UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA SAÚDE E BIOLÓGICA

ALINE MARINHO DA SILVA

POTENCIALIDADE DO USO DE SANITIZANTES E APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO NATURAL NA CONSERVAÇÃO DE MANGA PARA EXPORTAÇÃO

PETROLINA – PE
2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA SAÚDE E BIOLÓGICA

ALINE MARINHO DA SILVA

POTENCIALIDADE DO USO DE SANITIZANTES E APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO NATURAL NA CONSERVAÇÃO DE MANGA PARA EXPORTAÇÃO

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciência da Saúde e BiológicadaUniversidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Campus Petrolina, como requisito para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. D.Sc. Acácio Figueiredo Neto
Coorientadora: Profª. D.Sc. Vanessa Polon Donzeli

PETROLINA - PE
2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PÓS-GRADUAÇÃO CIÊNCIAS DA SAÚDE E BIOLÓGICAS

FOLHA DE APROVAÇÃO

ALINE CONCEIÇÃO MARINHO

POTENCIALIDADE DO USO DE SANITIZANTES E APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO NATURAL NA CONSERVAÇÃO DE MANGA PARA EXPORTAÇÃO

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências com ênfase na linha de pesquisa: Biodiversidade, Tecnologia e Recursos Naturais, pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Aprovada em: 30 de setembro de 2019

Banca Examinadora

Prof. Dr Acácio Figueiredo Neto
Universidade Federal do Vale do São Francisco – Univasf

Profa. Dra. Cleônia Roberta Melo Araújo
Universidade Federal do Vale do São Francisco – Univasf

Prof. Dr. Antonio Pereira Filho
Universidade Federal do Vale do São Francisco – Univasf

Silva, Aline Marinho da.

S586p Potencialidade do uso de sanitizantes e aplicação de revestimento natural na conservação de manga para exportação / Aline Marinho da Silva. – Petrolina - PE, 2019.

73 f: il. ; 29 cm

Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde e Biológica) - Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF, Campus Serra da Capivara, São Raimundo Nonato - PI, 2019.

Orientador: Prof. Dr. Acácio Figueiredo Neto
Coorientadora: Profa. Drª.Vanessa Polon Donzel

1. Manga - Doenças e pragas. 2. Manga - Pós-colheita - Contaminação. 3. Ozônio - Uso. 4. Fruticultura. I. Título. II. Figueiredo Neto, Acácio. III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 634.44

A Deus, por me dá força em toda a minha jornada.

Ao meu marido Jailson Ferreira da Silva pelo amor, companheirismo e paciência, estando sempre ao meu lado e não medindo esforços para me ajudar durante esses anos.

Aos meus pais, Genivaldo Freitas Marinho e Francisca Raimunda Marinho pelo amor e educação e por cuidar das crianças na minha ausência.

Aos meus filhos, Melissa e Ezequiel Marinho da Silva fonte de inspiração para minha caminhada.

Ao meu irmão, Alexsandro da Conceição Marinho pelo apoio.

À Carolina Rodrigues Neta pela amizade, aprendizado e incentivo.

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos às pessoas que contribuíram, direta ou indiretamente, para realização deste trabalho e que participaram desta nova fase da minha vida.

A Deus, pela oportunidade e equilíbrio necessário dado para chegar até aqui.

Ao meu orientador, Prof. D.Sc. Acácio Figueiredo Neto pela oportunidade e confiança para executar este trabalho, pelos ensinamentos, atenção e dedicação.

A Fazenda Special Fruit pela parceria e doação das frutas, necessárias para o desenvolvimento dessa pesquisa.

À Profa.D.Sc.Cleônia Roberta Melo Araújo pelos ensinamentos, atenção e ajuda na extração da mistura curcuminóide, parte importantíssima desse estudo.

À Edson Pereira da Silva,bolsista, pelo o apoio e aprendizado durante a coleta de dados, essencial para o desenvolvimento desse trabalho.

À Tatiane e ao Laboratório de Ensaios Mecânicos pela a ajuda técnica e disponibilização dos equipamentos para as fotos no microscópio durante as coletas de dados.

À minha amiga Daise Souza Reis pela ajuda na tabulação de dados e pelo carinho.

À David pela colaboração com os dados estatísticos.

A professora D.Sc. Vanessa Donzeli e aos técnicos Fabíola e Cícero pelos esclarecimentos, disponibilidade e apóio nas atividades de laboratório.

As minhas amigas de mestrado Aline Mendes Gomes pelos momentos de aprendizado, descontração e amizade e a Aline Oliveira Cavalcante, pela atenção e ajuda em vários momentos.

A Wilkslam Alves de Araújo, Lúcyo Flávio Bezerra Dinis, Rafael Siqueira de Souza, Juvenal Teixeira Filho, Nádja Valéria Rodrigues de Souza, Ananda Ariane Januário do Nascimento e a todos meus colegas de curso, pela amizade adquirida e pelos vários momentos vivenciados no decorrer do mestrado.

A todos os professores do Curso de Pós-graduação Ciências da Saúde e Biológicas e a assistente administrativa Allyny Paulina Rodrigues pela presteza no apóio acadêmico.

A UNIVASF pela oportunidade acadêmica.

“[...]Alguns alcançaram
a sua chegada
escalaram a montanha
Decidiram arriscar [...]Então vá seguindo
Não olhe pra trás
Persiga seus sonhos e chegue ate lá”

Iveline

RESUMO

Nos últimos anos a agricultura irrigada se apresenta como uma atividade promissora para o Vale do São Francisco, sendo a fruticultura uma das maiores fontes de renda da região. Neste contexto, destaca-se a produção de mangas que devido às condições climáticas intrínsecas da região, possuem qualidade suficiente para atender às demandas do mercado externo, tornando a região uma das maiores exportadoras do Brasil. A contaminação microbiológica durante o beneficiamento e transporte é um dos grandes problemas enfrentados atualmente por produtores da região do Vale do São Francisco, o que promove a desvalorização do produto no mercado externo. A alta exigência requer cuidados mais específicos a fim de evitar perdas pelo acondicionamento inadequado dos frutos que podem reduzir o tempo de prateleira, além da crescente demanda por um tratamento viável e não tóxico que elimine a proliferação de microrganismos. Métodos de sanitização com ozônio, dióxido de cloro e mistura curcuminóide, apresentam-se como alternativas ao controle de patógenos, além de serem importantes meios de sanitização e conservação da qualidade pós-colheita dos frutos, mantendo suas propriedades físico-químicas em níveis aceitáveis por maior período. Deste modo, pretendeu-se avaliar o efeito da aplicação de água ozonizada, da água clorada com dióxido de cloro e da mistura curcuminóide na remoção de microrganismos e preservação das propriedades organolépticas de frutos de manga da variedade ‘Palmer’ produzidas no Vale do São Francisco. A aplicação de ozônio inibiu satisfatoriamente o processo de penetração de fungos do gênero *Alternaria* sp. no interior dos frutos. Enquanto o tratamento com dióxido de cloro apresentou eficiência significativa, porém com menor eficácia que o tratamento com ozônio. O método de conservação dos frutos com mistura curcuminóide se mostrou eficiente quando comparado aos frutos não tratados, além de apresentar valores semelhantes ao ozônio durante a avaliação na redução de microrganismos. Tanto a técnica de ozonização quanto a de Mistura curcuminóide, não apresentaram diferenças significativas. Os resultados obtidos na mana com a mistura curcuminóide são inéditos por não ter sido encontrado dados na literatura.

Palavras-chave: *Mangifera indica* L. Ozonização. Cloração. Mistura Curcuminóide. Pós-colheita. Meio ambiente.

ABSTRACT

In recent years irrigated agriculture has presented itself as a promising activity for the São Francisco Valley, with fruit growing being one of the largest sources of income in the region. In this context, we highlight the production of mangoes that, due to the intrinsic climatic conditions of the region, are of sufficient quality to meet the demands of the foreign market, making the region one of the largest exporters in Brazil. Microbiological contamination during processing and transportation is one of the major problems currently faced by producers in the São Francisco Valley region, which promotes the devaluation of the product in the foreign market. Higth demands require more specific care in order to avoid losses due to improper fruit packaging that can reduce shelf life, and the growing demand for viable and non-toxic treatment that eliminates the proliferation of microorganisms sanitization methods with ozone, chlorine dioxide and mixing urcuminoids are alternatives to pathogen control, besides being important means of sanitization and conservation of the postharvest quality of fruits, keeping their physicochemical properties at acceptable levels for a longer period. The objective of this study was to evaluate the effect of the application of ozonated water, chlorine dioxide chlorinated and curcuminoid mixture on the removal microorganisms and preservation in the organoleptic properties in the ' palmer ' mango fruits produced in the São Francisco Valley. Ozone application satisfactorily inhibited the penetration process of *Alternaria* sp. the inside of the fruit. While the treatment with chlorine dioxide showed significant efficiency, but less effective than the treatment with ozone. The preservation method of curcuminoid fruits was efficient when compared to untreated fruits, besides presenting values similar to ozone during the evaluation in the reduction of microorganisms. Both ozone and curcuminoids showed no significant differences between them.

