



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

JORGIANE DA SILVA SEVERINO LIMA

**DESENVOLVIMENTO DE REVESTIMENTO À BASE DE CONCENTRADO
PROTÉICO DE SORO DE LEITE E ÓLEO ESSENCIAL DE ERVA DOCE E
SUA EFICIÊNCIA NA VIDA PÓS-COLHEITA DE MAMÃO 'GOLDEN'**

FORTALEZA

2015

JORGIANE DA SILVA SEVERINO LIMA

**DESENVOLVIMENTO DE REVESTIMENTO À BASE DE CONCENTRADO
PROTÉICO DE SORO DE LEITE E ÓLEO ESSENCIAL DE ERVA DOCE E
SUA EFICIÊNCIA NA VIDA PÓS-COLHEITA DE MAMÃO 'GOLDEN'**

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof. Dra. Lucicléia Barros de Vasconcelos Torres.

Co-orientador: Dr. Ebenezér de Oliveira Silva.

FORTALEZA

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- L699d Lima, Jorgiane da Silva Severino.
Desenvolvimento de revestimento à base de concentrado protéico de soro de leite e óleo essencial de erva doce e sua eficiência na vida pós-colheita de mamão 'golden' / Jorgiane da Silva Severino Lima. – 2015.
75 f. : il., color. ; 30 cm.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2015.
Área de Concentração: Ciência e Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal.
Orientação: Profa. Dra. Lucicléia Barros de Vasconcelos Torres..
Coorientação: Dr. Ebenézér de Oliveira Silva.
- 1.Mamão. 2. Pós-colheita - Qualidade. 3. Soro do leite. I. Título.

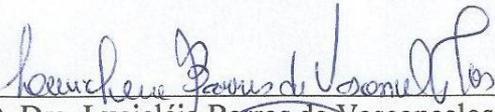
JORGIANE DA SILVA SEVERINO LIMA

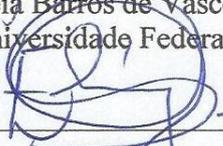
**DESENVOLVIMENTO DE REVESTIMENTO À BASE DE
CONCENTRADO PROTÉICO DE SORO DE LEITE E ÓLEO
ESSENCIAL DE ERVA DOCE E SUA EFICIÊNCIA NA VIDA PÓS-
COLHEITA DE MAMÃO 'GOLDEN'**

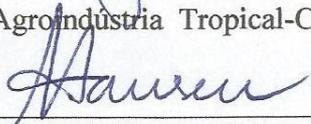
Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

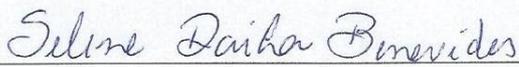
Dissertação aprovada em: 10/07/15

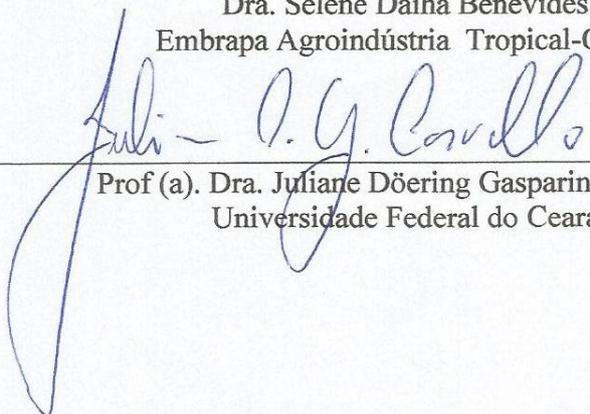
BANCA EXAMINADORA


Prof (a). Dra. Lucicleia Barros de Vasconcelos Torres (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará


Dr. Ebenézér de Oliveira Silva (Co-Orientador)
Embrapa Agroindústria Tropical-Ceará


Dra. Andreia Hansen Oster
Embrapa Agroindústria Tropical-Ceará


Dra. Selene Daiha Benevides
Embrapa Agroindústria Tropical-Ceará


Prof (a). Dra. Juliane Döering Gasparin Carvalho
Universidade Federal do Ceará

A Deus, pela constante presença em minha vida.

À minha mãe Fátima e meu pai George, pelo exemplo de força e dedicação.

As minhas irmãs Fabiane e Tatiane, pela compreensão e incentivo.

Ao meu esposo Jorge, pela paciência e companheirismo.

Aos meus amigos, pelo apoio e pelos bons momentos compartilhados.

AGRADECIMENTOS

A Deus por sua infinita bondade e misericórdia, pois muitos foram os obstáculos e dificuldades que enfrentei desde a seleção do mestrado até a defesa da dissertação, mas posso dizer com convicção como disse o profeta Samuel: "Até aqui me ajudou o Senhor Jesus".

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará (UFC), pela formação acadêmica e pela oportunidade de realização do mestrado.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), por te me proporcionado a oportunidade de desenvolver este trabalho, oferecendo todo apoio técnico.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa, viabilizando meus estudos.

À minha orientadora, Dra. Lucicléia Barros de Vasconcelos Torres, pelo incentivo, compreensão, dedicação e engrandecimento a esta pesquisa e por ter acreditado na minha capacidade e desempenho.

Ao meu co-orientador, Dr. Ebenézér de Oliveira Silva, por todo auxílio prestado para realização deste trabalho. Sou grata pela paciência e gentileza em solucionar diversas dúvidas que surgiram no decorrer desta pesquisa.

À Pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Dra. Andreia Hansen Oster, por ceder a estrutura do Laboratório de Patologia Pós-Colheita e pelas contribuições relevantes que foram inseridas nesta pesquisa, por todo apoio, dedicação, amizade e por sempre estar disposta a contribuir para engrandecimento deste trabalho.

À Pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Dra. Selene Daiha Benevides, por ceder artigos científicos que foram de grande importância para realização deste trabalho.

A Fazenda Calimam Agrícola, por nos ter cedido os frutos de mamões para realização desta pesquisa.

A Analista da Embrapa Agroindústria Tropical, Dra. Celli Muniz, pela realização das Análises de Microscopia de Varredura.

Ao meu amigo, Márcio Ootani, pelo importantíssimo apoio nas análises estatísticas e boas sugestões dadas ao trabalho. Sou grata por sua amizade e por toda sua paciência que me foi dada no decorrer desta caminhada.

Aos bolsistas Ageu e Yuri, pelas preciosas ajudas, dedicação, eficiência, companheirismo e amizade. Sou muito grata por tudo.

Aos meus pais George e Fátima, meu espelho e razão de vida. Por tudo que representam para mim: amor incondicional, apoio e incentivo, sábia orientação, permanente presença, força para superação de

obstáculos, caráter inquestionável, ensinamentos valiosos que muito auxiliaram dando-me base necessária para vencer esta e todas as etapas que estão por vir. E, acima de tudo, por sempre depositarem toda, confiança em mim.

As minhas irmãs, Fabiane e Tatiane, pela eterna amizade, companheirismo, amor, apoio, conselhos e torcida. A vocês meu eterno agradecimento e AMOR,

A minha avó Maria (in memorian) e meu avô João Severino (in memorian) que sempre me incentivaram a estudar. Vôzinho, sempre me lembro do seu carinho, do seu temor a Deus e da sua energia positiva, sei que lá do alto estais sempre torcendo por minha vitória.

Ao meu esposo Jorge, por todo seu apoio, incentivo, compreensão, companheirismo e amor, que foram imprescindíveis para a realização deste trabalho.

Á todos da Família Frutos (Bruno, Ana Cristina, Leilane, Mayla, Karine, Mazé, Larissa, Alessandra e Patrícia), meus queridos amigos que de alguma forma contribuíram com momentos de alegria e descontração, depois de um dia cansativo de trabalho.

Ao secretário Paulo Mendes, pela paciência e disponibilidade nesses anos de mestrado.

Ao Sr. Luiz, pessoa queridíssima e sempre disponível a ajudar.

A todos os professores do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, pelos conhecimentos repassados ao longo da minha graduação e mestrado.

Aos membros da banca pelas valiosas sugestões, as quais engrandeceram mais ainda este trabalho.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização desta pesquisa e para minha formação pessoal e profissional, o meu muitíssimo obrigada.

“É graça divina começar bem. Graça maior é persistir na caminhada.

Mas, graça das graças é não desistir nunca. ”

Dom Helder Câmara

RESUMO

O mamão (*Caricacapaya* L.) é um fruto climatérico, apresenta altas taxas de transpiração e, devido ao intenso metabolismo durante o amadurecimento, senesce rapidamente, dificultando o armazenamento, por períodos prolongados e, conseqüentemente gerando altos índices de perdas pós-colheita, as quais podem ser agravadas pela ação do *Colletotrichum gloeosporioides*. Na perspectiva de estender o tempo de vida útil do mamão 'Golden' este estudo objetivou desenvolver um revestimento usando uma combinação de concentrado protéico de soro de leite (CPSL), óleo essencial de erva doce (OED), cloreto de cálcio (CC) e glicerol (G). Foram realizadas avaliações *in vitro* do efeito de diferentes concentrações de OED na redução do crescimento micelial de *C. gloeosporioides*, assim como foram testados *in vitro* a capacidade fungitóxica do OED. Utilizando as duas concentrações mais eficientes do OED juntamente com diferentes concentrações de CPSL (10, 12, 14%), CC (1%) e G (5%), foram formulados nove revestimentos, os quais tiveram sua estabilidade avaliada por meio das análises de ângulo de contato, diâmetro médio das partículas, potencial zeta e microscopia de varredura. De posse dos revestimentos mais promissores, foram iniciados três experimentos em paralelo. No primeiro, mamões inoculados artificialmente com *C. gloeosporioides* foram submetidos aos revestimentos, para avaliação da incidência e severidade do patógeno. No segundo e terceiro experimentos, mamões sadios foram revestidos e submetidos à análise de sobrevivência e da qualidade, respectivamente. Os testes *in vitro* demonstraram um potencial positivo na utilização do óleo de erva doce no desenvolvimento micelial do fungo *C. gloeosporioides*, com concentração mínima inibitória (CMI) e concentração mínima fungicida de 2000ppm. O conjunto de análises utilizado para avaliar a estabilidade dos revestimentos formulados indicou que, aqueles contendo menor percentual de CPSL (10%) e maiores concentrações de OED (0,2% e 0,4%) proporcionaram, a formação de revestimentos mais estáveis. No experimento utilizando mamões inoculados com *C. gloeosporioides*, foi possível observar menor incidência e severidade da doença nos pontos não inoculados dos mamões revestidos. Os revestimentos testados na análise de sobrevivência foram capazes de retardar o processo de maturação dos mamões, sendo o tratamento composto por: 10% de CPSL, 0,4% de OED, 1% de CC e 5% de G o mais eficiente no controle da incidência de *C. gloeosporioides* e na extensão da vida pós-colheita destes frutos.

Palavras-chave: revestimento biodegradável, soro de leite, pós-colheita, maturação, qualidade.

ABSTRACT

Papaya (*Carica papaya* L.) is a climacteric fruit, has high transpiration rates and due to the intense metabolism during ripening, senesce quickly, making it difficult to store for long periods and consequently generating high rates of post-harvest losses, which may be aggravated by the action of *Colletotrichum gloeosporioides*. In view of extending the useful life of the papaya 'Golden' this study aimed to develop a coating using a combination of protein whey concentrate (WPC), essential oil of fennel (OED), calcium chloride (CC) and glycerol (G). Evaluations were carried out in vitro effect of different concentrations of OED reduction in mycelial growth of *C. gloeosporioides* as were tested in vitro fungitoxic capacity of the OED. Using the two most efficient concentrations of OED together with different concentrations of WPC (10, 12, 14%), DC (1%) and G (5%) were formulated nine coatings, which have had their stability evaluated using the analysis contact angle, average particle diameter, zeta potential and microscopy. Possession of the most promising coatings were started three experiments in parallel. In the first, papayas artificially inoculated with *C. gloeosporioides* were submitted to coatings, to assess the incidence and severity of the pathogen. The second and third experiments, sound papayas were coated and subjected to analysis of survival and quality respectively. In vitro tests showed a positive potential in use of the fennel oil on mycelial growth of the fungus *C. gloeosporioides* with minimal inhibitory concentration (MIC) and minimum fungicidal concentration of 2000ppm. The set of analyzes used to assess the stability of the formulated coatings indicated that those containing a lower percentage of WPC (10%) and the OED higher concentrations (0.2% and 0.4%) provided the formation of more stable coatings. In the experiment using papayas inoculated with *C. gloeosporioides*, we observed a lower incidence and severity of disease in non-inoculated points of the coated papayas. Coatings tested in survival analysis were able to slow the ripening process of papayas, and the treatment consists of: 10% of CPSL, 0.4% OED, 1% and 5% CC G was the most effective in controlling the incidence of *C. gloeosporioides* and the extension of postharvest life of these fruits

Keywords: biodegradable coating, whey, post-harvest ripening, quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Fluxograma de elaboração dos revestimentos a base de concentrado protéico de soro de leite (CPSL), óleo essencial de erva doce (OED), cloreto de cálcio (CC) e glicerol(G)	33
Figura 2.	Efeito das concentrações de OED no crescimento micelial de <i>C. gloesporioides</i> , após 6 dias de incubação.....	41
Figura 3.	Concentração de OED com potencial fungitóxico para <i>C. gloesporioides</i> , após 6 dias de incubação.....	42
Figura 4.	Distribuição dos tamanhos de partículas dos revestimentos a base de CPSL, OED, CC e G.....	45
Figura 5.	Microscopia de varredura das superfícies de mamão submetidas aos revestimentos elaborados à base de CPSL, OED, CC e G.....	47
Figura 6.	Incidência e severidade de antracnose de mamão ‘Golden’ nos diversos tratamentos, após o período de 13 dias de armazenamento refrigerado a 12 °C.....	49
Figura 7.	Curva de sobrevivência com os tempos necessários para os mamões revestidos atingirem o estágio 5 de maturação.....	50
Figura 8.	Frutos não inoculados, nos diversos tratamentos, após 13 dias de armazenamento refrigerado a 12 °C.....	51
Figura 9.	Curva de sobrevivência com os tempos necessários para os mamões revestidos sofram a incidência de <i>C. gloespororioides</i>	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Comparativo das características associadas aos revestimentos.....	20
Tabela 2.	Comparação das composições do leite e do soro.....	22
Tabela 3.	Formulações utilizadas para elaboração e estudo das características físicas dos revestimentos a base de CPSL, OED, CC e G.....	32
Tabela 4.	Classificação do estágio de maturação para frutos de mamão destinados a exportação.....	37
Tabela 5.	Constituintes químicos principais, concentração (%) e índice de Kovats do óleo essencial de erva doce.....	40
Tabela 6.	Índice de Crescimento Micelial (ICM) e do Crescimento Micelial (CM) do <i>C. gloesporioides</i> após seis dias, submetidos aos diferentes tratamentos com óleo essencial de erva doce.....	42
Tabela 7.	Ângulo de contato dos revestimentos elaborados a base de CPSL (%), OED (%), CC e G a superfície da casca do mamão.....	43
Tabela 8.	Potencial zeta referente aos revestimentos elaborados a base de CPSL, OED, CC e G.....	46
Tabela 9.	Tratamentos selecionados a serem utilizados no estudo da extensão da vida pós-colheita de mamão.....	48
Tabela 10.	Severidade e incidência de patógeno causados pela ação de <i>C. gloesporioides</i> inoculados em mamões submetidos aos revestimentos a base de CPSL, OED, CC e G.....	48
Tabela 11.	Dias após aplicação dos tratamentos para os mamões revestidos atingirem o estágio 5 de maturação (intervalo de confiança de 95%).....	51
Tabela 12.	Dias para que os mamões revestidos sofressem incidência de <i>C. gloesporioides</i> (intervalo de confiança de 95%).....	53
Tabela 13.	Análise de variância para as avaliações da qualidade pós-colheita de mamões submetidos aos revestimentos a base de CPSL, OED, CC e G.....	54
Tabela 14.	Variáveis obtidas de L, a* e b* para cada tratamento.....	59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AST	Açúcares solúveis totais
ATT	Acidez total titulável
BDA	Batata dextrose ágar
BHT	Butil hidroxi tolueno
CA	Cálcio
CC	Cloreto de cálcio
CG	Cromatografia em fase gasosa
CM	Crescimento micelial
CPSL	Concentrado protéico de soro de leite bovino
CG-EM	Cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massas
DIC	Delineamento experimental inteiramente casualizado
DMSO	Dimetilsulfóxico
G	Glicerol
ICM	Índice de crescimento micelial
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
MIC	Crescimento mínimo inibitório
OED	Óleo essencial de erva doce
SST	Sólidos solúveis totais
TCM	Taxa de crescimento micelial

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 Pós-colheita do mamão	18
2.2 Revestimentos	19
2.2.1 Origem e definição.....	19
2.2.2 Composição.....	20
2.2.3 Soro de leite bovino.....	22
2.2.4 Óleo essencial de erva doce.....	25
2.2.5 Cálcio.....	27
2.2.6 Glicerol.....	28
3 MATERIAIS E MÉTODOS	30
3.1 Matéria-prima	30
3.2 Extração do óleo essencial de erva doce	30
3.3 Identificação e quantificação dos constituintes químicos do óleo essencial de erva doce	30
3.4 Ensaios <i>in vitro</i> para definição das concentrações de óleo essencial de erva doce a serem incorporadas no revestimento	31
3.5 Análises dos revestimentos	32
3.5.1 Preparação dos revestimentos.....	33
3.5.2 Ângulo de contato.....	34
3.5.3 Diâmetro médio das partículas e Potencial Zeta.....	35
3.5.4 Análise da microestrutura do revestimento.....	35
3.6 Revestimentos selecionados	36
3.6.1 Avaliação <i>in vivo</i> da ação dos revestimentos a base de CPSL e óleo essencial de erva doce aplicado em mamões inoculados com <i>C. gloesporioides</i>	36
3.6.2 Análise de sobrevivência de mamões submetidos aos revestimentos a base de CPSL e óleo essencial de erva doce.....	37
3.6.3 Avaliações da qualidade pós-colheita.....	38
3.6.3.1 Firmeza.....	39
3.6.3.2 pH.....	39
3.6.3.3 Sólidos solúveis totais (SST).....	39

3.6.3.4 Acidez total titulável (ATT)	39
3.6.3.5 Açúcares solúveis totais (AST)	39
3.6.3.6 Ácido ascórbico	39
3.6.3.7 Perda de massa.....	40
3.6.3.8 Cor instrumental	40
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	41
4.1 Extração do óleo essencial de erva doce	41
4.2 Identificação e quantificação dos constituintes químicos do óleo essencial de erva doce.....	41
4.3 Ensaios <i>in vitro</i> para definição das concentrações de óleo essencial de erva doce a serem incorporadas no revestimento	42
4.4 Análises dos revestimentos	44
4.4.1 Ângulo de contato	44
4.4.2 Diâmetro médio das partículas e Potencial Zeta.....	45
4.4.3 Análise da Microestrutura do revestimento	47
4.4.4 Avaliação <i>in vivo</i> da ação dos revestimentos a base de CPSL e óleo essencial de erva doce aplicado em mamões inoculados com <i>C. gloesporioides</i>	49
4.4.5 Análise de sobrevivência de mamões submetidos aos revestimentos a base de CPSL e óleo essencial de erva doce	51
4.4.6 Avaliações da qualidade pós-colheita.....	55
4.4.6.1 Firmeza	55
4.4.6.2 pH	56
4.4.6.3 Sólidos Solúveis Totais (SST)	57
4.4.6.4 Acidez Total Titulável (ATT).....	57
4.4.6.5 Açúcares Solúveis Totais (AST)	58
4.4.6.6 Ácido Ascórbico	59
4.4.6.7 Perda de massa.....	59
4.4.6.8 Cor instrumental	60
5 CONCLUSÃO	62
REFERÊNCIAS.....	63

1 INTRODUÇÃO

A fruticultura brasileira, contemplando o cultivo de várias espécies, alcança dia-a-dia maior expressão na agricultura nacional e conta com amplas possibilidades de expansão, pois o país dispõe de extensas áreas agricultáveis, com condições de clima e de solos favoráveis, colocando as frutas dentre os setores do agronegócio.

O mundo todo produz anualmente mais de 800 milhões de toneladas de frutas. O Brasil é o terceiro colocado no ranking das principais nações produtoras. Está atrás apenas da China e da Índia, respectivamente. Dentre as frutas mais produzidas e consumidas no Brasil, destaca-se o mamão, sendo a sexta fruta mais produzida no País. A nível mundial, o Brasil é o segundo maior produtor de mamão e situa-se entre os principais países exportadores, com destino principal para o mercado europeu, apesar da diminuição no setor nos últimos dois anos ocasionada principalmente por problemas relacionados com doenças pós-colheita e alto custo de produção. Tal fato em conjunto com a ausência de assistência técnica e extensão rural refletem diretamente no mercado de exportação desta fruta, que também é prejudicado em detrimento da utilização de técnicas pouco eficientes em pós-colheita, prejudicando a manutenção da qualidade dos frutos (OLIVEIRA, 2014; ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2015).

