

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO TECNOLOGIA EM ALIMENTOS
CAMPUS FRANCISCO BELTRÃO

ANDERSO LUIZ LORENÇO
KHAROLINE JESSICA PEREIRA LIMA DALLAGNOL

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL COM
ADIÇÃO DE ANTIFÚNGICOS NATURAIS PARA A PROTEÇÃO DE MORANGOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

FRANCISCO BELTRÃO

2017

ANDERSO LUIZ LORENÇO
KHAROLINE JESSICA PEREIRA LIMA DALLAGNOL

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL COM
ADIÇÃO DE ANTIFÚNGICOS NATURAIS PARA A PROTEÇÃO DE MORANGOS**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Roberto Novello

Co-orientadora: Profa. Dra. Ivane Benedetti Tonial

Co-orientador: Prof. Dr. Luciano Lucchetta

FRANCISCO BELTRÃO

2017

FOLHA DE APROVAÇÃO

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL COM ADIÇÃO DE ANTIFÚNGICOS NATURAIS PARA A PROTEÇÃO DE MORANGOS

Por

KHAROLINE JESSICA PEREIRA LIMA DALLAGNOL

ANDERSO LUIZ LORENÇO

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos, no Curso Superior de Tecnologia em Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

BANCA AVALIADORA

Prof. Dr. Luciano Lucchetta
(Co- orientador)
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR

Prof. Dra. Ivane Benedetti Tonial
(Co- orientadora)
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR

Prof. Dr. Claudio Roberto Novello
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR
(Orientador)

Prof. MS João Marchi
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR
(Coordenador do curso)

Francisco Beltrão, 20 junho de 2017

*Aos nossos pais Lima e mãe Kathya (in
memoriam) Leda e Antônio. Com todo
nosso amor, e gratidão por tudo que
fizeram por nós ao longo do tempo.
Amamos vocês!*

AGRADECIMENTO

No decorrer deste curso algumas pessoas estiveram ao meu lado, me ajudando e incentivando que buscasse a minha vitória. Agradeço em primeiro lugar a Deus, que me confortou e me deu forças para chegar onde eu estou. Agradeço também ao meu pai pela minha criação e pelos princípios que me ensinou e a minha amada irmã Karine pelo cuidado de mãe que teve comigo. Agradeço a linda esposa de meu pai que me ajudou nesses anos, principalmente na reta final da universidade.

Agradeço ao meu marido, pelas incansáveis noites de estudos que compartilhou comigo, mesmo estando cansado, sempre me esperou chegar da aula, obrigada pela compreensão em minhas ausências nos finais de semana, e por dedicar seu tempo livre em ficar ao meu lado, me ajudando a traduzir artigos, formatando, lendo trabalhos comigo. Amo você, obrigada. E ao nosso filho Isaac que nos acompanhava acordado em nossas noites em claro de estudo... Obrigada meu anjinho.

Agradeço também aos meus amigos, Ivonete e clerio que participaram desta etapa, foram sempre atenciosos e verdadeiros amigos, me ensinando a crescer como profissional e como pessoa. Ao meu amigo Lucas Nicola, por ter me incentivado todas as vezes que pensei em desistir, me ajudando e me escutando quando precisei, provando que amizades verdadeiras existem, te amo, Obrigada!

Agradeço a minha coordenadora do curso de Tecnologia em Alimentos Andréa Cátia Leal Badaró da Universidade tecnológica federal do Paraná, por ter me mostrado o caminho das obras científicas e por ter sido minha inspiração como profissional, Parabéns por ser essa professora maravilhosa e pela dedicação, presteza e competência que conduz sua profissão.

Sou grata, a todos os meus professores, desde o primeiro periodo, até o ultimo, meus orientadores de tcc, Claudio Roberto Novello, Luciano Lucchetta e Ivane Benedetti Tonial pela dedicação e ajuda neste trabalho, em especial a professora Ivane que sempre estava disposta a me ajudar, e por ser um exemplo de professora, obrigado a todos.

Agradeço as meus amigos que me acompanharam neste curso, Maria Eduarda, Cristina Dalmora, Anna Carolina Broch e Anderso Lorenço, por tornar esses anos os mais agradáveis, divertidos e inesquecíveis.

Kharoline J.P.Lima Dallagnol

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar a oportunidade de chegar onde eu queria e conseguir os meus objetivos.

Agradeço em especial a minha família, que sempre esta ao meu lado incentivando a não desistir dos meus objetivos. Obrigado a todos!

Agradeço a todos os meus amigos que me apoiarão e incentivaram durante o período acadêmico, principalmente me incentivando a não desistir todas as vezes que pensei.

Agradeço os amigos e colegas que fiz durante o período acadêmico, principalmente a minha amiga Kharoline e colega de TCC por dividir esta conquista. Obrigado por tudo!

Agradeço a todos os professores que participaram da minha formação acadêmica, por ensinar a crescer como profissional e principalmente como pessoa. Em especial a os professores orientadores, Claudio Roberto Novello, Ivane Benedetti Tonial e Luciano Lucchetta pela paciência, dedicação e ajuda neste trabalho, por serem exemplo de profissionais. Obrigado a todos!

Anderso Luiz Lorenço.

*"Que os vossos esforços desafiem as
impossibilidades, lembrai-vos de que as
grandes coisas do homem foram
conquistadas do que parecia impossível."*

(Charles Chaplin)

DALLAGNOL, Kharoline J.P.L; LORENÇO, Anderso Luiz. **Desenvolvimento e Avaliação de Revestimento Comestível com Adição de Antifúngicos Naturais para a Proteção de Morangos**. 58 p. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Francisco Beltrão. 2017.

RESUMO

O morango é um fruto altamente perecível por possuir alta taxa respiratória, grande sensibilidade ao clima e a danos mecânicos. Estes fatores associados a uma alta suscetibilidade ao ataque de patógenos, principalmente fungos, durante o cultivo e após a colheita, levam a perdas econômicas e de qualidade final do produto. Na expectativa de resolver parte desses problemas tem sido adotada a prática do uso indiscriminado de antifúngicos químicos, o que pode levar a contaminação residual do fruto e conseqüentemente, prejudicar quem o consome. Neste contexto ressaltasse a importância do desenvolvimento de técnicas para substituir o uso de fungicidas químicos os quais, em sua maioria, são nocivos à saúde. Objetivou-se com esse estudo testar, aplicar e avaliar revestimentos comestíveis adicionados de extrato bruto hidro alcoólico de babosa (*Aloe vera*), capim limão (*Cymbopogon citratus*) e gengibre (*Zingiber officinale*) em morangos, para controlar o desenvolvimento fúngico e aumentar a vida de prateleira após a colheita. Os revestimentos a serem aplicados no morango foram desenvolvidos a partir de quatro agentes filmogênicos: fécula de mandioca, goma xantana, amido de milho e amido pré-gelatinizado. Foi realizado o teste de solubilidade em água nos revestimentos produzidos a partir da técnica de “*casting*”, sendo a fécula de mandioca, por apresentar menor solubilidade, a selecionada para a continuidade do estudo. Para o teste de aplicação dos revestimentos foram utilizados morangos orgânicos da variedade camarosa, separados aleatoriamente em diversos grupos homogêneos. Os grupos de morangos foram adicionados separadamente nas soluções filmogênicas contendo os extratos das plantas, apenas fécula de mandioca e um grupo permaneceu sem tratamento para o controle. Os morangos foram higienizados e, com exceção do controle, imersos na solução filmogênica e drenados em telas. Após, foram colocados em estufa BOD com temperatura controlada a 25 °C por um período de sete dias, durante os quais realizou-se as análises físico-químicas periódicas de cor, perda de massa, sólidos solúveis, acidez e pH. Os resultados obtidos nas análises físico-químicas e quanto aos efeitos visíveis de infestação fúngica e aparência, revelaram que a película de fécula de mandioca se mostrou mais eficaz que o grupo controle, entretanto os grupos tratados com a película adicionada com os extratos não se mostraram mais efetivos que o controle, com exceção de algumas amostras tratadas com gengibre. Supõe-se que a baixa interação dos extratos com a fécula de mandioca levou a formação de fissuras na película após a aplicação no fruto o que poderia deixar a superfície do fruto suscetível ao ataque fúngico. O trabalho apresenta resultados que podem ser úteis em estudos posteriores que visem à otimização da utilização de fécula de mandioca adicionada de extratos vegetais na produção de películas comestíveis para a proteção de frutos.

Palavras-chave: morango, antifúngicos, revestimentos comestíveis, vida de prateleira.

DALLAGNOL, Kharoline J.P.L; LORENÇO, Anderso Luiz. **Development and Evaluation of Film with Addition of Natural Antifungals for the Protection of Strawberries**. 58 p. 2017. TCC (Graduation in Technology in Food) - Federal Technological University of Paraná - UTFPR. Francisco Beltrao. 2017.

ABSTRACT

The strawberry is a highly perishable fruit for possessing high respiratory rate, great sensitivity to climate and mechanical damage. These factors are associated with a high susceptibility to attack from pathogens, especially fungi, during cultivation and after harvest, leading to economic losses and final product quality. Hoping to solve these problems have been adopted the practice of indiscriminate use of antifungal chemicals, which can lead to residual contamination of fruit and consequently, harm who consumes. In this context stands out the importance of the development of techniques to replace the use of fungicides chemicals which, in your most, are harmful to one's health. The aim with this test, apply and evaluate edible coatings added to crude extract hydro-alcoholic of Aloe (*Aloe vera*), Lemongrass (*Cymbopogon citratus*) and Ginger (*Zingiber officinale*) in strawberries, to control fungal development and increase the shelf-life after harvest. The coatings to be applied on Strawberry were developed from four filmogenics agents: manioc starch, xanthan gum, corn starch and pregelatinized starch. The water solubility test in coatings produced from the casting technique, being the manioc starch, by offering lower solubility, selected for the continuity of the study. For the test for the application of coatings were used organic strawberries camarosa varieties, randomly divided into homogeneous groups. The strawberries were added separately in filmogenics solutions containing plant extracts only manioc starch and a group remained untreated for the control. The strawberries were sanitized and, except do control, immersed in the filmogenic solution and drained on screens. After that, were placed in an oven temperature controlled the BOD 25 °C for a period of seven days, during which took place as periodic physical-chemical analyses of CR, loss of mass, soluble solids, acidity and pH. The results obtained on the physico-chemical analyses and the visible effects of fungal infestation and appearance, revealed that manioc starch film proved more effective than the control group, however the groups treated with the film added with no extracts were more effective than the control, with the exception of some samples treated with ginger. It is assumed that the low interaction of extracts with manioc starch led to formation of cracks in the film after application in the fruit which could leave the surface of the fruit is susceptible to fungal attack. This work's results that might be useful in further studies aimed at optimizing the use of cassava starch in plant extracts in the production of edible films for protection. However will require new tests in order to better evaluate the in situ antifungal action of these plant extracts.

Key words: strawberry, evaluation, edible protective film, shelf life.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Morango	18
Figura 2: Morangueiros	19
Figura 3: Sintomas do mofo cinzento causado por <i>Botrytis cinerea</i>	24
Figura 4: Solubilidade em água dos revestimentos estudados.	38
Figura 5: Luminosidade nos morangos.	39
Figura 6: Variação de cor do verde ao vermelho.....	40
Figura 7: Variação de cor do azul ao amarelo.	40
Figura 8: Acidez titulável dos morangos.....	41
Figura 9: pH dos morangos.....	42
Figura 10: Sólidos Solúveis dos morangos.....	42
Figura 11: Perda de massa dos morangos.	43
Figura 12: Imagem digital das amostras dos morangos em triplicata no dia 1 de análise.....	45
Figura 13: Imagem digital das amostras dos morangos em triplicata no dia 2 de análise.....	46
Figura 14: Imagem digital das amostras dos morangos em triplicata no dia 4 de análise.....	48
Figura 15: Imagem digital das amostras dos morangos em triplicata no dia 7 de análise.....	49

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Equação da solubilidade em água.....	33
Equação 2: Equação de opacidade	35
Equação 3: Equação da perda de massa	35

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 JUSTIFICATIVA	16
3 OBJETIVO GERAL	17
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
4. REVISÃO DE LITERATURA	18
4.1 MORANGO	18
4.1.1 Qualidade do Morango	20
4.1.2 Principais doenças do morango	22
4.1.3 Mofo cinzento pós colheita	23
4.1.3.1 Agrotóxicos e controle biológico pós colheita	24
4.1.3.2 Soluções naturais e ecológicas no combate ao mofo cinzento pós colheita	25
4.2 COBERTURAS DE REVESTIMENTO	26
4.3 ANTIFÚNGICOS NATURAIS	28
4.3.1 Aloe vera	28
4.3.2 Cymbopogon citratus	29
4.3.3 Zingiber officinale	30
5. MATERIAIS E MÉTODOS	32
5.1 COLETAS DOS MORANGOS	32
5.2. PRODUÇÃO DOS FILMES	32
5.3. CARACTERIZAÇÃO DO FILME	33
5.3.1 Solubilidade em água	33
5.4 DESENVOLVIMENTO DOS EXTRATOS	33
5.4.1 Utilização dos filmes	34
5.4.2 Avaliação da aparência e incidência de <i>Botrytis cinerea</i> (mofo cinzento)	34
5.4.2.1 Análises físicas do fruto com filme comestível aplicados:	35
5.4.2.1.1 Cor	35
5.4.2.1.2 Perda de massa	35
5.5 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DOS MORANGOS APLICADOS DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL	36
5.5.1 pH	36
5.5.2 Acidez	36
5.5.3 Sólidos solúveis	36
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
6.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS E SOLUBILIDADE EM ÁGUA DOS BIOFILMES	37
6.2 COR	38
6.3 ACIDEZ	40
6.4 pH E SÓLIDOS SOLÚVEIS	41
6.5 PERDA DE MASSA	43
6.6 AVALIAÇÃO DA APARÊNCIA E INCIDÊNCIA VISÍVEL DE MOFO CINZENTO	44
7. CONCLUSÕES	51
8. REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

O morangueiro é uma hortaliça pertencente à família Rosaceae e gênero *Fragaria* é originário do Chile e América do Norte. Seu cultivo teve início na Europa após o século XIV para fins terapêuticos e ornamentais. Por possuir alta capacidade de adaptação tem vasta distribuição pelo mundo, alcançando uma produção mundial considerável, sendo seus maiores produtores os Estados Unidos da América (EUA), Espanha e Rússia. No Brasil é cultivado nas regiões de clima temperado e subtropical com produção voltada quase em sua totalidade para o consumo interno sendo que, cerca de 70% da produção é destinada ao consumo *in natura* (COSTA, 2014).