Keywords: *Mangifera indica* L. Ozonization. Chlorination.Mixing Curcuminoids. Postharvest.Environment.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Componentes químicos descritos na droga vegetal de *C. longa*. (1) curcumina; (2) demetóxicurcumina; (3) bimetóxicurcumina.....24
Figura 2 - Perda de massa (%) de frutos de manga durante o armazenamento, sendo: T – Testemunha, O_3 – Tratamento com água ozonizada à 3ppm, ClO_2 – Tratamento com Dióxido de Cloro a 6 ppm, 8 ppm e 12 ppm.....32
Figura 3 - Firmeza (N) de frutos de manga durante o armazenamento, sendo: T – Testemunha, O_3 – Tratamento com água ozonizada à 3ppm, ClO_2 – Tratamento com Dióxido de Cloro a 6 ppm, 8 ppm e 12 ppm.....33
Figura 4 - Índice de Diferença de Absorbância de frutos de manga durante o armazenamento, sendo: T – Testemunha, O_3 – Tratamento com água ozonizada à 3ppm, ClO_2 – Tratamento com Dióxido de Cloro a 6 ppm, 8 ppm e 12 ppm.....34
Figura 5 - Teor de Sólidos Solúveis Totais (°Brix) de frutos de manga durante o armazenamento, sendo: T – Testemunha, O_3 – Tratamento com água ozonizada à 3ppm, ClO_2 – Tratamento com Dióxido de Cloro a 6 ppm, 8 ppm e 12 ppm.....35
Figura 6 - Acidez total titulável (g de ácido cítrico/mL de suco) de frutos de manga durante o armazenamento, sendo: T – Testemunha, O_3 – Tratamento com água ozonizada à 3ppm, ClO_2 – Tratamento com Dióxido de Cloro a 6 ppm, 8 ppm e 12 ppm.....36
Figura 7 - Percurso de contaminação do fungo em frutos de manga da variedade 'Palmer', e comportamento do fungo *Alternaria* no pedúnculo do fruto.....37
Figura 8 - Situação externa dos frutos de manga da variedade 'Palmer' inoculados com fungos do gênero *Alternaria,* sendo: (A) Testemunha, sem tratamento, (B) Tratamento com Ozônio e (C) tratamento com Dióxido de cloro.....37
Figura 9 - Evolução do comportamento externo de fungos do gênero *Alternaria sp.* em frutos de manga submetidos a três tratamentos (Testemunha, Ozônio e Dióxido de Cloro) durante 20 dias de armazenamento.....38
Figura 10 - Evolução do comportamento interno de fungos do gênero *Alternaria sp.* em frutos de manga submetidos a três tratamentos (Testemunha, Ozônio e Dióxido e dióxido de Cloro) durante 20 dias de armazenamento) 39
Figura 11 - Perda de massa (%) de frutos de manga submetidos à inoculação de *Alternaria sp.* durante o armazenamento e submetidos ao tratamento sanitizante

sendo: T – Testemunha, O_3 – Tratamento com água ozonizada à 3 ppm, ClO_2 – Tratamento com Dióxido de Cloro a 12 ppm.....40
Figura 12 - Firmeza (N) de frutos de manga submetidos à inoculação de *Alternaria sp.* durante o armazenamento e submetidos ao tratamento sanitizante sendo: T – Testemunha, O_3 – Tratamento com água ozonizada à 3 ppm, ClO_2 – Tratamento com Dióxido de Cloro a 12 ppm.....41
Figura 13 - Teor de sólidos solúveis totais (%) de frutos de manga submetidos à inoculação de *Alternaria sp.* durante o armazenamento e submetidos ao tratamento sanitizante sendo: T – Testemunha, O_3 – Tratamento com água ozonizada à 3 ppm, ClO_2 – Tratamento com Dióxido de Cloro a 12 ppm.....44
Figura 14 - Acidez total titulável (g de ácido cítrico/mL de suco) de frutos de manga submetidos à inoculação de *Alternaria sp.* durante o armazenamento e submetidos ao tratamento sanitizante sendo: T – Testemunha, O_3 – Tratamento com água ozonizada à 3 ppm, ClO_2 – Tratamento com Dióxido de Cloro a 12 ppm.....45
Figura 15 – CCD dos microcristais de curcumina com fase móvel clorofórmio/ etanol/ácido etílico glacial e vanilina sulfúrica como revelador.....56
Figura 16– Situação externa dos frutos de manga da variedade 'Palmer' inoculados com fungos do gênero *Alternaria,* sendo: (A) Testemunha, sem tratamento, (B) Tratamento com Ozônio e (C) tratamento com Dióxido de cloro.....57
Figura 17 – Evolução do comportamento externo de fungos do gênero *Alternaria sp.* em frutos de manga submetidos a três tratamentos (Testemunha, Ozônio e Curcuminóides) durante 20 dias de armazenamento.....57
Figura 18 – Evolução do comportamento interno de fungos do gênero *Alternaria sp.* em frutos de manga submetidos a três tratamentos (Testemunha, Ozônio e Curcuminóides) durante 20 dias de armazenamento.....60

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 - Médias para a cor da casca de frutos inoculados com *Alternaria sp.* e tratados com Ozônio (O_3), Dióxido de Cloro (ClO_2) e sem tratamento (Test.) durante o armazenamento.....42

Tabela 2 - Médias para a cor da polpa de frutos inoculados com *Alternaria sp.* e tratados com Ozônio (O_3), Dióxido de Cloro (ClO_2) e sem tratamento (Test.) durante o armazenamento.....43

Tabela 3 - Propriedades físico-químicas das águas de lavagem utilizadas para a sanitização dos frutos de manga 'Palmer' submetidos à inoculação de fungos do gênero *Alternaria sp.*.....45

Tabela 4 - Médias para parâmetros fisico-químicos de frutos inoculados com *Alternaria sp.* e tratados com Ozônio (O_3), Curcuminóide ($C_{21}H_{20}O_6$) e sem tratamento (Testemunha) durante o armazenamento.....47

Tabela 5 - Médias para a cor da casca de frutos inoculados com *Alternaria sp.* e tratados com Ozônio (O_3), Curcuminóide ($C_{21}H_{20}O_6$)e sem tratamento (Testemunha) durante o armazenamento.....52

Tabela 6 - Médias para a cor da polpa de frutos inoculados com *Alternaria sp.* e tratados com Ozônio (O_3), Curcuminóide ($C_{21}H_{20}O_6$) e sem tratamento (Testemunha) durante o armazenamento 53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATT	Acidez Total Titulável
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CCD	Cromatografia em Camada Delgada
DA	Diferença de Absorbância
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ESALQ	Escola Superior de Agronomia ‘Luiz de Queiroz’
FAO	Food and Agriculture Organization
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBRAF	Instituto Brasileiro da Fruta
LAPA	Laboratório de Armazenamento de Produtos Agrícolas
pH	Potencial Hidrogeniônico
ppm	Partes por milhão
SST	Sólidos Solúveis Totais
Test.	Testemunha
UFC	Unidades Formadoras de Colônia
UNIVASF	Universidade Federal do Vale do São Francisco

LISTA DE SÍMBOLOS

©	Copyright
Cl_2	Dióxido de Cloro
O(n)	Ordem de um algoritmo
O_3	Ozônio
%	Porcentagem
®	Registrado

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 16
2 REFERENCIAL TEÓRICO 18
2.1 PRODUÇÃO NACIONAL 18
2.2 A MANGA NO VALE DO SÃO FRANCISCO 19
2.3 VARIEDADE PALMER 20
2.4 MÉTODOS DE SANITIZAÇÃO 21
2.5 APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL 23
2.6 USOS E PROPRIEDADES DA Curcuma longa L. 24
2.7 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUIMICA 25
3 OBJETIVOS 26
3.1 OBJETIVO GERAL 26
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 26
4 MATERIAIS E MÉTODOS 27
4.1 PRIMEIRA ETAPA: PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS 28
4.1.1 Cor 28
4.1.2 Índice de Diferença de Absorbância / DA 28
4.1.3 Firmeza/ (N) 28
4.1.4 Perda de massa 28
4.1.5 Acidez titulável/ AT 29
4.1.6 Sólidos solúveis / SS 29
4.1.7 Rátio /R 29
4.2 SEGUNDA ETAPA 29
4.2.1 Obtenção dos fungos 29
4.2.2 Inoculação do fungo Alternaria sp 30
4.2.3 Tratamento 30
4.2.4 Acompanhamento 31
4.2.5 Obtenção da cúrcuma 31
4.2.6 Extração dos curcuminóides 31
4.2.7 Caracterização dos Curcuminóides 32
4.3 ANÁLISE DOS DADOS 32
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 33
5.1 EXPERIMENTO I -PRIMEIRA ETAPA 33
5.2 EXPERIMENTO I -SEGUNDA ETAPA 37
5.2.1 Análise da água 47
5.3 EXPERIMENTO II - PRIMEIRA ETAPA 49
5.4 EXPERIMENTO II - SEGUNDA ETAPA 57
6 CONCLUSÕES 61
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS 62

1 INTRODUÇÃO

Dentre os principais produtores de manga do Brasil, o Vale do São Francisco destaca-se não só pela quantidade, mas também pela qualidade de frutos produzidos, sendo a região um dos principais polos de produção agrícola, garantindo o crescimento e desenvolvimento da fruticultura na região.

Sabe-se que a qualidade dos frutos se dá pelas características intrínsecas à região, tais como altos índices de radiação solar durante todo o ano, escassez de grandes períodos chuvosos além da disponibilidade hídrica através projetos de irrigação no Rio São Francisco. Isto faz com que os frutos produzidos apresentem qualidade suficiente para atender às exigências do mercado externo, tornando o Vale o maior exportador de mangas do Brasil.

No entanto, problemas durante o beneficiamento e transporte têm interferido negativamente na qualidade dos frutos, como a redução do tempo de prateleira, associada ao aparecimento de fungos, o que desvaloriza os frutos, podendo gerar prejuízos aos produtores e perdas incalculáveis.

Neste sentido, têm se buscado técnicas que visem minimizar o aparecimento de microrganismos durante a fase de beneficiamento e transporte, além de potencializar as características físicas e químicas da manga. Dentre estas técnicas, a ozonização tem se mostrado promissora no que tange à preservação dos frutos e sanitização, além disso, a aplicação de dióxido de cloro, que por sua vez é um sanitizante eficaz não produtor de resíduos tóxicos, também apresenta eficácia no tratamento e conservação de frutas. Entretanto, estudos relacionados à remoção de fungos característicos em frutos de manga armazenados, tais como os gêneros *Aspergillus*, *Alternaria* e *Coletotrichum*, ainda são escassos.

Buscando entender melhor o funcionamento dos princípios ativos das plantas e o funcionamento destes como revestimentos naturais e sanitizantes nos alimentos, como possibilidades tecnológicas e limpas ao uso de substâncias sintéticas, comumente utilizadas nos frutos *in natura*para conservar e melhorar as características organolépticas, estudiosos vem pesquisando diversas plantas, entre elas a *Curcumalonga* L. e o derivado de seu rizoma, o açafrão, conhecido pela a capacidade antimicrobiana na medicina, mas com poucas pesquisas encontradas como revestimento natural usado na pós-colheita de frutas.

