ou seja, com um MIC (minimal inhibitory concentration) de 500µg/ml já foi suficiente para inibir o crescimento de microrganismos.

Segundo Matei et al (2013), analisando propriedades físicas e antimicrobianas de filmes a base de amido contendo óleo essencial de *Tetradenia riparia* (hochst.) codd.e *rosmarinus officinalis* L. – lamiaceae, observaram que o óleo essencial de *T. riparia* foi capaz de inibir o micro-organismo *S. aureus*, apresentando valor médio de halo igual a 20 mm.

No que diz respeito a análise visual dos frutos, pode-se verificar nas figuras (27, 28, 29, 30) que não houve crescimento de fungos com excessão do tratamento testemunha, que ao final do 10º dia de armazenamento apresentava sinais evidentes do crescimento de micélio em todos os frutos deste tratamento.

Nos demais tratamentos não foi constatado a presença de sinais de fungos, este resultado é de extrema importância pois demonstra a eficácia do filme e do extrato de *T. riparia* com potencial antimicrobiano e antifúngico que foi utilizado.



Figura 27: Testemunha



Figura 28: Só Filme



Figura 29: FAMI



Figura 30: FAAl

10. ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Os morangos recobertos com biofilme contendo o extrato de *T. riparia*, apresentaram maior atividade antioxidante pelo método de DPPH para o primeiro dia de armazenamento. Nesta condição, o IC_{50} para os morangos sem biofilme foi de 331,59 mg/ mL. Já os morangos recobertos com o biofilme adicionado de extrato apresentou IC_{50} de 160,05 e 179,76 mg/mL, respectivamente (Tabela 9).

A maior atividade antioxidante para os frutos recobertos com o biofilme adicionado de extrato pode estar relacionada a ação antioxidante presente na planta de *T. riparia*. Os principais compostos identificados nesta planta com ação antioxidante são vitaminas C, E, flavonoides, carotenoides (POOL-ZOBEL et al., 1997).

Os flavonoides atuam reagindo com os radicais livres ou como quelante dos metais (pró oxidantes). Sua atividade antioxidante é relacionada com a posição e o número de hidroxilas fenólicas presentes na molécula, sendo fenólicos com atividade antioxidante, antiinflamatória e anticancerígena. Esses compostos têm a capacidade de doar átomos de hidrogênio e portanto, inibir as reações em cadeia provocadas pelos radicais livres (Hartman e Shankel, 1990).

Assim, a atividade antioxidante do extrato das folhas de *T. riparia*, somou-se a ação antioxidante do morango reduzindo os valores de IC_{50} para o primeiro dia de armazenamento dos pseudofrutos.

Tabela 9: Concentração do morango que inibe (mg/mL) a 50% dos radicais livres de uma solução metanólica contendo 60 μ M do radical DPPH.

Morango	1 ^o dia de armazenamento	12 ^o dia de armazenamento
¹ Testemunha*	331,59 \pm 12,24 ^a	72,63 \pm 2,65 ^f
² Só filme	248,00 \pm 8,73 ^b	102,01 \pm 1,44 ^e
³ FAAI	160,05 \pm 12,25 ^c	81,33 \pm 7,025 ^f
⁴ FAMI	179,76 \pm 10,05 ^c	75,58 \pm 1,36 ^f

*¹ A amostra testemunha foram morangos sem recobrimento de biofilme mantidos nas mesmas condições experimentais; ² a amostra biofilme foram morangos recobertos com biofilme a base de amido de mandioca nativo, gelatina e sorbitol; ³ a amostra foram morangos recobertos com o biofilme e adicionado de 500 μ g/L de extrato das folhas de *Tetradenia riparia*; ⁴ a amostra foram morangos recobertos com biofilme e adicionado 1000 μ g/L de extrato das folhas de *Tetradenia riparia*.

A maior atividade antioxidante para os frutos recobertos com o biofilme adicionado de extrato pode estar relacionada a ação antioxidante presente na planta. Os principais compostos identificados nesta planta com ação antioxidante são vitaminas C, E, flavonoides, carotenoides (POOL-ZOBEL et al., 1997).

Após 12 dias de armazenamento houve aumento da atividade antioxidante para todos os tratamentos (Tabela 9). Para o controle sem o biofilme o valor de IC₅₀ foi de 331,59 mg/mL no início do armazenamento, para 72,63 mg/mL após 12 dias de armazenamento (Tabela 9). O aumento da atividade antioxidante pode estar relacionado ao amadurecimento dos frutos.

Para Trincherro et al., (1999) durante o processo de amadurecimento do morango ocorre o aumento da cor dos frutos com aumento dos teores de carotenoides e fenóis totais e redução de clorofilas totais. A atividade antioxidante (FERREYRA et al., 2007) pode ser atribuída a compostos que estão presentes durante o amadurecimento.