Embora a produção do morango no Brasil seja pequena, comparada com outros países, apresenta um crescente desenvolvimento. Caracteriza-se como uma produção predominantemente de agricultura familiar, tem um alto valor social e importância econômica. Trata-se, ainda, de excelente fonte de renda para pequenos produtores (PONCE et al., 2010).

A cada ano o mercado fica mais exigente e a procura por produtos mais saudáveis e atrativos faz com que empresários e colaboradores trabalhem juntos para assim aumentar a segurança e qualidade dos alimentos (GRAEBIN, 2012).

Um dos principais problemas atribuídos ao cultivo do morango é sua alta perecibilidade pós-colheita, causada principalmente pela podridão dos frutos ocasionada pela presença dos patógenos (fungos) *Rhizopus stolonifer*, *Penicillium digitatum* e *Botrytis cinerea*. Dentre estes se destaca o fungo *B. cinerea* mais conhecido como mofo cinzento, que se desenvolve em todas as partes da planta, podendo comprometer a fruta e planta (COSTA, 2014).

Para a realização do controle do mofo cinzento são usadas medidas fitossanitárias, fungicidas entre outras, mas alguns patógenos já estão apresentando resistência a esses produtos (COSTA, 2014). Deste fato advém a importância do desenvolvimento de técnicas para substituir o uso de fungicidas, os quais em sua maioria são nocivos à saúde.

Neste contexto, o presente estudo visa desenvolver, aplicar e avaliar revestimentos comestíveis adicionados de extrato bruto hidro alcoólico de babosa (*Aloe vera*), capim limão (*Cymbopogon citratus*) e gengibre (*Zingiber officinale*), em morangos para controlar o desenvolvimento fúngico e aumentar a vida de prateleira após a colheita.

2 JUSTIFICATIVA

Uma das principais causas das perdas do morangueiro é a incidência de doenças causadas por fungos, que atacam a muda e, na fase final da produção, os frutos. Além de perda econômica, essa infestação tem causado danos à qualidade do fruto, prejudicando seu consumo pela população.

Na tentativa de controlar fungos que atacam os frutos, em especial o *Botrytis cinerea*, atualmente utiliza-se antifúngicos químicos. O uso sistêmico destes antifúngicos sintéticos, muitas vezes em dosagens maior que a legalmente permitida, podem prejudicar a saúde do consumidor bem como gerar o aparecimento de fungos mais resistentes.

A proposta deste trabalho foi testar uma maneira alternativa menos agressiva de proteger o fruto da podridão causada principalmente por fungos, diminuindo a perda de produto e prolongando a sua vida de prateleira. Desenvolveu-se e avaliou-se um filme de revestimento empregando-se matérias primas naturais com a adição de extratos de plantas com atividade antifúngica reconhecida e relatada na literatura científica, com a finalidade de se obter um meio natural de controle da podridão do fruto. Dentre as plantas que reconhecidamente contêm princípios ativos com atividade antifúngica destacamos o capim limão (*Cymbopogon citratus*), gengibre (*Zingiber officinale*) e babosa (*Aloe vera*).

3 OBJETIVO GERAL

Desenvolver revestimentos comestíveis adicionados de extrato de gengibre, babosa e capim-limão para aplicação em morangos de forma a aumentar seu período de vida pós-colheita.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Testar diferentes biopolímeros na produção otimizada de um revestimento comestível (biofilme);
- Realizar teste de solubilidade em água nos revestimentos produzidos;
- Preparar extratos hidroalcoólicos de gengibre, babosa e capim limão;
- Incorporar os extratos obtidos no revestimento otimizado;
- Avaliar morangos quanto ao tempo de vida pós-colheita, desenvolvimento de fungos e podridão com e sem aplicação de revestimento;
- Comparar o período de vida pós-colheita de morangos com aplicação do revestimento com diferentes antifúngicos naturais e sem aplicação do revestimento;
- Identificar mediante avaliação visual o extrato que apresenta melhor resultado contra o desenvolvimento de fungos e podridão;
- Avaliar as características físicas (perda de massa, cor) e químicas (pH, acidez e sólidos solúveis) nos morangos com e sem a aplicação do filme;
- Identificar dentre os antifúngicos testados aquele que melhor protegeu o fruto.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 MORANGO

Diversas espécies, incluindo híbridos e cultivares, de plantas do gênero *Fragraria* L, são conhecidas como morangueiro, cujo fruto é o morango (Figura 1). O morangueiro pertencente à família Rosaceae, é uma planta herbácea perene, rasteira que pode atingir de 15 a 30 cm de altura. É cultivada anualmente em diferentes regiões do mundo, pois o fruto tem sabor e cor agradáveis o que o torna vastamente utilizado em dietas alimentares *in natura* ou processado (FONSECA, 2010).



Figura 1: Morango

Fonte: EMBRAPA (2011)

Esta planta possui caule curto, denominado coroa, com folhas do tipo composta podendo ser constituídas de três a cinco folíolos, sendo que cada um destes possui pecíolo principal dentro da coroa. Possui ainda sistema radicular fasciculado, com inúmeras raízes superficiais, e flores agrupadas em inflorescências do tipo cimeiras brancas ou róseas. Essas flores são hermafroditas, os pequenos

pontos pretos e duros, conhecidos como sementes, são na verdade os frutos do morangueiro, denominados aquênios e a porção carnosa comestível é na verdade o receptáculo da flor, engrossada após a fecundação dos óvulos (FONSECA, 2010).

Os morangueiros apresentam uma peculiaridade, possuem num único pé e ao mesmo tempo flores, frutos verdes e frutos maduros (Figura 2), o que, aliado ao intenso uso de agrotóxicos para controle de doenças e pragas, facilita o acúmulo de resíduos químicos. Esse fato, unido ao rápido amadurecimento e ao consumo do fruto sem descascar acentuam o problema para quem o ingere (DAROLT, 2008).



Figura 2: Morangueiros

Fonte: EMBRAPA (2011).

O Morango é uma fruta rica em vitamina C, ácido elágico, vitamina A, folatos, fibras solúveis e insolúveis. Todas essas substâncias são importantes para a manutenção de uma nutrição saudável e prevenção de doenças como constipação, diabete, escorbuto, aterosclerose, câncer, doenças cardiovasculares e oxidação lipídica por radicais livres (QUINATO, DEGÁSPARI, VILELA, 2007; MUSA et al., 2015).

Sua produção no Brasil é praticamente toda voltada para o mercado interno, sendo aproximadamente 70% destinado ao consumo do produto *in natura* e 30% ao

processamento, seja para produção de doces e geleias ou mesmo para produção com lácteos como iogurte, fato este que tem incrementado seu consumo e sua importância socioeconômica (FRANÇOSO et al., 2008; FONSECA, 2010). O morango apresenta alto teor de frutose e sacarose e baixo teor em carboidratos, apresentando ainda pouco valor calórico (COSTA, 2009).

Embora a produção do morango no Brasil seja pequena comparada com outros países como os EUA, esta tem crescido atualmente e figura como um dos segmentos da agricultura importante, pois se trata de uma cultura geralmente familiar, desenvolvida em pequenas propriedades, necessitando de muita mão-de-obra nas suas operações, gerando empregos diretos e indiretos na produção que pode ser destinada tanto ao mercado *in natura* bem como à industrialização (OTTO et al., 2009; FONSECA, 2010; PONCE et al., 2010).

Dado o crescimento de produção, o morango é uma fruta sensível ao clima, necessitando de muito cuidado em toda sua produção, desde o plantio até a sua distribuição. Para a redução de desperdício torna-se de fundamental importância o desenvolvimento de técnicas que permitam o transporte e o armazenamento desta fruta por períodos mais longos, pois em poucos dias as perdas podem atingir 40% (DONAZZOLO et al., 2003).

A colheita do morango é um processo muito delicado, em que, após a retirada e a seleção dos frutos, os mesmos são colocados em embalagens plásticas, sendo que novas embalagens estão sendo testadas para prolongar o período de comercialização (DAROLT, 2008).

Uma característica predominante do morango é sua alta perecibilidade no momento pós-colheita, podendo ser agravada com a podridão do fruto causada principalmente pelos patógenos *Rhizopus stolonifer*, *Penicillium digitatum* e *Botrytis cinerea*, este último causador do mofo cinzento, fase assexuada do fungo *Botryotinia fuckeliana* (COSTA, 2014).

4.1.1 Qualidade do Morango

O primeiro passo para definir as diretrizes e analisar a qualidade de um fruto é saber qual será seu destino no fim da produção: consumo *in natura*, processamento ou armazenamento. Posteriormente a análise deve-se levar em consideração a

subjetividade do gosto do consumidor do produto. Porém os atributos a serem avaliados nesse processo para analisar a qualidade do morango são especificamente aparência, sabor e odor, valor nutritivo e ausência de defeitos. Com relação ao morango, sabe-se que o período pós-colheita é um momento crítico e muitas perdas ocorrem nesse momento da produção. Este fato se dá devida a alta perecibilidade desse fruto, seja em quantidade ou qualidade, dependendo muito de boas práticas na aplicação das técnicas adequadas em todas as etapas do processo (COSTA, 2009).

A aparência do fruto é revelada pelo tamanho, cor, forma, turgescência e ausência de defeitos externos, e é de suma importância na hora de definir o valor comercial do produto. Frutos que apresentam defeitos na aparência geralmente são destinados para processamento e industrialização, já os de melhor aparência são destinados para o consumo *in natura* (CANTILLANO, 2008; COSTA, 2009; MEDEIROS, 2009).

Nesse contexto, a cor do fruto é, também, de fundamental importância e indicam a maturação dos frutos. Pode ser determinada através de aparelhos que indiquem a quantidade de luz refletida e intensidade nas variações de cor percebidas e captadas pelos olhos humanos. A cor dos morangos é o fator sensorial de aparência preponderante no momento da escolha realizada pelo consumidor e se dá pela existência de antocianinas (CANTILLANO, 2008).

Outro indicador de qualidade do fruto de grande relevância é o teor total de sólidos solúveis, obtido através de refratômetro medido em °Brix, aplicando-se sobre o suco da fruta. Quanto maior a quantidade desses constituintes menores serão os gastos com adição de açúcar, a evaporação da água e os gastos com energia e maior será o rendimento da matéria-prima, resultando uma maior economia (COSTA, 2009).

Por fim o método utilizado para definir o sabor ácido ou o azedo da fruta é a acidez titulável, através de uma técnica simples de titulação com uma solução alcalina (NaOH) padronizada, entretanto para definir a qualidade do fruto o método mais indicado é o pH do Produto (MEDEIROS, 2009).

4.1.2 Principais doenças do morango

O morango é muito sensível às propriedades extrínsecas como o clima, (DAROLT, 2008) que favorece muito o aparecimento de fungos e bolores, os fungos são responsáveis por um maior número de doenças do morangueiro, mas ela é suscetível a outras também, como doenças bacterianas, e contaminações por vírus.

Uma das doenças mais preocupantes é a mancha angular, causada pela bactéria *Xanthomonas fragariae* que acomete o rizoma do morangueiro, provocando podridão das folhas. É causada por plantio de mudas não sadias. Outra doença ocasionada por fungos é a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*, *C. fragariae* e *C. acutatum*) que causa problemas de apodrecimento no caule, folhas e no fruto, são favorecidas pela alta umidade e desenvolve cor alaranjada característica do fungo (REIS e COSTA, 2011).

A mancha de diplocarpon (*Diplocarpon earliana*) não é frequente, causa manchas e é acentuada pelo vento, pode ser controlada com uso de fungicidas. Mancha de micoserela (*Mycosphaerella fragariae*) causa a queima das folhas, é disseminado pelo vento e é controlada por fungicidas. A mancha de dendrofoma (*Dendrophoma obscurans*) ocorre no final no final do ciclo ela se propaga devido ao calor, e pode ser controlada com fungicida (REIS e COSTA, 2011).

Oídio (*Oidium* sp. *Sphaerotheca macularis*), não é de grande importância, afeta o plantio em locais secos, com ausência de chuva, causa manchas esbranquiçadas nas folhas, é acentuada pelo vento e o controle é feito por fungicidas específicos. A mancha de verticílio (*Verticillium dahliae*) é comum nos cultivares, é motivada por mudas não sadias, causa morte do sistema vascular da planta, é controlada por fungicidas (REIS e COSTA, 2011).

As podridões de raízes *Rhizoctonia* spp, *Fusarium* sp., *Sclerotium rolfsii*, *Phytophthora* spp, no geral são ocasionadas por fatores como, alta umidade movimentos dos solos, contaminações trazidas por máquinas agrícolas, e descuido por colheita, pois pode-se causar perfuração do fruto e ocasionar dano (REIS e COSTA, 2011).

O mofo cinzento (*B. Cinerea*), é uma das principais doenças, que acomete todas as partes do fruto, pode ser no plantio ou pós-colheita, causa contaminação em várias espécies da planta. É mais comum em frutos no processo de amadurecimento. Disseminado principalmente pelo vento, para controle são usadas

medidas fitossanitárias, destruição de folhas e caules prejudicados, e uso de agrotóxicos (REIS e COSTA, 2011).