Desta forma, fez-se necessário a avaliação destes três métodos de tratamento a fim de identificar sua eficiência na remoção de microrganismos e preservação da qualidade pós-colheita dos frutos durante o período de armazenamento, bem como o comparativo entre os mesmos na remoção de patógenos com as concentrações propostas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nos últimos anos, a mangicultura tem se destacado na produção frutífera nacional, tendo um grande apelo no mercado interno e sendo, principalmente, um dos principais frutos exportados no país. De acordo com Galli *et al*. (2008), o Brasil está entre os principais produtores de manga do mundo, tendo bons índices de crescimento ao longo das últimas décadas, passando de 22 mil hectares plantados no ano 2000 (MATOS*et al*., 2000) para cerca 67 mil hectares em 2008 (GALLI, 2008), sendo hoje cultivados cerca de 73 mil hectares de mangueira no Brasil com produtividade média de 16 mil $kgha^{-1}$ (ESALQ, 2016).

Segundo dados da Organização das Nações Unidas para e Agricultura e Alimentação (FAO), os principais produtores de manga no mundo são Índia (40,0%), China (11,0%), Paquistão (6,73%), México (6,13%), Tailândia (5,38%) e Indonésia (4,84%) (ARAÚJO, 2010). Enquanto o Brasil, com uma produção anual de cerca de 1,5 milhões de toneladas, é o sétimo colocado com uma participação de 4,62% no total produzido no mundo. Além disso, desde 2014 a manga é a fruta de maior receita arrecadada com exportação pelo Brasil com arrecadação e produtividade crescentes a cada ano, passando de cerca de R$ 604 milhões em 2015 (SABIO *et al*., 2016), para aproximadamente R$ 800 milhões em 2018 (AGROSAT, 2019).

2.1 PRODUÇÃO NACIONAL

Na produção nacional, tanto para exportação como para o mercado interno, há o desenvolvimento de organizados plantios comerciais com elevado nível de profissionalismo. Sendo tais lavouras conduzidas de maneira racional, havendo o acréscimo de cultivares melhoradas, das quais produzem frutas com expressivas melhorias de aroma, sabor e durabilidade (MEGALE, 2002).

Apesar de ser uma das poucas frutas em que as exportações conseguiram superar a marca dos 10% da produção (MAGALHÃES & BORGES, 2000), o Brasil ainda possui grande potencial para explorar ainda mais o mercado internacional devido à grande demanda europeia por frutas tropicais.

De acordo com Hojo *et al*. (2009), a produção nacional, em números, não coincide com a de alguns dos principais concorrentes. Sendo a sazonalidade de sua produção e a falta de instalações adequadas para a estocagem, os principais

empecilhos que impedem que os comércios interno e externo sejam realizados durante todo o ano (NUNES, 1997; MEGALE, 2002).

2.2 A MANGA NO VALE DO SÃO FRANCISCO

Dois dos maiores polos produtores de manga estão na região Sudeste (em cidades de São Paulo e Minas Gerais) e no Vale do São Francisco, sendo este último responsável por cerca de 90% da exportação brasileira. A exportação de manga tem registrado incrementos significativos ao longo dos anos. Para se ter ideia no ano 2000 a produção total exportada foi de 67 mil toneladas, em 2008 este número já alcançava a marca de 133,7 mil toneladas, e, em 2017, a produção na região do Vale do São Francisco atingiu cerca de 604 mil toneladas (IBGE, 2018).

O sucesso da produção no semiárido Nordestino se deve ao clima específico da região além do incentivo ao uso das águas para irrigação. Cerca de 69% de toda a área plantada com mangueira no semiárido brasileiro faz uso da irrigação, sendo responsável por 76% de toda a produção nacional (ARAÚJO, 2010) e 96% das exportações brasileiras.

A mangicultura na região semiárida destaca-se no cenário nacional, não apenas pela expansão da área cultivada e volume de produção, mas, principalmente, pelos altos rendimentos alcançados e qualidade da manga produzida. Nas condições tropicais semi-áridas do Nordeste brasileiro, únicas no mundo, encontrou-se condições para a espécie se desenvolver e alcançar boas produtividades.Magalhães e Borges (2000).

Seguindo as tendências de consumo do mercado mundial de suprimento de frutas frescas, a região inclina-se, atualmente, para produção de manga de acordo com as normas de controle de segurança preconizadas pelas legislações nacional e internacional (SILVA & CORREIA, 2004). Na qual a região que contempla as cidades de Juazeiro na Bahia e Petrolina em Pernambuco, se destaca entre as demais devido a ótima qualidade dos frutos e a excelência no cultivo da chamada ‘manga tipo-exportação’ que já atende rigorosamente as exigências de seus principais importadores: a União Europeia, mais precisamente a Holanda com 49,7% de toda a manga exportada, em seguida, a América do Norte.

O Brasil vem apresentando uma taxa de crescimento médio anual de 27,06% nas exportações, estando acima da média mundial de 13,45%. As estatísticas de

comércio exterior apontam ainda, que, há mais de uma década o Submédio do Vale do São Francisco responde por mais de 80% das exportações brasileiras de manga (IBRAF, 2009).

O volume das exportações proporcionado pela cultura da manga nessa região, chegou a 117,5 mil toneladas em 2008 fazendo movimentar cerca de US$ 101,1 milhões. Estima-se ainda que o mercado interno absorveu cerca de 390,7 mil toneladas de manga, o que corresponde a 76,8% da produção do Vale. Para o ano de 2017 o crescimento foi de cerca de 20% no volume exportado em relação à safra 2015-2016, quando foram vendidas quase 10 mil toneladas de manga para o exterior.

2.3 VARIEDADE PALMER

A comercialização da manga no mercado brasileiro centraliza-se em uma única variedade, a norte-americana ‘Tommy Atkins’, que representa cerca de 80% da área plantada no país (PINTO, 2000; GALLI *et al*., 2008).

No entanto, recentemente, a área cultivada com a variedade 'Palmer' aumentou consideravelmente no norte de Minas e no Submédio São Francisco devido à sua alta produtividade e qualidade de frutos, resultando em aumento da demanda do mercado e excelentes preços (PEREIRA *et al*., 2015).

De acordo com cálculos do Centro de Pesquisas Econômicas da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (CEPEA), no ano de 2015 a região de Petrolina – PE e Juazeiro – BA concentrou a maior produção de manga do País, com 25,7 mil hectares cultivados, sendo a variedade ‘Palmer’ a segunda mais colhida (ESALQ, 2016). No mesmo ano a variedade ‘Palmer’ cultivada na região foi negociada a um preço médio de R$ 1,53kg^{-1} sendo um acréscimo de 11% em relação ao ano anterior, além disso, estes valor foi 240% superior ao valor mínimo estimado pelos produtores para cobrir os gastos com a cultura na última safra (ROCHA *et al*., 2016). Considerada uma manga nobre, devido à ausência de fibras e °Brix elevado, a variedade ‘Palmer’ é originada de parentais desconhecidos na Flórida – EUA, por volta do ano de 1945, com porte considerado intermediário e hábito de crescimento aberto.De acordo com Costa e Santos (2000), é uma variedade monoembriônica, muito produtiva, e tardia em relação às variedades ‘Tommy Atkins’ e ‘Haden’.

Os frutos são relativamente grandes com cerca de 15 cm de comprimento e até 900 g de peso. Possuem forma alongada, e de cor laranja-amarelada com laivos vermelho-brilhante. Além disso, seus frutos são bastante aromáticos, compridos, firmes e praticamente desprovidos de fibras, apresentando polpa bem amarelada e 19° Brix (PINTO *et al*. 2000), o que justifica a crescente aceitação nos mercados consumidores.

Consumida principalmente *in natura*, a variedade ‘Palmer’ também pode ser aproveitada para processamento e beneficiamento da polpa, o que certamente tem lhe proporcionado um expressivo aumento na área cultivada (COSTA & SANTOS, 2010). Esse incremento é perceptível novolume comercializado da variedade ‘Palmer’, que cresceu de 3 mil toneladas para aproximadamente 35 mil toneladas no período de 2002 a 2008, enquanto que a "Tommy Atkins", principal variedade da região do Vale do São Francisco, reduziu de quase 70 mil toneladas em 2002 para 47 mil em 2008.

Por ser classificado como um fruto climatérico, isto é, completando a maturação mesmo depois de colhido, o fruto da mangueira é altamente perecível, tornando a distribuição para centros distantes limitada pela curta vida pós-colheita (HOJO *et al*., 2009). Além disso, a contaminação microbiológica durante o beneficiamento e transporte é um dos grandes problemas enfrentados atualmente por produtores da região do Vale do São Francisco, o que promove a desvalorização do produto no mercado externo.

Neste sentido, destaca-se a importância da busca de técnicas que permitam o melhor armazenamento destes frutos, que façam com que se eleve o tempo de prateleira ao tempo que se minimize a contaminação por microrganismos, aumentando seu potencial econômico, sem que haja prejuízos à qualidade destes.

2.4 MÉTODOS DE SANITIZAÇÃO

Dentre as técnicas de tratamento pós-colheita da manga, a ozonização se apresenta como um dos principais métodos, de preservação da qualidade dos frutos.

De acordo com Cajamarca (2015), o uso de ozônio na etapa de pós-colheita possibilita a conservação dos produtos com altos parâmetros de qualidade, tanto de atributos físicos quanto microbiológicos, uma vez que possui elevado potencial de oxidação, podendo atuar tanto no ar quanto na água.

Além disso, o ozônio é muito eficaz na remoção de etileno (TRAN *et al*., 2013), hormônio responsável pelo processo de amadurecimento e posterior senescência, bem como uma substância quimicamente reativa, exercendo atividade antibiótica significativa sobre uma variedade de organismos de deterioração, incluindo fungos e bactérias (HOWART *et al*., 1994; CAJAMARCA, 2015) o que faz da ozonização uma alternativa à extensão do tempo de armazenamento da manga.

Estudos recentes demonstraram que o uso de gás ozônio elevou o tempo de armazenagem de uvas de mesa, além de promover a manutenção de parâmetro físico-químicos dos frutos (HELENO, 2015), sendo o tratamento com água ozonizada uma alternativa aos métodos de sanitização de manga com hipoclorito, que podem apresentar a formação de resíduos organoclorados tóxicos (RODGERS *et al*., 2004; MONACO, 2015).

Andrade-Cuvi *et al*. (2018), ressalta a necessidade de avaliação prévia das quantidades e métodos de aplicação do ozônio em cada produto antes de seu uso comercial, uma vez que o efeito do ozônio na fisiologia e qualidade do fruto varia de acordo com seu tipo, composição química, estado de maturação e dose aplicada (tempo e concentração do sanitizante).