Para os morangos recobertos com biofilme ou biofilme adicionado de extratos de *T. riparia* apresentaram menor atividade antioxidante, apresentando IC₅₀ entre 102,006 e 75,58 mg/mL após 12 dias de armazenamento, indicando que o amadurecimento foi menor em relação aos morangos controle.

Segundo, Azeredo (2003) o biofilme quando usado como proteção mecânica, deve reduzir a atividade metabólica e retardar a senescência dos vegetais.

11. CONCLUSÕES

A produção de biofilmes formados por amido de mandioca nativo, gelatina e sorbitol pode ser realizada pelo método de *casting* e imersão. Tanto o amido como o agente antimicrobiano interagiram com o plastificante, influenciando em algumas propriedades dos filmes biodegradáveis. O agente antimicrobiano alterou os valores de opacidade dos filmes, solubilidade em água e ainda modificações na espessura destes filmes.

Estes filmes quando incorporado com extrato de *T. riparia*, caracterizaram biofilmes com baixa barreira à luz e a manutenção da umidade. Contudo, demonstram maior espessura, menor solubilidade, configurando biofilme com baixo transporte de água, comparado a biofilmes formados sem a adição do referido extrato.

A adição do extrato bruto de *Tetradenia riparia* promoveu uma menor capacidade de transmissão de vapor de água dos frutos para o meio exterior e isto fez com que os frutos aumentassem sua durabilidade em prateleira, tornando-se mais eficientes. O extrato incorporado proporcionou aos filmes uma característica de menor opacidade em contra partida tornou os mesmos mais espessos e com melhores propriedades mecânicas.

O filme formado com a adição de extrato de *T. riparia* foi o detentor das melhores características microbiológicas, ou seja, houve a redução da formação de unidades formadoras de colônias nos tratamentos que receberam recobrimento com agentes microbianos demonstrando mais uma vez a funcionalidade do extrato frente a microrganismos patogênicos. Diante disso, a concentração do extrato que se sobressaiu levando em consideração os resultados obtidos acima foi a média inibição, ou seja com 500µg/ml.

Os melhores resultados para os frutos indicaram um aumento de aproximadamente 4 dias de prateleira, no entanto, levando em consideração a porcentagem de perda de massa dos morangos, sendo que até 10% de perda é considerado próprio para o consumo, os filmes promoveram um aumento de um dia a mais de tempo prateleira, à temperatura e umidade ambientes.

Quanto à coloração filmes sem adição de antimicrobianos deixaram os frutos mais claros e brilhantes, conseqüentemente mais atraentes ao consumidor. No índice da variação de coloração, apenas os filmes com adição de agentes antimicrobianos

foram divergentes significativamente do grupo testemunha, podendo provocar alterações nas características visuais naturais do morango.

A proteção de frutos de morango com filmes biodegradáveis mostrou-se eficiente, a adição de agentes antimicrobianos ao filme, com o intuito de auxiliar no processo microbiológico no fruto, alterou as propriedades do filme, deixando o fruto com menor tempo, por outro lado, atuou de forma positiva, impediu a entrada de fungos e bactérias, visualmente e através de análises, mostrou-se eficiente quando comparado a testemunha.

O processo de amadurecimento dos morangos aumenta a atividade antioxidante do fruto. O uso de biofilmes reduz a atividade antioxidante do morango, provavelmente pelo retardo do processo de amadurecimento. A atividade antioxidante das folhas de *T. riparia* somou-se com a ação antioxidante do morango, o que pode fornecer uma embalagem biodegradável com ação antioxidante.

12. BIBLIOGRAFIA

AL-HASSAN, A. A.; NORZIAH, M. H. Starch-gelatin edible films: Water vapor permeability and mechanical properties as affected by plasticizers. **Food Hydrocolloids**, v. 26, n. 01, p. 108-117, jan. 2012.

ALMEIDA, M. D. biofilme de blenda de fécula de batata e celulose bacteriana na conservação de fruta minimamente processada. **Tese de Doutorado**. Curitiba 2010.

ALMEIDA, M. D; WOICIECHOWSKI, L. A; Wosiacki, G. Propriedades Físicas, Químicas e de Barreira em Filme Formados por Blenda de Celulose Bacteriana e Fécula de Batata. **Revista Polímeros**. Ciência e Tecnologia. vol.23, n.4, p.538-546, 2013. Disponível em:<
<http://www.revistapolimeros.org.br/doi/10.4322/polimeros.2013.038>> Acesso em : 12 de jun de 2016.

AMARO, F. S. Teores de licopeno e ácido ascórbico em morangos cv. Vila Nova produzidos em sistemas de cultivo orgânico e convencional. 2005. 103 f. Dissertação (**Mestrado em Fitotecnia**) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ANDRADE, R. S. G. de, DINIZ, M. C. T., NEVES, E. A. et al. Determinação e distribuição de ácido ascórbico em três frutos tropicais. **Eclética Química**, v.27, p.393-401, 2002. número especial.