Por fim as doenças causadas por vírus que prejudicam os frutos podem ser antes da colheita e pós, na sua maioria ocasiona por pulgões, as medidas gerais são o plantio de mudas saudáveis, livres de vírus, destruição de plantas com manchas, controlar os pulgões com inseticidas específicos (REIS e COSTA, 2011).

4.1.3 Mofo cinzento pós colheita

B. cinerea é um patógeno que possui ampla variedade de fontes de alimento, se desenvolve em qualquer parte do planeta e possui potencial para desenvolver rapidamente epidemias severas, pois esporula abundantemente podendo seus esporos serem transportados por longas distâncias por agentes bióticos ou abióticos, portanto seu controle é muito difícil, ataca plantas em qualquer fase de desenvolvimento e pode ter origem nos restos de outras plantas ou frutos contaminados. Porém existem muitas medidas, tanto naturais quanto sintéticas, com as quais se realizam o controle (REIS e COSTA, 2011; CUZZI, 2013).

Esse controle das infecções por *B. cinerea* se dá por medidas que reduzam a umidade e a formação de lâminas de água entre as plantas. Ocorre através de medidas simples como instalação de equipamentos de ventilação, mais espaço entre as mudas e irrigação por gotejamento. O princípio da infecção se dá nos tecidos mais debilitados ou sensíveis do fruto e se espalham pelos demais tecidos, sendo que as lesões e os efeitos são variáveis dependendo das condições gerais da planta do local infectado e do ambiente, tendo ainda uma fase quiescente, na qual não é aparente, formando podridões futuramente no momento pós-colheita (REIS e COSTA, 2011; CUZZI, 2013).

O Mofo cinzento (Figura 3), fase assexuada do fungo *Botryotinia fukeliana*, desenvolve-se em colônias com coloração acinzentada e produz conídios com medidas aproximadas entre 11 µm e 15 µm quando isolado em meio de cultura. Este fungo se alimenta absorvendo substâncias orgânicas em decomposição (saprófita) sendo de difícil controle. Produz grande quantidade de toxinas e enzimas, o que facilita sua proliferação em diferentes gêneros de plantas. Desenvolve-se por germinação (30 °C) ou formação de escleródios (10 a 15 °C) sendo favorecido pela

umidade próxima a 90 % e o desenvolvimento do patógeno ocorre entre 15 e 25 °C (CUZZI, 2013).



Figura 3: Sintomas do mofo cinzento causado por *Botrytis cinerea*

Fonte: Embrapa (2011).

4.1.3.1 Agrotóxicos e controle biológico pós colheita

Segundo Cuzzi (2013) o controle de podridão causado pelos patógenos mais comuns dos morangueiros é realizado predominantemente com o uso intensivo de produtos químicos, o que causa inúmeros problemas ambientais, alto custo na produção, maior resistência dos patógenos aos fungicidas e intoxicações tanto nos produtores e trabalhadores quanto nos consumidores. Os benzimidazóis e dicarboximidas eram utilizados para o tratamento específico de infecções por mofo cinzento, mas seu uso exagerado e inadequado ocasionou a resistência de alguns isolados a eles, perderam então sua importância (REIS e COSTA, 2011; CUZZI, 2013).

O morangueiro é composto por flores, frutos verdes e maduros, todos no mesmo pé, sendo a parte comestível constituída por um reservatório polposo comumente chamado de “fruto”, ao qual se prendem os verdadeiros frutos que são

diminutos, duros e superficiais. Por esse motivo e pelo uso intensivo de agrotóxicos para controle de doenças e pragas, ocorre acúmulo de resíduos químicos nas frutas, as quais serão futuramente consumidas ou processadas. Além disso, o rápido amadurecimento e a impossibilidade de descascar o fruto intensificam o problema, por isso é de grande importância que o produtor respeite o limite de carência no uso de tais produtos (DAROLT, 2008).

4.1.3.2 Soluções naturais e ecológicas no combate ao mofo cinzento pós colheita

Além das medidas citadas anteriormente, práticas sanitárias na produção, como a retirada de mudas e restos orgânicos contaminados, reduzem a disseminação do inoculo deste patógeno. Práticas corretas no manuseio e armazenamento de frutos, com alta concentração de CO₂ e em baixa temperatura, diminuem os danos mecânicos e conseqüentemente a podridão prematura dos frutos com o surgimento deste patógeno. Tratamentos térmicos como imersão por alguns segundos na água a 50 °C e vapor de água a 52 °C por alguns minutos, em substituição à utilização de SO₂ nas embalagens o que pode ser tóxico, tem dado resultados positivos no aumento da resistência dos tecidos de cultivares de rosas e uvas (DAROLT, 2008; REIS e COSTA, 2011; CUZZI, 2013).

Existem métodos de nutrição dos frutos, como utilização de cálcio, que aumenta a produção de pectina endurecendo mais o fruto e tornando-o mais resistente a patógenos. A utilização de quitosana e acilbenzolar-S-metil, no período pré-colheita, também pode contribuir para redução da podridão dos frutos pós-colheita. Existem registros de sucesso ainda com a utilização de *Saccharomyces cerevisiae* na redução do mofo cinzento no período pós-colheita do morango (CUZZI, 2013). Para resolver esses problemas que afetam o morangueiro, e por consequência a parte econômica e ambiental, estão sendo abordadas em vários trabalhos, soluções para utilização de produtos naturais que ofereçam menor impacto, especificamente a utilização de extratos vegetais, como do gengibre, da babosa e do capim limão como aditivos em películas comestíveis e vastamente abrangidos neste estudo (CUZZI, 2013).

4.2 COBERTURAS DE REVESTIMENTO

Frutas e hortaliças sofrem muitas perdas após a colheita, seja em quantidade ou qualidade nutricional. Estima-se que essas perdas, em grande parte do mundo, alcancem um índice de pelo menos 50 %, sendo principalmente devido a deterioração natural dos frutos, os quais não chegam ao mercado varejista, causando grande prejuízo à agricultores, produtores e consumidores (GRAEBIN, 2012).

Dentro do contexto exposto temos as embalagens não degradáveis, as quais agridem sobremaneira o meio ambiente. Segundo Graebin (2012), existe uma solução tecnológica a qual se torna prática, os biofilmes comestíveis e biodegradáveis. Estes biofilmes, além de promoverem maior segurança e conservação ao ambiente, podem oferecer complementos nutricionais, principalmente antioxidantes, bactericidas e antifúngicos, e maior durabilidade aos alimentos orgânicos. Segundo Assis, Stamford e Stamford (2008), os biofilmes são preparados de materiais biológicos, que agem como barreira a elementos externos e, conseqüentemente, pode proteger o produto e aumentar a sua vida de prateleira, controlando a perda de umidade, a troca de oxigênio, etileno e dióxido de carbono dos tecidos de frutas. Dessa forma, controla a respiração do produto e aumenta sua durabilidade, funcionando como uma alternativa ao tratamento por atmosfera controlada.

A prática de proteger frutas com diversos produtos oleosos é antiga, como misturas farmacêuticas obtidas com óleos minerais usados pelos chineses desde o século XIII para conservação nas longas distâncias percorridas pelo mar no transporte desses produtos. Cera de carnaúba foi utilizada também para esse fim, mais tarde, ceras e vernizes produzidos com goma solúvel em água foram utilizados para proteger frutas (ASSIS; STAMFORD; STANFORD, 2008).

Mais recentemente surgiu a ideia de um biofilme comestível e biodegradável para proteção de frutas e vegetais, devido ao aumento da procura de soluções sustentáveis para o problema da grave poluição causada pelas embalagens comuns no meio ambiente. Os biofilmes tem a função de manter a umidade da fruta, servindo como impedimento para a perda da mesma, manter a respiração da fruta sob um determinado controle e evitar infecções microbiológicas e químicas (ASSIS; STAMFORD; STANFORD, 2008,).

Porém a escolha do agente filmogênico é muito importante para uma boa aplicação do produto. A utilização do amido, de milho ou de mandioca, na produção de filmes consiste no poder que a amilase tem de formar filmes, géis, devidos suas propriedades químicas, físicas e funcionais. O uso de amido é recomendado pelo baixo custo e maior aderência ao alimento, proporcionando menores perdas. Segundo Mali, Grossmann e Yamashita (2010) as moléculas de amilose em solução, devido à sua linearidade, tendem a se orientar paralelamente, aproximando-se o suficiente para que se formem ligações de hidrogênio entre hidroxilas de polímeros adjacentes. Como resultado, a afinidade do polímero por água é reduzida, favorecendo a formação de pastas opacas e filmes resistentes.

As coberturas naturais de fécula de mandioca podem ser obtidas pelo processo de geleificação da fécula, obtida acima de 70 °C com excesso de água e após seu resfriamento forma-se biofilme semelhante aos de celulose. Por serem naturais não apresentam toxicidade, o que possibilita sua ingestão em conjunto com o produto onde foi aplicado. Podem ainda serem removidos por uma simples lavagem com água potável (CASTAÑEDA, 2013).

Segundo estudo realizado por Castañeda (2013), os filmes a base de fécula de mandioca na concentração de 1 a 5 % em morangos diminuiu significativamente a perda de massa e ocasionou o aumento da vida útil do fruto em até 5 vezes, porém, foram mais eficazes a partir de 3% (VICENTINI, 2003). Portanto esta matéria prima é um dos polissacarídeos mais utilizados na elaboração de revestimentos comestíveis.

A Goma Xantana, também é muito utilizada na confecção de biofilmes comestíveis. É um polissacarídeo tipicamente utilizado como espessante e estabilizante em alimentos, porém recentemente tem se mostrado útil para a produção de revestimentos comestíveis em frutas. Dependendo da fruta em que é aplicada e dos aditivos utilizados juntamente com a goma xantana, as relações sinérgicas e as propriedades desses revestimentos podem ser melhoradas. É uma substância solúvel tanto em água fria quanto em água quente e não modifica o gosto das frutas aplicadas. É produzida por uma bactéria fitopatogênica do gênero *Xanthomonas* (BORGES et al., 2013; LIMA et al., 2015).

4.3 ANTIFÚNGICOS NATURAIS

4.3.1 *Aloe vera*

As *aloes* são plantas importantes na medicina e no tratamento alternativo de doenças com produtos naturais e sua história é antiga. Tendo sido citada em antigas tábuas de argila da mesopotâmia e registros no antigo Egito, sendo utilizado inclusive por Cleópatra como cosmético era conhecido como a “planta da imortalidade”. A mais conhecida da família das *Aloaceae*, a *Aloe vera*, também chamada de babosa no Brasil, tem uma história antiga e longa inclusive em outras culturas e civilizações além daquelas já citadas, sempre utilizada para fins de tratamento e saúde (PALHARIN, 2008; MANUEL, 2011; FREITAS, RODRIGUES e GASPI, 2014).

Planta herbácea que nasce em qualquer tipo de solo, preferencialmente em terreno arenoso, não necessita de muita água para se desenvolver. Possui folhas grossas e verdes que medem de 30 a 60 cm, suculentas, com flores brancas amareladas. Quando cortadas suas folhas escorrem uma seiva marrom com forte odor e gosto amargo, tipicamente conhecido como aloé, e depois de extraída os tecidos mais externos das folhas obtém-se um mucilaginoso, viscoso e incolor, um tecido de armazenamento de água no interior das folhas (PALHARIN, 2008; MANUEL, 2011; FREITAS, RODRIGUES e GASPI, 2014).

Segundo Freitas, Rodrigues e Gaspi (2014) a babosa tem ação anti-inflamatória e cicatrizante, antineoplásica frente a diversas linhagens de câncer. Promove a estimulação do sistema imune, além de marcante atividade antioxidante, o que resultaria em efeito antiproliferativo em diversos tipos de tumores. Possui amplo espectro antimicrobiano atuando em fungos, vírus e em bactérias Gram positivas e Gram negativas e ainda tem ação bactericida ou bacteriostática em *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Helicobacter pylori*, *Salmonella typhi*, *Bacillus cereus*, *Candida albicans*, *Shigella flexneri*, *Streptococcus pyogenes*, *Mycobacterium tuberculosis* entre outros. Por este motivo o extrato de babosa é amplamente estudado e utilizado no tratamento de diversas doenças.

Existe ainda outro ramo de estudos e aplicação para esta planta, o alimentar. Os extratos de *A. vera* têm sido utilizados como aditivos para alimentos funcionais e

para tornar outros alimentos mais saudáveis. Mais recentemente, foi aplicado em filmes comestíveis no intuito de melhorarem a qualidade e gerar um incremento no tempo útil de prateleira de diversas frutas, inclusive do morango. Mostrou-se muito promissor no combate à fungos e bactérias. Apenas ocorre que deve existir uma precaução com relação ao resultado sensorial da utilização da *A. vera* em biofilmes comestíveis (SILVA, 2010).

4.3.2 *Cymbopogon citratus*

Uma das mais antigas formas de cura é a utilização de plantas medicinais para tratamentos de diversas doenças. O capim limão (*Cymbopogon citratus*) é uma erva perene, de origem asiática, pode ser encontrada em sua maioria principalmente na América do Sul, em alguns lugares é chamado de capim-cidreira, capim-cidrão, chá-do-gabão e citronelle (BETT, 2013). É uma gramínea herbácea, têm aproximadamente 100 cm de comprimento por 1,5 cm de largura, seu formato é linear-lanceolado de cor verde-acinzentada. São plantas, eretas e ásperas com aroma de limão.