O mamão é um fruto climatérico no qual ocorre o amadurecimento rapidamente após a colheita, desencadeado pela produção do etileno e aumento da taxa respiratória, caracterizado como um fruto bastante perecível. Devido essa alta perecibilidade, o controle da maturação é fundamental para o aumento na vida útil e, conseqüentemente, redução da incidência de patógenos, visando o mercado interno e exportação de frutas. Das doenças fúngicas que atacam o mamão, a antracnose causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides*, é responsável por perdas significativas na produção desse fruto (TEODOSIO, 2014).

Diante dessa realidade, a utilização de métodos alternativos no controle do processo de amadurecimento e na redução de incidências de agentes fitopatógenos em mamões tem despertado interesse.

Considerando-se a conservação de mamões durante poucas semanas, para eficiência do controle do patógeno em pós-colheita, estratégias devem ser estabelecidas com base no processo de maturação. Alguns autores relatam a eficiência de revestimentos na conservação das características físico-químicas e microbiológicas durante o processo de

maturação (DIAS et al., 2011; ROSWALKA, 2010). Estudos têm demonstrado bons resultados na utilização do soro de leite como matéria-prima para revestimento de frutos (ALLEONI, JACOMINO; ROSA, 2006).

O soro de leite é um subproduto da indústria de laticínios que possui excelentes propriedades nutricionais e funcionais. A formação de revestimentos protéicos de soro de leite vem sendo estudado, para aplicação como revestimentos alternativos em diversos alimentos, devido às vantagens tecnológicas que proporciona (TORRES 2005; YOSHIDA, 2002).

Na maioria dos casos, alguns aditivos são utilizados na formulação de revestimento para ajudar na preservação da qualidade de produtos frescos (AYALA-ZAVALA et al., 2008). O óleo essencial de erva doce, bastante utilizado na indústria de cosméticos e alimentos, possui eficiência satisfatória contra vários micro-organismos e na aplicação promissora na elaboração de revestimentos comestíveis para frutas frescas, promovendo a manutenção da qualidade e segurança dos produtos frescos (OUSSALAH et al., 2006; ESWARANANDAM, 2004; ROJAS-GRAU et al., 2006).

O cloreto de cálcio, também tem sido utilizado na elaboração de revestimentos para frutas, visto que proporciona uma maior resistência e a formação de géis a partir de revestimentos a base de proteínas (FANG et al., 2002).

Para proceder à formulação dos revestimentos, é necessário usar pelo menos um componente que seja capaz de formar uma matriz estrutural suficientemente coesa. Geralmente são utilizados plastificantes compostos, que melhoram as propriedades físicas ou mecânicas, como flexibilidade, força e resistência do revestimento, sendo o glicerol e o sorbitol os mais utilizados (JUNIOR et al., 2010; VILLA-DIEGO et al., 2005).

Diante das características particulares que compõem o soro de leite, o óleo essencial de erva doce, cloreto de cálcio e glicerol, a junção destas matérias-primas representa uma alternativa em potencial para manter a qualidade e estender a vida útil pós-colheita de mamão.

Portanto, este estudo teve como objetivo desenvolver um revestimento para o mamão da cv. 'Golden', usando uma combinação de concentrado protéico de soro de leite, óleo essencial de erva doce, cloreto de cálcio e glicerol, que auxilie na manutenção da qualidade pós-colheita deste fruto e na redução de podridões ocasionadas por *Colletotrichum gloeosporioides*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Pós-colheita do mamão

O mamão é um fruto climatérico, apresenta altas taxas de transpiração e perda de massa. Devido ao intenso metabolismo durante o amadurecimento, esses frutos senescem rapidamente, dificultando o armazenamento por períodos prolongados. Desta forma, é imprescindível uma atenção especial no manuseio pós-colheita desta fruta, pois sua susceptibilidade a fatores como temperaturas extremas, baixa umidade, doenças pós-colheita e danos mecânicos, podem comprometer sua qualidade, dificultando a comercialização e aumento das perdas pós-colheita (DURIGAN, 2013).

Quando armazenados a temperatura ambiente, o mamão tem sua vida útil estimada em seis dias, ocorrendo posteriormente, murchamento e possivelmente o ataque por patógenos. Quando refrigerado, a temperatura do armazenamento é determinada pela sensibilidade que este fruto apresenta a baixas temperaturas, sendo susceptível a injúria pelo frio em temperaturas abaixo de 10°C (FIGUEIREDO NETO et al., 2013)

A pequena resistência do mamão ao armazenamento pós-colheita e sua suscetibilidade a temperaturas abaixo de 10 °C, proporcionou a redução do tempo de viagem por navios no percurso entre o Brasil e a Europa, ou América do Norte, reduzindo o tempo de viagem de 21 a 23 dias para 16 a 18 dias (RUGGIERO; MARIN; DURIGAN, 2011).

A dificuldade no transporte é um dos maiores problemas relacionados ao manuseio pós-colheita de mamão, sendo um fator negativo para as exportações brasileiras. A utilização do transporte aéreo é muito onerosa e o transporte marítimo, a opção mais econômica e mais utilizada, requerendo muito tempo para alcançar o destino. Em contraposição, a curta vida pós-colheita do mamão, proporciona elevadas perdas pós-colheita, que se distribuem da colheita até chegarem à mesa do consumidor. Estima-se que até 20% dos frutos comercializados de mamões são perdidos (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2015).

Dentre as doenças pós colheita que atingem o mamão de grande importância e severidade é a antracnose causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* (BAUTISTA-BAÑOS et al., 2013). Embora a antracnose seja grave em todos os lugares, causa perdas mais significativas nas regiões tropicais e subtropicais (AGRIOS, 2004). A severidade da doença depende das condições ambientais, sendo menos severa em períodos secos e temperaturas muito baixas. O fungo causal da antracnose penetra através da cutícula e forma uma infecção

latente no fruto imaturo (FERREIRA, 2013).

Para os vegetais, a respiração torna-se o principal processo fisiológico, após a colheita, uma vez que não depende mais da absorção de água e minerais efetuados pelas raízes, da condução de nutrientes pelo sistema vascular, nem da atividade fotossintetizante das folhas da planta-mãe. Sendo assim, as partes dos vegetais adquirem vida independente e utilizam suas próprias reservas metabólicas acumuladas nas fases de crescimento e maturação (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Diversas técnicas têm sido utilizadas de forma combinada, como a antecipação da época de colheita, utilização de atmosferas modificadas e controladas e conservação em baixas temperaturas, assegurando a chegada, aos consumidores, dos frutos em boas condições de consumo (NETO, 2006).

2.2 Revestimentos

2.2.1 Origem e definição

O emprego de revestimentos na conservação de frutas e hortaliças pós-colheita, sejam intactas ou minimamente processadas, tem sido preconizado como uma tecnologia emergente e de grande potencial, principalmente para aplicações sobre frutas de origem tropical (ASSIS; BRITO2014).

O primeiro plástico, polímero à base de celulose, foi introduzido em 1856, posteriormente foi descoberta a Baquelite, um novo plástico que resultou da junção entre o fenol e o formaldeído (KESTER; FENNEMA, 1986). A partir de então, seguiram várias descobertas e invenções, as quais deram origem a uma enorme variedade de embalagens produzidas a partir de polímeros sintéticos. Estes polímeros sintéticos constituem excelentes barreiras para os compostos aromáticos e gases (MILLER; KROCHTA, 1997). No entanto, não são biodegradáveis, proporcionando a intensificação da poluição ambiental e, por consequência, originam problemas a nível ecológico. Com o objetivo de minimizar o impacto ambiental causado por embalagens, a indústria alimentar tem dado uma atenção especial às embalagens constituídas essencialmente por biopolímeros, entre os quais, filmes de polímeros biodegradáveis e revestimentos comestíveis (GÓMEZ-GUILLÉN et al., 2009).

Filmes ou revestimentos, produzidos a partir de biopolímeros, são utilizados como embalagens alternativas, dependendo de como são produzidos, não provocam danos

ambientais. Um revestimento comestível é definido como uma fina camada de material comestível aplicada à superfície de um alimento com o propósito de gerar uma barreira semipermeável para gases e compostos voláteis. Estes revestimentos são formulados com o propósito de estenderem a vida útil dos produtos frescos, diminuindo a taxa respiratória, senescência, perda de textura e cor. Podem ser citados como compostos mais comumente utilizados para revestimentos a quitosana, amido, celulose, alginato, zeína, glúten, soro de leite, ácidos graxos e as ceras de carnaúba ou abelha (GONZALEZ-AGUILAR et al., 2010).

Dependendo da composição dos revestimentos o mesmo poderá atuar de forma específica na proteção de frutos, proporcionando uma atmosfera modificada, como consequência, a redução da respiração e transpiração dos frutos (OLIVERA et al., 2014).

A modificação da atmosfera em volta do produto é um dos métodos mais usados para manter a qualidade das frutas, mostrando-se eficiente em reduzir a respiração e a transpiração, ampliando, assim, a vida útil de frutos e hortaliças. Entre os materiais utilizados, encontram-se os filmes plásticos, as coberturas e filmes comestíveis, e as ceras aplicadas na superfície dos produtos. Esses materiais apresentam permeabilidade limitada a gases e reduzindo as trocas entre o produto e o meio ambiente (OLIVEIRA, 2010).

A conservação sob atmosfera modificada consiste na modificação da composição do ar, no interior da embalagem, por uma mistura de gases como oxigênio (O_2), dióxido de carbono (CO_2) e nitrogênio (N_2) ao redor do produto. O aumento do período de comercialização de produtos sob este método de conservação deve-se ao efeito inibitório do CO_2 e à redução ou remoção do O_2 do interior da embalagem, reduzindo o metabolismo do produto embalado (KADER, 2010).

Vários trabalhos têm demonstrado o efeito da atmosfera modificada sobre a manutenção da qualidade dos frutos, pêssegos (OLIVEIRA; CEREDA, 2003), mamões (WAGHMARE; ANNAPURE, 2013) e goiabas (JACOMINO et al., 2007) e manutenção da firmeza em pêssegos (NUNES et al., 2004) e mangas.

2.2.2 Composição

Os componentes dos filmes e revestimentos estão divididos em três categorias: hidrocolóides, lipídios e compósitos. Os hidrocolóides incluem proteínas e polissacarídeos (amido, alginatos, celulose e derivados, quitosana e ágar, entre outros). Os lipídios englobam ceras, acilgliceróis e ácidos graxos. Os compósitos contêm a combinação de hidrocolóides

com lipídios, onde essa combinação permite utilizar vantajosamente as distintas características funcionais de cada classe (VILLA-DIEGO et al., 2005).

A Tabela 1 contém exemplos de matérias-primas biodegradáveis utilizadas por alguns autores na formulação de revestimentos, com as respectivas características proporcionadas.

Tabela 1-Comparativo das características associadas aos revestimentos.

Revestimento	Tipos	Características	Referências
Polissacarídeos	Fécula de mandioca	Boa resistência às trocas gasosas	Pereira et al. (2006)
		Boa resistência a danos mecânicos	Castricini et al. (2010) Grau et al. (2007)
	Alginato Quitosana	Propriedades fungicidas e fungiestáticas	Dotto et al. (2009)
Lipídios	Óleo de Girassol, Cera de Carnáuba	Redução na perda de massa, aumento do tempo de armazenamento.	Vieira et al., (2009) Ribeiro et al. (2009) Blumet al. (2008)
	Gelatina, Proteínas do soro de leite	Manutenção sensorial e propriedades físico-químicas.	Fakouri e Grosso (2003) Zocche et al. (2010)

Fonte: Luvielmo e Antunes (2006).

A aplicação de revestimentos em frutas pode ser feita de duas formas: (i) por meio de imersão rápida do fruto em uma solução filmogênica (depois, o alimento é deixado em repouso até que a água evapore e a película se forme sobre a fruta) ou (ii) por meio de aspersão, cujo processo é semelhante, porém a solução é aspergida sobre o alimento (JUNIOR et al., 2010).

Apesar de ser um produto comercial de alto custo, os filmes e revestimentos comestíveis modificam a atmosfera interna do produto e as trocas gasosas com o meio externo, gerando uma fina camada na superfície do produto, que funciona como proteção adicional. Com relação ao aspecto físico, os recobrimentos não são tóxicos e nem pegajosos, são brilhantes e transparentes, melhoram o aspecto visual dos frutos e, não sendo tóxicos,

podem ser ingeridos juntamente com o produto. E quando desejado, pode ser removido com água (HENRIQUE et al., 2008).

De acordo com o uso pretendido dos filmes biopoliméricos, várias modificações das propriedades de barreira ou melhoramento da resistência física podem ser possíveis. Uma possível abordagem para melhorar as propriedades físicas dos filmes biopoliméricos tem sido a de preparar filmes compostos, através do uso combinado de polissacarídeos, proteínas e lipídeos.

Para melhorar as propriedades de barreira ao vapor de água dos filmes protéicos, podem ser acrescentadas substâncias hidrofóbicas, tais como óleos e gorduras (ARTHARN, 2009). Gordura e lipídios de diferentes tipos têm sido incorporados em filmes à base de proteínas e carboidratos, por meio de laminação, dispersão ou emulsão (BERTAN, 2003; PRODPRAN et al., 2005). Além disso, as propriedades mecânicas do filme a base de proteína podem ser melhoradas através da incorporação de outros biopolímeros miscíveis, como a quitosana (DI PIERRO et al., 2007).

Estudos demonstram que a combinação de óleos essenciais com película biodegradável pode apresentar uma estratégia promissora, sendo confirmado por Bosquez-Molina et al. (2010) que por meio de revestimento à base de goma de algaroba formulado com óleos de *Thymus vulgaris* (tomilho) e *Citrus aurantifolia* (limão mexicano) obtiveram a inibição do crescimento de dois patógenos (*C. gloeosporioides* e *Rhizopus stolonifer*) e aumentaram a vida útil do mamão.

Oliveira (2013) por meio de revestimento de amido de mandioca formulado com óleos essenciais de *Cinnamomum zeylanicum* (canela), *Cymbopogon citratus* (capim limão), *Syzygium aromaticum* (cravo-da-índia), *Cymbopogon martinii* (palmarosa) e *Thymus vulgaris* (tomilho), controlaram a maturação e a incidência da antracnose, sendo 100% o controle para as concentrações acima de 2%.

Entre os vários componentes utilizados na elaboração de revestimentos para frutas, tem-se obtido resultados promissores com o uso de soro de leite, óleo essencial de erva doce, cálcio e glicerol (MORITZ et al., 2009; SILVA, 2006; FANG et al., 2002).

2.2.3 Soro de leite

Na indústria de laticínios, os métodos tradicionais para a produção de queijos não possibilitavam o aproveitamento completo do leite como matéria-prima, gerando, assim, um

subproduto, conhecido como “soro de leite” ou “soro de queijo (COIMBRA, 2004; PAPA, 2000).

O soro de leite era considerado um resíduo, descartado em cursos de água, sem qualquer valor comercial. Atualmente têm sido incorporados em rações para animais, suplementos alimentares, alimentos energéticos para desportistas, produtos lácteos, assim como na formulação de revestimentos (ROHLFES, 2014; VILLA-DIEGO, et al., 2005).

O concentrado protéico de soro de leite (CPSL) pode ter de 35% a 80% de proteína, de 0% a 60% de lactose, diversos minerais em diferentes concentrações e estados iônicos e variadas concentrações de gordura (STEPHAN, 2006; SAMMEL et al., 2007). De acordo com Pérez-Gago e Krochta (2002), o CPSL é recomendado a ser utilizado em filmes ou revestimentos por ser uma excelente barreira contra oxigênio, mas com alta permeabilidade ao vapor de água, devido à sua natureza hidrofílica. A fragilidade dos filmes torna a adição de plastificantes necessários, por fornecerem não só flexibilidade para os filmes, mas também redução a sua permeabilidade ao vapor de água (SHAW et al., 2002). Na Tabela 2, são comparadas as composições do leite e soro.

Tabela 2. Comparação das composições do leite e do soro.

Componente	Leite	Soro
Caseína (%)	2,8	<0,1
Proteínas do soro (%)	0,7	0,7
Gordura (%)	3,7	0,1
Lactose (%)	4,9	4,9
Sólidos totais (%)	12,8	6,3
Cinzas (%)	0,7	0,5

Fonte: Smithers (2008).

Cerca de 50% dos sólidos do leite aparecem no soro, junto com a totalidade da lactose e cerca de 20% das proteínas do leite. A α -lactalbumina e β -lactoglobulina são as principais proteínas do soro, perfazendo 70% a 80% do total de proteínas. São também encontradas no soro a albumina sérica, imunoglobulinas, lactoferrinas e enzimas (MCINTOSH et al., 1998).

De acordo com Torres (2005), as proteínas do soro apresentam características físico-químicas que resultam em importantes propriedades funcionais para aplicações alimentares, tais como boa solubilidade em água, capacidade de transportar pequenas

moléculas lipofílicas (β -lactoglobulina) e íons (lactoferrina), ação tensoativa que permite a obtenção e estabilização de sistemas bifásicos (emulsões e espuma), propriedades gelificantes, que possibilitam a retenção de grandes quantidades de água e outras pequenas moléculas dentro da matriz, conferindo estabilidade aos alimentos.

A capacidade das proteínas do soro de formar géis estáveis sob aquecimento em temperaturas de 70° C a 90° C constitui importante propriedade funcional para elaboração de revestimentos ou filmes, imobilizando grandes quantidades de água e outros componentes alimentícios por parte desses géis (LUVIELMO; ANTUNES, 2006).

Sgarbieri (2004) relatou várias atividades relacionadas às proteínas do soro de leite, como: imunomoduladora, antimicrobiana, antiviral, anticancerígena, antiúlcera e proteção ao sistema cardiovascular.

De acordo com as características e propriedades citadas, os revestimentos comestíveis à base de proteínas do soro de leite vêm sendo estudados para a aplicação alternativa de produtos sintéticos já existentes, devido às vantagens que proporcionam, por serem comestíveis, biodegradáveis e de baixo custo, melhorando aparência do produto e conferindo propriedades de barreira à transferência de massa, o que aumenta a vida pós-colheita e, por conseguinte, minimizando a deterioração de alimentos (CHOI et al., 2002). Recentemente, o desenvolvimento de revestimentos comestíveis à base de soro de leite para aplicação sobre os alimentos tem sido estimulado, por estender sua vida útil, contribuindo para a redução da poluição ambiental (OLIVEIRA et al., 2008; ZINOVIADOU; KOUTSOUMANIS; BILIADERIS, 2009).

Proteínas do soro de leite também foram estudadas como revestimento comestível por Gago (2006), com aplicação em maçãs minimamente processadas, adicionados de antioxidantes. O estudo verificou que o uso do revestimento combinado com o antioxidante ácido ascórbico reduziu o escurecimento enzimático das frutas, quando comparado ao controle (sem revestimento e sem antioxidante).

Oliveira et al. (2008) ao utilizarem o soro de leite como revestimento comestível em morangos, constataram que na concentração de 100%, observaram a redução da incidência de bolores e leveduras, quando combinada com armazenamento a 10°C. Também foi observada a redução da perda de peso dos frutos, preservando características importantes e mantendo seu aspecto visual original, resultando em maior aceitação pelos consumidores. Desta forma, o soro de leite poderá constituir um subproduto promissor para utilização na indústria de alimentos em diversos segmentos, merecendo estudos adicionais para esclarecer

melhor suas propriedades.

2.2.4 Óleo essencial de erva doce

A erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill), conhecida também como anis-doce, é uma planta originária da costa mediterrânea. A sua utilização ocorre desde os tempos das antigas Grécia e Roma, não só pelas propriedades terapêuticas que lhe são atribuídas, como, também, pelas suas propriedades aromáticas. Na indústria alimentar, é utilizada toda a planta. No entanto, atualmente, o produto com maior utilização é o óleo essencial do fruto seco, utilizado para conferir sabor a uma série de alimentos, como sopas, molhos, picles, pães e uma vasta aplicação nas indústrias farmacêutica, cosmética e de perfumaria (FONT-QUER, 1993; LUCINEWTON et al., 2005).