ASSISTAT®. **Software Assistência Técnica**. Universidade Federal de Campina Grande. www.assistat.com Download em abril de 2016.

ASSIS, S. A. Produção e caracterização de biofilme de quitosana com envoltório protetor em morangos. **Dissertação de Mestrado**. Recife. 2009. 88p. Disponível em:<
http://repositorio.ufpe.br/bitstream/handle/123456789/8618/arquivo3939_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y> . Acesso em: 01 out de 2015.

ASSIS, O.B.G.; BRITO, D.; FORATO, L.A. 2009. O uso de biopolímeros como revestimentos comestíveis protetores para conservação de frutas in natura e minimamente processadas. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. São Carlos, Embrapa Instrumentação Agropecuária, 23 p.

ASTM. **Annual book of American Standard Testing Methods**. Standard E96. ed. Philadelphia: American Society for Testing and Materials, 2000.

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

AZEREDO, H.M.C. Películas comestíveis em frutas conservadas por métodos combinados potencial da aplicação. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.21, n.2, p.267-278, jul./dez. 2003.

BENDER, J. B.; PEZZI, E.; LEÃO, M. L. de; CASALI, M. E. Modified atmosphere storage of cv. Camarosa and cv. Verão strawberries. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, n. 2, p. 285-292, 2010.

BERTAN, L. C.; TANADA-PALMU, P. S.; SIANI, A. C.; GROSSO, C. R. F. Effect of fatty acids and 'Brazilian elemi' on composite films based on gelatin. **Food Hydrocolloids**, v. 19, p. 73–82, 2005.

BIANCHI, M. de L. P.; ANTUNES, L. M. G. Free radicals and the main dietary antioxidants. **Rev. Nutr.** vol. 12 no. 2 Campinas May/Aug. 1999. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52731999000200001>.

BLUM, J.; HOFFMANN, F.B.; AYUB, R.A.; JUNG, D.L.; MALGARIM, M.B. 2008. Uso de cera na conservação pós-colheita do caqui cv. Giombo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 30(3):830-833. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452008000300046>

BRAGA, D. O. Qualidade pós-colheita de morangos orgânicos tratados com óleos essenciais na pré-colheita. 2012. 75 f. **Dissertação (Mestrado)** - Curso de Ciência do Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

CALEGARO, J. M.; PEZZI, E.; BENDER, R. J. 1. Utilização de atmosfera modificada na conservação de morangos em pós-colheita. **Pesq. Agropec. Bras.** Brasília, v. 37, n. 8, p. 1049-1055, ago. 2002

CALVO, C.; DURÁN, L. Propiedades Físicas II – Ópticas y color. In: 122 CITED - Instituto Politécnico Nacional. **Temas en Tecnología de alimentos**, v. 1. Mexico, Ed: José Miguel Aguilera, v. 1, 1997. Disponível em: acesso em 26 jul. 2016.

CANTILANO, F. F. R. et al. Qualidade físico-química e sensorial de cultivares de morango durante o armazenamento refrigerado. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 75**. ISSN 1981-5980 Outubro, 2008, Versão On line.

CARDOSO, P. C.; TOMAZINI, A. P. B.; STRINGHETA, P. C.; RIBEIRO, S. M. R.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.. (2011). Vitamin C and carotenoids in organic and conventional fruits grown in Brazil. *Food Chemistry*, 126, 411-416.

CHANDLER, C.K.; LEGARD, D.E.; CROCKER, T.E.; SIMS, C.A. 'Strawberry Festival' strawberry. *HortScience*, v. 35, n. 7, p. 1366- 1367, 2000.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós colheita de frutas e hortaliças: Fisiologia e Manuseio**, 2a edição. Lavras: Ver. E ampl. UFLA, 2005, 785 p.

CHO, S. Y.; PARK, J-W.; BATT, H. P.; THOMAS, R. L. **Edible films made from membrane processed soy protein concentrates**. *Swiss Society of Food Science and Technology*, v. 40, p. 418-423, 2007.

COLLA, E.; SOBRAL, P. J.; MENEGALLI, F. C. Effect of composite edible coating from *Amaranthus Cruentus* flour and stearic acid on refrigerated strawberry (*Fragaria ananassa*) quality. **Latin American Applied Research**, v.36, p.249–254, 2006.

COMA, V. A review: Bioactive packaging technologies for extended shelf life of meat-based products. **Meat Science**, vol. 78, p. 90–103, 2008

CONTI, J. H.; MINAMI, K.; TAVARES, F. C. A. 3. Produção e qualidade de frutos de diferentes cultivares de morangueiro em ensaios conduzidos em Atibaia e Piracicaba. **Hortic. Bras.**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 10-17, mar. 2002.