No Brasil sua produção se concentra na região sudeste e sul, sendo o Estado do Paraná o seu maior produtor. Esta planta pode ter várias funções nas indústrias, são destinadas a produção de chá, flavorizantes para alimentos e uso na área farmacológica. Muitos estudos foram feitos sobre os potenciais do capim limão como funções analgésicas, anticancerígenas, repelente a insetos e inseticida e como fonte de vitamina A (GOMES e NEGRELLE, 2015). É grande a variedade de funcionalidades como fortificantes, digestivo, antitussígeno, antigripal, analgésico, anti-hemético, anticardiopatias, antitérmico, anti-inflamatório de vias urinárias, diurético, antiespasmódico, diaforético, entre outras.

Segundo Gazel et al. (2013) as atividades antimicrobianas e antifúngicas do óleo essencial de *C. citratus* são atribuídas ao citral, bem como às evidências das atividades inseticidas, larvicida, antivirais, anti-estresse descongestionante, anti-inflamatório, leishmanicida, antibacteriana e antifúngica, sendo muitas vezes superior à ação de antifúngicos de uso clínico. O citral, dos principais constituintes do óleo essencial do capim limão (47 a 85%), é formado por uma mistura dos isômeros geranial e neral, mas também contém uma quantidade significativa de

flavonoides. Muitos estudos sugerem que a atividade antibacteriana de *C. citratus* reside principalmente nos componentes α - e β -citral. Suas atividades antimicrobianas e antifúngicas foram comprovadas em 22 espécies de microrganismos (DUARTE e ZANETI, 2004; LORENZZETI et al., 2011).

Estudos com enfoque nas atividades antifúngicas e antimicrobiana em relação ao fungo *B. cinerea mostram* que o capim limão inibiu em 100% a esporulação do fungo, comprovando que este pode ser usado como uma alternativa natural de combate ao crescimento e desenvolvimento deste (DUARTE e ZANETI, 2004; LORENZZETI et al., 2011).

Foi verificado que os óleos essenciais de capim limão, diminuíram as contaminações microbianas superficiais quando aplicadas a biofilmes para frutas. Segundo Itako et al. (2008) o extrato de *C. citratus* a 10% inibiu completamente o crescimento *in vitro* de vários patógenos causadores de podridão radicular em feijoeiro.

4.3.3 *Zingiber officinale*

O *zingiber officinale*, conhecido popularmente como gengibre é uma planta aromática, utilizada principalmente como condimento, é uma especiaria vinda do sul da Ásia e foi comercializada com a ajuda das grandes navegações que ocorreram na época das cruzadas, não é exato como se popularizou devida suas variadas funcionalidades. Em alguns países como China, Estados Unidos o uso era mais culinário, assim como na Índia. Em algumas literaturas ressaltam o benefício que essa planta traz a saúde, pesquisas foram feitas em diversas partes do mundo e na sua grande maioria comprovam sua eficácia, comprovando que se pode diminuir o uso de medicamentos que podem ser nocivos à saúde por uma alternativa natural. (JUNIOR e LEMOS, 2010; DABAGUE et al., 2011).

Muito utilizada pelos sumérios a mais de 5000 anos a.c., o gengibre era famoso por seus atributos medicinais, no Brasil, onde era mais conhecida como margaratiá, seu uso teve início no século XIX. Atualmente seus maiores produtores são Santa Catarina, Espírito Santo e Paraná (PALHARIN et al., 2008). Ocupando lugar de destaque em uma das especiarias mais produzidas no Paraná, a área de maior produção é litorânea, em sua maioria a produção destina-se quase 90% para

exportação, mesmo o Brasil tendo uma grande produtividade, comparada a outras culturas acaba se tornando pequena, com diferença de 40 toneladas por hectares, essa diferença está associada a tipos de cultivo e questões ambientais. No Brasil, ainda, a sua vazão é *in natura*, o crescimento da importação brasileira de gengibre é um movimento que oscila na medida em que as forças de mercado determinam a oferta e a demanda (NEGRELLE et al., 2005).

Pesquisas mostram que óleos e extratos de *Z. officinale* apresentam ação inibitória em bactérias gram positivas e negativas. Essa capacidade antimicrobiana pode auxiliar na substituição de agentes químicos, como agentes defensivos, diminuindo a proliferação de microorganismos resistentes, contribuindo para o meio ambiente (GREGIO et al., 2006; PALHARIN et al., 2008).

Uma característica do gengibre é o seu poder antioxidante, segundo Zancan (2002, *apud* ANDREO e JORGE, 2007) essa atividade se dá principalmente aos gingeróis e shogaóis, que são substâncias que atribuem ao gengibre o seu sabor característico (ANDREO e JORGE, 2007). A pesquisa realizada por Leite et al. (2009) mostrou que o efeito do extrato de gengibre (*Z. officinale*) foi de redução no crescimento micelial de *B. cinerea*, nas concentrações 0, 10, 20 e 40 % após 48 e 144 h de incubação, o que indica que o gengibre apresenta efeito fungitóxico e que seu uso pode ser viabilizado no controle alternativo de *B. cinerea*.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 COLETAS DOS MORANGOS

Os morangos foram adquiridos no município de Salto do Lontra - PR, diretamente do produtor comercial de morangos (Ani morangos) da variedade camarosa. Foram colhidos os morangos diretamente da planta com aproximadamente 70% de maturação (coloração avermelhada) colhida no período matutino, no dia 20 de novembro de 2016. Armazenados em bandejas plásticas com medida 20 x 30 cm, e encaminhadas no mesmo dia ao laboratório da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – FB (UTFPR).

Foi adquirida uma quantidade de 160 morangos, de tamanho médio, selecionados e lavados em água corrente, e feito a imersão dos mesmos em solução de hipoclorito de sódio 200 mg/L durante 15 minutos, para correta higienização. Posteriormente os morangos foram separados aleatoriamente, sendo divididos em 5 partes, cada parte contendo 30 morangos.

5.2. PRODUÇÃO DOS FILMES

Os filmes foram produzidos pela técnica de “*casting*” (TORRES et al., 2011; SOUZA et al., 2012; YAN et al., 2012; ZAVAREZE et al., 2012). Foram preparadas soluções filmogênicas dos seguintes componentes. Goma xantana, fécula de mandioca, amido pré-gelatinizado (Amidomax®) e amido de milho, na concentração de 1%. Posteriormente as soluções foram submetidas à agitação constante por 20 a 30 minutos em agitador magnético à temperatura de 70 a 80 °C, até gelatinização do amido. As soluções foram dispersas em placas de Pétri de acrílico e em seguida submetidas à secagem em estufa de circulação forçada a 35 °C por 24h. Após a secagem os filmes foram mantidos em dessecador.

Utilizou-se a solução filmogênica de fécula de mandioca 1% para os testes. Foram adicionados os extratos hidro alcoólicos das plantas nas concentrações de 5% e 10%. Posteriormente foram submetidas à secagem em estufa de circulação forçada a 35 °C por 24 h. Foram adicionados nas placas de Pétri 10 mL das

soluções. Após a secagem em estufa, os filmes foram mantidos em dessecador para posterior avaliação das características físicas do filme.

5.3. CARACTERIZAÇÃO DO FILME

5.3.1 Solubilidade em água

A determinação da solubilidade dos filmes em água foi realizada em triplicada. Primeiramente, quadrados de 2 x 2 cm secos em estufa a 105 °C por 24 h foram pesados para a determinação da porcentagem inicial de matéria seca, em seguida, esses filmes foram imersos em 50 mL de água destilada e mantidos sob agitação lenta constante a 25 °C por 24 h em Shaker a 64 RPM. Após este período, cada solução foi filtrada e o material retido seco novamente em estufa a 105 °C por 24 h e pesado, determinando-se desta forma a quantidade de matéria seca não solubilizada (BERTUZZI, ARMADA e GOTTIFREDI, 2007). A solubilidade do filme foi expressa em porcentagem de massa solubilizada em relação à massa inicial, conforme a equação 1:

Equação 1: Equação da solubilidade em água

$$\%MS = \frac{(PI-PF)}{PI} * 100$$

Em que: % MS é a porcentagem de material solubilizado, PI é o peso inicial do material seco e PF é o peso final do material seco não solubilizado.

5.4 DESENVOLVIMENTO DOS EXTRATOS

Foram preparados extratos hidro alcoólicos 80% (p/p, álcool etílico/água) contendo 10% (p/p) de planta em relação ao líquido extrator. Foram produzidos os extratos das seguintes plantas, *Aloe vera* (babosa), *Cymbopogon citratus* (capim lomão), *Zingiber officinale* (gengibre). As plantas foram cortados em pequenos pedaços e deixadas secar por 8 dias na sombra, *Aloe vera* (babosa) por conter muito líquido foi seca em estufa a 25 °C, por 8 dias. Após secas as plantas foram adicionadas à solução hidroalcoólica 80%. Foram submetidos à três turbo extrações

de 5 m, com dois intervalos de repouso de 5 m utilizando-se um turbo extrator industrial. Cada extrato foi submetido à filtração sob vácuo e acondicionado em frasco de vidro ambar e armazenados sob refrigeração (LIST; SCHMIDT, 1989). De um parte do extrato o solvente foi removido em evaporador rotativo e posteriormente liofilizado.

5.4.1 Utilização dos filmes

Após a higienização os morangos foram imersos nas soluções filmogênica de fécula de mandioca em concentração de 1%, com 10% de cada extrato das plantas. Os morangos foram imersos durante 1 m e drenados em telas de nylon, onde foram secos e posteriormente armazenados (RICARDO, MORAIS e ROSA, 2014). Posteriormente foram colocados em bandejas 20 x 30 cm, sendo um recipiente para cada tratamento. Os tratamentos foram planejados de forma a haver um controle (sem revestimento) que foi imerso em água destilada, controle com revestimento de fécula de mandioca, amostra com revestimento fécula de mandioca e gengibre, amostra com revestimento de fécula de mandioca com capim limão e amostra com fécula de mandioca e babosa. Os morangos foram pesados em balança semi analítica e armazenados em BOD a 25 °C, em um período de 7 dias. Os morangos foram avaliados nos dias 0, 2, 4 e 7 de armazenamento. Os morangos foram submetidos as análises de forma aleatória.

5.4.2 Avaliação da aparência e incidência de *Botrytis cinerea* (mofo cinzento)

Para avaliar a incidência do *B. cinerea* foi realizado análise visual diária dos sintomas típicos do *B. Cinérea*. Foram avaliados os aspectos físicos do morango, comparados com o controle. Para avaliação de imagem digital, foi utilizado basicamente um computador HP e uma câmera fotográfica Philco (BRAGA, 2012).

5.4.2.1 Análises físicas do fruto com filme comestível aplicados:

5.4.2.1.1 Cor

Os morangos foram caracterizados quanto à cor e a opacidade utilizando o colorímetro KONICA MINOLTA (MOD CR-400), com iluminante D65. A determinação dos parâmetros de cor foi realizada segundo metodologia descrita por Gennadios et al. (1996) utilizando o sistema CIE Lab (Comisson Internationale de Eclairage) com a determinação dos parâmetros L*, a* e b*, onde L* corresponde à luminosidade (0 = preto e 100 =branco), croma a* corresponde à variação de cor do verde (-) ao vermelho (+) e croma b* que varia do azul (-) ao amarelo (+). A opacidade foi determinada conforme Sobral (2000) utilizando-se a equação 2. A leitura foi realizada em 3 pontos aleatórios de cada amostra em triplicata.

Equação 2: Equação de opacidade

$$Opa = \frac{Y_p}{Y_b}$$

Onde: Opa = opacidade (%); Yp = opacidade da amostra colocada sobre o padrão preto; Yb = opacidade da amostra colocada sobre o padrão branco.

5.4.2.1.2 Perda de massa

A perda de massa foi obtida considerando-se a diferença entre o peso inicial do morango e aquele obtido ao final de cada tempo de armazenamento descrito segundo Jacometti, Meneghel e Yamashita (2003). Conforme a equação 3.

Equação 3: Equação da perda de massa

$$PM = \frac{mi - mf}{mi} \cdot 100$$

Onde: PM = Perda de massa, mi = Massa inicial e mf = Massa final

5.5 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DOS MORANGOS APLICADOS DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL

5.5.1 pH

A medida de pH foi realizada através da leitura do teor de íons hidrogênio efetivamente dissociados na solução, onde pesasse 10 g do produto em 100 mL de água destilada (triplicata) para a leitura realizada com o auxílio do pHmetro, no qual foi ligado e deixado estabilizar em torno de 20 m, para em seguida ser feita a calibração do aparelho com as soluções tampões pH 7,0 e 4,0, respectivamente. O pH foi avaliado em potenciômetro digital (Micronal), medido diretamente na amostra de suco (AOAC) adaptado por Cecchi (2003).

5.5.2 Acidez

Após pesar em torno de 10 g de amostra em erlenmeyer de 250 mL, foi diluído com 100 mL de água destilada e filtrado. Em seguida foram adicionadas 2 gotas do indicador fenolftaleína e titulado com solução de hidróxido de sódio 0,1N até colocação rósea permanente. A acidez foi determinada pelo método descrito da AOAC adaptado por Cecchi (2003). A acidez titulável foi calculada a partir do volume (mL) de NaOH 0,1 molL⁻¹, requerido para titular 10 g de amostra diluída e homogeneizada em 100 mL de água até pH de 8,1. O resultado foi expresso em g de ácido cítrico 100 g⁻¹ do produto (CECCHI, 2003).

5.5.3 Sólidos solúveis

Na medição dos sólidos solúveis foi utilizado um refratômetro de bancada tipo Abbe (Bio Brix) e os resultados expressos em % de SST, seguindo o método da AOAC (CECCHI, 2003).