O cloro ainda é muito utilizado como substância higienizante nos alimentos, tanto em indústrias como em casa de embalagens, no entanto, os lançamentos de compostos clorados para o meio ambiente podem resultar na formação de trihalometanos em rios e, deste modo, o potencial de água potável pode ser afetado juntamente com espécies aquáticas e terrestres nativas (COELHO, 2015). Entre as diversas técnicas existentes, o ozônio é uma alternativa eficaz ao uso de cloro. A técnica é para A.Alexopoulos *et al.* (2013) considerada um método mais seguro porque, em contraste com a cloração, não causa a formação de trihalometanos carcinogênicos e pode não alterar consideravelmente as propriedades sensoriais da mercadoria.

Além do ozônio, destaca-se como alternativa para a substituição do hipoclorito o uso do dióxido de cloro como sanitizante e tratamento pós-colheita em geral. Pois, embora seja um derivado do cloro, este gera quantidade insignificante de subprodutos, além de ser caracterizado como um agente oxidante forte, capaz de eliminar microrganismos gram- e gram+ e hidrolisar compostos fenólicos prejudiciais à qualidade dos frutos (SREBERNICH, 2008).

Este produto é um importante agente fungicida usado com destaque para o combate de espécies de fungos em frutas e hortaliças. Segundo Oliveira*et al*. (2016), estes patógenos possuem grande importância para a cultura da manga, pois além causar prejuízos em pós-colheita, também causa perdas no campo e é fator limitante da qualidade dos frutos, causando desde danos à casca do fruto até o amadurecimento acelerado o que tornam inviáveis para a exportação.

Terão*et al* (2007), em estudo com melão, observou eficácia quanto a extensão do tempo de armazenagem de frutos tratados com dióxido de cloro. Enquanto Oliveira*et al*. (2016) verificaram ação sanitizante do mesmo no controle de *Fusarium pallidoroseum*, quando associado à refrigeração. Alencar*et al*. (2014) ozonizaram peras com gás ozônio na concentração de 100 ppm, por 60 minutos, e não observaram aumento significativo na contagem de bolores e leveduras por até 13 dias de armazenamento. Tzortzakis *et al*. (2008) verificaram redução de cerca de 50% de lesões causadas em frutos de tomate por *Alternaria* e *Colletotrichum* quando os frutos foram expostos ao gáz ozônio (SIMÕES, 2012).

2.5 APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL

Os revestimentos comestíveis têm como finalidade diminuir a perda ou o ganho de água dos alimentos, diminuir a taxa de etileno produzida na respiração dos vegetais, melhorando a aparência e as características sensoriais dos mesmos. Segundo Trigo (2015) esses revestimentos podem ser obtidos a partir de polímeros naturais (ASSIS *et al*., 2008).

O uso de substâncias naturais, combinadas ou não com outras técnicas, como alternativas de uso para o controle microbiológico e conservação das características sensoriais dos frutos na pós-colheita, também confirmaram a eficiência de várias dessas substâncias no controle microbiológico, na melhoria da aparência dos frutos e aumento de vida do produto. De acordo com Cruz *et al*. (2012) e SCHWAN-ESTRADA *et al*.2000),“estudos realizados in vitro demonstraram o potencial de óleos de plantas medicinais para o controle de diversos fitopatógenos”.

Geralmente, as coberturas são elaboradas a partir de proteínas, hidrocolóides, lipídeos, amilose, celulose, colágeno ou uma combinação dos mesmos (SCALON *et.al*,2012).

Vários estudos com resultados satisfatórios foram observados pelo o uso de biofilmes em frutas como observados em morango, mamão, goiaba, que tiveram características como brilho, limitação de perda de massa e aumento de vida das frutas na pós-colheita.

O uso de substâncias naturais e das películas comestíveis, se apresentam como opções para a conservação pós-colheita de frutos.

Os xaropes e óleos naturais possuem boa ação fungicida, segundo Alves (2015) os modos de ação variam de acordo com o óleo utilizado e o patossistema em que foi aplicado, nos tratamentos pós-colheita. Estas técnicas ainda têm a vantagem de não possuir tempo de carência quando aplicado nos produtos podendo ser consumidos logo após a aplicação dos tratamentos. Além disso, visando atender os protocolos de comercialização dos diversos países, e a consumidores cada vez mais exigentes a segurança alimentar e as causas ambientais, atualmente há uma grande busca por tecnologias limpas e sustentáveis. Neste sentido, vários estudos têm sido feitos com plantas na esperança de atender tais necessidades.

Entre as plantas estudadas e com características antifúngicas, está a *Curcuma longa* (ou *Curcuma domestica;* Valeton). Pertence à família Zingiberaceae. No Brasil é mais conhecida como "curcuma", "açafrão", "gengibre dourado"e açafrão da terra (ANVISA,2010). Ainda muito confundida com outra espécie, a *Crocussativus* L., também denominada de açafrão, sendo esta, no entanto, conhecida como o açafrão verdadeiro (CECILIO FILHO,2000).Originária do Sudoeste asiático é comumente encontrada em florestas indianas. Este arbusto foi introduzido no Brasil e é encontrado em diversos estados. A espécie possui diversas propriedades e usos sendo o rizoma a parte mais utilizada e de onde se obtém o corante - curcumina, de cor alaranjada e óleos essenciais tidos como poderosos antimicrobianos.

2.6 PROPRIEDADES E USOS E DA *Curcuma longa* L.

A cúrcuma é uma planta utilizada tanto para fins medicinais, devido suas propriedades antimicrobianas e antioxidante (NARGES,2018).

Há registros de atividades biológicas devidas ao consumo do turmérico, como anti-inflamatório, antimicrobiano, cicatrizante e digestivo (SANTIAGO, 2015).

Devido suas propriedades de cor, sabor, odor agradáveis e pelas características já citadas, tanto os óleos essenciais, quanto o açafrão são muito

utilizados nas diversas indústrias, como na indústria farmacêutica, como aditivo na indústria de cosméticos (GONÇALVES,2014), de alimentos, têxtil, e também como condimento na culinária (CECILIO FILHO, 2000). Na indústria alimentícia o pó é usado como corante e realçador de sabor na produção de diversos alimentos como salgadinhos, farofas e outros Cecilio Filho *et al.*(2000).

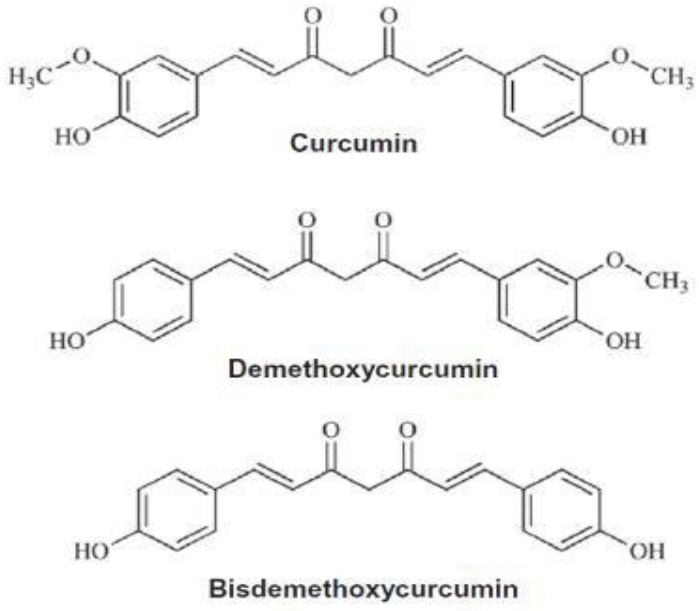
Dos seus rizomas podem ser extraídos subprodutos como, o óleo essencial, extrato aquoso, amido e os pigmentos curcuminóides.

2.7 CARACTERIZAÇÃO QUIMICA

Nos rizomas encontraram-se os seguintes constituintes: gorduras (0,91%), proteínas (2,03%), amido (8,83%), fibras (1,77%), açúcares totais (2,01%) (Anvisa, 2010).

O corante é extraído dos rizomas da cúrcuma maduros e secos. Os curcuminóides são os principais corantes da curcumina e na forma comercial é uma mistura caracterizada de curcumina (CUR, ~77%), demetóxicurcumina (DMC, ~17%); e bisdemetóxicurcumina (BDMC, ~3%), segundo Santiago (2015)e estão em quantidades diferenciadas na planta(Figura 1).

Figura 1 - Constituintes da mistura curccuminóide extraída da *C. longa*. Curcumina; demetóxicurcumina; bisdemetóxicurcumina



Fonte: Li e Zhang (2014)

Sendo que a curcumina está em maior quantidade na mistura. Elementos inorgânicos como potássio, cálcio, sódio, magnésio, zinco, ferro, cobre e manganês, também podem ser encontrados (CECILIO FILHO, 2000).

Por se tratar de um produto natural e por todas as características já apresentadas, a curcumina pode ser uma matéria em potencial para ser estudada como revestimento comestível para frutas *in natura*, diminuindo a carga microbiana e melhorando as características sensoriais e bioquímicas do alimento, e aumentar a vida útil do produto. Além de poder ser uma alternativa tecnológica e eficaz para conservação de frutas para exportação. Para a conservação da manga, no entanto, não foram encontrados resultados na bibliografia consultada.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os efeitos de três tratamentos pós-colheita na conservação da manga ‘Palmer’ e redução da carga microbiológica.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

• Avaliar as propriedades físico-químicas de frutos de manga tratados com Dióxido de cloro, Ozônio e Mistura curcuminóide durante o período de armazenamento;

• Verificar a menor dosagem recomendável de Ozônio e do Dióxido de cloro;

• Avaliar a eficiência do Ozônio, do Dióxido de cloro e da Mistura curcuminóide na remoção de fungos dos gêneros *Alternaria* sp;

• Comparar a eficiência dos tratamentos aplicados na remoção de patógenos.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Local e Procedimentos

As mangas da variedade Palmer, da safra de 2018 foram obtidas diretamente do cultivo convencional.