Os óleos essenciais há muito tempo têm servido de base para diversas aplicações na medicina humana como antimicrobiano. Em testes realizados por Boskabady e Ramazani-Assari (2001), constatou-se a ação bronco-dilatadora do óleo essencial e dos extratos etanólicos e aquosos da planta que apresentaram forte atividade antioxidante e notável ação antibacteriana para bactérias Gram-positivas e Gram-negativas. Embora o mecanismo de ação ainda não esteja totalmente elucidado, a atividade antimicrobiana desses produtos tem sido demonstrada. Eles são definidos como óleos extraídos das plantas por processos de destilação, sendo o principal, a hidrodestilação. São compostos principalmente de mono e sesquiterpenos e de fenilpropanoides, metabólitos secundários que conferem suas características organolépticas. Sua função nas plantas está relacionada como mecanismo de defesa química contra o reino animal (ALMEIDA et al., 2006; BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009; WOLFFENBUTTEL, 2007).

A principal característica dos óleos essenciais é a volatilidade diferindo-se, dos óleos fixos, que são misturas de substâncias lipídicas, obtidos geralmente de sementes de oleaginosas. Outra característica importante é o aroma agradável e intenso da maioria dos óleos voláteis, sendo, por isso, chamados de essências. São solúveis em solventes orgânicos apolares, como éter, recebendo, por isso, a denominação de óleos etéreos. Em água, os óleos voláteis apresentam solubilidade limitada (BIASI; DESCHAMPS, 2009).

Em pesquisa a respeito da atividade antimicrobiana do óleo essencial do *F. vulgare*, Tinoco et al. (2007) relataram que os mesmos obtidos a partir da erva-doce apresentaram cor levemente amarelada e odor característico, sendo o rendimento da extração

de 3,4% (v/p) para o óleo do fruto, e de 0,9% (v/p) para o óleo da folha. Com relação à composição percentual dos óleos, ambos apresentaram como componentes majoritários o anetol (folha 47,8% e fruto 60,7%), a fenchona (folha 12,6% e fruto 22,8%) e o estragol (folha 10,0% e fruto 3,5%). O óleo da folha apresentou ainda uma quantidade de α -felandreno (9,4%), ao contrário do óleo do fruto em que este composto foi minoritário (1,0%), assim como o mirceno (1,1%) e o α -pineno (0,9%). Como componentes minoritários do óleo da folha encontraram-se o sabineno (2,2%), o 1,8-cineol (1,6%), o β -pineno (1,3%) e o mirceno (1,2%). O anetol é o constituinte aromatizante mais importante e ativo do óleo essencial de erva-doce, além de ser estimulante das funções digestivas (BELTRÃO FILHO; COSTA; SOUZA, 2006).

Rubertoet al. (2000) estudaram a atividade antimicrobiana e antioxidante em óleos essenciais obtidos a partir de *Crithmummaritimum L.* e de *F. vulgare*. Ambos demonstraram capacidade antioxidante comparável, em alguns casos, como Butil Hidroxi Tolueno(BHT), utilizados como antioxidantes de referência. Quanto aos testes antimicrobianos, os óleos essenciais foram testados contra 25 gêneros de bactérias, incluindo animais e patógenos de plantas, intoxicação alimentar e bactérias de deterioração. Como resultado, o óleo da amostra de *F. vulgare* apresentou maior grau de eficiência bacteriana do que o de *C. maritimum*.

Guynotet al. (2005) estudaram o efeito antifúngico de 20 óleos essenciais (limão siciliano, capim limão, erva-doce, tangerina, pomelo, canela, laranja, limão, eucalipto, hortelã, alecrim, tomilho, manjerição, funcho, pinho silvestre, menta, gengibre, louro, cravo e sálvia) no crescimento dos fungos, *Eurotium spp.*, *Aspergillus spp.*, conhecidos como responsáveis pela deteriorização de produtos de panificação. A atividade antifúngica foi avaliada em dois distintos valores de pH (5,0 e 7,5) e de atividade de água(0,80-0,90). dos meios de cultura Como conclusão do estudo, quanto maior a atividade de água do meio, maior à inibição promovida pelos óleos essenciais, porém, em alguns casos, para atividades de água de 0,80, a adição dos óleos essenciais favoreceu o crescimento dos fungos. De acordo com o pH, um aumento da concentração do óleo essencial pode aumentar o efeito antifúngico ou não promover alterações significativas.

Sob o ponto de vista de Zinoviadou et al. (2009), apesar da maioria dos óleos essenciais serem classificados como seguros, o seu uso como conservante alimentar, apesar de sua eficaz atividade microbiana, é muitas vezes limitado devido a considerações de aroma, pois doses eficazes podem exceder níveis organolépticos aceitáveis. No entanto, a

incorporação dos mesmos em revestimentos comestíveis parece bastante atraente, uma vez que, devido à diminuição da taxa de difusão, pequenos montantes de compostos ativos serão necessários para realizar o desejado efeito antimicrobiano.

Na maioria dos casos, alguns aditivos são adicionados na formulação de revestimento para ajudar na preservação da qualidade de produtos frescos (AYALA-ZAVALA et al., 2008) e, em particular, a funcionalidade desses revestimentos pode ser expandida ao incorporar compostos antimicrobianos. Mais especificamente, a eficácia de diferentes substâncias antimicrobianas como a lisozima, nisina, ácidos orgânicos, óleos essenciais (e seus derivados), demonstrou ser satisfatória contra vários microrganismos na manutenção da qualidade e segurança dos produtos frescos (OUSSALAH et al., 2006; ESWARANANDAM, 2004; ROJAS-GRAU et al., 2006).

2.2.5 Cálcio

As proteínas do soro de leite reagem rapidamente com diversos cátions polivalentes para formar géis, que serão utilizados na formação de recobrimentos e filmes. Estudos sobre o comportamento das proteínas do soro de leite α -lactalbumina (LA- α) e β -lactoglobulina (β -LG) em solução têm mostrado que a LA- α não forma gel por si só, porém sua presença pode aumentar a geificação de β -LG. Este efeito sinérgico está relacionado com a reticulação das proteínas necessárias para formar um revestimento coeso (FANG et al., 2002).

Rhim (2004) classifica o cloreto de cálcio como o agente gelificante mais efetivo, tendo a função de estabelecer a associação cooperativa dos segmentos poliméricos, formando estruturas agregadas. O efeito dos íons de cálcio é estabelecer ligação entre as cadeias de proteínas através de interações iônicas, após terem ocorrido às ligações de hidrogênio entre as mesmas. Essa estrutura reticulada tridimensional formada tem uma grande capacidade de reter água, formando assim um gel muito estável.

Mulvihill e Kinsella (1988) relataram que ao adicionar cálcio na concentração de 10mM numa solução composta de CPSL, obtiveram géis com maior resistência a compressão máxima testada, enquanto que as concentrações mais elevadas de cálcio proporcionam uma eficiência na coagulação, em vez de gelificação. Kuhn e Foegeding (1991) descobriram que os géis obtidos de isolados protéicos, contendo 20 mM de cloreto de cálcio resultaram em tensão máxima de cisalhamento.

De acordo com Fan et al. (2002) que estudaram o efeito da adição de cálcio em soluções filmogênicas compostas de isolados protéicos de soro de leite na elaboração de revestimentos, a presença do cálcio melhorou as propriedades de tração, porém teve pouca influência nas propriedades de barreira ao vapor de água dos revestimentos.

2.2.6 Glicerol

A elaboração de revestimentos à base de proteínas, geralmente necessita da incorporação de um plastificante, definido como uma molécula não-volátil adicionado ao material polimérico para alterar a sua estrutura tridimensional, diminuindo as forças intermoleculares ao longo das cadeias protéicas. Isto resulta no aumento da barreira de vapor de água, extensibilidade e flexibilidade dos revestimentos (YOSHIDA; ANTUNES, 2004; COUPLAND et al., 2000).

O glicerol é o plastificante mais utilizado na elaboração de revestimentos. Possui característica polar, não volátil, elevado ponto de ebulição, solúvel em água e miscível em proteínas. Estas propriedades tornam o glicerol um plastificante adequado para utilização de revestimento à base de proteínas (GOUNGA; XU; WANG, 2007).

Shimazu, Mali e Grossmann (2007) avaliaram o efeito do glicerol como plastificante em filmes biodegradáveis de amido e observaram maior flexibilidade dos filmes. Já, Silva et al. (2009) avaliaram o efeito da concentração do glicerol em filmes de pectina e alginato reticulados com íons de cálcio e concluíram que o aumento da concentração de glicerol diminuiu a resistência a tração dos filmes e aumento da solubilidade em água, umidade e alongamento desses filmes.

Müller, Yamashita e Laurindo (2008), avaliaram os efeitos da concentração de glicerol, sorbitol e da umidade relativa do ar sobre o coeficiente de permeabilidade ao vapor de água, difusão de água e coeficiente de solubilidade em água em revestimentos de amido de mandioca. Estes autores observaram uma alta influência da concentração de plastificante sobre as propriedades de barreira dos filmes, pois os grupos hidroxila presentes nos plastificantes, tornaram os filmes mais higroscópicos, aumentando assim seus coeficientes de solubilidade.

Dias et al. (2010) observaram que o aumento do teor de glicerol aumentou a permeabilidade ao vapor de água de revestimentos a base de amido de arroz e associou esse comportamento ao alto coeficiente de solubilidade desses revestimentos, promovido pelo

glicerol. Quando a concentração de glicerol foi aumentada de 20% para 30%, o coeficiente de solubilidade teve um aumento de 40%.

Chiumarelli e Hubinger (2012) produziram revestimentos comestíveis formulados com amido de mandioca, glicerol, cera de carnaúba e ácido esteárico, observando que maiores valores de alongamento foram atribuídos aos filmes com maior concentração de fécula e glicerol.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Matéria-prima

Mamões (*Carica papaya* L.) da cv. 'Golden' em estágio de maturação 1 e 2, foram fornecidos pela Fazenda Caliman Agrícola, na Cidade de Touros-RN, selecionados de acordo com os padrões de exportação, livre de qualquer indício de lesão mecânica, inseto ou infecção patogênica.

Para elaboração dos revestimentos, foram utilizados concentrado protéico de soro de leite (CPLS), óleo essencial de erva doce (OED), cloreto de cálcio (CC) e glicerol (G). A amostra CPLS (85% de proteínas, 5% de lactose, 7% de gorduras) foi adquirida da empresa Hilmar Ingredients. O óleo de erva doce foi extraído pelo processo de hidrodestilação e o cloreto de cálcio e glicerol foram adquiridos em comércio local na cidade de Fortaleza-Ce.

3.2 Extração do óleo essencial de erva doce

O processo de extração do OED foi realizado no Laboratório Multiusuário de Química de Produtos Naturais da Embrapa Agroindústria Tropical em Fortaleza, utilizando o processo de hidrodestilação, em sistema de Clevenger, onde 457g de frutos de erva doce foram colocadas com água destilada em balão volumétrico de 5L, aquecido até 97 °C durante quatro horas. Nesse método a amostra é imersa na água, ocorrendo o contato direto, o vapor d'água arrasta o óleo passando por um condensador e como o óleo é menos denso que a água, se separa em uma escala volumétrica existente no aparelho. O óleo essencial separado por centrifugação foi submetido à secagem com Sulfato de sódio (Na_2SO_4), transferido para frascos de vidro âmbar com tampa rosqueada e armazenado sob refrigeração até o momento das análises e elaboração dos revestimentos (CASTRO, 2004).

3.3 Identificação e quantificação dos constituintes químicos do óleo essencial de erva doce

A análise cromatográfica do óleo essencial de erva doce foi realizada no Laboratório de Química de Produtos Naturais da Embrapa Agroindústria Tropical em Fortaleza, CE empregando a técnica de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-MS). A análise por GC-MS foi realizada em um instrumento Varian (Agilent)

modelo CG-450 /MS-240, com impacto de elétrons a 70 eV, coluna VF-5MS metilpolissiloxano (30 m x 0,25 mm x 0,25 μm , Varian), modo de injeção com divisão de fluxo 1:30, gás carreador hélio com fluxo 1,00 mL.min⁻¹ (8,7 psi) e velocidade linear constante de 36,7 cm.s⁻¹, temperatura do injetor 250°C, temperatura da linha de transferência 250°C. Programação do forno cromatográfico: temperatura inicial de 70°C com rampa de aquecimento de 4°C.min⁻¹ até 180°C por 27,5 min, seguida por rampa de aquecimento de 10°C.min⁻¹ até 250°C, ao término da corrida (34,5 min). A identificação dos compostos foi realizada pela análise dos padrões de fragmentação exibidos nos espectros de massas com aqueles presentes na base de dados fornecidos pelo equipamento (NIST – 287.324 compostos), bem como através da comparação dos seus índices de retenção com os de compostos conhecidos, obtidos por injeção de uma mistura de padrões contendo uma série homóloga de alcanos C₇-C₃₀, e de dados da literatura (ADAMS, 2007).

3.4 Ensaios *in vitro* para definição das concentrações de óleo essencial de erva doce a serem incorporadas no revestimento

Os trabalhos foram conduzidos no Laboratório de Patologia Pós-Colheita da Embrapa de Agroindústria Tropical em Fortaleza, CE. O fungo *C. gloesporioides* foi isolado diretamente de frutos de mamão com sintomas da doença e sinais do patógeno, sendo cultivado em meio batata-dextrose-ágar (BDA) por 8 dias a 25 °C. Para verificar o efeito dos óleos essenciais sobre o crescimento micelial do fitopatógeno, foram misturados em meio BDA diferentes alíquotas de óleo essencial de erva doce (1.000, 2.000, 4.000, 6.000, 8.000, 10.000, 15.000, 20.000 ppm), juntamente com 2% de DMSO (Dimetilsulfóxido) numa proporção de 1:1. Posteriormente foram vertidos 20 mL desse meio em cada placas de Petri. Para o tratamento controle negativo (-) foi utilizado tiabendazol (fungicida) e controle positivo (+) com ausência de óleo essencial de erva doce. Um disco de 7 mm de diâmetro com BDA contendo micélio de *C. gloesporioides*, com cerca de 8 dias de idade, for depositado no centro de cada placa de Petri, e posteriormente, vedada com filme plástico e incubadas em BOD (LIMATEC) LT 320 TFP sob 25 °C e 12h de fotoperíodo. As avaliações foram realizadas durante seis dias por medições diárias do diâmetro das colônias (média de duas medidas diametralmente opostas), onde foram realizadas as medições do crescimento micelial (CM) e o índice de crescimento micelial (ICM) ou taxa de crescimento micelial (TCM), no qual foi calculado pela fórmula modificada de Nakagava Maguire, adaptada por Salgado et al.

(2003):

$$ICM = \frac{C1}{N1} + \frac{C2}{N2} + \frac{Cn}{Nn} \text{ (Eq. 1)}$$

Onde: $C1, C2, Cn$ correspondem ao crescimento micelial das colônias na primeira, segunda e última avaliação. $N1, N2, Nn$ estão relacionados ao número de dias.

Para realização do potencial fungitóxico, foram selecionadas três placas de Petri de cada concentração de óleo essencial de erva doce testada, onde discos de 7mm de diâmetro, contendo micélio de *C. gloesporiodes*, foram depositados no centro de cada placa com meio BDA sem a presença de óleo essencial de erva doce. Realizou-se o mesmo procedimento com as testemunhas. As placas foram vedadas com filme plástico e incubadas em BOD (LIMATEC) LT 320 TFP sob 25° C e 12h de fotoperíodo por 7 dias (SALGADO et al., 2003). As avaliações do experimento tiveram início 24h após sua instalação, realizando-se medições em dias alternados (média de duas medidas diametralmente opostas). A instalação do experimento perdurou até o momento em que as colônias fúngicas cobriram 2/3 da superfície do meio de cultura. Este bioensaio *in vitro* foi repetido 3 vezes para garantia dos resultados obtidos.

3.5 Análises dos revestimentos

As análises dos revestimentos foram realizadas no Laboratório de Tecnologia da Biomassa na Embrapa Agroindústria Tropical em Fortaleza, CE.

As concentrações a serem utilizadas do CPLS (10 %, 12 % e 14 %) basearam-se em testes preliminares e no estudo realizado por Perez-Gago e Krochta (2002) sendo fixados os percentuais de cloreto de cálcio (1%) e glicerol (5 %) a serem utilizadas na elaboração dos revestimentos. De acordo com análises efetuadas no item 3.4, para determinação das concentrações mínimas de óleo essencial de erva doce efetivas no controle de *C. gloesporiodes*, foram selecionadas duas concentrações mais promissoras.

Portanto, para verificação das potencialidades das combinações entre CPLS, OED, CC e G como revestimentos para mamão, foram selecionados 9 formulações (Tabela 3), submetidas a análises de: ângulo de contato, diâmetro médio das partículas, potencial zeta e microestrutura do revestimento

Tabela 3. Formulações utilizadas para elaboração e estudo das características físicas dos revestimentos a base de CPSL, OED, CC e G.

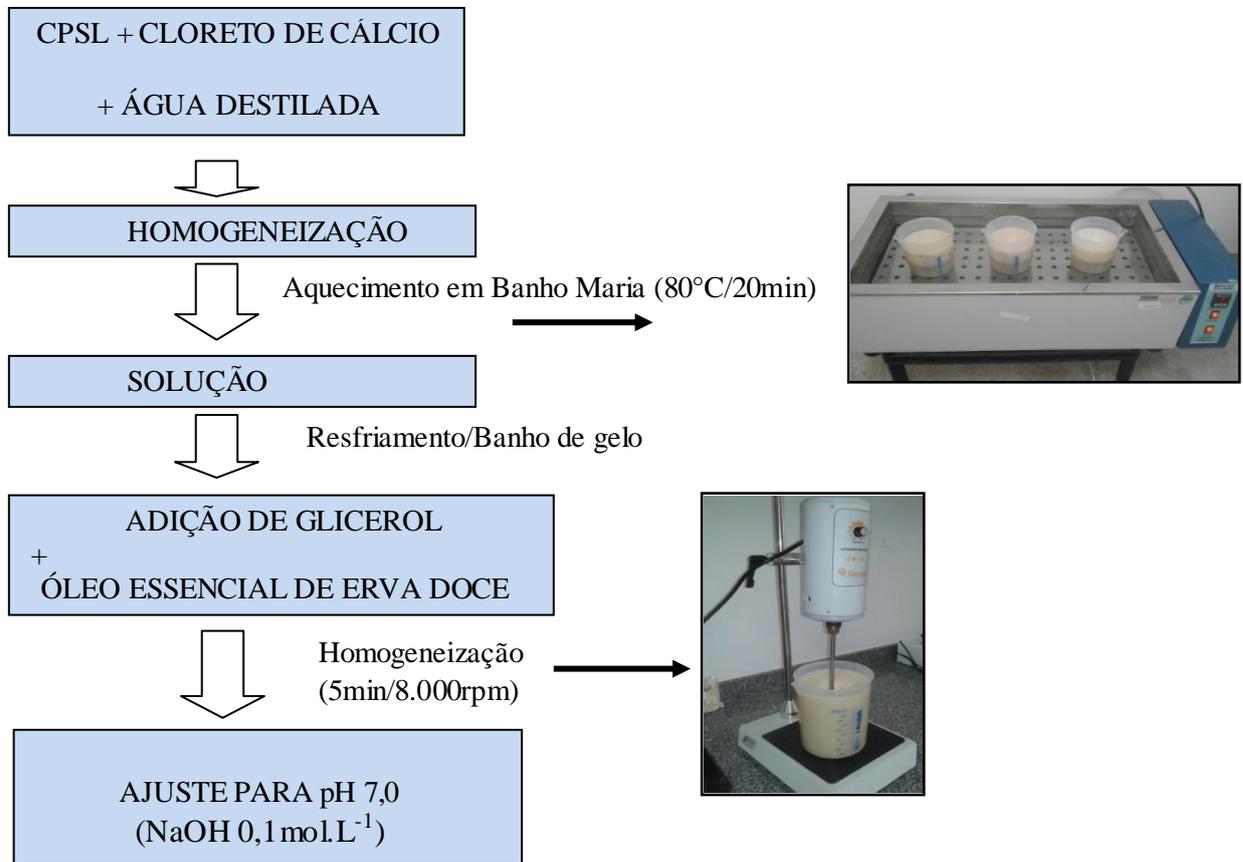
Tratamentos	CPSL (%)	OED (%)	CC (%)	G(%)
T1	10	0,2	1	5
T2	10	0,4	1	5
T3	12	0,2	1	5
T4	12	0,4	1	5
T5	14	0,2	1	5
T6	14	0,4	1	5
T7	10	-	1	5
T8	12	-	1	5
T9	14	-	1	5

Fonte: Autora.