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta os resultados obtidos no desenvolvimento deste trabalho. Os resultados são referentes a produção preliminar de biofilmes pela técnica de "casting" com alguns agentes filmogênicos de derivação natural e a avaliação da solubilidade em água destes. Em seguida, mostra os resultados obtidos da aplicação da solução filmogênica de fécula de mandioca e fécula de mandioca adicionada de extratos vegetais com potencial antifúngico em grupos de morangos, na forma de uma película protetiva, comparados a um grupo controle. Foram avaliados a cor, acidez, pH, sólidos solúveis, perda de massa e análise visual de proliferação fúngica, em experimento de sete dias.

6.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS E SOLUBILIDADE EM ÁGUA DOS BIOFILMES

As películas de revestimento obtidas pela técnica de "casting" dos agentes filmogênicos se apresentaram na forma de um filme transparente com boa resistência, semelhantes ao plástico obtido de petróleo.

A solubilidade em água da película refere-se à facilidade do material ser dissolvido em contato com o solvente. Espera-se que a película deva ser solúvel o suficiente para ser digerido facilmente e resistir minimamente a etapa de lavagem do fruto. Deve-se levar em conta o fator da transpiração da fruta, que elimina água e poderia prejudicar a permanência da película na amostra (BERTUZZI, ARMADA e GOTTIFREDI, 2007).

Essa análise foi fundamental para decidir qual agente filmogênico seria melhor para a produção dos revestimentos a serem estudadas. A figura 4 mostra que a fécula de mandioca apresentou a menor solubilidade em água, o que poderia levar a maior aderência ao produto e menor interação com a água da fruta, por este motivo foi a escolha para a aplicação dos extratos antifúngicos.

Além disso, por ser um polissacarídeo, a fécula de mandioca apresenta boa transparência, aderência, baixo custo, fácil formação de filmes, boa resistência aos gases e é pouca pegajosa ao toque. Entretanto tem característica hidrofílica, embora menor do que os outros agentes filmogênicos testados, o que a torna pouco

resistente à umidade. Essa adversidade pode ser melhorada se combinada com compostos hidrofóbicos, como os lipídeos por exemplo.

Os filmes obtidos com a adição dos extratos vegetais hidro alcoólicos se mostraram menos homogêneos, mais quebradiços e, aparentemente, com menor resistência mecânica, o que levou a supor uma baixa interação dos extratos com a fécula de mandioca na formação do filme. Não foi dada grande importância a baixa homogeneidade inicialmente, pois não se objetivava obter um filme para embalagem e sim uma película de revestimento. Ou seja, o mais importante seria a qualidade da película formada no morango após a secagem, a qual se mostrou visivelmente satisfatória em testes preliminares.

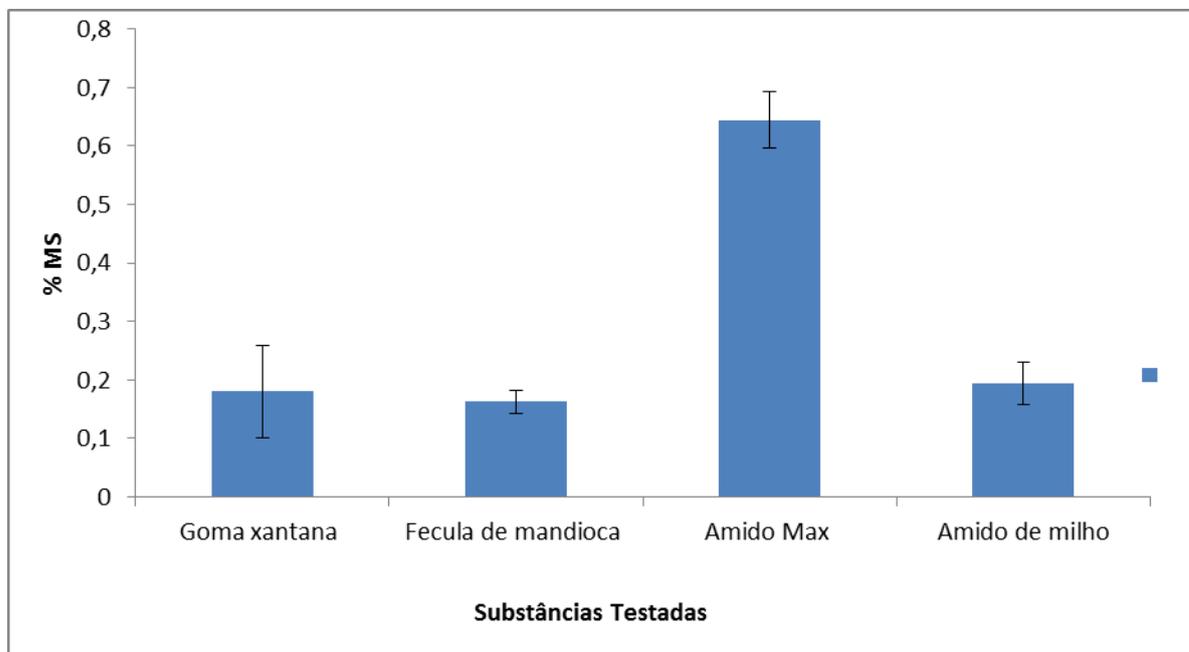


Figura 4: Solubilidade em água dos revestimentos estudados.

6.2 COR

Após a aplicação da solução filmogênica nos grupos de morangos tratados e controle, os mesmos foram avaliados quanto a cor.

A figura 5 demonstra que no segundo dia após a aplicação do biofilme não houve diferença visual entre os frutos controle com e sem revestimento. Já no quarto dia os frutos com revestimentos estavam bem mais claros que o controle sem revestimento, demonstrando maior senescência deste último. Porém no sétimo dia de análise o controle sem revestimento apresentava coloração mais clara do que os

demais frutos analisados. A Cor de um fruto é fator importante no momento da escolha por parte do consumidor, sendo que tem uma influência direta na decisão pela compra. A luminosidade refere-se à claridade do fruto, medido de 0 a 100, representando o mais escuro e o mais claro respectivamente (MOLON, 2013).

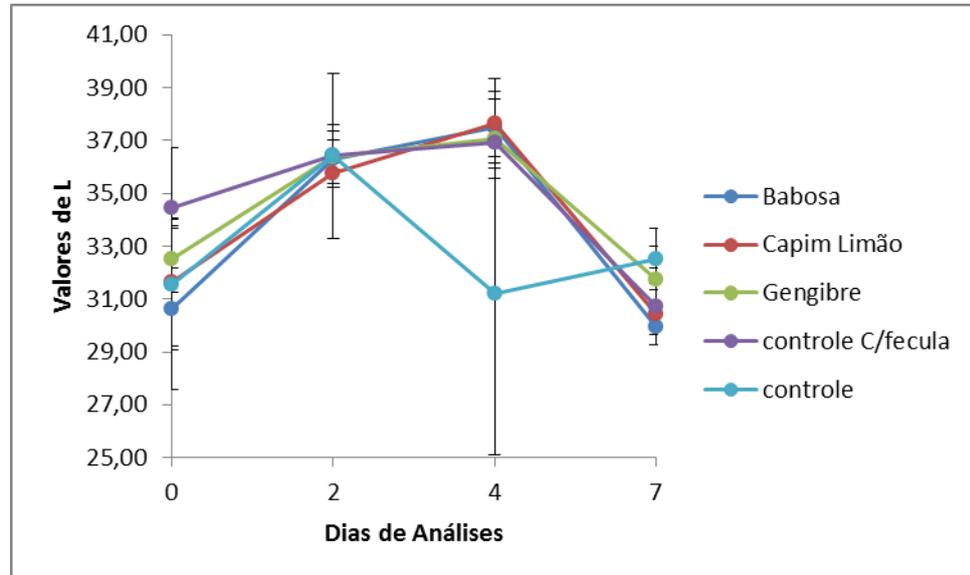


Figura 5: Luminosidade nos morangos.

Nas figuras 6 e 7 a seguir, observamos que todos os frutos são vermelhos, embora o que foi revestido de fécula de mandioca com extrato de gengibre era mais vermelho no primeiro dia, e o que foi adicionado de extrato de babosa com espectro mais esverdeado. Porém nos dias de análise de 1 a 7 não houve diferença visual entre as amostras, com exceção do dia 7, onde o controle sem revestimento apresentou maior tendência ao verde e o que foi adicionado gengibre maior tendência ao vermelho.

Um padrão semelhante pode ser observado com relação a variação de cor do azul para o amarelo, a amostra com revestimento adicionada de extrato de gengibre tende mais para o amarelo do que as demais.

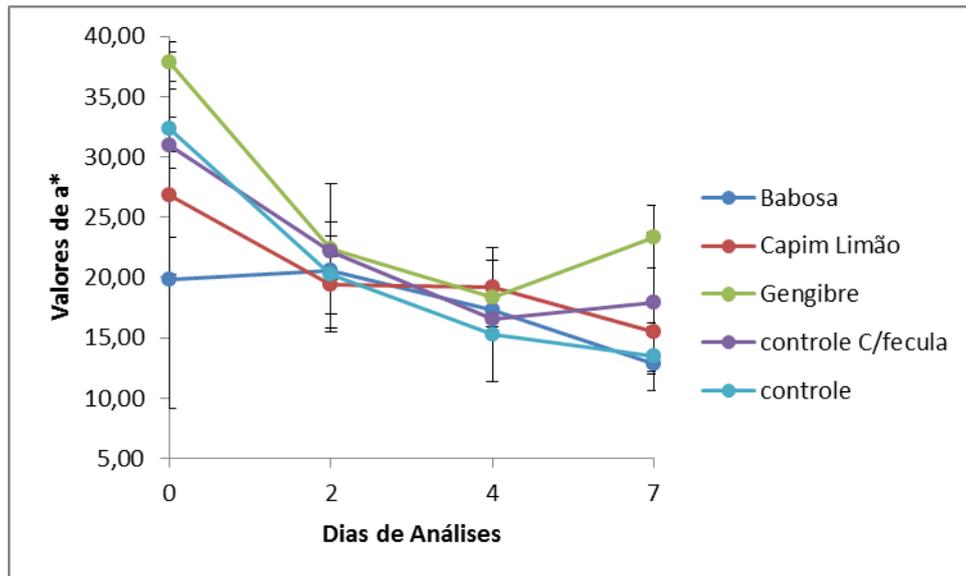


Figura 6: Variação de cor do verde ao vermelho.

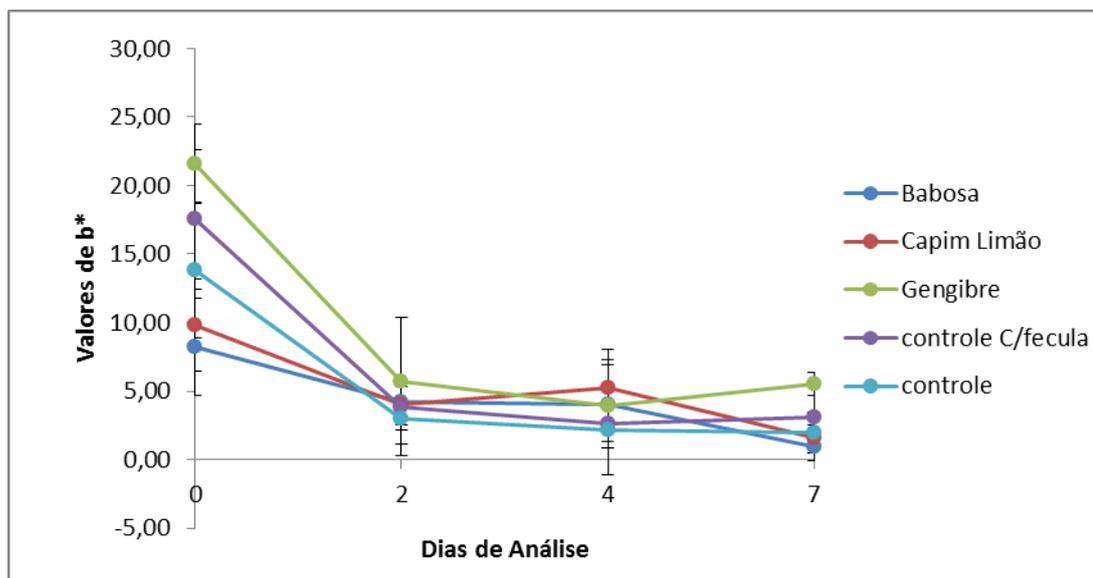


Figura 7: Variação de cor do azul ao amarelo.

6.3 ACIDEZ

No presente estudo o processo de senescência das amostras ocorreu de maneira uniforme (figura 8), apresentando pouca diferença entre os frutos, com exceção do revestimento com gengibre, que entre os dias 2 e 4 apresentou aumento na acidez titulável. As concentrações de ácidos orgânicos em frutos tendem a diminuir conforme ocorre o processo de senilidade, por consequência da respiração (MOLON, 2013).