CONTI, J. H.; MINAMI, K.; TAVARES, F. C. A. Comparação de caracteres morfológicos e agrônômicos com moleculares em morangueiros cultivados no Brasil. **Revista Horticultura Brasileira**, v. 20, p. 419-423, 2002.

CORDENUNSI, B. R. et al. Influence of cultivar on quality parameters and chemical composition of strawberry fruits grown in Brazil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 9, p. 2581-2586, 2002

COSTA, B. F. Fisiologia e conservação de cultivares de morangos minimamente processados. **Tese de Mestrado**. Universidade Federal de Viçosa. MG. 2009. 114p.

DAVANÇO, T. Desenvolvimento e caracterização de biofilmes à base de gelatina, triacetina, ácido esteárico ou ácido caprótico e surfactantes. 2006. 130 f. Dissertação (**Mestrado em Alimentos e Nutrição**) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

DEL-VALLE, V.; MUÑOZ, P.H; GUARDA, A.; GALOTTO, M.J. Development of a cactasmucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life. **Food Chemistry**, v.91, n.4, p. 751-756, 2005.

DENARDIN, C. C.; SILVA, L. P. da. Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. **Ciência Rural**, vol.39, n. 3, p. 945-954, 2009.

DIAS, A. B.; **Desenvolvimento e caracterização de filmes biodegradáveis obtidos de amido e de farinha de arroz**. 2008. 103f. Dissertação (**Mestrado em Engenharia de Alimentos**)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

DONAZZOLO, J. et al. Utilização de filmes de polietileno de baixa densidade (PEBD) para prolongar a vida pós-colheita de morangos, cv. Oso Grande. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 27, n. 1, p. 165-172, jan./fev. 2003.

DOMINGOS, D.M. Efeito da radiação gama e embalagem na conservação de morangos 'Toyonoka'. Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal - SP, v. 30, n. 4, p. 1124-1128, 60 f. Dissertação (**Mestrado em Ciência dos Alimentos**) - Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

DOTTO, G.L.; GREVINELI, A.C.; OLIVEIRA, A.; PONS, G.; PINTO, L.A.A. 2008. Uso de quitosana como filme microbiológico para o aumento da vida útil de mamões papaia. In: **XVII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA; X ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO**, 2008, Rio Grande, 2008. Anais. Rio Grande, Universidade Federal de Rio Grande, p. 35-38.

DURANGO, A. M.; SOARES, N. F. F.; ANDRADE, N. J. Microbiological evaluation of an edible antimicrobial coating on minimally processed carrots. **Food Control**, v. 17, p. 336-341, 2006.

EMBRAPA. **Manuseio pós-colheita de morangos**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 36 p., 2010

EMBRAPA –EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Perda pós colheita de frutas e hortaliças – **Fórum Agronegócios da UNICAMP** – Qualidade e Segurança de Alimentos Mesa Redonda Qual o Tamanho do Desperdício. Disponível em:

<http://www.unicamp.br/nepa/downloads/PerdasPosColheitasFrutaseHortalicas.pdf?PHPSESS ID=defc66558fbc32f4868a44a34af40a43>> Acesso em 29/10/2015

FAKHOURI, F. M.; FONTES, L. C. B.; GONÇALVES, P. V. 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. **Revista Ciência e Tecnologia Alimentar**, v. 27, n. 2, p. 369-375, 2007.

FARLEY, P. et al. Mechanical properties and water vapor permeability of edible films from whey protein isolate and N-ethylmaleimide or cysteine. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 44, n. 12, p. 3789- 3792, 1996.

FERREYRA, R.M.; VINÃ, S.Z.; MUGRIDGE, A.; CHAVES, A.R. Growth and ripening season effects on antioxidant capacity of strawberry cultivar Selva. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.112, n.1, p.27-32, 2007.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, MG: UFV. 2008. 421 p.

FISCHER, K.; PHILLIPS, C. Potential antimicrobial uses of essential oils in food: is citrus the answer. **Trends in Food Science & Technology**, v. 19, p. 156-164, 2008.

FRANCO, J. M proteção de morangos minimamente processados em pós colheita utilizando filmes biodegradáveis. **Dissertação de Mestrado**. Unipar, Umuarama, 2011.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**, 2ed. São Paulo, Atheneu,2007.

FRANÇOSO, I. L. T. et al. Alterações físico-químicas em morangos (*Fragaria anassa* Duch.) Irradiados e armazenados. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** Campinas, v. 28, n. 3, p. 614-619, jul.-set. 2008.

GABAS, V.G.S.; CAVALCANTI, O.A. Influência da adição de goma arábica em filmes isolados de polímero acrílico. Estudo das propriedades de intumescimento e de permeabilidade. **Rev. Bras. Ciên. Farm.**, São Paulo, v.39, n.4, p. 441-448, 2003.