3.5.1 Preparação dos revestimentos

As soluções para o revestimento dos frutos à base CPLS, OED, CC e Gfoipreparado de acordo com Perez-Gago e Krochta (2002). O CPLS, juntamente com o CC, foidissolvido em água destilada e, depois de completada a dissolução, foi aquecido em banho maria (80 °C/20min). Em seguida, as soluções foram resfriadas, utilizando banho de gelo e, após o completo resfriamento, foram adicionadas de glicerol e óleo de erva doce. Posteriormente, as formulações foram homogeneizadas em agitador mecânico (Turrax) por 5min a 8.000 rpm. Na sequência, ocorreu o ajuste com Hidróxido de sódio (NaOH) (1 mol L⁻¹) até pH 7,0 com o objetivo de reduzir a permeabilidade ao vapor d'água do revestimento (Figura 1).

Figura 1. Fluxograma de elaboração dos revestimentos a base de concentrado protéico de soro de leite (CPSL), óleo essencial de erva doce (OED), cloreto de cálcio (CC) e glicerol(G).



Fonte: Autora.

3.5.2 Ângulo de contato

Para determinação do ângulo de contato foi utilizada uma porção retangular retirada da casca do mamão fixada de forma adequada a uma placa de vidro. A determinação do ângulo de contato das soluções foi efetuada através do método da gota séssil (revestimentos), disponível no medidor de ângulo de contato OCA 20 (Dataphysics, Alemanha). As medições foram feitas o mais rapidamente possível, de modo a evitar alterações na superfície testada (provocadas pela desidratação do tecido), sendo este procedimento repetido dez vezes para cada formulação testada. Este aparelho conta com um sistema de aquisição de imagens através de uma câmera de vídeo, uma seringa controlada através do computador e uma base para colocação da amostra. O sistema de aquisição de imagens foi conectado a um computador e, através de um software, as imagens do momento em que a gota do líquido toca a superfície são processadas para obtenção do ângulo de contato.

Os resultados foram analisados estatisticamente pelo método ANOVA, comparando-se as médias do ângulo de contato pelo teste Tukey ao nível de 5 % de probabilidade, através do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2013).

3.5.3 Diâmetro médio das partículas e Potencial Zeta

A determinação do diâmetro médio de partículas das amostras foi realizada utilizando o equipamento ZetaPlus (Brook haven Instruments Company, EUA), por espectroscopia de correlação de fótons (GOMES, 2011). O potencial zeta das amostras foi obtido, através de medidas de mobilidade eletroforética a 25 °C, sendo as medidas realizadas 24 horas após preparo dos revestimentos (GUNISTER et al., 2007).

Os resultados foram analisados estatisticamente pelo método ANOVA, comparando-se as médias dos resultados pelo teste Tukey ao nível de 5 % de probabilidade, através do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2013).

3.5.4 Análise da microestrutura do revestimento

Para realização da análise da microestrutura do revestimento, os mamões foram imersos por 2 min nos revestimentos elaborados de acordo com os procedimentos descritos na Figura 1. Posteriormente os frutos foram secos (2 min) e, em seguida retiradas porções retangulares (1 a 5 mm³) da casca. A microestrutura dos revestimentos foi observada por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Por se tratar de uma amostra biológica, se fez necessário um tratamento preliminar, que consta das seguintes etapas: fixação primária com solução fixadora de Karnovsky, lavagem das amostras com Tampão Fosfato 0,1M, fixação secundária com solução fixadora de Tetróxido de Ósmio 1%, desidratação com diluições sucessivas de etanol e, secagem. Em seguida, as amostras secas foram cobertas com uma fina camada de platina em aparelho de metalização, da marca Emitech, modelo K550, e na sequência, encaminhadas ao microscópio eletrônico de varredura Zeiss DSM940A, o qual foi ajustado para uma voltagem de aceleração de 15 KV. As imagens foram capturadas com representatividade da área total da amostra depositada no stub, com aumento de imagens de 100 a 1.000 vezes (BOZZOLA; RUSSELL, 1999).

3.6 Revestimentos selecionados

Diante das análises realizadas no item 3.5, foram selecionados os revestimentos mais promissores a serem utilizados no estudo de extensão da vida pós-colheita de mamão e na redução de podridões ocasionados por *C. gloeosporioides*.

3.6.1 Avaliação *in vivo* da ação dos revestimentos a base de CPSL, OED, CC e G aplicados em mamões inoculados com *C. gloeosporioides*

Obtenção e preparo dos frutos do mamoeiro para inoculação

Foram utilizados vinte mamões (*Carica papaya* L.) da cv. 'Golden' em estágio de maturação 1 (verde com listras amarelas), para cada tratamento testado. Os frutos foram selecionados de acordo com os padrões de exportação, livre de qualquer indício de lesão mecânica, inseto ou infecção patogênica. Em seguida, esses foram selecionados e posteriormente imersos por 5 minutos em água clorada (200 ppm) para diminuição da contaminação inicial, lavados em água corrente e secos com papel toalha.

Para realização da inoculação, os mamões foram imersos (2 min) nos revestimentos elaborados de acordo com os procedimentos descritos na Figura 1. Posteriormente os frutos foram secos (2 min).

Preparo do Inóculo e Inoculação dos frutos

O fungo *C. gloeosporioides* foi isolado diretamente de frutos de mamão com sintomas da doença. Por meio de isolamento indireto, pequenos pedaços de tecidos do epicarpo e mesocarpo foram retirados de áreas em transição entre o sintoma e a região aparentemente sadia dos frutos lesionados com auxílio de bisturi. Logo após, foram desinfetados em álcool a 70 %, hipoclorito de sódio a 2 % e lavados em água destilada esterilizada por três vezes, seguindo a sequência por um minuto cada etapa. Em seguida, foi realizada a secagem dos referidos fragmentos em papel de filtro esterilizado, e logo depois, transferiu-os para placas de Petri de novecm de diâmetro, contendo como substrato o meio BDA. As placas foram mantidas em câmara de crescimento a 25 °C por oito dias, até o surgimento de estruturas reprodutivas do fungo.

Após esse período, foram adicionados 25 mL de água destilada na placa contendo a cultura e com auxílio de uma alça de Drigalski de vidro, foi espalhada a água por toda a colônia com o objetivo de desprender as estruturas do fungo. Na sequência a suspensão foi filtrada em gaze (dobrada em quatro vezes) para obter somente conídios e fragmento de hifas.

A leitura da suspensão foi feita por meio de câmara de Neubauer e a concentração foi ajustada para 1×10^6 /ml de *C. gloeosporioides*, adicionando-se três gotas de Tween 20, como espalhante adesivo.

Os vinte mamões revestidos pelos tratamentos selecionados, foram submetidos a inoculação da suspensão de esporos de *C. gloeosporioides*. A inoculação ocorreu em cada fruto através de dois ferimentos, no formato de cinco furos, promovidos na superfície dos mesmos com auxílio de agulha metálica (1mm). A profundidade dos ferimentos foi de aproximadamente 4mm e sobre estes foram depositados 100 ppm do inoculo. Na sequência, os frutos foram codificados, acondicionados em caixas plásticas e armazenados em câmara fria a temperatura de 12 °C.

Avaliação da incidência e severidade da doença

A avaliação da incidência de patógenos foi realizada visualmente pela presença ou ausência de *C. gloeosporioides* em mamões revestidos. A avaliação da severidade da doença foi realizada através de medições diárias do diâmetro das colônias (média de duas medidas diametralmente opostas) nos mamões revestidos.

Os resultados da incidência do patógeno foram avaliados por porcentagem da severidade da doença analisados estatisticamente pelo método ANOVA, comparando-se as médias dos resultados pelo teste Tukey ao nível de 5 % de probabilidade, através do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2013).

3.6.2 Análise de sobrevivência de mamões submetidos aos revestimentos a base de CPSL e óleo essencial de erva doce

Foram utilizados vinte mamões (*Carica papaya* L.) da cv. 'Golden' em estágio de maturação 2 (fruta com até 25% da superfície da casca amarela), para cada tratamento selecionando. Os frutos selecionados foram higienizados e em seguida, imersos e secos (2min) de acordo com a Figura 1. Posteriormente, os frutos foram codificados, acondicionados em caixas plásticas e armazenados em câmara fria em temperatura de 12 °C.

Após 24h de armazenamento, os frutos foram avaliados visualmente e diariamente foi observada a incidência de patógenos (presença ou ausência de *C. gloesporioides*) e a mudança de coloração da casca dos frutos, representando a mudança de estágio de maturação (2º estágio ao 5º estágio), de acordo com as descrições da Tabela 4.

Tabela 4. Classificação do estágio de maturação para frutos de mamão destinados a exportação.

Estádios de maturação	Descrição
1	Fruto amadurecendo, mudando de cor, primeiros sinais amarelos que não deverão cobrir mais de 15% da casca
2	¼ madura. Fruta com até 25% da superfície da casca amarela, rodeada de verde-claro.
3	½ madura. Fruta com até 50% da superfície da casca amarela, com áreas próximas em verde claro
4	¾ madura. Fruta com 50 – 75% da superfície amarela com áreas próximas em verde-claro.
5	Madura. Fruta com 76-100% da superfície da casca amarela. Somente a extremidade do pedúnculo é verde, a partir da área de constrição

Fonte: APHIS/USDA (1998.)

Os frutos no estágio 1 e 2 de maturação são os mais utilizados para exportação, e no estágio 5, são considerados aptos para o consumo.

Os dados das avaliações foram submetidos à análise de sobrevivência com aplicação do teste LogRank, utilizando-se o software Sigma-plot, versão 11.

3.6.3 Avaliações da qualidade pós-colheita

Foram selecionados dez mamões (*Carica papaya* L.) da cv. 'Golden', no estágio de maturação 2, para cada tratamento selecionando. Os frutos foram higienizados e submetidos aos revestimentos de acordo com a Figura 1. Em seguida foram codificados e acondicionados em caixas plásticas e armazenados em câmara fria em temperatura de 12°C.

Depois de transcorridas 42h após a colheita dos frutos, foram realizadas avaliações da qualidade pós-colheita dos frutos ainda no 2º e 5º estágio de maturação.

3.6.3.1 Firmeza

Para esta análise foi utilizado o texturômetro TA.XT2 (Stable Micro Systems, Reino Unido), no qual foram realizadas três medidas na polpa de cada fruto, onde cada fruto correspondeu a uma repetição.

3.6.3.2 pH

O pH foi determinado por potenciometria, medindo-se diretamente em um pHmêtro de acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

3.6.3.3 Sólidos solúveis totais (SST)

Os teores de sólidos solúveis foram determinados por refratometria, utilizando-se refratômetro portátil, de acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (2008). Os resultados foram expressos em °Brix.

3.6.3.4 Acidez total titulável (ATT)

A acidez total titulável foi determinada por titulação volumétrica com solução de NaOH 0,1N, conforme normas do Instituto Adolfo Lutz (2008). Os resultados foram expressos em percentagem de ácido cítrico.

3.6.3.5 Açúcares solúveis totais (AST)

Foi determinado segundo metodologia descrita por Yemm e Willis (1954). Utilizou-se 0,5 g de polpa, diluída em balão volumétrico de 250 mL sendo utilizada uma alíquota de 0,1 mL do filtrado para o processo analítico. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro com comprimento de onda de 620nm, e os resultados expressos em porcentagem.

3.6.3.6 Ácido ascórbico

O conteúdo de ácido ascórbico foi determinado por titulometria, com solução de DFI (2,6 diclorofenolindofenol 0,02%), utilizando-se 0,5g de polpa diluída em 25 mL de ácido oxálico 0,5%, até obter coloração rósea claro, de acordo com a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), sendo expresso em mg de ácido ascórbico/100 g de massa fresca.

3.6.3.7 Perda de massa

Os mamões armazenados por refrigeração, foram pesados inicialmente (m_1), e uma vez por semana (m_2), sendo a determinação da perda de massa (ΔH) calculada de acordo com a Equação 2:

$$\Delta H = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100\% \quad (\%) \text{ (Eq2)}$$

3.6.3.8 Cor instrumental

Foi determinada utilizando-se reflectômetro Minolta, com o qual se se realizou leituras em dois pontos equidistantes da casca do mamão. A cor instrumental foi expressa em luminosidade L^* , a^* e b^* de acordo com o espaço de cor CIE/Lab. A coordenada L^* corresponde à luminosidade, e a^* e b^* referem-se às coordenadas de cor verde (-) / vermelho (+) e azul (-) / amarelo (+), respectivamente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Extração do óleo essencial de erva doce

O rendimento do óleo extraído da semente de erva doce foi de 4,7 % (v/p), expresso em volume de óleo por peso de sementes frescas. Este valor aproximou-se dos percentuais relatados por Silva (2010), o qual obteve rendimento entre 2,5 e 5 %, ou seja, a cada 100 kg de sementes secas, foram obtidos cerca de dois a cinco kg de óleo essencial puro de erva doce, por meio do processo de destilação.

Tinoco et al. (2007) relataram que os óleos essenciais obtidos a partir da erva-doce apresentaram cor levemente amarelada e odor característico, sendo o rendimento da extração de 3,4% (v/p) para o óleo da semente, inferior ao encontrado neste trabalho.

4.2 Identificação e quantificação dos constituintes químicos do óleo essencial de erva doce

A quantificação dos constituintes químicos, concentração (%) e índice de Kovats do óleo essencial de erva doce (*F. vulgare*) foram expressos na Tabela 5.

Tabela 5. Constituintes químicos principais, concentração (%) e índice de Kovats do óleo essencial de erva doce.

Compostos químicos	Concentração (%)		Índice de Kovats	
	<i>F. vulgare</i>	IKtab*	IKcalc**	
α -pineno	1,348	904	939	
α -fencheno	0,100	922	952	
Sabineno	0,255	940	975	
β -mirceno	0,43	950	990	
α -felandreno	0,175	974	1002	
Orto-Cimeno	0,211	993	1024	
Limoneno	3,085	998	1029	
β -felandreno	0,018	1001	1029	
Eucaliptol	0,507	1003	1031	
γ -terpineno	1,071	1031	1059	
Fenchona	3,059	1069	1086	
Metil chavicol	21,855	1186	1196	
Trans-anetol	67,603	1282	1284	
Total	99,98	----	----	

Fonte: Autora. *IKtab= Índice de kovats tabelado **IKcalc= Índice de kovats calculado.

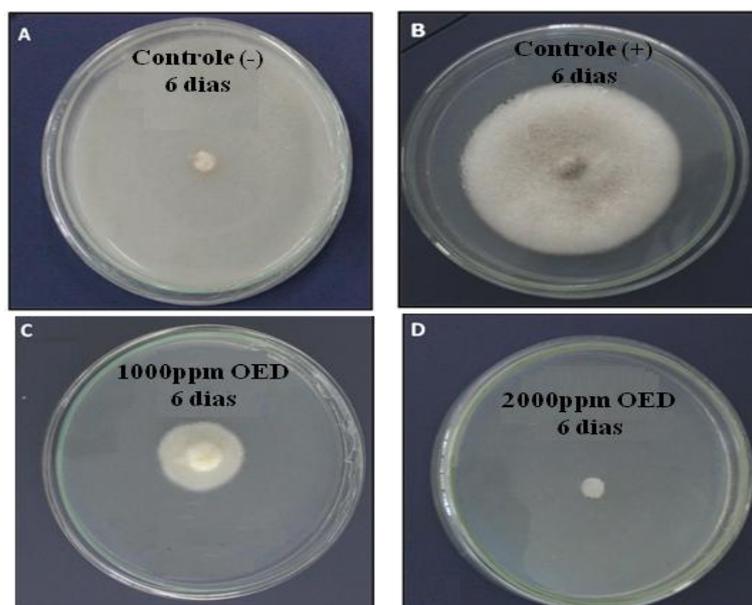
O óleo essencial de erva doce quantificado neste trabalho apresentou treze constituintes, com destaque para o trans-anetol (67,60 %) como composto majoritário, seguido de metil chavicol (21,86 %). Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Beltrão, Costa e Souza (2006), que apresentaram como componentes majoritários o trans anetol (60,7 %), seguido do fenchona (22,8 %). Segundo Burt (2004), essas variações podem ser atribuídas a diferenças de época de colheita, tipo de solo, clima da região e umidade relativa do ar no dia da coleta.

De acordo com Galindo et al. (2010), não é possível afirmar que o componente majoritário é o responsável pela atividade biológica em estudo, assim, o efeito pode ser atribuído a um constituinte em menor proporção ou de sinergismo entre os compostos existentes no óleo.

4.3 Ensaios *in vitro* para definição das concentrações de óleo essencial de erva doce a serem incorporadas no revestimento

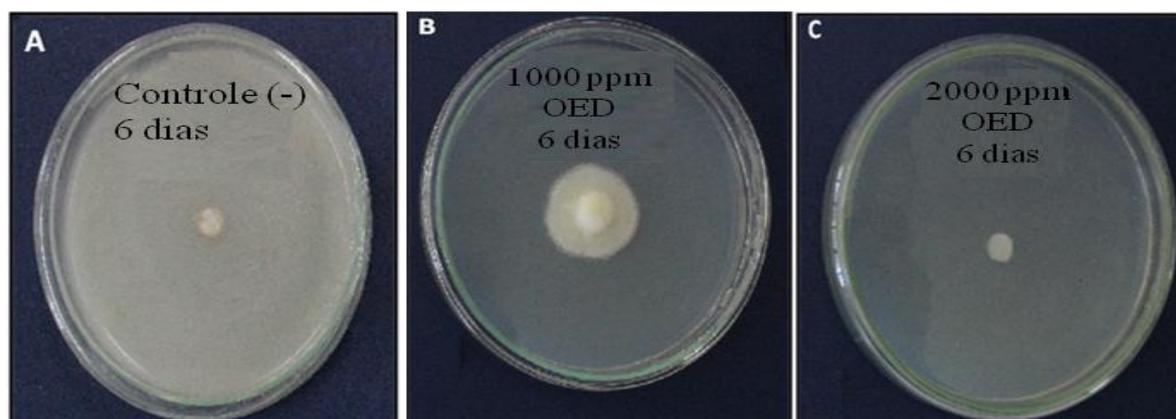
De acordo com as imagens Figuras 2 e 3e da Tabela 6, podemos concluir que a concentração de óleo essencial de erva doce para o crescimento mínimo inibitório (MIC) e concentração mínima com potencial fungitóxico foi de 2000ppm.

Figura 2. Efeito das concentrações de OED no crescimento micelial de *C. gloesporioides*, após 6 dias de incubação.



Fonte: Autora. A=Controle (-),B= Controle (+), C= 1000ppm OED e D= 2000ppm de OED.

Figura 3. Concentração de OED com potencial fungitóxico para *C. gloesporiodes*, após 6 dias de incubação.



Fonte: Autora. A=Controle (-), B=1000ppm OED e C= 2000ppm de OED.

Silva et al. (2009), em estudo semelhante com a utilização do óleo essencial de erva doce no controle *in vitro* do crescimento micelial de *C. gloesporiodes*, obtiveram uma concentração (2000 ppm) semelhante para inibição do patógeno comparada a obtida neste trabalho.

Tabela 6. Índice de Crescimento Micelial (ICM) e do Crescimento Micelial (CM) do *C. gloesporiodes* após seis dias, submetidos aos diferentes tratamentos com óleo essencial de erva doce.

Concentrações do OED (ppm)	ICM	CM (mm)
Controle (+)	26,10 ^a	52,92 ^a
Controle (-)	0,00 ^c	0,00 ^c
1000	4,99 ^b	14,94 ^b
2000	0,00 ^c	0,00 ^c
4000	0,00 ^c	0,00 ^c
6000	0,00 ^c	0,00 ^c
8000	0,00 ^c	0,00 ^c
10000	0,00 ^c	0,00 ^c
15000	0,00 ^c	0,00 ^c
20000	0,00 ^c	0,00 ^c
Média	4,74	9,92
DMS%	3,20	9,70
CV(%)	31,27	45,35

* Médias com letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de significância para o teste de Tukey.

4.4 Análises dos revestimentos

4.4.1 Ângulo de contato

Os ângulos de contato obtido para os revestimentos elaboradas em contato com a superfície do mamão estão expostos na Tabela 7.

Tabela 7. Ângulo de contato dos revestimentos elaborados, a base de CPSL (%), OED (%), CC e G, aplicados à superfície da casca do mamão.

Tratamentos	CPSL (%)	OED (%)	Ângulo de Contato (°)
T1	10	0,2	46,95 ^c
T2	100	0,4	44,81 ^c
T3	12	0,2	47,51 ^{bc}
T4	12	0,4	47,09 ^c
T5	14	0,2	47,06 ^c
T6	14	0,4	45,70 ^c
T7	10	-	53,95 ^{ab}
T8	12	-	55,64 ^a
T9	14	-	56,16 ^a
Média			49,43
DMS			6,50
CV(%)			9,19

Médias com letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de significância para o teste de Tukey.