Provenientes da fazenda Special Fruits, localizada Rodovia Juazeiro - Curaçá, Km 18, s/n - Mandacaru, Juazeiro - BA, 48905-350, na zona rural, situado na região do Baixo Médio São Francisco. Foram selecionadas no campo, separando visualmente aquelas que não apresentaram lesões ou contaminação por microrganismos patógenos, danos ou deformações físicas e mecânicas. A cultura foi transportada imediatamente em contetores para o Laboratório de Armazenamento de Produtos Agrícolas – LAPA, da UNIVASF, campus de Juazeiro-BA, onde se encontravam os reagentes e equipamentos necessários para a análise dos parâmetros físico-químicos e operação de armazenamento. Os frutos passaram pelas operações de limpeza simples, através da lavagem manual com detergente neutro e enxágue em água corrente, desinfecção por imersão, em solução de hipoclorito de sódio a 1% (v/v) por 10 minutos, e enxágue em água corrente. Todos as frutas foram secadas naturalmente a uma temperatura de 21ºC.

A pesquisa foi conduzida com dois experimentos. No experimento I, as amostras foram divididas em T (Testemunha), O_3 (Ozônio) e Cl_2 (Dióxido de cloro). No Experimento II, em T (testemunha), O_3 (ozônio) e $C_{21}H_{20}O_6$ (curcuminóides).

Os tratamentos foram arranjados em esquema fatorial (3 concentrações de dióxido de cloro, 1 concentração de ozônio, uma 1 concentração de curcuminóide e teste em branco e 5 tempos de avaliação),com delineamento inteiramente casualizado, com 3 tratamentos e 3 repetições, tendo 3 frutos por repetição.

Os experimentos foram divididos em duas etapas.

Na primeira etapa, fez-se o acompanhamento do armazenamento dos frutos submetidos a dois sanitizantes, sendo o dióxido de cloro em diferentes concentrações, o ozônio e a aplicação da Mistura curcuminoide em diferentes momentos do beneficiamento ambos em concentrações fixas, a fim de identificar a eficiência dos tratamentos na conservação dos frutos. Ainda na primeira etapa, foi feita a extração dos pigmentos curcuminoides do açafrão, em pó comercial, obtido dos rizomas secos da *Curcuma* L. para aplicação como revestimento nos frutos.

Fez-se o acompanhamento do armazenamento dos frutos submetidos aos tratamentos a fim de identificar a eficiência das técnicas na conservação dos frutos. Posteriormente, na segunda etapa, fez-se a inoculação dos frutos com o fungo do gênero *Alternaria* sp, e após realizou-se a aplicação dos tratamento, quando então pôde-se comparar a eficiência das técnicas no controle do desenvolvimento microbiológico. Os seguintes parâmetros foram analisados.

4.1 PRIMEIRA ETAPA: PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

4.1.1 Cor

Aferiu-se cor da casca e cor da polpa, ambas determinadas através de um espectrofotômetro colorímetro Minolta CR 700®, com sistema de cor Cielab, obtendo-se os valores de L*, a* e b*; onde o L* determina a luminosidade, a* a transição da cor verde (-a*) para a cor vermelha (+a*) e b* a transição da cor azul (-b*) para a cor amarela (+b*);

4.1.2 Índice de Diferença de Absorbância /DA

O Índice DA foi obtido através de espectrofotômetro portátil (DA-meter®, Turoni, Itália) estimado pela diferença entre os valores de absorbância medidos em 670nm e 720nm (NOFERINI *et al*., 2009), i.e., próximos do pico de absorção da clorofila-a, sendo mensurado em ambos os lados de cada fruto da amostra, considerando-se para avaliação estatística a média;

4.1.3 Firmeza/(N)

A firmeza (N) foi obtida através de método não destrutivo, fazendo uso de penetrômetro digital Rexdurometer DD-4®;

4.1.4 Perda de massa

A massa do fruto foi determinada utilizando-se uma balança semi-analítica, capacidade para 4100g e precisão de 0,1g, sendo esta análise não destrutiva e realizada em laboratório.

Para o acompanhamento da perda de massa considerou-se que o dia de início do armazenamento a massa obtida equivalia a 100%, e que ao longo do armazenamento o percentual dessa massa ia reduzindo conforme a Equação 1.

$$M_{(\%)} = (M_{(X)} / M_{(P0)}) * 100 \quad (1)$$

Em que:

$M_{(\%)}$ = Percentual de massa aferida no dia x de armazenamento;

$M_{(X)}$ = Massa aferida no dia x de armazenamento (g);

$M_{(P0)}$ = Massa aferida no início do armazenamento (g).

4.1.5 Acideztitulável/AT

A análise de acidez total titulável foi realizada utilizando método acidimétrico, onde as amostras foram tituladas com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1M e solução de fenolftaleína ($C_{20}H_{14}O_4$) como indicador e sendo os resultados expressos $g100g^{-1}$ de ácido cítrico, segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008);

4.1.6 Sólidos solúveis /SS

Os valores de sólidos solúveis totais foram determinados por leitura direta, acrescentando duas a três gotas do extrato da polpa da fruta em refratômetro digital tipo Abbe Hanna®, com escala em graus Brix°.

4.1.7 Rátio /R

Os valores foram obtidos através dos quocientes entre as variáveis SS/AT

4.2 SEGUNDA ETAPA

4.2.1 Obtenção dos fungos

Os fungos do gênero *Alternaria* sp foram obtidos da coleção do Laboratório de Fitossanidade, da UNIVASF, campus Juazeiro e levados para o Laboratório de Microbiologia Geral do campus, onde ocorreu a contaminação proposital das frutas.

4.2.2 Inoculaçãodo fungo *Alternari a*sp

As colônias de *Alternaria* sp isoladas e inseridas na placa de Petri, foram posteriormente transferidas por espalhamento com *swab* estéril, para inoculação penduncular das amostras. Todas as frutas foram contaminadas pelo microrganismo. Logo após, foram embaladas em contentores, umedecidos com algodão e envoltos em sacos plásticos. Em seguida, levadas para o Laboratório de Análises de Produtos Agrícolas-LAPA, onde ficaram por 48 horas a 21º Celsius para desenvolver as cepas.

4.2.3 Tratamentos

No experimento I, os tratamentos utilizados foram: Dióxido de Cloro (ClO_2) a 6 ppm, 8 ppm e 12 ppm; Ozônio (O_3) a 3ppm e mistura curcuminóide (0,1%).

Para o tratamento com o Ozônio, as mangas foram imersas em água ozonizadas por 20 minutos a uma concentração constante de (3 ppm) de ozônio em meio aquoso, produzido por processo eletroquímico, por meio do aparelho da marca Enaly, modelo Z0-30N.

Para a aplicação do Dióxido de cloro, os frutos foram igualmente submergidos em água clorada a 6 ppm, 8 ppm e 12 ppm, durante 20 minutos.

Para a aplicação da Mistura curcuminóide (0,1%), foram misturados 0,1g dos pigmentos com 4 mL de álcool isopropílico (CH_3COCH_3), 95%,Cinética Química), logo após, foi acrescido com 100 mL de água destilada. Em seguida a substância foi borrifada sobre os frutos. Uma parte dos frutos foram utilizados como teste em branco (sem tratamento) no experimento, com a finalidade de comparar os tratamentos e averiguar a diminuição da carga microbiana

A seguir, as mangas foram acondicionadas em caixas plásticas de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) e alocadas em bancada, armazenadas em

temperatura refrigerada a 20 ºC ± 2°C por 20 dias, com avaliação da influência dos tratamentos nos parâmetros físico-químicos e redução na carga microbiana, no dia do armazenamento 0 e após 5, 10, 15 e 20 dias aferindo-se, massa, resistência à penetração (firmeza), acidez titulável, teor de sólidos solúveis, índice de diferença de absorbância, e cor da casca e da polpa.

4.2.4 Acompanhamento

A análise do crescimento microbiológico foi realizada no Laboratório de Ensaios Mecânicos, da UNIVASF, campus Juazeiro-BA, onde realizou-se por meio de fotografias registradas em câmera para microscópio USB (DCE-LX130 1.3MP,com software de análise) no microscópio (Opticus), com imagens do pedúnculo e da fração interna das frutas, por meio das quais, foram observadas a evolução da infiltração do fungo nos frutos ao longo do período investigado.

4.2.5 Obtenção da cúrcuma

A cúrcuma, o pó amarelo obtido dos rizomas secos e moídos da *Curcuma longa* L, da marca N & G Condimentos, foi obtida do comercio local de Petrolina-PE.

4.2.6 Extração dos curcuminóides

Os curcuminóides foram extraídos da cúrcumina no Laboratório de Química Geral da Univasf, Campus-Sede, situado em Petrolina-PE. Através da recristalização, cromatografia em camada delgada, espectrofotometria empregando a metodologia utilizada no estudo de Custódio (2014), com adaptação.

Nesta técnica, foram macerados 100 g do pó seco do açafrão-da-terra á frio com 100 mL de álcool etílico a 70% por 24 horas. Em seguida, foi removido o solvente sobrenadante da suspensão logo após a decantação do sólido com uma pipeta e adicionado com 50 mL de água deionizada. A suspensão obtida foi inserida no freezer por 24 horas. No dia posterior, foi descongelada lentamente à temperatura ambiente.

Parte da fase líquida sobrenadante foi removida e a substância foi colocada novamente no freezer por cinco dias, sendo em seguida, descongelada novamente e

o sólido decantado tratado com 10 mL de hexano (C_6H_{14}) para a eliminação dos componentes da oleoresina. A suspensão foi filtrada e o sólido adquirido, depositado no papel de filtro foi secado em temperatura ambiente por 24 horas. E em seguida pesado. Após, foi envazada e armazenada para uso posterior para a formação da solução revestimento.

4.2.7 Caracterização dos Curcuminóides

A caracterização da curcumina foi feita através das análises de Cromatografia em camada delgada (química e física) e Espectrofotometria realizadas conforme descrito a seguir.

Foi realizada a extração do soluto, por processo convencional, para caracterizar a concentração de curcumina no resíduo de cúrcuma.