GARCIA, L. C. Aplicação de coberturas comestíveis em morangos minimamente processados. **Dissertação**. 2009. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

GODOI, R. DOS S. Produtividade e qualidade do morangueiro em sistemas fechados de cultivo sem solo. (2008). 55 f. **Dissertações (Mestrado em Agronomia)** – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

GOMES, P.M de A., FIGUEIREDO,, R.M.F., QUEIROZ, A.J. de M. Caracterização de isotermas de adsorção de umidade da polpa de acrola em pó. **Revista Brasileira de Produtos agroindustriais**, Campina Grande, v.4 , n.2, p. 157-165, 2002.

GONTARD, N.; DUCHEZ, C.; CUQ, J-L.; GUILBERT, S. Edible composite films of wheat and lipids: Water vapour permeability and other physical properties. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 29,p. 39–50, 1994.

HAN, C.; ZHAO, Y., LEONARD, S.W., TRABER, M.G. Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fragaria x*

ananassa) and raspberries (*Rubus ideaus*). **Postharvest Biology and Technology**, v. 33, p.67-78, 2004.

HARTMAN, P.E., SHANKEL, D.M. Antimutagens and anticarcinogens: a survey of putative interceptor molecules. **Environmental and Molecular Mutagenesis**, New York, v.15, n.3, p.145-182, 1990.

HERNANDEZ-MUÑOZ, P.; ALMENAR, E.; DEL-VALLE, V.; VELEZ, D.; GAVARA, R. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria ananassa*) quality during refrigerated storage. **Food Chemistry**, v.110, p.428–435, 2008.

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P.; SARMENTO, S. B. S. Características físicas de filmes biodegradáveis produzidos a partir de amidos modificados de mandioca. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 231-240, 2008.

HORN, M. M. Blendas e filmes de quitosa/amido: estudo da influência da adição de polióis, oxidação do amido e razão amilose/amilopectina nas suas propriedades. Tese (**Doutorado em Química**) – Instituto de Química de São Carlos – Universidade de São Paulo – São Carlos, 2012. 147 p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**, v.1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3.ed. São Paulo: IMESP, 1985.

ITAKO, A.; SCHWAN-ESTRADA, C. R.F.; TOLENTINO, J. J. B. ; STANGARLIN, R. J. ; Atividade antifúngica e proteção do tomateiro por extratos de plantas medicinais. **Tropical Plant Pathology**, vol. 33, 3, 241-244 (2008).

JACOMETTI, G. A.; MENEGHEL, R. F. A.; YAMASHITA, F. Aplicação de revestimentos comestíveis em pêssego (*prunus persica*). **Ciência e Tecnologia Alimentos**, v.23, n.1, p.95-100, jan.-abr. 2003.

JUNIOR, E.B.; MONARIM, M.M.S.; CAMARGO, M.; MAHL, C.E.A.; SIMÕES, M.R.; SILVA, C.F. 2010. Efeito de diferentes biopolímeros no revestimento de mamão (*Carica papaya* L) minimamente processado. **Revista Varia Scientia Agrárias**, 1(1):131-142.

KADER, A. A. Quality and its maintenance in relation to the postharvest physiology of strawberry. In LUBY JJ; DALE A (eds). **The strawberry into the 21st century**. Portland: Timber Press. p. 145-152.1991

KLUGE, R. A. et al. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. Livraria e Editora Rural. 2 ed. Campinas, 2002. 214p.

KUHN, OJ, PORTZ, RL, STANGARLIN, J.R, Del Águila RM, Schwan-Estrada KRF, Franzener G (2006) Efeito do extrato aquoso de cúrcuma (*Curcuma longa*) em *Xanthomonas axonopodis* pv. *Manihotis*. **Semina: Ciência Agrária** 27:13-20.

LIU, D. C.; TSAU, R.-T.; LIN, Y.-C.; JAN, S.-S.; TAN, F.-J. Effect of various levels of rosemary or Chinese mahogany on the quality of fresh chicken sausage during refrigerated storage. **Food Chemistry**, vol. 117, p. 106-113, 2009.

LÓPEZ-DE-DICASTILLO, C.; GÓMEZ-ESTACA, J.; CATALÁ, R.; GAVARA, R.; PILAR HERNÁNDEZ-MUÑOZ, P. Active antioxidant packaging films: Development and effect on lipid stability of brined sardines. **Food Chemistry**, vol. 131, p. 1376–1384, 2012.

MACIEL, M.I.S.; LIMA, V.L.A.G. de; SANTOS, E.S. dos & LIMA, M. da S. (2004). Effects of biofilm and refrigeration on acerola postharvest conservation. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, vol.26, n.1, p. 168-170

MADAIL, J. C. M. A economia do morango. Embrapa Clima Temperado. **Anais de Palestras e Resumos do IV Simpósio Nacional do Morango e III Encontro de Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008.