De acordo com a Tabela 7, foi possível observar diferença estatística entre os tratamentos com a presença e ausência do óleo essencial de erva doce, apresentando maiores valores de ângulo de contato para os tratamentos sem a presença do óleo essencial. Segundo Vermeersch (2014), para uma superfície ser eficientemente molhada, o ângulo de contato formado entre o líquido e a superfície sólida deve apresentar valor próximo à zero, de modo que o líquido se espalhe facilmente sobre o sólido, ou possa ocorrer um espalhamento parcial favorecendo a formação do ângulo no intervalo entre zero e noventa graus ($0^\circ < \theta < 90^\circ$). Do mesmo modo, para uma superfície não ser molhada, o ângulo de contato formado deverá ser maior que 90° , proporcionando a contração do líquido e, conseqüentemente, seu afastamento da superfície.

Portanto, os tratamentos com maior adição de óleo essencial de erva doce (0,4 %) proporcionam um revestimento com maior eficiência na aderência na superfície da casca do mamão.

4.4.2 Diâmetro médio das partículas e Potencial Zeta

De acordo com a determinação do diâmetro médio das partículas dos revestimentos (Figura 4), há uma predominância de nanopartículas, segundo Schaffazick et al. (2003) e Anton (2008), partículas coloidais sólidas de ordem nanométrica, com diâmetros variando entre 1 e 1000 nm, são consideradas nanopartículas.

A análise do perfil de distribuição do tamanho de partículas dos revestimentos demonstra uma distribuição monomodal para os tratamentos T1, T2, T3, T4, T5, T6 e T7, sugerindo uma distribuição uniforme das partículas, caracterizando estabilidade dos revestimentos. Contudo, os tratamentos T8 e T9 apresentam uma distribuição bimodal, caracterizando instabilidade destas emulsões, provavelmente ocasionadas pela ausência da adição de óleo essencial de erva doce e maior concentração de CPSL.

Portanto, a presença do óleo essencial de erva doce nas soluções filmogênicas, juntamente com a adição de menor concentração de CPSL, proporciona revestimentos mais estáveis.

O potencial zeta permite avaliar a estabilidade das dispersões coloidais. Em módulo, um valor de potencial zeta relativamente alto é importante para uma boa estabilidade físico-química da suspensão coloidal, pois grandes forças repulsivas tendem a evitar a agregação em função das colisões ocasionais de nanopartículas adjacentes. Segundo a literatura, os sistemas são considerados estáveis quando possuem um valor absoluto maior que 25 mV, positivos ou negativos, sugerem suspensões mais estáveis, devido à repulsão entre as partículas que previne sua agregação (SCHAFFAZICK et al., 2003). Logo, os revestimentos (Tabela 8) com maior concentração de óleo essencial de erva doce (T2, T4 e T6) apresentam valores de potencial zeta próximo do limite considerado estável.

Figura 4. Distribuição dos tamanhos de partículas dos revestimentos a base de CPSL, OED, CC e G.

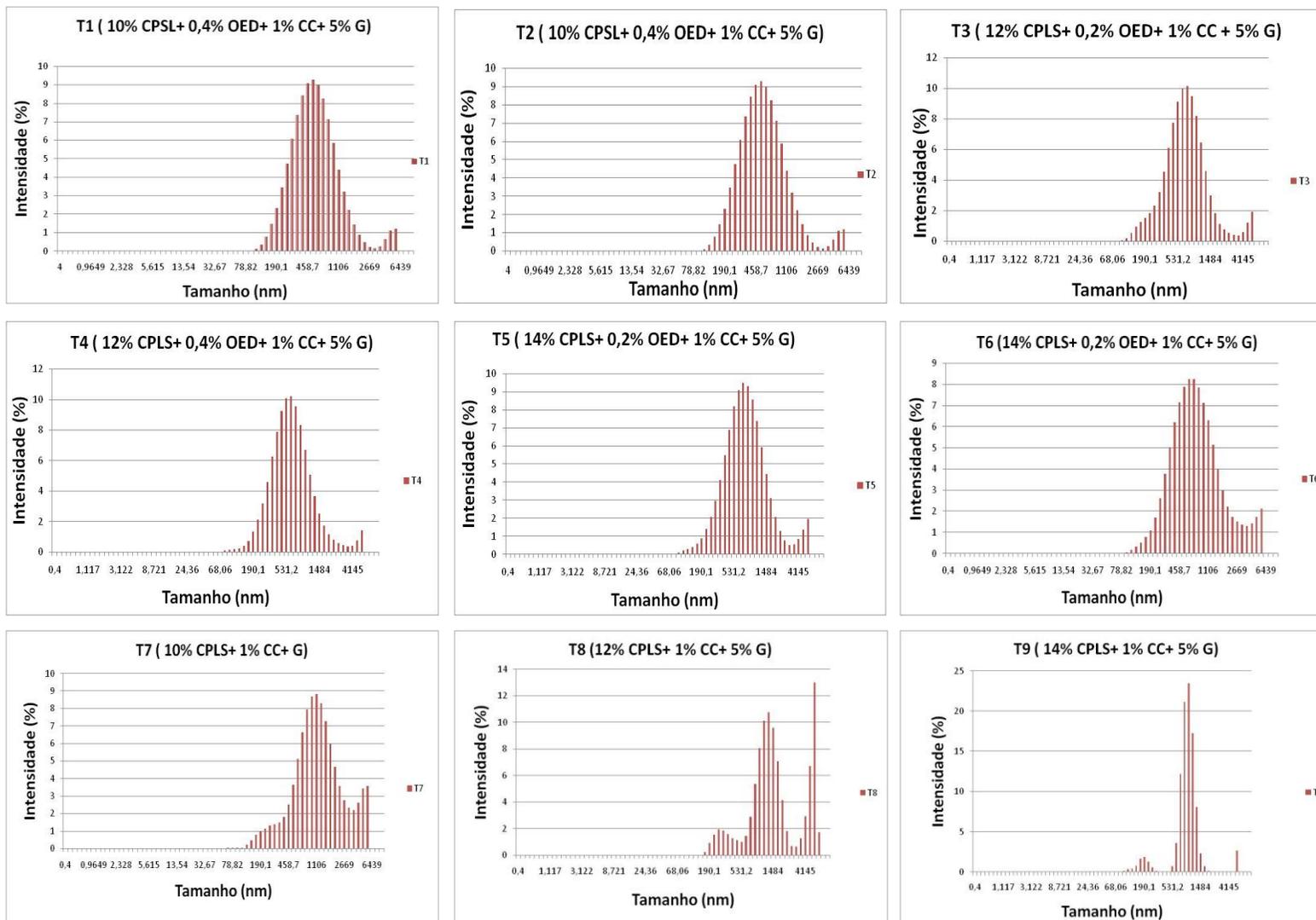


Tabela 8- Potencial zeta referente aos revestimentos elaborados a base de CPSL, OED, CC e G.

Tratamentos*	Potencial Zeta (mV)
T1	-15,60 ^d
T2	-21,60 ^d
T3	-19,83 ^c
T4	-20,57 ^{cd}
T5	-20,33 ^{cd}
T6	-20,80 ^{cd}
T7	-17,23 ^{ab}
T8	-18,07 ^{ab}
T9	-16,37 ^a
Média	18.93
DMS	1,67
CV(%)	-3.03

Médias com letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de significância para o teste de Tukey.*T1=(10% CPLS+0,2% OED+1% CC+5% G);T2=(10% CPSL+0,4% OED+1% CC+5% G);T3=(12% CPLS+0,2% OED+1% CC+5% G);T4=(12% CPLS+0,4% OED+1% CC+5% G);T5=(14% CPLS+0,2% OED+1% CC+5% G),T6=(14% CPLS+0,4% OED+1% CC+5% G),T7=(10% CPLS+1% CC+5% G);T8=(12% CPLS+1% CC+% G);T9=(14% CPLS+1% CC+5% G).

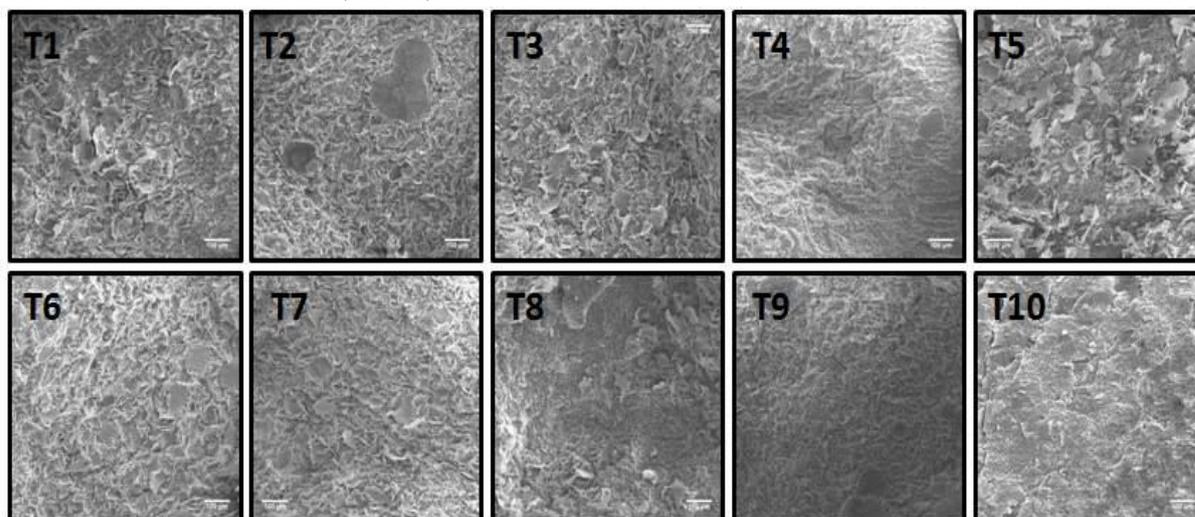
Os valores de potencial zeta podem ser positivos ou negativos, dependendo da natureza do polímero e do material usado para modificação de sua superfície. Os grupos carboxílicos presentes na estrutura das proteínas possuem carga negativa, portanto a presença do CPSL nos revestimentos testados (Tabela 8), possivelmente seja responsável pelos valores negativos obtidos do potencial zeta (SOPPIMATH et al., 2001).

4.4.3 Análise da Microestrutura do revestimento

As imagens obtidas através da microscopia de varredura da superfície do mamão submetida aos revestimentos elaborados estão representadas na Figura 5.

De acordo com as imagens obtidas, observamos que os tratamentos T2, T4 e T6, com maiores quantidades de óleo essencial de erva doce, apresentam revestimentos menos rugosos, menos espessos, mais homogêneos e com menor quantidade de poros. Já para o tratamento T5, com altas concentrações de CPLS, observamos um revestimento mais rugoso e quebradiço. Comparando o tratamento T10 (sem revestimento) e T9, podemos observar que provavelmente não houve aderência do revestimento na superfície da casca do mamão.

Figura 5. Microscopia de varredura das superfícies de mamão submetidas aos revestimentos elaborados à base de CPSL, OED, CC e G.



Fonte: Autora

***T1**=(10% CPLS+0,2% OED+1% CC+5% G); **T2**=(10% CPSL+0,4% OED+1% CC+5% G); **T3**=(12% CPLS+0,2% OED+1% CC+5% G); **T4**=(12% CPLS+0,4% OED+1% CC+5% G); **T5**=(14% CPLS+0,2% OED+1% CC+5% G), **T6**=(14% CPLS+0,4% OED+1% CC+5% G), **T7**=(10% CPLS+1% CC+5% G); **T8**=(12% CPLS+1% CC+% G); **T9**=(14% CPLS+1% CC+5% G) e **T10**= (sem revestimento).

De acordo com resultados expressos para microscopia de varredura, podemos concluir que revestimentos com uma maior concentração de óleo essencial de erva doce e menor concentração de CPSL proporcionam melhor integridade estrutural do revestimento, favorecendo menor permeabilidade da superfície ao vapor de água e aos gases, condicionando a redução da taxa respiratória e retardamento da senescência do fruto.

Os dados obtidos por meio das análises de ângulo de contato, diâmetro médio das partículas, potencial zeta e microscopia de varredura, indicam que os revestimentos mais estáveis, foram aqueles com menores concentrações de CPSL e maiores concentrações de óleo essencial de erva doce. Diante disto, foram selecionados os três revestimentos mais promissores a serem utilizados no estudo de extensão da vida pós-colheita de mamão e na redução de podridões ocasionadas por *C. gloeosporioides*. Os percentuais destes revestimentos selecionados (T1, T2 e T3) assim como o revestimento controle (T4) estão descritos na Tabela 9.

Tabela 9. Tratamentos selecionados a serem utilizados no estudo da extensão da vida pós-colheita de mamão.

Tratamentos	CPSL (%)	Óleo de erva doce (%)	Cloreto de cálcio (%)	Glicerol (%)
T1	10	0,2	1	5
T2	10	0,4	1	5
T3	10	-	1	5
T4*	-	-	-	-

*T4=Controle (sem revestimento).

4.4.4 Avaliação in vivo da ação dos revestimentos a base de CPSL e óleo essencial de erva doce aplicado em mamões inoculados com *C. gloesporioides*

Nas avaliações da severidade nos pontos inoculados, não apresentaram interação significativa entre os revestidos aplicados. Entretanto, o tratamento controle obteve menor diâmetro médio de severidade com relação aos demais tratamentos. Provavelmente a inoculação artificial realizada tenha sido muito agressiva, favorecendo uma maior incidência e severidade da doença nos pontos inoculados dos mamões revestidos (Tabela 10).

Tabela 10. Severidade e incidência de patógeno causados pela ação de *C. gloesporioides* inoculados em mamões submetidos aos revestimentos a base de CPSL, OED, CC e G.

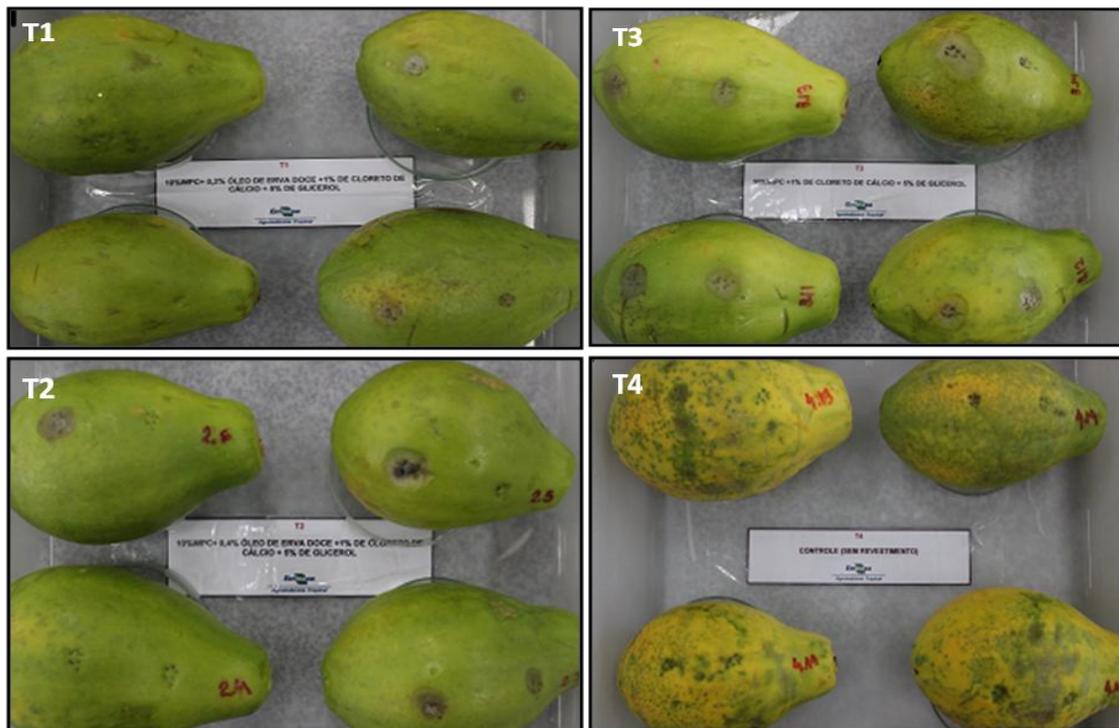
Tratamentos*	Severidade (mm)	Incidência (%)
	13 dias	13 dias
T1	32,52 ^a	80
T2	34,94 ^a	70
T3	35,19 ^a	100
T4	15,59 ^b	60
Média	29,56	
DMS	4,33	
CV(%)	13,24	

T1=(10% CPLS+0,2% OED+1% CC+5% G), **T2**=(10% CPSL+0,4% OED+1% CC+5% G); **T3**=(10% CPLS+1% CC+5% G) e **T4**= Controle (sem revestimento).

Na Figura 6 podemos observar uma maior severidade para os mamões revestidos, porém somente nos pontos inoculados artificialmente. Nas demais áreas da superfície dos mamões não-tratados, a incidência e severidade da doença foram maiores. Portanto, foi possível observar que nos pontos não inoculados dos mamões revestidos a incidência e severidade da doença provocada pelo *C. gloesporioides* foi menor que nos mamões não-tratados. Tal comportamento foi confirmado por Carnelossi et al. (2009) mostraram que os

óleos essenciais de *Cymbopogon citratus*, *Eucalyptus citriodora*, *Mentha arvensis* e *Artemisia dracuncululus* testados *in vitro* foram eficientes, inibindo 100% o crescimento micelial de *C. gloesporioides*. Em teste *in vivo*, os mamões tratados com estes óleos e inoculados, apresentaram incidência e severidade da doença menor que o tratamento controle.

Figura 6. Incidência e severidade de antracnose de mamão 'Golden' nos diversos tratamentos, após o período de 13 dias de armazenamento refrigerado a 12 °C.



T1=(10% CPLS+0,2% OED+1% CC+5% G), **T2**=(10% CPSL+0,4% OED+1% CC+5% G); **T3**=(10% CPLS+1% CC+5% G) e **T4**=Controle (sem revestimento). Fonte: Autora.

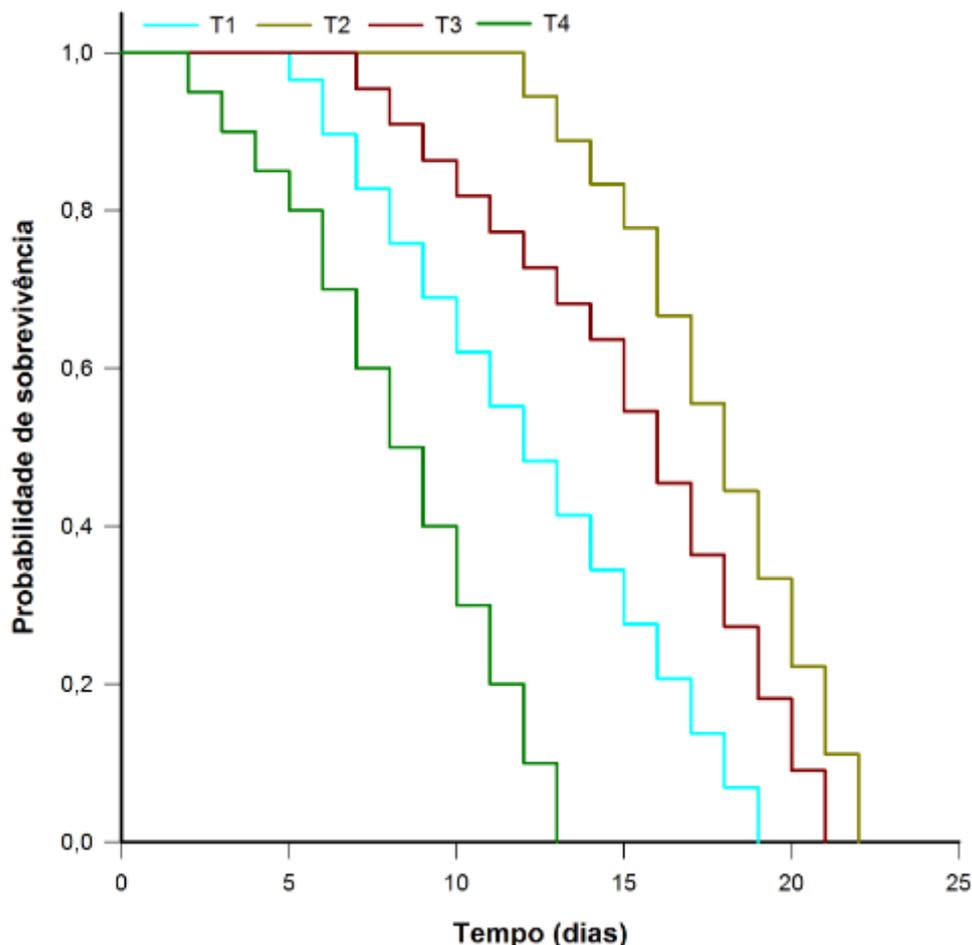
Bastos e Albuquerque (2004) verificaram que no teste *in vitro* o óleo essencial de pimenta-de-macaco (*Piper aduncum*) inibiu 100% do crescimento micelial e da germinação de *C. musae* para concentrações acima de 100 ppm do óleo, enquanto que, *in vivo*, concentrações do óleo acima de 1% foram capazes de impedir a manifestação de podridões nos frutos de banana "Prata".