Utilizou-se 9,5 mL de clorofórmio; 0,5 mL de etanol e 0,5 mL ácido glacial. Uma amostra de 0,1 ± 0,02 g de resíduo de cúrcuma foi misturada com 5 mL de solvente em um frasco de vidro sob agitação manual por aproximadamente 5 minutos. Após a extração, a solução foi filtrada, o sobrenadante foi coletado. Com a finalidade de analisar a pureza do composto e a eficiência da cristalização, foi(aplicando com uma micropipeta 0,1 mL (1%) da amostra por espalhamento em duas placas pré-fabricada, riscadas para determinação do início e fim da cromatografia. Em seguida foi adicionada anilina sulfúrica a fim de formar um derivado fluorescente para a revelação química do cromatograma). Logo após, foi realizado a revelação física do cromatrograma em duplicata e ondeaabsorbânciatambémfoilida no espectrofotômetro (Spectramax 340,California, USA) a 425 nm. A concentração da mistura curcuminoide foi baseada nas curvas padrões, com 1 mg de curcumina mL^{-1} de solvente sendo usada como solução estoque.

4.3 ANÁLISE DOS DADOS

As análises dos dados foram tabuladas e tratadas estatisticamente, sendo plotados gráficos que expressam o comportamento das diferentes variáveis durante o tempo de armazenamento, o que possibilitou verificar a eficiência dos métodos de

sanitização e do revestimento natural, bem como estimar a dose ideal a ser aplicada.

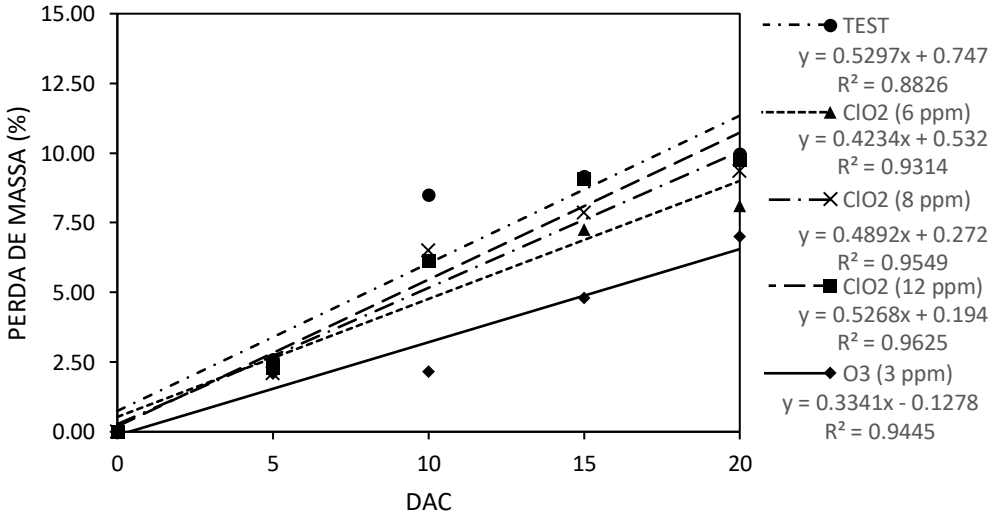
Os resultados obtidos nas avaliações foram submetidos à análise de variância, para diagnóstico de efeitos significativos entre os tempos de armazenamento e as concentrações das substâncias. As concentrações foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P<0,05), com o auxílio do programa estatístico Assistat® (SILVA*et al*., 2014).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 EXPERIMENTO I - PRIMEIRA ETAPA

A avaliação da perda de massa se deu atribuindo valor igual à 100% para a massa inicial a 5 DAC e correlacionando as demais leituras à massa inicial das amostras tratadas. Com isso, obteve-se os resultados dispostos na Figura 2.

Figura 2 – Perda de massa (%) de frutos de manga durante o armazenamento, sendo: T – Testemunha, O_3 – Tratamento com água ozonizada à 3ppm, ClO_2 – Tratamento com Dióxido de Cloro a 6 ppm, 8 ppm e 12 ppm



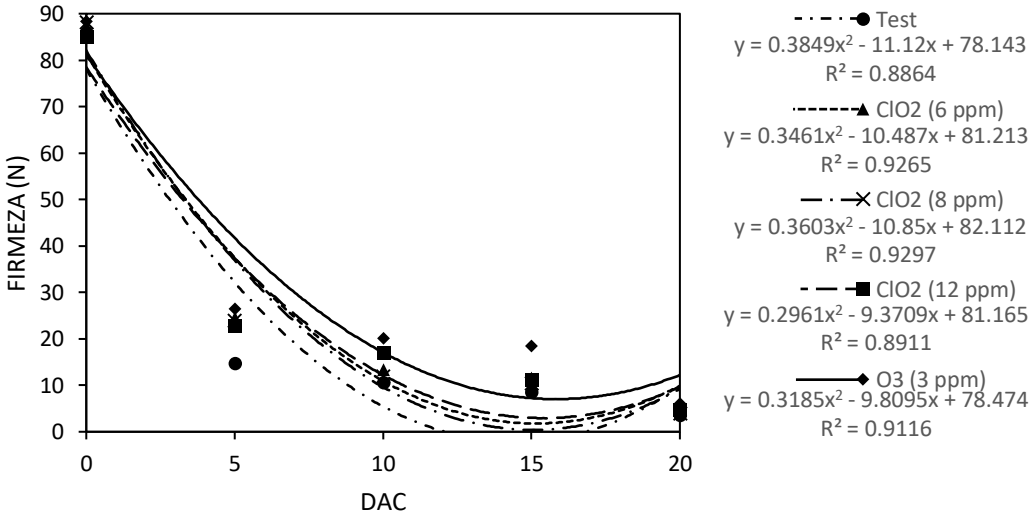
Observa-se perda de massa acentuada para os frutos não tratados (Test.).Comportamento semelhante, porém, em menor escala para frutos tratados com dióxido de cloro. Observa-se ainda que para este tratamento as concentrações 6 ppm e 12 ppm apresentaram pior desempenho quanto às demais, chegando a

valores próximos à testemunha (9,35%, 9,77% e 9,97% respectivamente) ao 20° dia após a colheita. Os frutos tratados com ozônio mantiveram-se sempre com perdas abaixo dos demais tratamentos, atingindo um máximo de 8,1% de perdas ao 20° dia de armazenamento.

De maneira análoga, Cajamarca *et al*. (2015) observaram que o O_3 reduziu a perda de massa fresca de morangos devido decréscimo na taxa de respiração dos mesmos provocado por este composto. O autor ressalta, entretanto, que por possui um alto potencial oxidativo, o ozônio não deve ser aplicado em elevadas concentrações ou por grandes períodos de tempo, pois, isto pode acarretar em danos aos frutos e associado a ação de microrganismos, gerar maior perda de massa fresca ao longo do armazenamento.

Em decorrência da degradação do amido em açúcares solúveis ao longo do período de armazenamento a polpa dos frutos permanece em seu estágio de amadurecimento, o que leva à diminuição da estabilidade da polpa, que pode ser mensurada a partir dos testes de resistência à penetração (Figura 3).

Figura 3 – Firmeza (N) de frutos de manga durante o armazenamento, sendo: T – Testemunha, O_3 – Tratamento com água ozonizada à 3ppm, ClO_2 – Tratamento com Dióxido de Cloro a 6 ppm, 8 ppm e 12 ppm



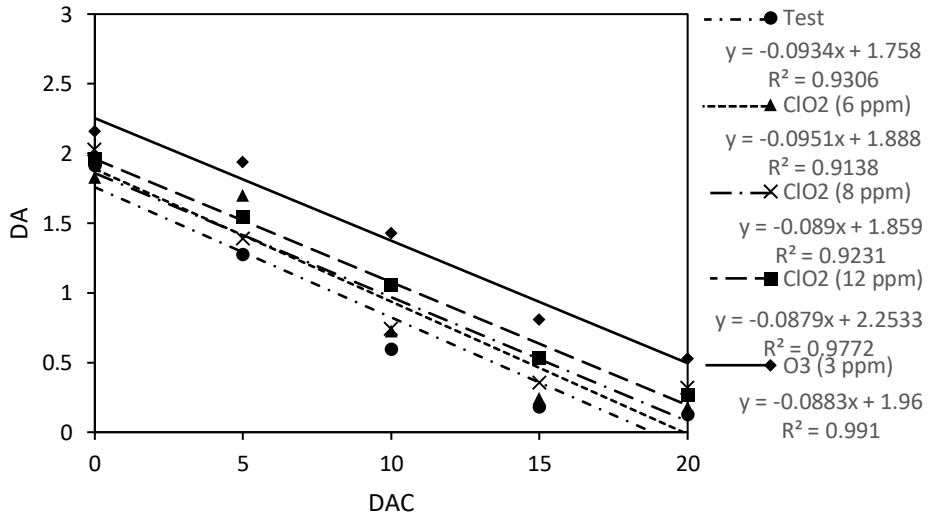
Conforme mostrado, os frutos não tratados obtiveram resultados inferiores para ambos os tratamentos atingindo firmeza mínima igual a 3,5 N ao 20° dia de armazenamento, indicando a eficácia dos mesmos na preservação da qualidade dos mesmos.

Além disso, nota-se melhor desempenho para os frutos tratados a 3 ppm com ozônio, no qual há um decréscimo acentuado entre o 10° e o 20° dia (18 N e 6 N, respectivamente) e para os frutos tratados com dióxido de cloro a 8 ppm e 6 ppm, obtendo resultados semelhantes entre si e ao tratamento com ozônio, mantendo estabilidade entre o 10° e o 15° dia após a colheita e linearidade após este período, chegando a valores mínimos iguais a 4,63 N e 4,85 N.

Tais variações indicam avanço do estágio de maturação e consequente alteração na aparência e coloração interna e externa do fruto. Sabe-se que a atividade enzimática associada ao acelerado comportamento respiratório, pois pode interferir na coloração da casca do fruto e consequentemente acelerar o processo de maturação, além disso, alterações no pericarpo do fruto, indicativo à maturação, são causadas principalmente pela degradação da clorofila, o que pode ser mensurada por meio do índice DA.

O índice DA (Figura 4) avaliou a diferença de absorbância de comprimentos de onda específicos relacionando-os à clorofila presente na casca do fruto. Em outras palavras, quanto maior o índice, mais clorofila e consequentemente mais coloração verde ele possui.