MAFTOONAZAD, N.; RAMASWAMY, H. S.; MOALÉMIYAN, M.; KUSHALAPPA, A. C. Effect of pectin-based edible emulsion coating on changes in quality of avocado exposed to *Lasiodiplodia theobromae* infection. **Carbohydrate Polymers**, v. 68, p. 341-349, 2007

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

MALI, S., KARAM, L. B, RAMOS, L. P.; GROSSMANN, M. V. E. Relationships among the composition and physicochemical properties of starches with the characteristics of their films. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 52, n. 25, p. 7720-7725, 2004b.

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

MALI, S., SAKANAKA, L. S., YAMASHITA, F., GROSSMANN, M. V. E. "Water sorption and mechanical properties of cassava starch films and their relation to pasticizing effect". **Carbohydrate polymer**, n. 60, v. 1, p. 283-289. 2005.

MATTEI, D. et al. Análises das propriedades físicas e antimicrobianas de filmes à base de amido contendo óleo essencial de *Tetradenia riparia* (Hochst.) Codd e *Rosmarinus officinalis* L. - LAMIACEAE. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da Unipar**, Umuarama, v. 16, n. 2, p. 129-136, 2013.

MAZARO, S. M.; DESCHAMPS, C.; MIO, L. L. M.; BIASI, L. A.; GOUVEA, A.; SAUTTER, C. K. Comportamento pós colheita de frutos de morangueiro após a aplicação pré-colheita de quitosana e acibenzolar – S- metil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n.1, p. 185-190, 2008.

MENEGUEL, R. F. A.; BENASSI, M. T.; YAMASHITA, F. Revestimento comestível de alginato de sódio para frutos de amora-preta (*Rubus ulmifolius*). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 609-618, 2008.

MIGUEL, M.G. Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Essential Oils: A Short Review. *Molecules*, vol. 15, p. 9252-9287, 2010.

MINOLTA C. **Precise color communication**: color control from feeling to instrumentation. New Jersey, 49 p. 1994.

MORAES, I.V.M. de. Morango processado minimamente e conservado sob refrigeração e atmosfera controlada. 2005. 98 p. Dissertação (**Mestrado em Engenharia Agrícola**) – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, 2005.

MORAES, I. V. M.; CENCI, S. A.; BENEDETTI, B. C.; MAMEDE, A. M. G. N; SOARES, A. G.; BARBOZA, H. T. G. Physical and chemical characteristics of minimally processed strawberries stored under refrigeration and controlled atmospheres. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.2, p. 274-281, 2008.

MURATORE, G.; DEL NOBILE, M. A.; BUONOCORE, G. G.; LANZA, C. M.; NICOLOSI ASMUNDO, C. The influence of using biodegradable packaging films on the quality decay kinetic of plum tomato (PomodoroDatterino®). **Journal of Food Engineering**, v. 67, p. 393-399, 2005.

NEVES, L. **Manual de pos colheita de fruticultura Brasileira**. Ed. EdueL. 2009. Londrina. Pr.494p

NIELSEN, T.; LEUFVÉN, A. The effect of modifi. atmosphere packaging on the quality of Honeoye and Korona strawberries. **Food Chem.**, v. 107, n. 3, p. 1053-1063, Apr. 2008.

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

OLIVEIRA, A. N. E; SANTOS, C. D. **Tecnologia e processamento de frutos e Hortaliças**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. 234 p.; il. Color. 2015.

PELLISSARI, F. M. Produção e caracterização de filmes de amido de mandioca, quitosana e glicerol com incorporação de óleo essencial de orégano. Dissertação (**Mestrado em Ciência de Alimentos**) – Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009. 124 p.

PELLISSARI, F. M. et al. Antimicrobial, mechanical, and barrier properties of cassava starch-chitosan films incorporated with oregano essential oil. **J. Agric. Food Chem.**, v. 57, n. 16, p. 7499-7504, jul. 2009.

PELAYO, C.; EBELER, A.E.; KADER, A.A. Postharvest life and flavor quality of three strawberry cultivars kept at 5°C in air or air + 20KPa CO₂. **Postharvest Biology and Technology**, v. 27, p. 171-183, 2003

PETRIKOSKI, A. P. Elaboração de biofilmes de fécula de mandioca e avaliação do seu uso na imobilização de caulinita intercalada com ureia. (**Dissertação de Mestrado**). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco. 2013. 131 f

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

POOL-ZOBEL, B. L.; BUB, A.; MÜLLER, H.; WOLLOWSKI, I.; RECHKEMMER, G. **Consumption of vegetables reduces genetic damage in humans: first results of a human intervention trial with carotenoid rich foods.** *Carcinogenesis*, New York, v.18, n.9, p.1847-1850, 1997.

PORTELA, I. P.; PEIL, R. M. N.; ROMBALDI, C. V. Efeito da concentração de nutrientes no crescimento, produtividade e qualidade de morangos em hidroponia. **Horticultura Brasileira**, 30 (2), 266-273. 2012.