Portanto, os resultados *in vivo* nesse experimento possuem uma correlação positiva com os obtidos *in vitro*, comprovando a potenciabilidade do revestimento à base de CPSL e óleo essencial de erva doce no controle de *C. gloesporioides* em frutos de mamão.

4.4.5 Análise de sobrevivência de mamões submetidos aos revestimentos a base de CPSL, OED, CC e G.

De acordo com a Figura 7, a curva de sobrevivência demonstrou que o T2 apresentou maior vida útil pós-colheita (23 dias), enquanto que o T4 (sem revestimento) apresentou a menor vida útil (13 dias). Já para os dados apresentados na Tabela 11, a análise de sobrevivência demonstrou que o T2 apresentou a maior vida útil com média de 18 dias, enquanto que o T4 apresentou menor vida útil com 8 dias. O intervalo de confiança de 95% indica que a quase totalidade dos mamões, atingiram o estágio 5 de maturação dentro do período de tempo apresentado. Essa eficiência pode estar diretamente associada à interferência do revestimento sobre o processo de maturação dos frutos.

Figura 7. Curva de sobrevivência com os tempos necessários para os mamões revestidos atingirem o estágio 5 de maturação.



T1=(10% CPSL+0,2% OED+1% CC+5% G), **T2**=(10% CPSL+0,4% OED+1% CC+5% G); **T3**=(10% CPSL+1% CC+5% G) e **T4**=Controle (sem revestimento). Fonte: Autora.

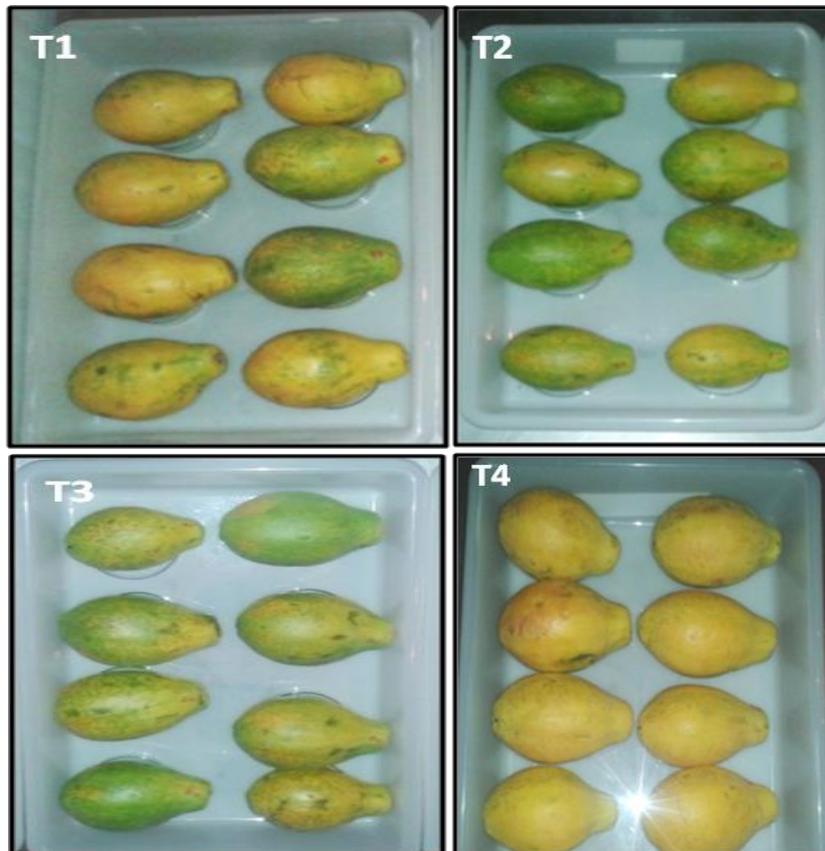
Tabela 11. Dias após aplicação dos tratamentos para os mamões revestidos atingirem o estágio 5 de maturação (intervalo de confiança de 95%).

Tratamentos	Estádio 5 de maturação
	Dias
T1	12,24 ± 3,11
T2	17,78 ± 2,79
T3	15,27 ± 3,57
T4	8,30 ± 2,87

T1=(10% CPLS+0,2% OED+1% CC+5% G), **T2**=(10% CPSL+0,4% OED+1% CC+5% G); **T3**=(10% CPLS+1% CC+5% G) e **T4**= Controle (sem revestimento).

Com o amadurecimento, a cor da casca do mamão torna-se amarela. No tratamento T4, a cor mudou de verde para amarela em 13 dias, atingindo o estágio 5 de maturação. Neste mesmo período os frutos com revestimentos ainda não havia atingindo o estágio de maturação 5, demonstrando a eficiência dos revestimentos no retardamento do amadurecimento (Figura 8).

Figura 8. Frutos não inoculados, nos diversos tratamentos, após 13 dias de armazenamento refrigerado a 12 °C.

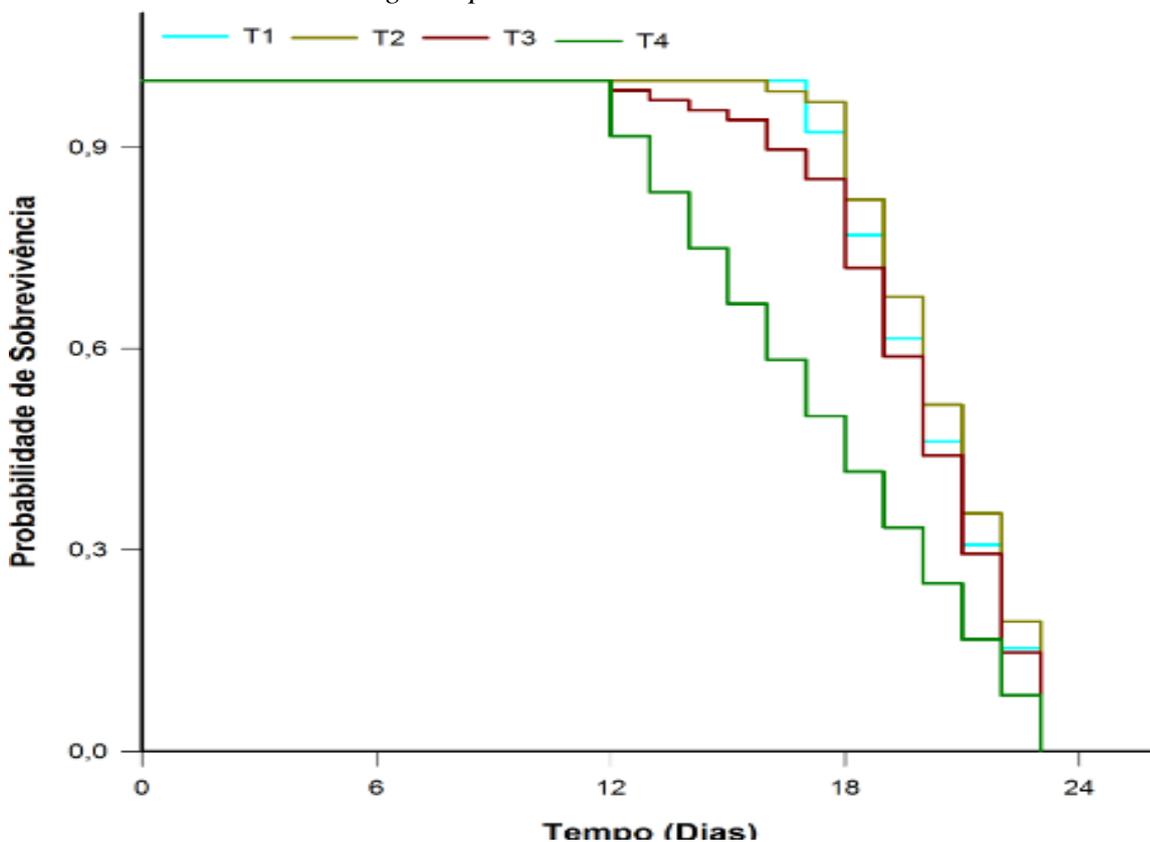


Fonte: Autora.

Pereira et al. (2006), ao avaliar o amadurecimento de mamão cv. ‘Formosa’ com revestimento à base de fécula de mandioca, observou que os frutos revestidos tiveram sua vida útil pós-colheita prolongada em quatro dias em comparação com o controle. Galo et al. (2014) ao utilizarem quitosana como revestimento em mamão da cv. ‘Sunrise Solo’, observaram acréscimo de quatro dias na vida útil destes frutos. Diante do exposto é possível observar que o uso de revestimentos em mamão promove a extensão da sua vida pós-colheita, independente do cultivar. No entanto, ao levar em consideração o revestimento utilizado neste estudo, é importante salientar que o acréscimo médio de 10 dias alcançados ao término do experimento, comparados ao tratamento controle, reflete apenas os dias decorridos até ser atingido o estágio ótimo de maturação (estádio 5), restando ainda dias a serem transcorridos até que o fruto não seja mais indicado para o consumo.

O processo de incidência, ocasionados por *C. gloeosporioides* teve início no tratamento T4 (sem revestimento), enquanto que os frutos revestidos, contendo óleo essencial de erva doce e/ou CPSL, apresentaram incidência ao final do armazenamento (Figura 9).

Figura 9. Curva de sobrevivência com os tempos necessários para os mamões revestidos sofram a incidência de *C. gloeosporioides*.



T1=(10% CPLS+0,2% OED+1% CC+5% G), **T2**=(10% CPSL+0,4% OED+1% CC+5% G); **T3**=(10% CPLS+1% CC+5% G) e **T4**=Controle (sem revestimento). Fonte: Autora.

De acordo com os resultados (Tabela 12), a análise de sobrevivência demonstrou que os revestimentos testados influenciaram a incidência de *C. gloeosporioides* nos mamões e que tratamento T2 apresentou incidência do patógeno com média de 21 dias. Já o tratamento controle (T4), apresentou incidência com média 18 dias de armazenamento. O intervalo de confiança de 95% indica que a quase totalidade de mamões, foram contaminados pelo *C. gloeosporioides* dentro do período de tempo apresentado.

Tabela 12. Dias para que os mamões revestidos sofressem incidência de *C. gloeosporioides* (intervalo de confiança de 95%).

Tratamentos	Incidência
	Dias
T1	20,23 ± 1,48
T2	20,52 ± 0,93
T3	19,79 ± 1,21
T4	17,50 ± 4,14

T1=(10% CPLS+0,2% OED+1% CC+5% G), **T2**=(10% CPSL+0,4% OED+1% CC+5% G); **T3**=(10% CPLS+1% CC+5% G) e **T4**= Controle (sem revestimento).

Essa eficiência pode estar diretamente associada à interferência do revestimento sobre o processo de maturação dos frutos, além da atuação positiva do óleo de erva doce no controle do patógeno. O revestimento contendo CPSL e o maior percentual de óleo de erva doce (T2), no teste de sobrevivência, superou os demais tratamentos sendo capaz de atuar como uma barreira eficiente, impedindo o desenvolvimento do patógeno e a formação das lesões típicas de antracnose.

O efeito antimicrobiano do CPSL, segundo Martin-Diana et al. (2006), está relacionado com seu baixo pH devido a presença do ácido lático que consegue penetrar na célula do microrganismo na forma dissociada e provocar sua morte. Além disso, o CPSL contém bacteriocinas termorresistentes e outros peptídeos bioativos (caseinomacropéptídeos).

Martin-Diana et al. (2006) utilizaram permeado de soro de leite em diferentes concentrações como agente sanitizante natural para lavagem de alface e cenoura. Observaram que na concentração de 3%, promoveu eficiente redução na carga microbiana desses produtos quando comparado a solução de cloro na concentração de 120 ppm.

4.4.6 Avaliações da qualidade pós-colheita

Os resultados obtidos das avaliações da qualidade pós-colheita dos mamões no estágio inicial de maturação foram de 54,27 N para firmeza, 5,60 para pH, 12,78 °Brix para SST, 0,28% para ATT, 5,28% para AST, 109,70mg 100g⁻¹ para ácido ascórbico, 53,62 para coordenada L*, -5,26 coordenada a* e 36,35 coordenada b*.

A análise de variância das avaliações da qualidade pós-colheita de frutos de mamão ao atingirem o estágio 5 de maturação, submetidos aos revestimentos a base de CPSL e óleo essencial de erva doce, apresentou efeito significativo entre os tratamentos com relação aos parâmetros: pH, sólidos solúveis, acidez titulável, açúcares totais, ácido ascórbico, perda de massa e cor instrumental, como pode ser observado nas Tabelas 13 e 14.

Tabela 13. Análise de variância para as avaliações da qualidade pós-colheita de mamões submetidos aos revestimentos a base de CPSL, OED, CC e G.

Tratamentos	Firmeza (N)	pH	Sólidos solúveis (°Brix)	Acidez titulável (mL/g)	Açúcares solúveis totais (%)	Ácido ascórbico (mg 100 g ⁻¹)	Perda de massa (%)
T1	24,92 ^a	5,54 ^{ab}	11,67 ^{bc}	0,13 ^b	4,28 ^c	95,86 ^{bc}	8,31 ^a
T2	28,63 ^a	5,54 ^{ab}	11,50 ^a	0,22 ^a	4,28 ^c	89,51 ^c	5,66 ^b
T3	24,91 ^a	5,27 ^b	12,15 ^{ab}	0,09 ^c	5,23 ^b	100,38 ^b	7,66 ^a
T4	27,44 ^a	5,78 ^a	12,89 ^a	0,07 ^d	7,44 ^a	139,08 ^a	8,44 ^a
Média	26,48	5,48	5,48	0,13	5,32	106,2	7,44
DMS	11,05	0,27	0,52	0,01	0,71	8,71	1,78
CV(%)	34,09	4,07	4,07	9,56	10,83	6,70	10,43

T1=(10% CPLS+0,2% OED+1% CC+5% G), **T2**=(10% CPSL+0,4% OED+1% CC+5% G); **T3**=(10% CPLS+1% CC+5% G) e **T4**= Controle (sem revestimento).

Médias com letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de significância para o teste de Tukey.

4.4.6.1 Firmeza

Para a variável firmeza, observou-se que não houve diferença significativa entre os frutos revestidos e controle, apresentando valor médio de 26,48N (Tabela 13). Os frutos no estágio 2 de maturação obtiveram em média 54,27 N, portanto é possível observar que mesmo com a utilização dos revestimentos, a firmeza foi reduzida para menos de 30 N, considerada ideal para consumo por Bron et al. (2003) para o mamão 'Golden'. A maior firmeza foi notada para o tratamento com concentração máxima de óleo essencial de erva doce (0,4%), permanecendo mais firmes até o final do experimento, indicando a tendência de resposta positiva desta variável no retardamento da maturação, garantindo assim, uma melhor

resistência a danos mecânico durante o manuseio e, conseqüentemente, maior durabilidade. Oliveira (2013), ao aplicarem um revestimento a base de amido de milho e óleos essenciais em mamão observaram uma firmeza maior nos tratamentos com a presença do revestimento em comparação com o controle

Segundo Silva (2010), o amadurecimento é marcado por modificações na textura associadas ao metabolismo de carboidratos da parede celular, que culminam com a redução da firmeza dos frutos. As substâncias pécnicas constituem a classe de polissacarídeos da estrutura da parede celular, que sofre a mais notável modificação durante o amadurecimento dos frutos. A solubilização e a despolimerização das substâncias pécnicas, normalmente acompanham o amaciamento dos frutos durante o seu amadurecimento. Este estudo a interação entre todos os constituintes presentes no revestimento, nas concentrações estabelecidas, especialmente em se tratando do tratamento T2, foram capazes de atuar também inibindo essa atuação enzimática.

4.4.6.2 pH

Para o parâmetro pH, observou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos em que ocorrem a variação das concentrações do óleo essencial de erva doce, ao contrário dos tratamentos com a presença do óleo essencial de erva doce e com ausência do mesmo.

De acordo com Elias (2008) o pH dos frutos aumenta, enquanto que acidez diminui com o amadurecimento dos frutos. Neste estudo, foi possível observar que o valor médio de pH (5,60) para os mamões ainda no estágio de 2 maturação foi maior do que os mamões revestidos no estágio 5 de maturação, com maior valor para os frutos controle. Portanto, a utilização do revestimento pode ter proporcionado uma atmosfera modificada nos mamões e ter influenciado na alteração do pH nesses frutos (Tabela13).

Trigo (2010), ao avaliar a qualidade de mamão 'Formosa' minimamente processado utilizando revestimentos comestíveis, observou que o pH dos frutos revestidos foi significativamente menor que o controle. Baldwin (1994) afirma a possibilidade de se estabelecer uma micro-atmosfera na superfície externa dos frutos e hortaliças adicionadas de revestimentos comestíveis, a qual protege os mesmos de algumas alterações fisiológicas naturais durante a pós-colheita.

Observou-se que os tratamentos com adição de óleo essencial de erva doce obtiveram maiores valores de pH. De acordo com Anker, Stading e Hermansson (2001) quando se adiciona um componente hidrofóbico à suspensão formadora de um revestimento, produzem-se filmes compostos, nos quais o componente lipídico atua como barreira ao vapor de água, e a proteína ou polissacarídeo fornecem a barreira ao oxigênio e as características mecânicas necessárias para um eficiente revestimento.

4.4.6.3 Sólidos Solúveis Totais (SST)

Podemos observar que em relação aos SST, houve diferença significativa entre os frutos revestidos e os frutos controle (Tabela 13), com teor médio de SST (12,78 ° Brix) maior para os mamões no estágio 2 de maturação comparados com os frutos revestidos. Jacomino et al.(2007) e Jerônimo e Kaneshiro (2000), também verificaram um aumento de sólidos solúveis nos frutos controle, em mamão ‘Formosa’ e manga ‘Palmer’, respectivamente. De acordo com Pereira et al. (2006), os sólidos solúveis comumente aumentam com o decorrer do processo de maturação dos frutos, seja pela biossíntese, degradação de polissacarídeos, ou perda de água, resultando em maior concentração dos mesmos. Portanto, a utilização dos revestimentos interferiu no processo de maturação dos frutos, já que os sólidos são substratos utilizados no processo respiratório.

O tratamento com maior adição de óleo essencial de erva doce obteve menor concentração de SST, dados semelhantes foram encontrados por Serpa et al. (2014), que ao utilizarem um revestimento com maior concentração de óleo essencial de cravo e canela em mangas, também observaram uma redução no teor SST em comparação aos demais tratamentos, sugerindo que os componentes utilizados no revestimento influenciaram nos processos bioquímicos durante o amadurecimento da fruta, levando a um gasto de energia, diminuindo os teores dos mesmos.

4.4.6.4 Acidez Total Titulável (ATT)

A acidez é usualmente calculada com base no principal ácido presente. Os ácidos cítrico e málico são encontrados em maior abundância nas frutas tropicais (SANTANA, MATSUURA; CARDOSO, 2004).

A análise de ATT exibiu efeito significativo entre os tratamentos testados, variando de 0,07 a 0,22 % (Tabela 13), com valor médio de ATT 0,28% para os mamões no estágio 2 de maturação. Ao atingirem o estágio 5 de maturação, a acidez titulável foi maior no tratamento T2. Pode-se inferir que concordando com os valores obtidos para o pH, entre outros, os tratamentos com óleo essencial de erva doce desaceleraram o processo normal de amadurecimento dos mamões, visto que a diminuição da acidez está associada ao consumo de ácidos no processo respiratório, em decorrência da maturação (GALO et al., 2014)

De acordo com Cavalini (2008), no avanço do amadurecimento das frutas, ocorre à redução deste parâmetro, com algumas exceções, pois a acidez de frutas decresce com a aceleração do amadurecimento em decorrência de redução no processo respiratório, com consequente aumento no pH. Isto se deve à diminuição dos ácidos orgânicos, consequência do adiantado amadurecimento, e em função de sua utilização como substrato respiratório e conversão destes em açúcares.

Martinel, Castricini e Coneglian (2008) avaliaram a influência de películas de fécula de mandioca e de carboximetilamido sobre o amadurecimento de mamões Golden e verificaram que a acidez titulável dos frutos revestidos obteve maiores valores em comparação com o tratamento controle. Silva et al. (2012), também observaram aumento da acidez em goiabas ao utilizarem como revestimento amido de mandioca.