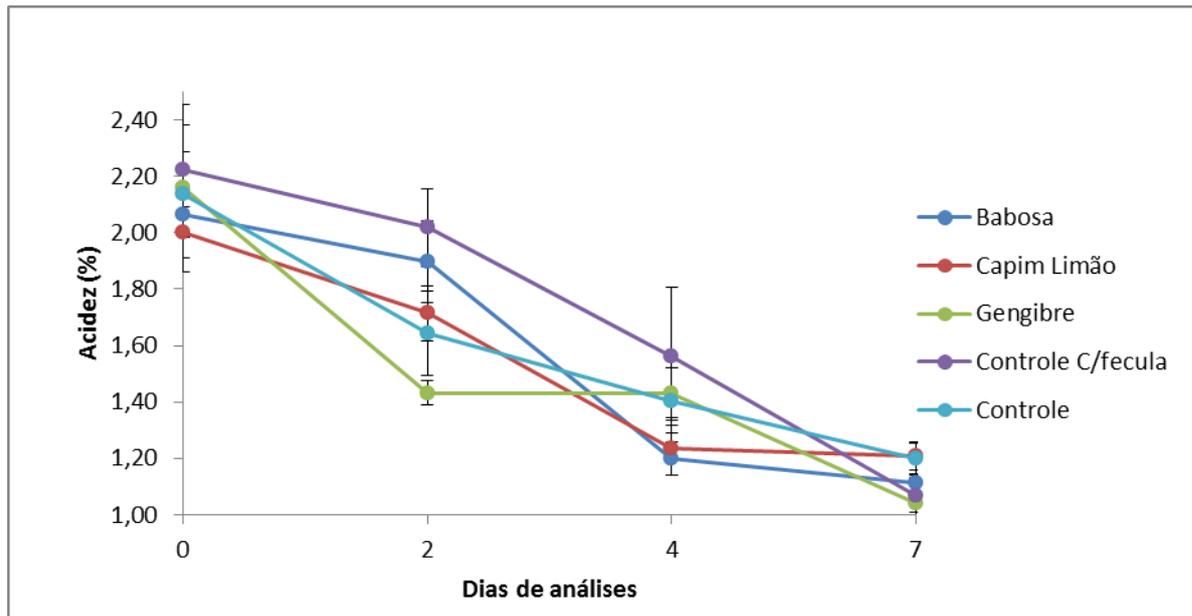


Figura 8: Acidez titulável dos morangos.

6.4 pH E SÓLIDOS SOLÚVEIS.

Na figura 9, observa-se que a amostra adicionada de gengibre manteve uma maturação mais lenta entre os dias 2 e 4 e as amostras adicionadas de capim limão e babosa apresentaram menor maturação no dia 7. Já as amostras sem adição (controle) e com apenas fécula de mandioca (controle c/ fécula) apresentaram maturação mais rápida. O fator pH do morango e a concentração de sólidos solúveis influenciam diretamente no sabor do morango, considerando que a acidez e a doçura são mutuamente e inversamente proporcionais. Conforme o fruto progride no seu processo de senescência, a acidez tende a diminuir (pH aumenta) e os açúcares aumentam (MOLON, 2013).

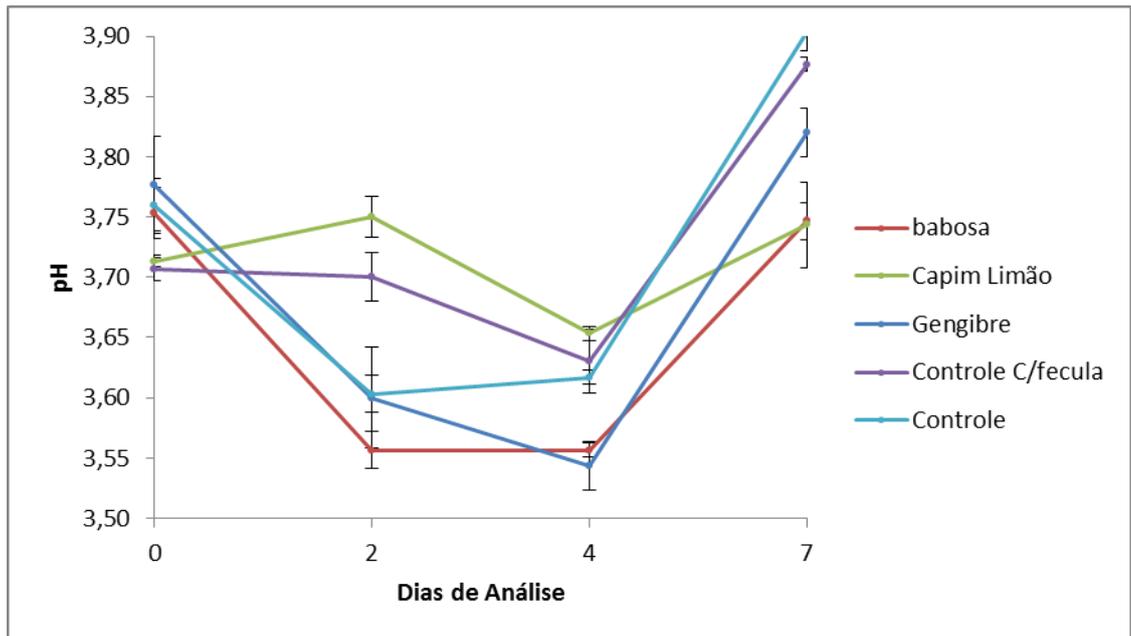


Figura 9: pH dos morangos.

Na figura 10, observa-se que os índices de sólidos solúveis na película com capim limão aumentaram mais do que as outras amostras. Entretanto, todas mantiveram índices constantes comparando-se o primeiro dia de análise ao sétimo, sendo o revestimento adicionado de gengibre apresentando o menor índice no dia 7, seguido do controle com fécula de mandioca.

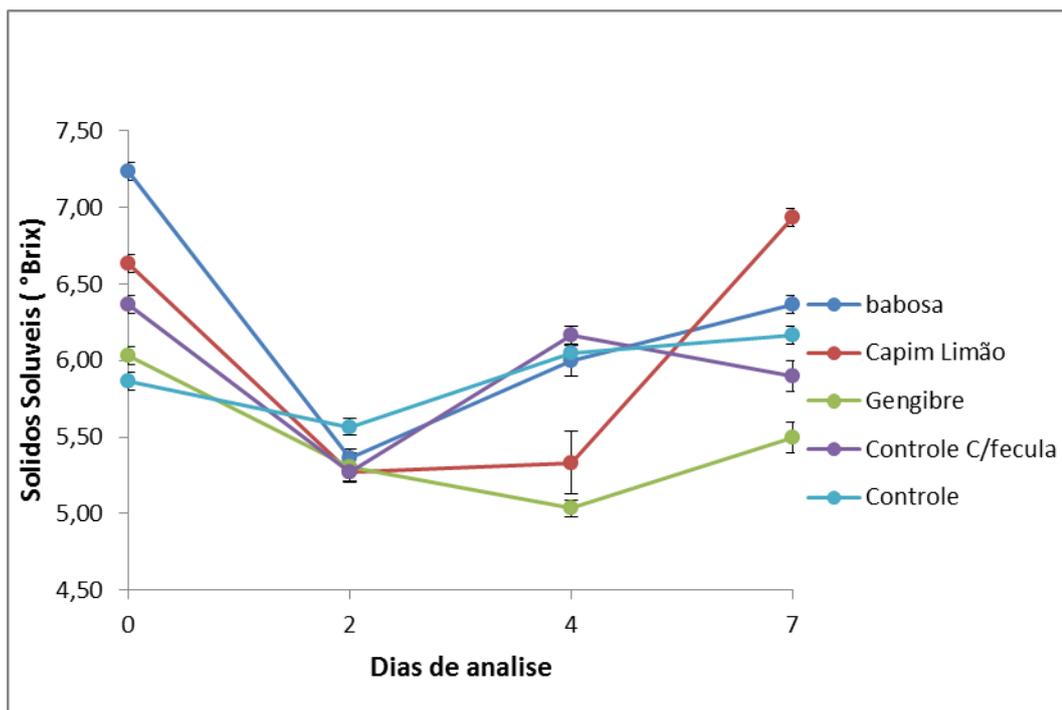


Figura 10: Sólidos Solúveis dos morangos.

6.5 PERDA DE MASSA

No Figura 11 observa-se o resultado da análise da perda de massa dos morangos. Esse fator representa a perda de água dos frutos e é responsável pela maior deterioração, tais como escurecimento, marcescência, enrugamento e perda do frescor (MIGUEL, 2008). Essa influência atinge diretamente a aparência das frutas. Podemos observar que a amostra com a fécula de mandioca foi a que perdeu a menor porcentagem de massa, seguido da amostra sem nenhum revestimento. O fruto revestido com extrato de babosa foi o que perdeu mais massa, ou seja, mais água através da respiração e interação com a própria película. Os grupos tratados com os extratos hidro alcoólicos das plantas foram unanimemente os que mais perderam massa, o que indica que a incorporação destes extratos na película de fécula interferiram de forma não desejada na capacidade de reter água desta. Provavelmente os componentes dos extratos dificultaram a interação das cadeias poliméricas da fécula na formação da película ocasionando perda de resistência mecânica e maior permeação ao vapor de água, testes não realizados. Como a permeabilidade da película é um fator fundamental para a proteção do fruto, esta deve ser melhor desenvolvida em estudos posteriores mais abrangentes.

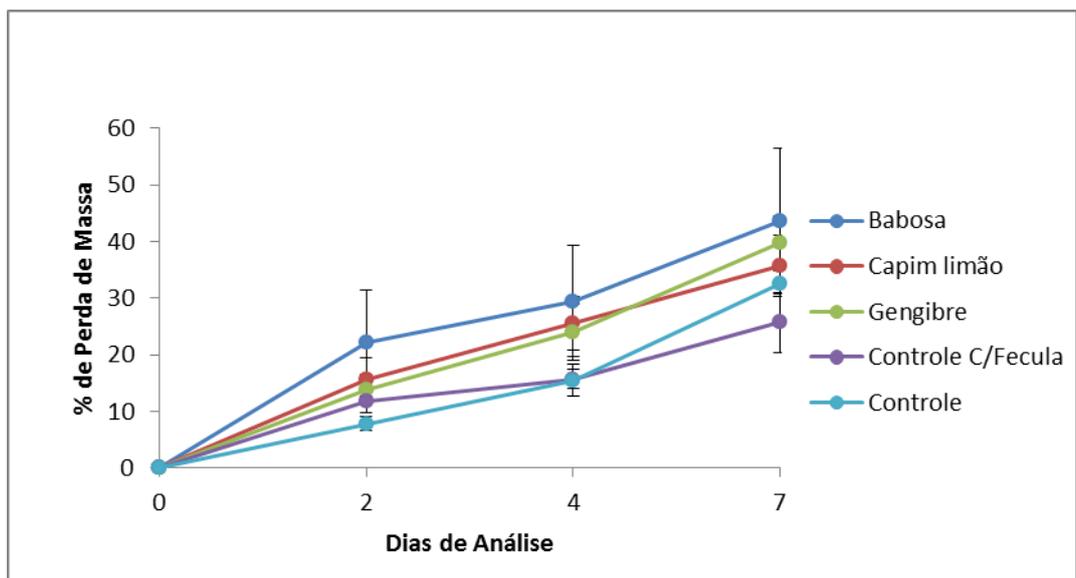


Figura 11: Perda de massa dos morangos.

6.6 AVALIAÇÃO DA APARÊNCIA E INCIDÊNCIA VISÍVEL DE MOFO CINZENTO

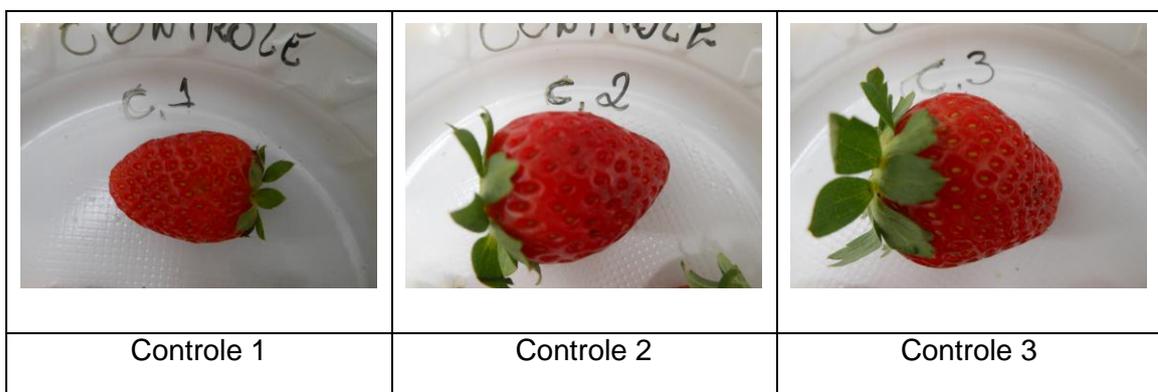
Segundo Molon (2013) a aparência do fruto é essencial para uma maior aceitação do mercado consumidor. Baseado nesse fator importante, apresentamos a seguir as imagens das amostras nos dias 1, 2, 4 e 7, em triplicata, analisando sua aparência, incidência visível de mofo cinzento e maturação, sendo: C - controle (sem adição do biofilme); F – somente fécula de mandioca sem adição de antifúngico; G – fécula de mandioca adicionada de extrato de gengibre; B - fécula de mandioca adicionada de extrato de babosa; Cl - fécula de mandioca adicionada de extrato de capim limão. A figura 12 mostra a imagem digital dos morangos aplicados dos filmes com extratos (babosa, capim limão e gengibre) e o controle.

 A strawberry on a white plate with the handwritten label "CONTROLE C.1".	 A strawberry on a white plate with the handwritten label "CONTROLE C.2".	 A strawberry on a white plate with the handwritten label "CONTROLE C.3".
Controle 1	Controle 2	Controle 3
 A strawberry on a white plate with the handwritten label "CONTROLE/FECULA CF.1".	 A strawberry on a white plate with the handwritten label "CONTROLE/FECULA CF.2".	 A strawberry on a white plate with the handwritten label "CONTROLE/FECULA CF.3".
Fecula de mandioca 1	Fecula de mandioca 2	Fecula de mandioca 3
 A strawberry on a white plate with the handwritten label "BABOSA B.1".	 A strawberry on a white plate with the handwritten label "BABOSA B.2".	 A strawberry on a white plate with the handwritten label "BABOSA B.3".
Babosa 1	Babosa 2	Babosa 3



Figura 12: Imagem digital das amostras dos morangos em triplicata no dia 1 de análise.