PREGNOLATTO, W. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químico-físicos para análise de alimentos.** 3 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. v. 2.

PRESTES, O. M. P.; ASCHIERI, 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.** *B.CEPPA*, Curitiba, v. 29, n. 1, p. 21-32, jan./jun. 2011.

PUYVELDE, L. V; LEFEBVRE, R , MUGABO, P , DE KIMPE, P, SCHAMP, N. **Active Principles of Tetradenia riparia; II. Antispasmodic Activity of 8 (14) ,15-Sandaracopimaradiene-7a, 18-diol.** *Planta medica* 1987.p 156-158.

RADMANN, E. B.; BIANCHI, V. J.; OLIVEIRA, R. 18. P.; FACHINELLO, J. C. Caracterização e diversidade genética de cultivares de morangueiro. **Hortic. Bras.** Brasília, v. 26, n. 1, p. 84-87, jan./mar. 2010.

REIS, K. C.; ELIAS, H. H. S.; ALVES, A. P.; SILVA, J. D.; LIMA, L. C. O. Efeito se diferentes sanificantes sobre a qualidade de morango cv. Oso grande. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 1, p. 196-202, 2008

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

RIGO, L. N. Desenvolvimento e caracterização de filmes comestíveis. Dissertação (**Mestrado em Engenharia de Alimentos**) – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões- URI, campus de Erechim, 2006. 130 p.

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

RUFINO, M. S.M. et al. **Comunicado técnico 127.** EMBRAPA, Agorindustrial Tropical Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Fruta pela Captura do Radical Livre DPPH. ISSN 1679-6535. Julho/2007. Fortaleza – CE.

SHI, P.; LI, Y.; ZHANG, L. Fabrication and property of chitosan film carrying ethyl cellulose microspheres. **Carbohydr Polymers**, Barking, v. 72, n. 3, p. 490-499, 2008.

SIGRIST, J. M. M.; BLEINROTH, E. W.; MORETTI, C. L. Manuseio pós colheita de frutas e hortaliças. **Embrapa Informações Tecnológicas – EMBRAPA Hortaliças**, cap. 5, 2002.

SILVA, M. C. R; SCHMIDT, V. C. R. Avaliação da vida-de-prateleira de morangos recobertos com biofilme de acetato de amido e acetato de amido com adição de sorbato de potássio. **Congresso Brasileiro de Engenharia Química.** 2015. Unicamp. Campinas, São Paulo. Disponível em: <

<http://pdf.blucher.com.br/chemicalengineeringproceedings/cobeqic2015/160-32593-248074.pdf>> Acesso em: 02 out de 2015.

SILVA, P. Qualidade de morangos cultivados e armazenados em temperatura ambiente. **Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras, UFLA, MG, 2007. 71 p.**

SILVA, W. A.; PEREIRA, J.; CARVALHO, C. W. P.; FERRUA, F. Q. Determinação da cor, imagem superficial topográfica e ângulo de contato de biofilmes de diferentes fontes de amido. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 1, p. 154-163, 2007.

SHIMAZU, A. A.; MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E. Efeitos plastificante e antiplastificante do glicerol e do sorbitol em filmes biodegradáveis de amido de mandioca. **Semina: Ciências Agrárias**, vol. 28, n. 1, p. 79-88, 2007.

SOUTO, R.F.; DURIGAN, J.F.; SOUZA, B.S. de; DONADON, J.; MENEGUCCI, J.L.P. Conservação pós-colheita de abacaxi 'Pérola' colhido no estágio de maturação "pintado" associando-se refrigeração e atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p.24-28, abr., 2004.

TEIXEIRA, B.; MARQUES, A.; RAMOS, C.; NENG, N.R.; NOGUEIRA, J.M.F.; SARAIVA, J.A.; NUNES, M.L. **Chemical composition and antibacterial and antioxidante properties of comercial essential oils**. *Industrial Crops and Products*, vol. 43, p. 587-595, 2013.

TOVAR, L.; SALAFRANCA, J.; SÁNCHEZ, C.; NERÍN, C. Migration studies to assess the safety in use of a new antioxidant active packaging. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, vol. 53, p. 5270-5275, 2005.

TRINCHERO, G.D; SOZZI, G.O.; CERRI, A.M.; VILELLA, F.; FRASCHINA, A. A. Ripening-related changes in ethylene production, respiration rate and cell-wall enzyme activity in goldenberry (*Physalis peruviana* L.), a solanaceous species. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.16, n.2, p.139-145, 1999.

VARGAS, M.; CHIRALT, A.; ALBORS, A.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C. Effect of chitosan-based edible coatings applied by vacuum impregnation on quality preservation of fresh-cut carrot. **Postharvest Biology and Technology**, v.51, p.263–271, 2009.