4.4.6.5 Açúcares Solúveis Totais (AST)

Para o parâmetro AST, observou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos em que ocorre a variação das concentrações do óleo essencial de erva doce (T1 e T2). Porém, houve diferença significativa entre os tratamentos com a presença do óleo essencial de erva doce e com ausência do mesmo (Tabela 13).

Neste estudo, foi possível observar que o valor médio de AST (5,28%) para os mamões ainda no estágio de 2 de maturação foi maior do que os mamões revestidos no estágio 5 de maturação, com maior valor para os frutos controle. Provavelmente, os teores de açúcares solúveis totais analisados neste experimento foram influenciados pela interação entre os revestimentos aplicados e o fruto, uma vez que foram obtidos valores diferenciáveis com relação aos frutos controle, havendo uma redução dos teores de açúcares solúveis totais nos frutos revestidos.

Segundo Choi et al (2002), os revestimentos protéicos possuem propriedades de barreira ao oxigênio. A redução na concentração do oxigênio (O₂) ou elevação do gás carbônico (CO₂) pode atrasar o amadurecimento dos frutos, diminuindo a taxa respiratória e a produção de etileno. Como consequência, várias alterações metabólicas associadas ao amadurecimento e/ou senescência, têm sua velocidade de reação desacelerada (KADER, 1986).

4.4.6.6 Ácido Ascórbico

Durante o amadurecimento, o teor de ácido ascórbico aumenta nos estádios iniciais do desenvolvimento até a maturação total, mas quando excessivamente maduro, este conteúdo diminui significativamente (VAZQUEZ-OCHA; COLINAS-LEON, 1990).

Para a variável ácido ascórbico, observou-se que houve diferença significativa entre os frutos revestidos e o controle, com maior teor médio de ácido ascórbico (109,70mg 100 g⁻¹) para os mamões no estágio 2 de maturação em comparação aos frutos revestidos. Provavelmente, o revestimento aplicado pode ter prejudicado a síntese de metabólitos intermediários que promovem a síntese de glucose-6-fosfato, o precursor imediato do ácido ascórbico (MERCADO-SILVA et al., 1998).

Lucena et al. (2013) observaram que os teores de ácido ascórbico em limões foram significativamente menores ao utilizarem cera como revestimento. Portanto, neste experimento o fato dos mamões serem submetidos a uma maior concentração de óleo essencial de erva doce pode ter influenciado o retardamento do processo de maturação e consequentemente a síntese tardia do ácido ascórbico.

4.4.6.7 Perda de massa

A perda de massa está relacionada com a perda de água, causa principal da deterioração, induzindo a perdas da aparência como murchamento e o enrugamento, assim como alterações na textura, promovendo o amaciamento e a perda de frescor. A perda de peso em frutas ocorre durante o armazenamento devido ao processo respiratório, assim como também à transferência de umidade aos processos de oxidação (KADER, 2002). Ayranci e Tunc (2003) afirmam que as películas de revestimento podem retardar a perda de água e a

desidratação dos produtos, reduzindo a perda de massa e o murchamento de produtos frescos.

Foi constatada diferença significativa na perda de massa entre o tratamento T2 e os demais tratamentos (Tabela 13), de modo que estes frutos apresentaram perda de massa de 32,9% abaixo da média observada para frutos controle, entre os quais foi observado o maior valor médio. Verificando-se assim, que a perda de água e a decomposição natural do fruto foram evitadas através do efeito barreira exercidas pela combinação da maior concentração de óleo essencial de erva doce e dos revestimentos utilizados, fato este que está de acordo com Vicentino, Floriano e Dragunski (2011), os quais afirmam que os filmes e revestimentos possuem a função de inibir ou reduzir a migração de umidade, oxigênio, dióxido de carbono, lipídios, aromas, dentre outros, pois promovem barreiras semipermeáveis.

4.4.6.8 Cor instrumental

Todas as variáveis colorimétricas obtidas no estágio 5 de maturação diferiram significativamente com relação aos frutos submetidos aos revestimentos em comparação com o controle, havendo ausência de valores diferenciáveis apenas para a coordenada a^* , com valor médio de 6,9 (Tabela 14).

Tabela 14. Variáveis obtidas de L, a^* e b^* para cada tratamento.

Tratamentos	L	a^*	b^*
T1	67,42 ^b	8,01 ^a	58,74 ^{ab}
T2	66,83 ^b	5,51 ^a	55,80 ^c
T3	67,65 ^b	7,13 ^a	56,51 ^{bc}
T4	70,67 ^a	6,94 ^a	60,03 ^a
Média	68,14	6,89	57,7
DMS	2,17	3,36	2,87
CV(%)	2,60	39,82	4,06

Médias com letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de significância para o teste de Tukey.

A coordenada de cor L^* está relacionada com a intensidade da luminosidade, conseqüentemente, sofre influência das alterações colorimétricas quantificadas pelas coordenadas a^* e b^* . Neste estudo foi constatada a menor luminosidade no tratamento com maior concentração de óleo essencial de erva doce (T2), sendo maior no tratamento sem a presença do revestimento (T4). Este comportamento reflete o observado nos parâmetros a^* e b^* que estão de acordo com os dados obtidos por Alexandrino (2013), que ao utilizar como

revestimento quitosana e trans-cinamaldeído em mamão, verifica menores médias de luminosidade.

Para o parâmetro a^* , observou-se que não houve diferença estatística ao nível de 5% de probabilidade entre os tratamentos e que no estágio de maturação 5 todos os frutos revestidos, assim como o controle, foram capazes de efetuar a mudança da coloração verde, assumindo valores positivos, diferente do observado no início de experimento em frutos no estágio 2 de maturação, caracterizados pela presença da cor verde e, conseqüentemente coordenada a^* com valor negativo (-5,26). Pinheiro (2012), ao utilizar cera de carnaúba como revestimento em cajus, também não observou diferença para valores de a^* em comparação ao tratamento controle.

Quanto a coordenada b^* , os valores médios positivos são reflexo do observado para as coordenadas L^* e a^* , percebido no estágio 5 de maturação a coloração amarela, característica de frutos de mamão maduros. O menor valor de b^* (55,80) para T2, demonstra a influência deste tratamento no processo de maturação do fruto. Dados semelhantes foram encontrados por Siqueira (2012) ao utilizarem revestimentos comestíveis em maracujá-azedo.

Portanto, sugere-se que a combinação do CPSL com uma maior concentração de óleo essencial de erva doce e os demais constituintes bloqueou as reações enzimáticas e químicas responsáveis pela degradação da clorofila, bem como a síntese de pigmentos, retardando de forma positiva a maturação destes frutos.

5 CONCLUSÃO

Considerando testes *in vitro*, a utilização de 2000ppm de óleo essencial de erva-doce é considerada a concentração mínima inibitória e fungicida no controle micelial do fungo *C. gloeosporioides*.

Revestimentos a base de soro de leite, óleo essencial de erva doce, cloreto de cálcio e de glicerol aplicados à mamões, proporcionam menor incidência e severidade da antracnose nos pontos não inoculados com *C. gloeosporioides*, tomando como referência frutos sem revestimento.

Revestimentos elaborados com 10% de concentrado protéico de soro de leite, 0,4% de óleo essencial de erva doce, 1% cloreto de cálcio e 5% de glicerol são mais estáveis, capazes de atuar de forma eficiente no controle da incidência de *C. gloeosporioides* e na extensão da vida pós colheita de mamões, sendo necessários 23 dias de armazenamento refrigerado para que os frutos revestidos atinjam o estágio ótimo de maturação (estádio 5), restando ainda dias a serem transcorridos até que o mesmo não seja mais indicado para o consumo.

REFERÊNCIAS

ADAMS, R. P. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry, 4th Ed., ISBN 978-1-932633-21-4, 2007.

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5ª ed. Flórida: ELSEVIER, 2004. 903p

ALEXANDRINO, A. G. **Qualidade e segurança de mamão (Carica papaya, L.) minimamente processado revestido com quitosana adicionada de transcinamaldeído**. 2013. 56f. Dissertação (Mestrado)-Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, 2013.

ALLEONI, A. C.C.; JACOMINO, A. P.; ROSA, A. S. Recobrimento de laranja 'Pêra' com filme de concentrado protéico de soro de leite associado a plastificantes. **Pesq. Agropec. Bras**, Brasília, v.41, n.8, p. 1221- 1226, Aug. 2006.

ALMEIDA, J.R.G.A.; SILVA-FILHO, R.N.; NUNES, X.P. .; DIAS, C. S. ; PEREIRA, F. O.; LIMA, E. O. L. Antimicrobial activity of the essential oil of bowdichia virgilioides kunt. **Rev. Bras. Farm.**, João Pessoa, v.16, p.638-641, dec. 2006.

ANKER, M.; STADING, M.; HERMANSSON, A. Aging of whey protein films and the effect on mechanical and barrier properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 2, p. 989-995, 2001.

ANKER, M.; STADING, M.; HERMANSSON, A. Aging of whey protein films and the effect on mechanical and barrier properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 2, p. 989-995, 2001.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2015. Editora Gazeta Santa Cruz, Santa Cruz do Sul, 136p, 2015.

ANTON, N. Design and production of nanoparticles formulated from nano-emulsion templates - A review. **Journal of Controlled Release**, v. 128, p. 185 – 199, 2008.

APHI/USDA. **Work plan for brazilian papaya (Carica papaya L.) export program for 1998-1999**. Washington, 1998.21p.

ARTHARN, A.; PRODPRAN, T.; BENJAKUL, S. Round scad protein-based film: Storage stability and its effectiveness for shelf-life extension of dried fish powder. **LWT - Food Science and Technology**, v.42, p. 1238–1244, set.2009.

ASSIS, O. B. G. ; BRITTO, D. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Braz J. Food Techno**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 87-97, abr./jun. 2014.

AYALA-ZAVALA , J. F.; DEL TORO-SANCHEZ, L.; ALVAREZ-PARRILLA ,E.; SOTO-VALDEZ ,H.; MARTIN-BELLOSO, O.; RUIZ-CRUZ, S.; GONZALEZ-AGUILAR, G. A. Natural antimicrobial agents incorporated in active packaging to preserve the quality of fresh fruits and vegetables. **Stewart Postharvest Review**,v. 4, n. 1, p. 1-9, jun. 2008.

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. Colheita, pós-colheita e fisiologia do amadurecimento do mamão. In: MARTINS, D. S.; COSTA, A. F.da. **A cultura do mamoeiro**: tecnologia de produção. Vitória: Incaper, 2003. Cap. 13, p. 405- 439.

BALDWIN, E. A. Edible coatings for fresh fruits and vegetables: past, present and future. In: KROCHTA, J.; BALDWIN, E.; NISPEROS-CARRIEDO, M.(ed.). **Edible coatings and films to improve food quality**. Basel: Technomic Publ.,1994.p. 25-65.

BASTOS, C. N.; ALBUQUERQUE, P. S. Efeito do óleo de *Piper aduncum* no controle em pós-colheita de *Colletotrichum gloeosporioides* em banana. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 555-557. Out. 2004.

BARRY-RYAN, C. Whey permeate as a bio-preservative for shelf life maintenance of fresh-cut vegetables. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 7, p. 112-123, 2006.

BAUTISTA-BANÕS, S.; SIVAKUMAR, D.; BELLO-PÉREZ, A.; VILLANUEVAARCE, R.; HERNÁNDEZ-LÓPEZ, M. A review of the management alternatives for controlling fungi on papaya fruit during the postharvest supply chain. **Postharvest Biology and Technology**, Fev, 2013.

BERTAN, L. C. **Desenvolvimento e caracterização de filmes simples e compostos á base de gelatina, pacidograxose breu branco**.2003.148p. Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual de Campinas,Campinas, 2003.

BELTRÃO FILHO, E.M.; COSTA, R.G.; SOUZA, S. Adição de óleo essencial de erva-doce (*Foeniculum Vulgare*) ao leite de cabra. In: I JORNADA NACIONAL DA AGROINDÚSTRIA, Bananeiras-PB. **Anais...** Bananeiras: UFPB, 2006. p.1-5,2006.

BIASI, L. A.; DESCHAMPS, C. **Plantas aromáticas: do cultivo à produção de óleo essencial**. Curitiba: Layer Studio Gráfico e Editora Ltda, 2009.

BIZZO, H.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Quim. Nova**, v. 32, n. 3, p. 588- 594, 2009.

BOSKABADY, M. H., RAMAZANI-ASSARI, M. Relaxant effect of Pimpinellaanisum on isolated guinea pig tracheal chains and its possible mechanism(s). **Journal of Ethnopharmacology**, Clare, Ireland, v. 74, p. 83- 8, jan. 2001.

BOSQUEZ-MOLINA, E.; RONQUILLO-DE JESUS, E.; BAUTISTA-BANÕS, S.; VERDE-CALVO, J.R.; MORALES-LÓPEZ, J. Inhibitory effect of essential oils against *Colletotrichum gloeosporioides* and *Rhizopus stolonifer* in stored papaya fruit and their possible application in coatings. **Postharvest Biology and Technology**, Washington, v.57n,2p. 32-137, Mar.2010.

BOZZOLA, J.J., RUSSELL, L.D. **Electron Microscopy; principles and techniques for biologists**. 2nd.ed. Boston: Jones and Bartlett Publishers, 1999.

BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – a review. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 94, n. 3, p. 223-253, Aug. 2004.

BRON, I. U.; JACOMINO, A. P.; PINHEIRO, A. L.; KLUGE, R. A. Controle do amadurecimento de mamões 'Golden' com 1-metilciclopropeno e refrigeração. In: MARTINS, D. S. (Ed.). **Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno**. Vitória: Incaper., p. 643–646, 2003.

CARNELOSSI, P. R. Óleos essenciais no controle pós-colheita de *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 11, n.4, p. 399-406, 2009.

CARNELOSSI, P. R.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; CRUZ, M. E. S.; ITAKO, A. T.; MESQUINI, R. M. Óleos essenciais no controle pós-colheita de *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 11, n. 4, p. 399-406, 2009.

CASTRO, D. P. **Atividade inseticida dos óleos essenciais de *Achilea millefolium* e *Thymus vulgaris* sobre *Spodoptera frugiperda* e *Schizaphis graminum***. 2004. 73 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CAVALINI, F. C. **Fisiologia do amadurecimento, senescência e comportamento d egoiabas ‘Kumagai’ e ‘Pedro Sato’**. 2008. 57p. Tese (Doutorado)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. ampl. Lavras: UFLA, 2005. 205p.

CHIUMARELLI, M.; HUBINGER, M. D. Stability, solubility, mechanical and barrier properties of cassava starch – Carnauba wax edible coatings to preserve fresh-cut apples. **Food Hydrocolloids**, v. 28, n. 01, p. 59-67, jul. 2012.

CHOI, W.Y., PARK, H.J., AHN, D.J., LEE, J., LEE, C.Y. Wettability of chitosan coating solution on “fuji” apple skin. **Journal of Food Science**, v. 67 n. 7, p. 2668–2672, sept. 2002.

COIMBRA, J. S. R.; GIRALDO-ZUNICA, A. D.; GOMES, J. C.; MINIM, L. A.; ROJAS, E. E. G.; GADE, A. D. Tecnologias aplicadas ao processamento do soro de leite. **Revista do Instituto de Laticínios do Cândido Costes**, v. 59, p. 340-341, 2004.

COUPLAND, J.N.; SHAW, N.B.; MONAHAN, F.J.; O'RIORDAN, D.; O'SULLIVAN, M. Modeling the Effect of Glycerol on the Moisture Sorption Behavior of Whey Protein Edible Films. **Journal of Food Engineering**, v. 43, n. 1, p. 25, 2000.

DEL-NOBILE, M.A.; CONTE, A.; SCROCCO, C.; BRESCIA, I. New strategies for minimally processed cactus pear packaging. **Foods Science and Emerging Technologies**. v.10, p. 356-362, jul.2009.

DIAS, A. B.; MULLER, C. M.O.; LAROTONDA, F.D.S.; LAURINDO, J. B. Biodegradable films based on rice starch and rice flour. **Journal of Cereal Science**, 51, p. 213–219, 2010.

DIAS, T. C.; MOTA, W. F.; OTONI, B. S.; MIZOBUTSI, G. P. M.; SANTOS, M. G. P. Conservação pós-colheita de mamão formosa com filme de pvc e refrigeração. **Rev. Bras. Frutic, Jaboticabal**, v. 33, n. 2, p. 666-670, Junho.2011.

DURIGAN, J.F. Pós colheita de frutas. Revista Brasileira de Fruticultura, **Jaboticabal**, v.35, n.2. p.i, 2013.

ELIAS, H. H. S. **Caracterização física, química e bioquímica de cultivares de videira durante a maturação**. 2008. 14p. Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Lavras, 2008.

ESWARANANDAM, S.; HETTIARACHCHY, N. S.; JOHNSON, M. G. Antimicrobial activity of citric, lactic, malic, or tartaric acids and nisin incorporated soy protein film against *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella gaminara*. **Journal of Food Science**, v. 69, p. 79-84, abri. 2004.

FANG, Y.; TUNG, M. A.; BRITT, I. J.; YADA, S.; DALGLEISH, D. G. **Tensile and Barrier Properties of Edible Films Made from Whey Proteins**. **Jornal of food science**, v. 67, n. 1, 2002.

FABI, J.P.; CO, RDENUNSI, B.R.; SEYMOUR, G.B.; LAJOLO, F.M.; NASCIMENTO, J.R.O. Molecular cloning and characterization of a ripening-induced polygalacturonase related to papaya fruit softening. **Plant Physiology and Biochemistry**, Bologne, v. 47, n. 11/12, p. 1075-1081, nov-dez. 2009.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: Reunião anual da região brasileira da sociedade internacional de biometria, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos: UFSCar. p. 255-258, 2013.

FERREIRA, E. F. **Uso de extratos vegetais no controle da antracnose (*colletotrichum gloeosporioides penz.*) em mamoeiro (*Carica papaya L.*)**. Dissertação de Mestrado. Bahia, 2013.

FIGUEIREDO NETO, A. OLIVIER, N. C. ROJAS, A. B. SIVA, J. C. PADILHA, C. Avaliação pós-colheita de mamão variedade 'Formosa' submetido a danos mecânicos e ensaios de compressão durante o armazenamento. **Rev Cie Téc Agr**, San José de las Lajas, v. 22, n. 2, jun. 2013.

FONT-QUER, P. **Plantas Medicinales**, El Discórides Renovado, Tomo II. Editorial Labor, S. A., Barcelona, p. 498-500. 1993.

GAGO, M. B. P.; SERRA, M.; RIO, M. A. D. Color change of fresh-cut apples coated with whey protein concentrate-based edible coatings. **Postharvest Biology and Technology**, v. 39, n. 1, p. 84- 92, jan. 2006.

GALINDO, L. A.; PULTRINI, A. M.; COSTA, M. Biological effects of *Ocimum gratissimum* L. are due to synergic action among multiple compounds present in essential oil. **Journal of Natural Medicines**, v.64, n.4, p. 436-41, 2010.

GALO, J. Q. B.; SOUZA, M. L.; KUSDRA, J. F. MATTIUZ, C. F. M. Conservação pós-colheita de mamão 'sunrise solo' com uso de quitosana. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 36, n. 2, p.305-312, Junho 2014.

GODOY, A. E. ; CERQUEIRA-PEREIRA, E. C. ; JACOMINO, A. P. Efeito de injúrias mecânicas na coloração de mamões 'Golden'. In: XX Congresso Brasileiro de Fruticultura e 54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture, 2008, Vitória - ES. **Resumos...** Vitória, 2008.

GUARINONI, A. **Efecto del estado de madurez de los frutos a la cosecha sobre su conservación.** In: congreso iberoamericano de tecnología postcosecha y agroexportaciones, Bogotá, Colombia. Simpósio: Control de fisiopatías en frutas durante el almacenamiento en frío, Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2000. p. 29-38, 2000.

GOMES, G. V.L. Produção e caracterização microestrutural de sistemas lipídicos sólidos micro e nanoparticulados utilizados na encapsulação de beta-caroteno. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2011.

GÓMEZ-GUILLÉN, M. C.; PEREZ MATEOS, M.; GOMEZ-ESTACA, J.; PEZ-CABELLERO, E.; GIMENEZ, B.; MONTERO, P. Fish Gelatin: a renewable material for developing active biodegradable films. **Food Science & Technology**, v.20, p. 3-16, 2009.

GONZALEZ-AGUILAR, G.A., AYALA-ZAVALA, J.F., OLIVAS, G.I., DE LA ROSA, L.A. AND ALVAREZ-PARRILLA, E. Preserving quality of fresh-cut product using safe technologies. **Journal of Consumer Protection and Food safety**, v.5. p. 65-72, fev. 2010.