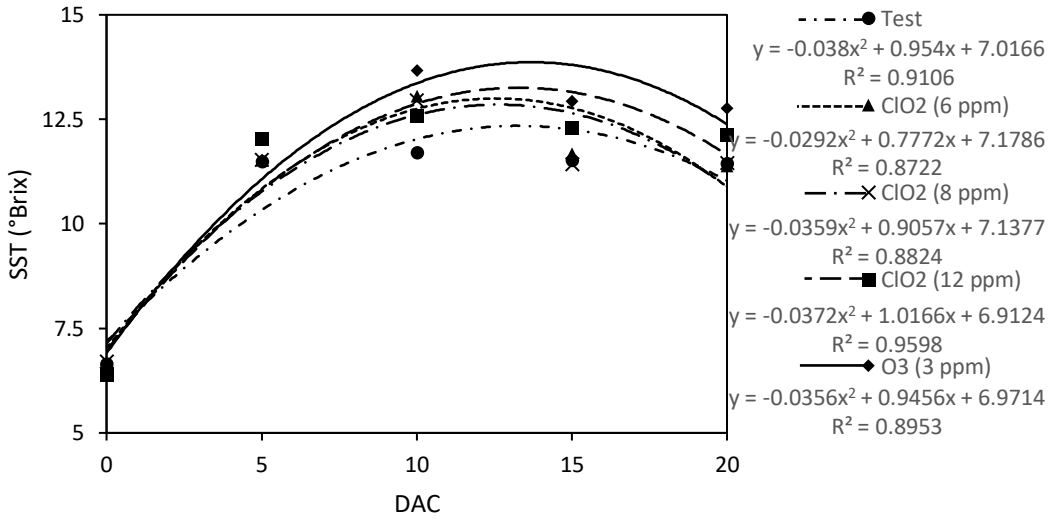
Figura 7 – Índice de Diferença de Absorbância de frutos de manga durante o armazenamento, sendo: T – Testemunha, O_3 – Tratamento com água ozonizada à 3ppm, ClO_2 – Tratamento com Dióxido de Cloro a 6 ppm, 8 ppm e 12 ppm.



Observa-se melhores resultados em ambos os períodos de avaliação para frutos tratados com ozônio, seguidos de frutos tratados com dióxido de cloro a 12 ppm. Bassan *et al* (2015), em experimento com citrus, não observaram alterações significativas no teor total de clorofila da casca, ao final do período de armazenamento, confirmando que não houve influência dos tratamentos na coloração da casca dos frutos.

Sabendo que a atividade metabólica do fruto é afetada devido às variações atmosféricas em seu entorno (YOUNG, 2009), observa-se a influência do tratamento pós-colheita na preservação da qualidade dos frutos (Figura 5), no qual a aplicação de ozônio bem como de dióxido de cloro promovera atmosferas diferentes no entorno da casca do fruto, elevando os níveis de açúcares.

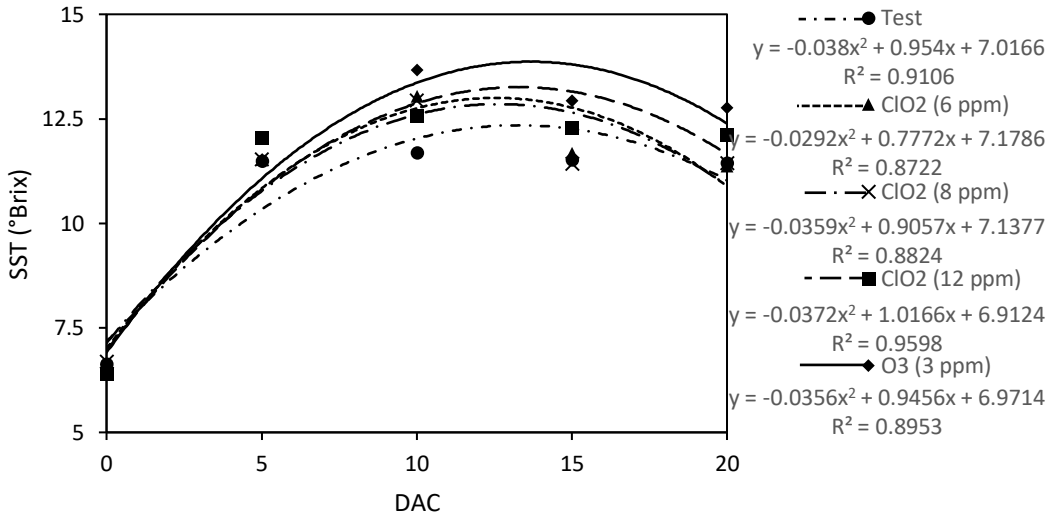
Figura 5 – Teor de Sólidos Solúveis Totais (°Brix) de frutos de manga durante o armazenamento, sendo: T – Testemunha, O_3 – Tratamento com água ozonizada à 3ppm, ClO_2 – Tratamento com Dióxido de Cloro a 6 ppm, 8 ppm e 12 ppm



Em termos gerais, o uso de ozônio como tratamento promoveu maiores teores de sólidos solúveis atingindo pico de 12,93 °Brix ao 15° dia de avaliação, seguido dos frutos tratados com dióxido de cloro a 12 ppm (12,3°Brix), se comparados aos frutos tratados com dióxido de cloro nas demais concentrações e à testemunha. No entanto, este segundo método se mostrou também eficaz na conservação da qualidade dos frutos para ambas as dosagens. Paralelo a isto, a quantificação da acidez titulável, isto é, os teores de ácido cítrico presentes em

determinada quantidade de amostra (Figura 6) aponta decréscimo da acidez de maneira linear para ambos os tratamentos, no qual apresentam um ponto com valores em comum por volta do 18°.

Figura 6 – Acidez total titulável (g de ácido cítrico/mL de suco) de frutos de manga durante o armazenamento, sendo: T – Testemunha, O_3 – Tratamento com água ozonizada à 3ppm, ClO_2 – Tratamento com Dióxido de Cloro a 6 ppm, 8 ppm e 12 ppm



De maneira geral, os frutos tratados com ozônio apresentaram maior retardo dos processos de maturação se comparado aos demais tratamentos. Em contrapartida, a concentração de 12 ppm de dióxido de cloro se mostrou mais eficaz frente às demais concentrações, assim, foi escolhida esta concentração para o desenvolvimento da segunda etapa experimental.

5.2 EXPERIMENTO I - SEGUNDA ETAPA

A segunda etapa do experimento consistiu na inoculação proposital dos frutos com fungos do gênero *Alternaria* a fim de verificar seu comportamento frente aos processos de maturação e senescência, bem como o efeito dos sanitizantes na inibição ou retardo do crescimento fúngico. A Figura 7 ilustra o comportamento dos fungos no interior do fruto, onde nota-se que o processo de contaminação se dá a partir do pedúnculo penetrando através dos vasos até o interior do fruto.

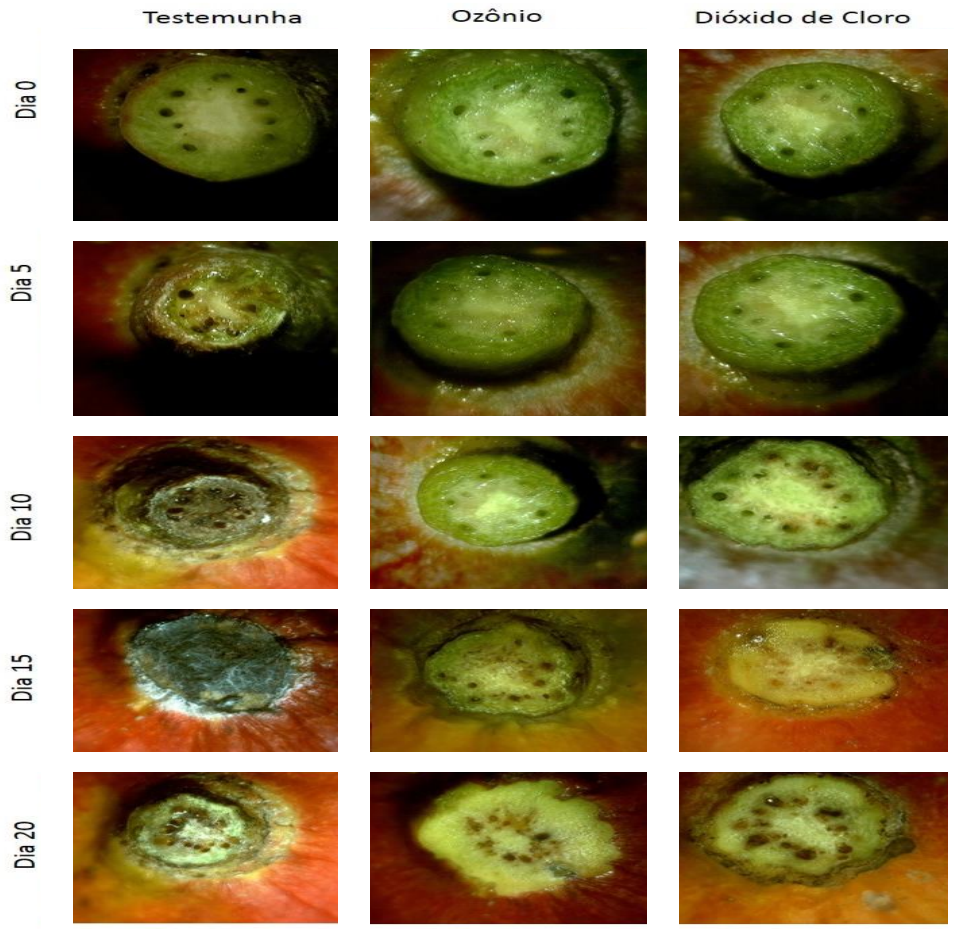
Figura 10 – Percurso de contaminação do fungo em frutos de manga da variedade ‘Palmer’ no dia 5 (A), e desenvolvimento do fungo *Alternaria* no pedúnculo do fruto no dia 15 (B).

De maneira visual, observou-se que a aplicação de uma substância sanitizantes, tanto Ozônio quanto Dióxido de Cloro promoveram retardo do crescimento e desenvolvimento fúngico quando comparados à testemunha (Figura 8).

Figura 8 – Situação externa dos frutos de manga da variedade ‘Palmer’ inoculados com fungos do gênero *Alternaria,* sendo: (A) Testemunha, sem tratamento, (B) Tratamento com Ozônio e (C) tratamento com Dióxido de cloro, no 20° dia de avaliação

A Figura 9 apresenta a evolução do comportamento dos fungos *Alternaria sp*durante o período de armazenagem para os tratamentos avaliados.