VICENTINI, N.M. Elaboração e caracterização de filmes comestíveis à base de fécula de mandioca para uso em pós-colheita. Tese (**Doutorado em Agronomia**) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Botucatu/SP, 2003. 198 p

VIEITES, R. L. et al. Conservação do morango 22. Armazenado em atmosfera modificada. **Semina: Ciênc. Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 243-252, abr./jun. 2006.

VIEIRA, M. G. A., Silva, M. A., Santos, L. O., Beppu, M. M. (2011) "Natural-based plasticizers and biopolymer films: A review". **European Polymer Journal**, v. 47, n. 1, p. 254 – 263.

VILLADIEGO, A.M.D.; Soares, N.F.F.; Andrade, N.J.; Puschmann, R.; Minim, V.P.R.; Cruz, R. (2005) Filmes e revestimentos comestíveis na conservação de produtos alimentícios. **Revista Ceres**, Viçosa, 53 (300): 221-244.

VIÑA, S. Z.; MUGRIDGE, A.; GARCÍA, M. A.; FERREYRA, R. M.; MARTINO, M. N.; CHAVES, A. R.; ZARITZKY, N. E. Effects of polyvinylchloride films and edible starch coatings on quality aspects of refrigerated Brussels sprouts. **Food Chemistry**, n. 103, p. 701709, 2007.

YAMASHITA, F.; NAKAGAWA, A.; VEIGA, G. F.; MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E. Filmes biodegradáveis para aplicação em frutas e hortaliças minimamente processadas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 8, n. 4, p. 335-343, 2005.

YANG, L.; PAULSON, A. T. Mechanical and water vapor properties of edible gellan films. **Food Research International**, Amsterdam, v. 33, n. 7, p. 563-570, 2000.

YANG, F. M.; LI, H. M.; LI, F.; XIN, Z. H.; ZHAO, L. Y.; ZHENG, Y. H.; HU, Q. H. Effect of nano-packing on preservation quality of fresh strawberry (*Fragaria ananassa* Duch. Cv. Fengxiang) during storage at 4° C. **Journal of Food Science**, v. 75, 236-240, 2010.

ZANEBON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª Edição 1ª Edição digital, São Paulo:versão eletrônica, 2008.

ZAVAREZE, E. R. et al. Filmes biodegradáveis à base de proteínas miofibrilares de pescado. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 53-57, 2012.

CAPÍTULO III

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do trabalho realizado é de extrema importância explicar que a produção de biofilme formado por amido de mandioca, gelatina, sorbitol e extrato de plantas medicinais como a *T. riparia*, se apresenta como promissor na aplicação do segmento de embalagens comestíveis, todavia, depende das características composicionais do fruto escolhido. No caso do morango, algumas características importantes como época de colheita, manejo nutricional e até a forma de produção, orgânica ou convencional, deve ser levada em consideração.

Outro fator importante é a questão de disponibilidade do fruto ou produto, quando se tratar de produção em larga escala, o filme deve ser realizado e aplicado no mesmo dia, caso contrário ocasionaria perda de produto (biofilme) e desperdício de capital.

Cabe ressaltar aqui que as combinações dos métodos para a preservação e aumento de vida de prateleira dos frutos tais como os processos de refrigeração, atmosfera controlada, são eficazes utilizados para aumentar a estabilidade física, química e microbiológica de tais produtos. Além disso, podem favorecer a aceitação do consumidor pela melhoria da aparência e manutenção de suas propriedades.

Contudo, há necessidade de pesquisas futuras envolvendo avaliações mais detalhadas e comparativas sobre as características sensoriais. Novas avaliações necessitam serem realizadas, novas formulações de filmes e novas concentrações de extratos devem ser pesquisadas.

SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

-Com relação:

a) Utilização de agentes antimicrobianos:

- Analisar o comportamento de outros extratos de plantas medicinais com poder de proteção a patógenos em geral.
- Verificar a influencia destes agentes nos filmes produzidos e em frutas.
- Testar outras dosagens (concentrações) de extratos.

b) Frutas

- Testar novas frutas que possuem reduzida vida pós colheita.

c) À produção e caracterização de biofilme:

- Avaliar novas concentrações e composições para a produção de biofilmes.
- Testar diferentes biofilmes em diferentes ambientes.

d) À aplicação de biofilme em frutas:

- Analisar a aplicação em outras variedades de morangos.
- Identificar e quantificar os compostos aromáticos liberados por morangos cobertos com biofilme.
- Comparar faixas de temperatura de armazenamento de morangos minimamente processados cobertos por biofilme.
- Quantificar a liberação de etileno por morangos cobertos com biofilme.
- Quantificacao de antocianinas totais.
- Verificar a eficiência de biofilme em morangos segundo os valores nutricionais.
- Verificar outras formas de aplicação (aspersão) de biofilme em morangos.
- Testar armazenamento sem refrigeração ou seja em temperatura ambiente.