No primeiro dia de análise os morangos, sem distinção de tratamento, apresentavam aparência, cor, firmeza, textura e grau de maturação semelhante, como se observa na figura 12 e nas figuras de 5 a 11. Observa-se apenas uma pequena diferença no tamanho e no formato dos morangos. Padrão esse que se mantém no segundo dia, conforme a Figura 13.



		
Fecula de mandioca 1	Fecula de mandioca 2	Fecula de mandioca 3
		
Babosa 1	Babosa 2	Babosa 3
		
Capim Limão 1	Capim Limão 2	Capim Limão 3
		
Gengibre 1	Gengibre 2	Gengibre 3

Figura 13: Imagem digital das amostras dos morangos em triplicata no dia 2 de análise.

Conforme a Figura 14 observa-se uma diferença na aparência das amostras com gengibre e capim limão, elas estão mais opacas e murchas que as demais, aparentando estado de senescência mais avançado. As amostras com babosa estão

mais brilhantes e o controle apenas com fécula 2 já apresenta um início de formação algodonosa (início da formação de fungos).

 A strawberry in a white dish with the handwritten label 'C.1' and 'CONTROLE' above it.	 A strawberry in a white dish with the handwritten label 'C.2' and 'CONTROLE' above it.	 A strawberry in a white dish with the handwritten label 'C.3' and 'CONTROLE' above it.
Controle 1	Controle 2	Controle 3
 A strawberry in a white dish with the handwritten label 'CF.1' and 'CONTROLE / FÉC' above it.	 A strawberry in a white dish with the handwritten label 'CF.2' and 'CONTROLE / FÉC' above it.	 A strawberry in a white dish with the handwritten label 'CF.3' and 'CONTROLE / FÉC' above it.
Fecula de mandioca 1	Fecula de mandioca 2	Fecula de mandioca 3
 A strawberry in a white dish with the handwritten label 'B.1' and 'BABOSA' above it.	 A strawberry in a white dish with the handwritten label 'B.2' and 'BABOSA' above it.	 A strawberry in a white dish with the handwritten label 'B.3' and 'BABOSA' above it.
Babosa 1	Babosa 2	Babosa 3
 A strawberry in a white dish with the handwritten label 'CL.1' and 'C. LIMÃO' above it.	 A strawberry in a white dish with the handwritten label 'CL.2' and 'C. LIMÃO' above it.	 A strawberry in a white dish with the handwritten label 'CL.3' and 'C. LIMÃO' above it.
Capim Limão 1	Capim Limão 2	Capim Limão 3

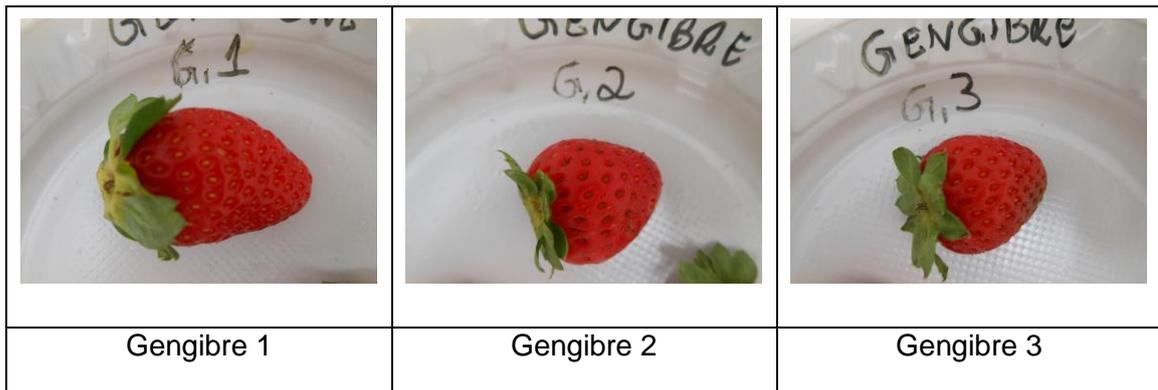
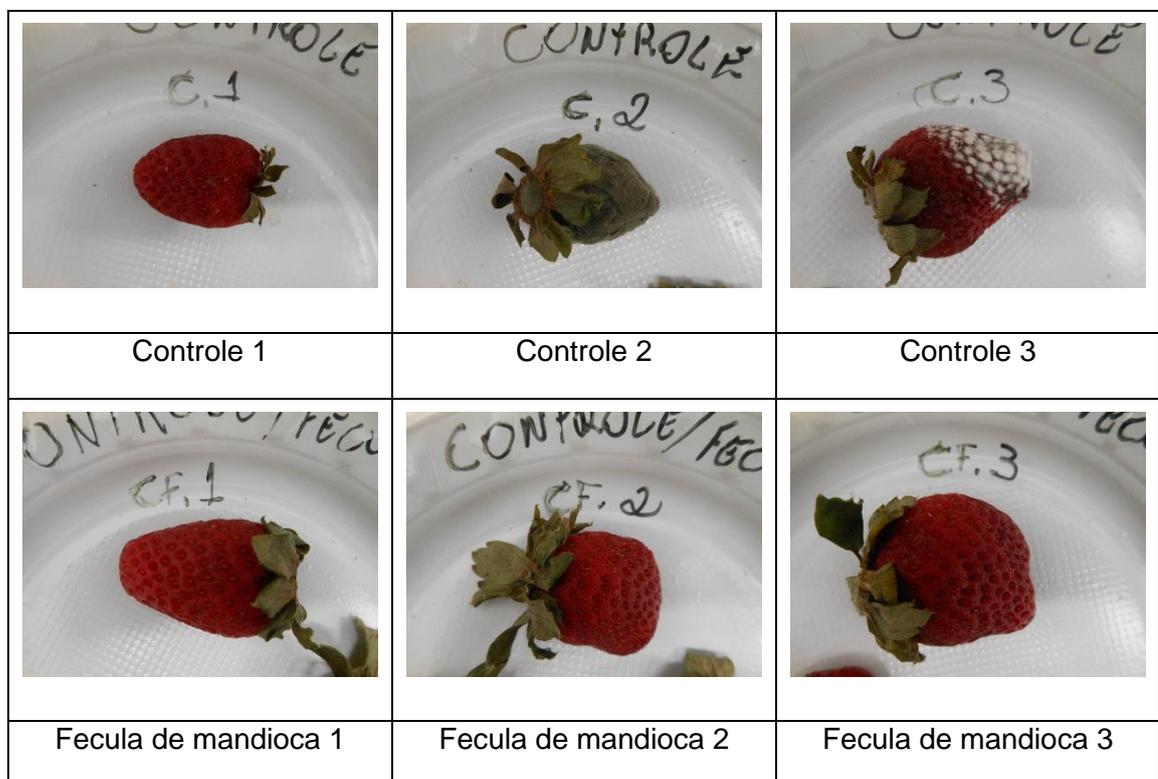


Figura 14: Imagem digital das amostras dos morangos em triplicata no dia 4 de análise.

Aos 7 dias de análise observa-se estado de senescência, podridão e formação fungos na grande maioria das amostras. Com exceção dos grupos Controle 1, do gengibre 1 e das três amostras com fécula de mandioca, da figura 15, que ainda tem uma aparência de fruta saudável para consumo. As demais amostras, destacando-se as de capim limão, aparentam estado de podridão mais avançado, sendo maior do que o controle sem a película, e das amostras com babosa, onde se desenvolveram formações algodonosas de fungos.



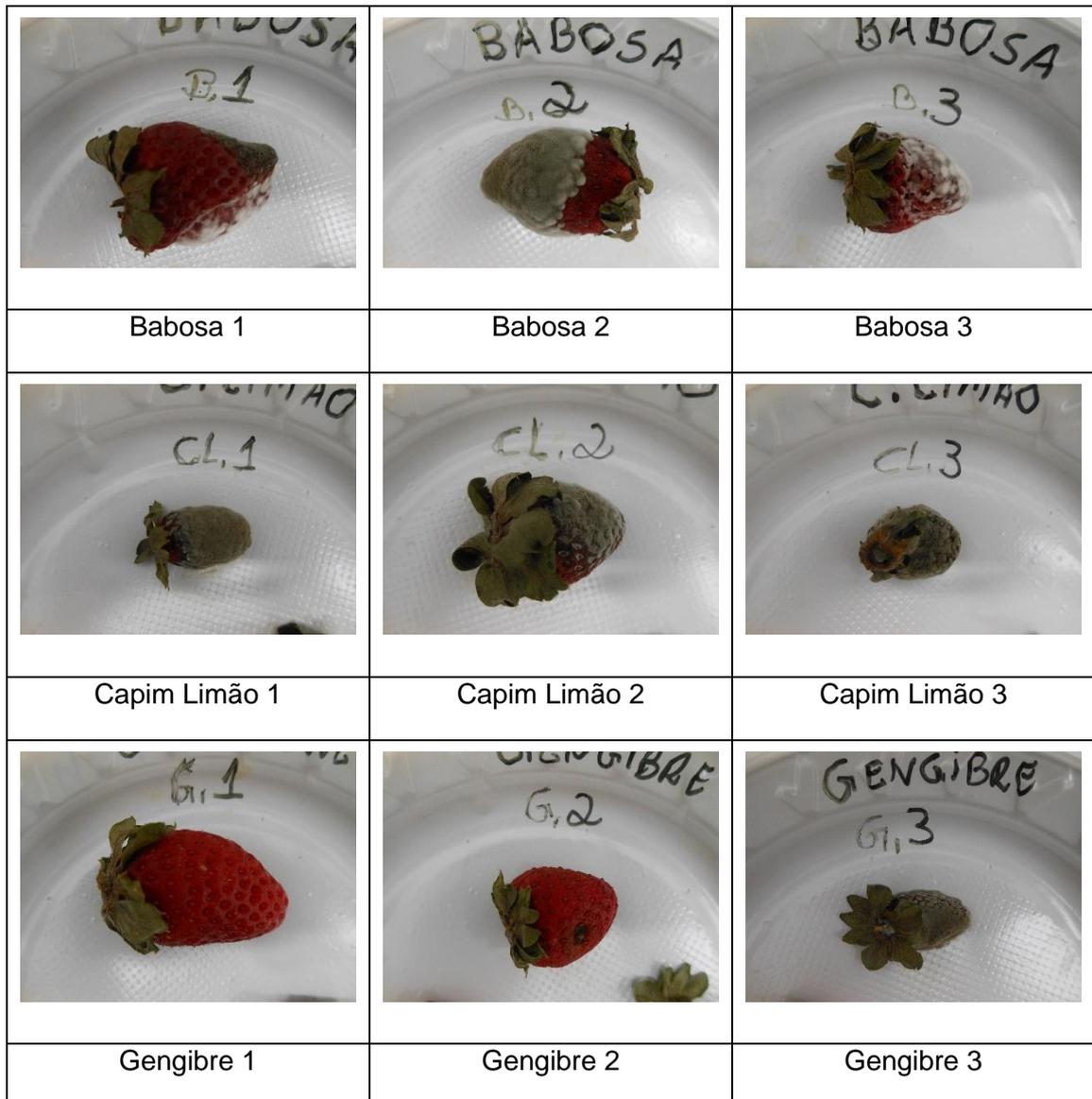


Figura 15: Imagem digital das amostras dos morangos em triplicata no dia 7 de análise.

Na totalidade o experimento mostrou que os grupos tratados visivelmente não tiveram um desempenho superior ao grupo controle c/fécula, o que era esperado devido a provável presença de compostos antifúngicos nos extratos. Estes dados podem ser explicados pela baixa interação dos extratos com a fécula de mandioca na formação filmogênica. As películas produzidas se mostraram mais quebradiças e menos homogêneas que a produzida com apenas fécula de mandioca. Esta baixa homogeneidade pode ter levado a formação de microfissuras na película após a aplicação no fruto o que levaria a exposição da superfície deste ao ataque fúngico. Novos testes devem ser feitos levando-se em consideração estes fatores no intuito de melhor avaliar a ação fúngica *in situ* destes extratos vegetais. Devem ser

executadas análises microscópicas tipo MEV (Microscopia Eletrônica de Varredura), ou outras que se mostrarem necessárias, da película após a aplicação no fruto e secagem.

Pode ser levada em consideração a alternativa de agregar adjuvantes hidrofóbicos, como óleos vegetais, a formulação da película, aumentando assim sua hidrofobicidade e plasticidade. Ou ainda adicionar agentes plastificantes, como sorbitol ou glicerol, ou ainda emulsificantes naturais, como a lecitina de soja, com o intuito de acrescer a plasticidade e homogeneidade da película obtida (CASTAÑEDA, 2013).

7. CONCLUSÕES

Dos agentes filmogênicos desenvolvidos o que apresentou menor solubilidade em água foi o de fécula de mandioca, conseqüentemente foi selecionado para a adição de extratos hidro alcoólicos de plantas com reputada ação antifúngicos quais sejam: babosa, capim limão e gengibre. Os filmes obtidos com a adição dos extratos se mostraram menos homogêneos e mais quebradiços que os de fécula de mandioca.

A análise física de cor, demonstrou que não houve alteração nas amostras submetidas aos tratamentos dos revestimentos com os diferentes extratos.

Na análise de acidez o processo de senescência do fruto ocorreu de maneira uniforme, apresentando pouca diferença, com exceção do revestimento com gengibre que nos dias de análise 2 e 4 demonstraram aumento da acidez titulável. Com os resultados da análise de sólidos solúveis pode-se concluir que houve um aumento gradativo de açúcares no revestimento de capim limão, todavia os demais revestimentos mantiveram os níveis constantes comparados com o primeiro dia de análise.

Por meio dos resultados obtidos de perda de massa concluiu-se que o revestimento com babosa foi o que perdeu mais massa, ou seja, mais água pela respiração. Os grupos tratados com os extratos hidro alcoólicos das plantas foram unanimemente os que mais perderam massa, o que indica que a incorporação destes extratos na película de fécula interferiu de forma não desejada na capacidade de reter água desta.