GOUNGA, M. E.; XU, S.; WANG, Z. Whey protein isolate-based edible films as affected by protein concentration, glycerol ratio and pullulan addition in film formation. **Journal of Food Engineering**, v. 83, p.521-530, 2007.

GUYNOT, M.E.; MARIN, S.; SETO, L. ; SANCHIS, V.; RAMOS, A.J. Screening for antifungal activity of some essential oils against common spoilage fungi of bakery products, **Food science and technology international**, Espanha, v. 11, n.1, p. 25-32, fev. 2005.

GÜNİSTER, E.; PESTRELI, D.; ÜNLÜ, C.H.; ATICI, O.; GÜNGÖR, N. Synthesis and characterization of chitosan-MMT biocomposite systems. **Carbohydrate Polymers**, Barking, 67, n. 3, p. 358-365, 2007.

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

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**, 4ª Ed., v.1. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. p. 1020, 2008.

JACOMINO, A. P.; BRON, I. U.; KLUGE, R. A. **Avanços em tecnologia pós-colheita de mamão**. In: MARTINS, D. S. Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno. Vitória, ES: INCAPER, p. 283-293, 2007.

JERÔNIMO, E. M.; KANESHIRO, M. A. B. Efeito da associação de armazenamento sob refrigeração e atmosfera modificada na qualidade de mangas Palmer[®]. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 22, n. 2, p. 237-243, 2000.

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

KADER, A.A. Future of Modified Atmosphere Research. **Acta Horticulturae**, v. 857, p. 212-217, 2010.

KADER, A. A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v.40, n.5, p. 99-104, 1986.

KADER, A. A. Postharvest technology of horticultural crops. California: **University of California**, 2002. 519p.

KESTER, J. J. E FENNEMA, O. R. Edible Films and Coatings: A Review. **Food Technology**, v. 40, p. 47-59, 1986.

KUHN, P. R.; FOEGEDING, E. A. Mineral salt effects on whey protein gelation. **J Agric Food Chem**, v.39, p. 1013-1016, 1991.

LUCINEWTON, S.; RAUL, N.; CARVALHO, J.; MIRIAN, B.; LIN, C.; ANGELA, A. Supercritical fluid extraction from fennel (*Foeniculum vulgare*) global yield, composition and kinetic data. **Journal of Supercritical Fluids** 35: 212-21, out. 2005.

LUVIELMO, M.M.; ANTUNES, A.J. Substituição de proteínas da carne por proteínas do concentrado protéico de soro e adição de CaCl₂ em sistema cárneo. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.24, n.1, p.25-46, jan-jun, 2006.

LIDSTER, P.D.; FORSYTH, F.R.; LIGHTFOOT, H.J. Low oxygen and carbon dioxide atmospheres for storage of McIntosh apples. Can. **J. Plant. Sci., Ottawa**, v.60, p.299-301, 1980.

LUCENA, H. H. L; ALMEIDA, E. I. B; OLIVEIRA, M. M. T.O; RIBEIRO, W. S. R; BARBORA, J. A. Uso de cera como revestimento protetor para conservação pós-colheita do limão-verdadeiro. **Tecnol. & Ciên. Agropec.**, João Pessoa, v.7, n.1, p.41-46, mar. 2013.

MARTIN-DIANA, A. B.; RICO, D.; FRIAS, J.; MULCAHY, J.; HENEHAN, G. T. M.; BARRY-RYAN, C. Whey permeate as a bio-preservative for shelf life maintenance of fresh-cut vegetables. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 7, p. 112-123, 2006.

MARTINELLI, M.; CASTRICINI, A.; CONEGLIAN, R.C.C. **Pós-colheita de mamões revestidos por películas de fécula de mandioca e amido modificado**.2008. Disponível em: <http://200.137.78.15/cd_XXCBF/paginas/FisiologiaPos_Colheita/20080727_183739.pdf> Acesso em: 18 de jan 2015.

MCINTOSH, G.H.; ROYLE, P.J.; LE LEU, R.K.; REGESTER, G.O.; JOHNSON, M.A.; GRINSTED, R.L.; KENWARD, R.S.; SMITHERS, G.W. Whey proteins as functional food ingredients. **International Dairy Journal**, v.8, n.5/6, p.425-434, maio.1998.

MERCADO-SILVA, E.;BAUTISTA, P. B.; GARCIA-VELASCO, M.A. Fruit development, harvest index ripening changes of guavas produced in central Mexico. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 13, n.2, p. 143-150, Apr. 1998.

MIGUEL, A. C. A.; DIAS, J. R. P. S.; ALBERTINI, S.; SPOTO, M. H. F. Pós colheita de uva 'Itália' revestida com filmes à base de alginato de sódio e armazenada sob refrigeração. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n.2, p. 277-282, 2009.

MILLER, K. S. E KROCHTA, J. M. Oxygen and aroma barrier properties of edible films: A Review. **Trends in Food Science & Technology** ,v. 8, n. 7 ,p.228-237,jul. 1997.

MOLINARI, A.C.F. **Métodos combinados para preservar a qualidade pós-colheita do mamão 'Golden' tipo exportação**. 2007. Tese (Doutorado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2007.

MORITZ, K. K.; ROLIM, M. L.; TÓMAS, R. T. F.; AGUIAR, C.L. Redução na Perda de Água em Fatias de Bananas (*Musa spp* AAB 'Prata') Recobertas com Revestimento Elaborado à Base de Proteínas do Soro de Leite Bovino. **Ciênc. Biol. Saúde**, v.11, n.2, p.45-47, 2009.

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

MULVIHILL, D.M.; KINSELLA, J. E. Gelation of lactoglobulin: Effects of sodium chloride and calcium chloride on the rheological and structural properties of gels. **J Food Sci**,v. 53, p.231-236, 1988.

NETO, A. F.; OLIVIER, N. C.; ROJAS A. B. G.; SILVA, J. C.; PADILHA, C. Avaliação pós-colheita de mamão variedade Formosa' submetido a danos mecânicos e ensaios de compressão durante o armazenamento. **Rev. Cie. Téc. Agr**, v.22, n. 2, p.5-10, 2013.

NETO, S. A. R. **Qualidade pós-colheita do mamão (caricapapaya) cv. golden armazenado sob atmosferas modificada**.2006. 2p.Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)- Faculdade de Viçosa. UniversidadeFederal de Viçosa, Minas Gerais, 2006.

NUNES, E. E.; VILAS-BOAS, B. M.; CARVALHO, G. L.; SIQUEIRA, H. H.; LIMA, L. C. O. Vida útil de pêssegos ‘Aurora 2’ armazenados sob atmosfera modificada e refrigerada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 438-440, dez. 2004.

OLIVEIRA, B. F. **Película de amido de mandioca, associada ou não, a óleos essenciais no controle pós-colheita da antracnose do mamão**. 2013. 46p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitopatologia) – Departamento de Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

OLIVEIRA, E. B. L. **Películas de cobertura na conservação pós-colheita de mamão**. 2010. 53p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)-Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Acre, 2010.

OLIVEIRA, T. A. **Desenvolvimento de filmes à base de fécula de mandioca e aditivos naturais e sua aplicação na conservação de mamão**. 2014. 66p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2014.

OLIVEIRA, J.; SILVA, I. G.; SILVA, P. P. M.; SPOTO, M. H. F. Atmosfera modificada e refrigeração para conservação pós-colheita de camu-camu. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.44, n.6, p.1126-1133, jun, 2014.

OLIVEIRA, M. A.; CEREDA, M. P. Pós-colheita de pêssegos (*Prunus pérsica* L. Bastsch) revestidos com filmes a base de amido como alternativa à cera comercial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 23 (Supl), p. 28-33, dez. 2003.

OLIVEIRA, M. A.; CEREDA, M. P. Efeito da película de mandioca na conservação de goiabas. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 2, p. 97–102, dez. 1999.

OLIVEIRA, M. N. de; LIMA, C. L.C. de; SANTIAGO, A. D. Aplicação de biofilme para o controle da injúria provocada pelo látex em manga Tommy Atkins. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 20, n. 4, p. 338-341, 2008.

OUSSALAH, M.; CAILLET, S.; SALMIERI, S.; SAUCIER, L.; LACROIX, M. Antimicrobial effects of alginate-based film containing essential oils for the preservation of whole beef muscle. **Journal of Food Protection**, v. 69, p.2364–2369, out. 2006.

PAPA, J. L. **Visão geral: tratamento de efluentes em laticínios**. In: Seminário “Efluentes de Laticínios: Alternativas Tecnológicas e Viabilidade Econômica”. TTAL, 2000.

PEREIRA, M. E. C.; SILVA, A. S. da; BISPO, A. S. da R.; SANTOS, D. B. dos; SANTOS, S. B. dos; SANTOS, V. J. Amadurecimento de mamão Formosa com revestimento comestível à base de fécula de mandioca. **Ciência e Agrotecnológica**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1116-1119, 2006.

PÉREZ-GAGO, M.B.; KROCHTA, J.M. **Formation and properties of whey protein films and coatings** A. Gennadios (Ed.), Protein-Based Films and Coatings, CRC Press, Boca Raton, FL (2002), p. 159–180.

PIMENTEL, F. A.; CARDOSO, M. G.; SALGADO, A. P. S. P.; AGUIAR, P.M.; SILVA, V. F.; MORAIS, A. R.; NELSON, D. L. A convenient method for the determination of moisture in aromatic plants. **Química Nova**, São Paulo, v.29, n. 2, p. 373-375, mar./abr. 2006.

PINHEIRO, N. M. S. **Revestimentos com cera de carnaúba incorporados de antimicrobiano em caju (*Anacardium occidentale* L.) e goiaba (*Psidium quajava*)**. 2012. 67p. Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Viçosa, 2012.

PIZARRO, C. A. C. **Avaliação de morangos submetidos a resfriamento rápido e armazenamento em diferentes embalagens e temperaturas**, 2009. 58p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

PRODPRAN, T.; CHINABHARK, K.; BENJAKUL, S. Properties of composite film based on bigeye snapper surimi protein and lipids. **Songklanakar Journal of Science and Technology**, v. 27, p. 775–788, 2005.

RESENDE, J. A.; MARTINS, M. C. Doenças do mamoeiro (*Carica papaya* L.) In: KIMATI, H. et al. **Manual de Fitopatologia**. 4ª ed. v. 2, São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p. 435-447.

RESENDE, J. M.; VILAS BOAS, E. V. de B.; CHITARRA, M. I. F. Uso de atmosfera modificada na conservação pós-colheita do maracujá amarelo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 1, p. 159-168, jan./fev. 2001.

RHIM, J. W. Physical and mechanical properties of water resistant sodium alginate films. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, v. 37, n.3, p.323 -330, 2004.

ROHLFES, A. L.; BACCAR, N. M.; OLIVEIRA, M. S. R.; MARQUARDT, L.; WEIS, L.; LOPES, L.; BLEY, D. E.; HOCHSCHEID, S. L. aproveitamento de subproduto de agroindústrias do setor queijeiro para desenvolvimento de produtos alimentícios e redução de impacto ambiental. **Tecno-lógica**, Santa Cruz do Sul, v. 18, n. 1, p. 13-18, jan./jun. 2014.

ROJAS-GRAU, M. A.; AVENA-BUSTILLOS, R.; FRIEDMAN, M.; HENIKA, P.; MARTIN-BELLOSO, O.,; MCHUGH, T. Mechanical, barrier and antimicrobial properties of apple puree edible films containing plant essential oils. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.54, p.9262–9267, nov. 2006.

ROSWALKA, L. C. **Óleos essenciais: Ação sobre *Colletotrichum gloesporioides* e *Colletotrichum musae*, associados ou não à película de fécula de mandioca no controle da antracnose em goiabas**. 2010. 14p. Tese (Doutorado em Fitopatologia). Departamento de Agronomia, Mossoró, 2010.

RUBERTO, G.; BARATTA, M.T.; DEANS, S.G.; DORMAN, H.J. Antioxidant and antimicrobial activity of *Foeniculum vulgare* and *Crithmum maritimum* essential oils. **Planta Medica**. Botucatu, v. 66, n. 8, p. 687-693, 2dez 2000.

RUGGIERO, C.; MARIN, S. L. D.; DURIGAN, J. F. Mamão, uma história de sucesso. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 76-82, oct, 2011.

SALGADO, A.P.S.P.; CARDOSO, M.G.; SOUZA, P.E.; SOUZA, J.A.; ABREU, C.M.P.; PINTO, J.E.B.P. Avaliação da atividade fungitóxica de óleos essenciais de folhas de *Eucalyptus* sobre *Fusariumoxysporum*, *Botrytiscinerea* e *Bipolares sorokiniana*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, p. 249-254, 2003.

SAMMEL, L.M.; CLAUS, J.R.; GREASER, M.R.; LUCEY, J.A. Identifying constituents of whey protein concentrate that reduce the pink color defect in cooked ground turkey. **Meat Science**, v.77, n.4, p.529-539, dez.2007.

SANCHES, J. **Seleção de plantas de mamoeiro resistentes ao transporte**. 2004. Disponível em <http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=5792>. Acesso em: 02 de nov. 2013.

SANTANA, L. R. R. MATSUURA, F. C. A. U.; CARDOSO, R. L. Genótipos Melhorados de Mamão (*Carica Papaya L.*): Avaliação Sensorial e Físico-Química dos Frutos. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 217-222, abr.-jun. 2004.

SCHAFFAZICK, S.R., GUTERRES, S.S., FREITAS, L.L., POHLMANN, A.R. Caracterização e estabilidade físico-química de sistemas poliméricos nanoparticulados para administração de fármacos. **Química Nova**, v. 26, p. 726 -737, 2003.

SCHAFFAZICK, S.R., POHLMANN, A.R., DALLA-COSTA, T., GUTERRES, S.S. Freeze-drying polymeric colloidal suspensions: nanocapsules, nanospheres and nanodispersion. A comparative study. **European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics**, v. 56, p. 501 – 505, 2003.

SERPA, M. F. P.; CASTRICINI, A.; MITSOBUIZI, G. P.; MARTINS, R. N.; BATISTA, M. F.; ALMEIDA, T. H. Conservação de manga com uso de fécula de mandioca preparada com extrato de cravo e canela. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 61, n.6, p. 975-982, nov/dez, 2014.

SGARBIERI, V. C. Propriedades fisiológicas-funcionais das proteínas do soro de leite. **Revista de Nutrição**, v. 17, n. 4, p. 397-409, 2004.

SHAW, N. B.; MONAHAN, F. J.; O'RIORDA, E. D., O'SULLIVAN, M. Physical properties of WPI films plasticized with glycerol, xylitol, or sorbitol. **Journal of Food Science**, 67 (1) (2002), pp. 164–167.

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**, Londrina, v. 28, n. 1, p. 79-88, jan./mar. 2007.

SILVA, A. C.; SALES, N. L. P.; ARAÚJO, A. V.; JÚNIOR, C. F. C. Efeito *in vitro* de compostos de plantas sobre o fungo *colletotrichum gloeosporioides penz.* isolado do maracujazeiro. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 33, Edição Especial, p. 1853 -1860, 2009.

SILVA, D. F. P. S.; SALAMÃO, L. C. C.; ZAMBOLIM, L.; ROCHA, A. Use of biofilm in the postharvest conservation of 'Pedro Sato' guava. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 59, n.3, p. 305-312, mai/jun, 2012.

- SILVA, G. S. Substâncias naturais: uma alternativa para o controle de doenças. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, p. 9, 2006.
- SILVA, M.A.; BIERHALZ, A.C.K.; KIECKBUSCH, T. G. Alginate and pectin composite films crosslinked with Ca²⁺ ions: Effect of the plasticizer concentration. **Carbohydrate Polymers**, v. 77, p. 736–742, 2009.
- SILVA, T, R, G. **Inclusão de óleos essenciais na dieta de suínos**. 2010. 53p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010.
- SIQUEIRA, A. P. O. **Uso de Coberturas Comestíveis na Conservação Pós-colheita de Goiaba e Maracujá-Azedo**. 2012. 43p. Dissertação (Mestrado)- Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2012.
- SMITHERS, G.W. Whey and whey proteins – from ‘gutter to gold’. **International Dairy Journal**, v.18, n.7, p.695-704, jul.2008.
- SOARES, D. S. B. **Influência do pH e da irradiação em filmes biodegradáveis de proteínas do soro de leite**. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, 99f. 2012.
- SOPPIMATH, K.S.; AMINABHAVI, T.M.; KULKARNI, A.R.; RUDZINSKI, W.E. Biodegradable polymeric nanoparticles as drug delivery devices. **J. Control. Rel.** v.70, p.1-20, 2001.
- SOUSA, J. P. de; PRAÇA, E. F.; ALVES, R. E.; BEZERRA NETO, F.; DANTAS, F. F. Influência do armazenamento refrigerado em associação com atmosfera modificada por filmes plásticos na qualidade de mangas ‘Tommy ‘Atkins’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n.3, p. 665-668, dez. 2002.
- STEPHAN, M.P. Estudos iniciais de utilização de eletroforese (SDS-PAGE) para avaliação de fraude em produtos comercializados como concentrado de soro de queijo. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.61, n.351, p.214-217, 2006.
- TEODOSIO, A. E. M. M. **Qualidade pós colheita do mamão “Golden” (Carica papaya L.) utilizando recobrimentos biodegradáveis**. 2014. Trabalho de conclusão de curso – Curso de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- TINOCO, M. T., MARTINS, M. R.; CRUZ-MORAIS, J. Actividade antimicrobiana do óleo essencial do *Foeniculum vulgare* Miller. **Rev. de Ciências Agrárias**, Lisboa, v.30, no.1, p.448-454, jan. 2007.
- TORRES, D. **Gelificação térmica de hidrolisados enzimáticos de proteínas do soro de leite bovino: comportamento de sistemas aquosos mistos péptidospolissacarídeos**. 2005. 99 p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) Departamento de Engenharia Biológica da Universidade do Minho, Braga, 2005.

TRIGO, J. M. Qualidade de mamão 'Formosa1 minimamente processado utilizando revestimentos comestíveis. 2010. 56f. Dissertação (Mestrado)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2010.

VERMEERSCH, L. A. F. **Processamento de suspensões aquosas de beta-quintina por irradiação de ultrassom de alta intensidade produção e caracterização de filmes autossustentáveis.** 2014. 57p. Dissertação (Mestrado em Ciências) Instituto de Química de São Paulo, 2014.

VICENTINO, S. L.; FLORIANO, P. A.; DRAGUNSKI, D. C. Filmes de amidos de mandioca modificados para recobrimento e conservação de uvas. **Química Nova**, São Paulo, v. 34, n. 8, p. 1309-1314, 2011.

VILLA-DIEGO, 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. 52, n. 300, p. 221-244, 2005.

YAMASHITA, F.; TONZAR, A. C.; FERNANDES, J. G.; MORIYA, S.; BENASSI, M. de T. Embalagem individual de mangas cv. Tommy Atkins em filme plástico: efeito sobre a vida de prateleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 288-292, ago. 2001.

YEMM, E.W.; WILLIS, A.J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. **Biochemical Journal**, London, v.57, n.3, p.508-514, 1954.

YOSHIDA, C. M. P. **Aplicação de concentrado protéico de soro de leite bovino na elaboração de filmes comestíveis.** 2002. 246 p. Tese (Doutorado) Departamento de alimentos e nutrição, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de alimentos, São Paulo, 2002.

YOSHIDA, C. M. P.; ANTUNES, A. J. Characterization of whey protein emulsion films. **Braz. J. Chem. Eng.** v. 21, n.2 p. 247 - 252, 2004.

WAGHMARE, R. B.; ANNAPURE, U. S. Combined effect of chemical treatment and/or modified atmosphere packaging (MAP) on quality of fresh-cut papaya. **Postharvest Biology and Technology**, v.85, p. 147-153, Nov. 2013.

WOLFFENBUTTEL, A. N. Artigo publicado no Informativo CRQ-V, ano XI, n°. 105, Porto Alegre-RS, p. 6- 7, 2007.

ZACARONI, L. M.; CARDOSO, M. G.; SOUZA, P. E.; PIMENTEL, F. A.; GUIMARÃES, L. G. L.; SALGADOS, A. P. S. P. Potencial fungitóxico do óleo essencial de *Piper hispidinervum* (pimenta longa) sobre os fungos fitopatogênicos *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium oxysporum* e *Colletotrichum gloeosporioides*. **Acta Amaz**, v.39, n.01, p.193-198, mar. 2009.

ZINOVIADOU, K., KOUTSOUMANIS, K.; BILIADERIS, C. Physico-chemical properties of whey protein isolate films containing oregano oil and their antimicrobial action against

spoilage flora of fresh beef. **Meat Science, Faisalabad**, Paquistão, v. 82, n. 3, p. 338–345, fev.2009.