A análise dos grupos de morangos quanto ao surgimento dos efeitos visíveis da infestação fúngica e aparência revelam, ao final do experimento, que a película de fécula de mandioca se mostrou mais eficaz que o grupo controle, entretanto os grupos tratados com a película adicionada com os extratos não se mostraram mais efetivos que o controle, com exceção de algumas amostras tratadas com gengibre. Supõe-se que a baixa interação dos extratos com a fécula de mandioca levou a formação de fissuras na película após a aplicação no fruto o que poderia deixar a superfície do fruto suscetível ao ataque fúngico, hipótese esta que carece de comprovação.

O trabalho apresenta resultados que podem ser úteis em estudos posteriores que visem à otimização da utilização de fécula de mandioca adicionada de extratos vegetais na produção de películas comestíveis para a proteção de frutos.

A título de sugestões para trabalhos futuros, novos testes devem ser feitos no intuito de melhor avaliar a ação antifúngica *in situ* destes extratos vegetais. Ainda, seria importante realizar a otimização da película de fécula adicionada de extratos vegetais hidro alcoólicos visando melhorar a homogeneidade, plasticidade e propriedades físico-químicas e mecânicas dos filmes obtidos antes da aplicação na proteção do fruto.

8. REFERÊNCIAS

ANDREO, D.; JORGE, N. Avaliação da capacidade antioxidante do extrato de gengibre (*Gengiber officinale*) adicionado ao óleo de soja em teste de estocagem acelerada. **Rev. Inst. Adolfo Lutz (Impr.)**, São Paulo, v. 66, n. 2, 2007.

ASSIS, A. S.; STAMFORD, T. C. M.; STAMFORD, T. L. M. Bioconversão de resíduos de camarão *litopenaeus vannamei* (booner, 1931) para produção de biofilme de quitosana. **Revista Iberoamericana de Polímeros** – Recife, v. 09, n. 05, 2008.

BERTUZZI, M. A.; ARMADA, M.; GOTTIFREDI, J. C. Physicochemical characterization of starch-based films. **Journal of Food Engineering**, v. 82, n. 01, p. 17-25, 2007.

BETT, M. S. **O uso popular de plantas medicinais utilizadas no tratamento da ansiedade no município de galvão-sc.** 2013. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas. Graduação em Ciências Biológicas, 2013.

BORGES, C. D.; MENDONÇA, C. R. B.; ZMBIAZI, R. C.; NOGUEIRA, D.; PINTO, E. M.; PAIVA, F. F. Conservação de morangos com revestimentos à base de goma xantana e óleo essencial de sálvia. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 29, n. 5, p. 1071-1083, 2013.

BRAGA, D. O. **Qualidade Pós-colheita de Morangos Orgânicos Tratados com Óleos Essenciais na Pré-colheita.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, v. 01, f. 74, p. 49-51, 2012.

CANTILLANO, R. F. F.; CASTAÑEDA, L. M. F.; TREPTO, R. O.; SCHUNEMANN, A. P. P. **Qualidade físico-química e sensorial de cultivares de morango durante o armazenamento refrigerado.** Embrapa Clima Temperado. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 75 (CPACT), 29p, Pelotas – RS, 2008.

CASTAÑEDA, L. M. F. **Avaliação da quitosana e da fécula de mandioca, aplicada em pós-colheita no recobrimento de maçãs.** Tese de Doutorado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, 2013.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos/** Heloisa Máscia Cecchi. – 2 ed. Ver. – Campinas, SP: Editora da *Unicamp*, 2003.

COSTA, L. B. **Efeito da Radiação UV-b na interação *Botrytis cinerea* – *Clonostachys rosea* no morangueiro e do ácido 4 – aminobenzóico no controle do patógeno em Tabaco.** Tese de Doutorado pela Universidade Estadual Paulista, Botucatu – SP, 2014.

COSTA, R. C. **Teores de clorofila, produção e qualidade de frutos de morangueiro sob telas de sombreamento em ambiente protegido.** 2009. 126 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.

CUZZI, C. **Extratos de canola no controle de *Botrytis cinerea* in vitro e do mofo cinzento em pós-colheita de morangos.** 64f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) –Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção Vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2013.

DABAGUE, I. C. M; DESCHAMPS, C.; MÓGOR, A. F.; SCHER, A. P; CÔCCO, L. Teor e composição de óleo essencial de rizomas de gengibre (*Zingiber officinale Roscoe*) após diferentes períodos de secagem. **Revista brasileira plantas medicinais**, v. 13, n. 1, p. 79-84, 2011.

DAROLT, M. R. Morango orgânico: opção sustentável para o setor. **Revista Campo & Negócios**. Ano II, N. 34, p. 58-61, 2008.

DUARTE, M. R.; ZANETI, C. C. Estudo farmacobotânico de folhas de capim-limão: *Cymbopogon citratus* (DC.). STAPF, POACEAE. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 117-124, 2004

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

DONAZZOLO, J.; HUNSCHE, M.; BRACKMANN, A.; WACLAWOVSKY, A. J. Utilização de filmes de polietileno de baixa densidade(PEBD) para prolongar a vida pós-colheita de morangos, cv. oso grande. **Ciênc. agrotec.**, v. 27, n. 1, p. 165-172, 2003.

EMBRAPA. **Biotecnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011.

FONSECA, A. P. **Estabilidade genética de plantas de diferentes genótipos de morango (*Fragaria x ananassa Duch*) micropropagadas submetidas a diferentes números de subcultivos.** Seropédica – RJ. 2010. 65p. Dissertação, Mestrado em Fitotecnia – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

FRANCOSO, I. L. T.; COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZZACA, S. G.; ARTHUR, V. Alterações físico-químicas em morangos (*Fragaria anassa Duch.*) irradiados e armazenados. **Ciência Tecnologia Alimentos**, v. 28, n. 3, p. 614-619, Set. 2008.

FREITAS, V. S.; RODRIGUES, R. A. F.; GASPI, F. O. G. Propriedades farmacológicas da *Aloe vera* (L.) Burm. f. **Revista brasileira plantas medicinais.**, Botucatu, v. 16, n. 2, p. 299-307, Jun 2014.

GAZEL, C. L. L.; AMARAL, D. F.; GOMES, F. J. S.; ESCHER, A. S. S. S. K. S. **Atividade Antimicrobiana do Óleo Essencial de *Cymbopogon citratus* (DCSt apf.) (Capim-limão).** Livro de Resumos da III Feira de Trabalhos Acadêmicos e Científicos - FETAC. Santarém. Pará: FIT, v.6, n.3, 2013.67p.

GENNADIOS, A.; WELLER, C. L.; HANNA, M. A.; FRONING. G. W. Mechanical and barrier properties of egg albumen films. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 61, p. 585-589, 1996.

GOMES, E. C.; NEGRELLE, R.R.B. Análise da cadeia produtiva do capim limão: estudo de caso. **Revista brasileira plantas medicinais.**, v. 17, n. 2, p. 201-209, Jun. 2015.

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

GRAEBIN, N. G. **Avaliação sensorial de biofilmes comestíveis.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre 2011/12.

GREGIO, A. M. T.; FORTES, E. S. M.; ROSA, E. A. R.; SIMEONI, R. B.; ROSA, R. T. Ação antimicrobiana do *Zingiber officinale* frente à microbiota bucal. **Revista Est. Biol.**, v. 28, n.62, p. 61-66, 2006.

ITAKO, A. T.; SCHWAN-ESTRADA. K. R. F.; JUNIOR, J. B. T.; STANGARLIN, J.R; CRUZ, M. E. S. **Atividade antifúngica e proteção do tomateiro por extratos de plantas medicinais.** Trop. plant pathol, v. 33, n. 3, p. 241-244, 2008.

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

JÚNIOR, H. P. L.; LEMOS, A. L. A. **Gengibre**. Disciplina de Medicina de Urgência e Medicina Baseada em Evidências da Universidade Federal de São Paulo — Escola Paulista de Medicina (Unifesp-EPM), Centro Cochrane do Brasil. Diagn Tratamento. 2010; 15(4), 174-178 f.

LEITE, C. D.; MARCONDES, M. M.; BALDIM, I.; MAIA, A. J.; ROSAL, L. F.; FARIA, C. M. D. R. **Inibição do crescimento micelial de *Botrytis cinerea* pelo extrato aquoso de gengibre**. Semana Integrada de Ensino, Pesquisa e Extensão – SIEPE, 26/30 out. 2009. Universidade Estadual do Centro-Oeste/Setor de Ciências Agrárias e Ambientais, Guarapuava, Paraná.

LIMA, M. M.; PORTO, A. C. S.; MOREIRA, A. S.; SOUZA, R. D.; REISSIG, G. N.; VERGARA, L. P. **Avaliação Sensorial De Uvas Itália Revestida De Goma Xantana E Fécula De Mandioca**. 5º Simpósio de Segurança Alimentar Alimentação e Saúde (SAL 396), Bento Gonçalves – RS, 2015.

LIST, P. H.; SCHMIDT, P. C. **Phytopharmaceutical Technology**., Londres: Heyden & Son, p. 112–115, 1989.

LORENZZETI, E. R.; MONTEIRO, F. P.; SOUZA, P. E.; SOUZA, R. J.; SCALICE, H. K.; DIOGO, JR, R.; Bioatividade de óleos essenciais no controle de *Botrytis cinerea* isolado de morangueiro. **Revista brasileira plantas medicinais**. v. 13, n. spe, p. 619-627, 2011.

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

MANUEL, V. Y. L. L. **A planta medicinal *Aloe vera* na indústria alimentar**. Tese apresentada à Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa para obtenção do grau de Mestre em Inovação Alimentar, Porto, 2011.

MEDEIROS, S. A. F.; YAMANISHI, O. K.; PEIXOTO, J. R.; PIRES, M. C.; JUNQUEIRA, N. V.; RIBEIRO, J.G B. L. Caracterização físico-química de progênies de maracujá-roxo e maracujá-azedo cultivados no Distrito Federal. **Revista Brasileira Fruticultura**. v. 31, n. 2, p. 492-499, 2009 .

MIGUEL, A. C. A. **Uso de película comestível, cloreto de cálcio e ácido ascórbico para a conservação de melão 'Amarelo' minimamente processado.** 2008. Dissertação Mestrado em Ciências (Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo, 2008.

MOLON, R. **Qualidade e composição físico química de frutas de morangueiro.** 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013.

MUSA, C. I.; WEBER, B.; GONZATI, H. C.; BIGUELINI, C. B.; SOUZA, C. F. V.; VIOLIVEIRA, E. C. Avaliação do teor de Vitamina C em morangos de diferentes cultivares em sistemas de cultivo distintos no município de Bom Princípio/RS. *Ciência e Natura*, v.37 n.2, 2015, mai.- ago. p. 368 – 373, **Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM.**

NEGRELLE, R. R. B.; ELPO, E. R. S.; RUCKER, N. G. A. Análise prospectiva do agronegócio gengibre no estado do Paraná. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 1022-1028, 2005.

OTTO, R. F.; MORAKAMI, R. K; REGHIN, M. Y.; CAIRES, E. F.; Cultivares de morango de dia neutro: produção em função de doses de nitrogênio durante o verão. **Hortic. Bras.**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 217-221, 2009.

PALHARIN, L. H. D. C.; FIGUEIREDO, N. E.; CARMARGO, L. M. P.; BOSQUE, G. G. Estudo sobre gengibre na medicina popular. **Rev. Cient. Elet. De Agronomia**, Ano VII, n. 14, 2008.

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

QUINATO, É. E.; DEGÁSPARI, C. H.; VILELA, R. M. Aspectos nutricionais e funcionais do Morango. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v.8, n.1, 2007.

REIS, A.; COSTA, H. **Principais doenças do morangueiro no Brasil e seu controle.** EMBRAPA - Circular Técnica 96, Brasília – DF, 2011.

RICARDO, L. P.; MORAIS, M. M.; ROSA, G. S. **Estudo de Filmes Biodegradáveis de Recobrimento aplicado em morangos.** XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, Área Temática: Fenômenos de Transporte e Sistemas Particulados, Florianópolis – SC, p. 1-8. 2014.

SILVA, E. R. D. **Avaliação do potencial de revestimentos de quitosano e *Aloe vera* em morangos**. Dissertação (Grau de Mestre em Biotecnologia) Universidade de Aveiro, 2010.

SOBRAL, P. J. A. Influência da espessura de biofilmes feitos à base de proteínas miofibrilares sobre suas propriedades funcionais. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 5, n. 6, p. 1251-1259, 2000.

SOUZA, C. O. D.; SILVA, L. T.; DRUZIAN, J. I. Estudo comparativo da caracterização de filmes biodegradáveis de amido de mandioca contendo polpa de manga e acerola. **Química Nova**, v. 35, n. 02, p. 262-267, 2012

TORRES, F. G.; TONCOSO, O. P.; TORRES, C.; DIAZ, D. A.; AMAYA, E. Biodegradability and mechanical properties of starch films from Andean crops. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 48, p. 603-603, 2011.

VICENTINI, N. M. **Elaboração e caracterização de filmes comestíveis à base de fécula de mandioca para uso em pós-colheita**. 2003. xvii, 198 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2003.

YAN, Q.; HOU, H.; GUO, P.; DONG, H. Effects of extrusion and glycerol content on properties of oxidized and acetylated. **Carbohydrate Polymers**, v. 87, p. 707–712, 2012.

ZAVAREZE, E. D. R.; PINTO, V. Z.; KLEIN, B.; HALAL, S. L. M. E.; ELIAS, M. C.; HERNANDEZ, C. P.; DIAS, A. R. G. Development of oxidised and heat–moisture treated potato starch film. **Food Chemistry**, v. 132, n. 01, p. 344–350, mai. 2012.