Figura 9 – Evolução do comportamento externo de fungos do gênero *Alternaria sp.* em frutos de manga submetidos a três tratamentos (Testemunha, Ozônio e Dióxido de Cloro) durante 20 dias de armazenamento



Pôde-se notar desenvolvimento pleno dos fungos a partir do 10° dia, mais expressivamente para a testemunha e em menor grau para o tratamento com ozônio. A partir de então, em todos os períodos avaliados percebeu-se que, nos frutos tratados com ozônio, a penetração do fungo no interior do fruto ocorreu em menor intensidade se comparada à testemunha e aos frutos tratados com cloro.

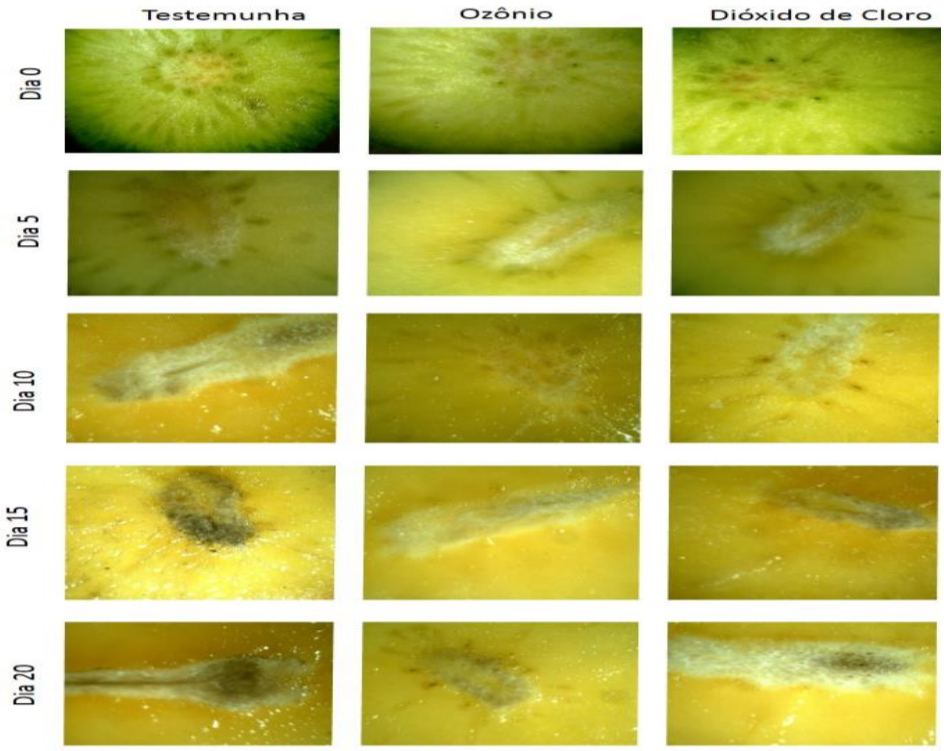
Ao final do período de observação, 20° dia, os frutos sem tratamento (testemunha) apresentaram maior desenvolvimento microbiológico em comparação com os frutos tratados. Fato corroborado por Andrade-Cuvi*et al*. (2018) no qual observou como principal sintoma do armazenamento de *Solanumquitoense Lam* o

desenvolvimento fúngico iniciado a partir do pendúnculo, sendo menos visível, entretanto, nos frutos tratados com sanitizante.

Ressalta-se que, devido às condições ideais fornecidas, aos fungos do gênero *Alternaria sp* no início do experimento, isto é, a aplicação direta do fungo sobre o pedúnculo das frutas, a oferta de temperatura e umidade para seu desenvolvimento e o intervalo de dois dias entre a inoculação e o tratamento, houve aparecimento dos fungos na região externa em todos os frutos, tratados e não tratados. Outros autores expuseram esporos de *Aspergillus niger* ao ozônio e, apesar do tratamento não evitar o processo de germinação dos mesmos, as colônias formadas se caracterizaram como não esporulantes. (CAJAMARCA, 2015).

No entanto, pôde-se perceber a eficiência dos tratamentos através das imagens da parte interna dos frutos (Figura 10), que mostram o poder de inibição (ou retardo) dos sanitizantes à penetração de *Alternaria sp*. nos frutos.

Figura 10 – Evolução do comportamento interno de fungos do gênero *Alternaria sp.* em frutos de manga submetidos a três tratamentos (Testemunha, Ozônio e Dióxido de Cloro) durante 20 dias de armazenamento



De acordo com Simões (2012), o efeito do ozônio na inibição da produção de esporos é fundamental, pois quebra o ciclo de infecção do agente patogênico e da

quantidade de inóculo disponível para a reinfestação durante o período de armazenamento, sendo de grande importância para aplicações comerciais.

A penetração através dos vasos se deu em maior quantidade para frutos não tratados, seguidos dos frutos tratados com dióxido de cloro, e foi menos invasiva nos frutos tratados com ozônio.

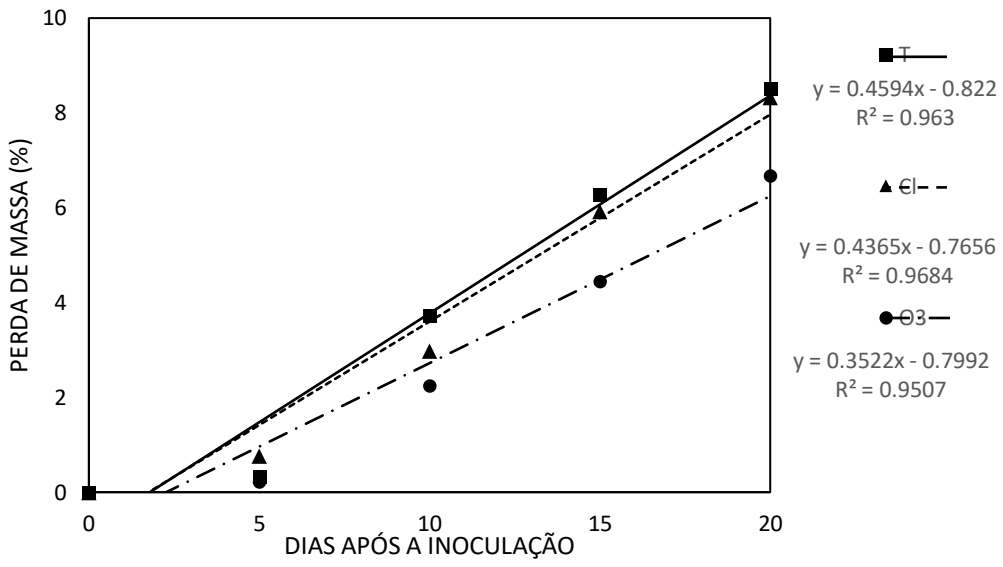
Resultados semelhantes foram encontrados por Jacques *et al* (2015), em que observa que as concentrações de ozônio utilizadas no tratamento de amora preta foram eficientes para redução da atividade fúngica, não sendo observado com a mesma frequência para o cloro.

Por outro lado, Monaco *et al*. (2015), em experimento utilizando manga Palmer, observaram que tanto a água ozonizada quanto a clorada foram eficientes em eliminar os microrganismos analisados.

Também foram determinadas avaliações físico-químicas objetivando a aferição de possíveis efeitos do contaminante e de seu tratamento nos frutos.

O percentual de perda de massa (Figura 11) apresentou aumento gradativo para todos os tratamentos, com crescimento mais acentuado a partir do 5° dia de avaliação. Ao avaliar os tratamentos separadamente, percebe-se maiores perdas para os frutos não tratados seguidos dos frutos tratados com dióxido de cloro, chegando a valores de perdas iguais a 8,52% e 8,33% ao 20° dia de armazenamento, respectivamente. Em contrapartida, os frutos tratados com ozônio obtiveram menor perda de massa em ambos os tempos, atingindo perda máxima igual a 6,69%.

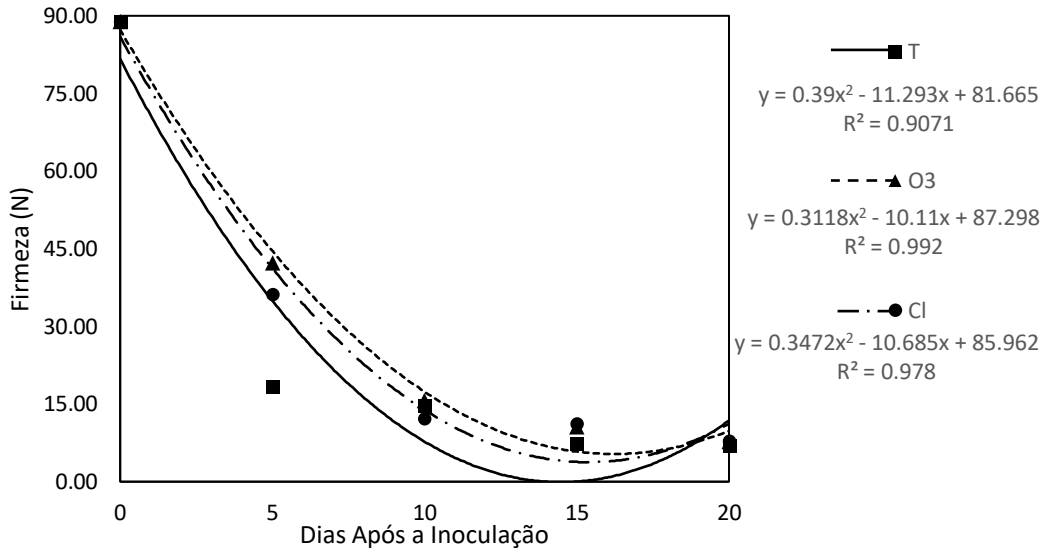
Figura 11 – Perda de massa (%) de frutos de manga submetidos à inoculação de *Alternaria sp.* durante o armazenamento e submetidos ao tratamento sanitizante sendo: T – Testemunha, O_3 – Ozônio - Tratamento com água ozonizada à 3 ppm, ClO_2 – Tratamento com Dióxido de Cloro a 12 ppm.



Este resultado está de acordo com Holtz (2006) que observou perda de massa fresca inferior para morangos ozonizados em comparação com frutos submetidos a sanitização com cloro orgânico.

Desta forma, a firmeza dos frutos (Figura 12) também se torna um parâmetro indicativo de qualidade, visto que uma das principais características de qualidade pós-colheita que pode ser influenciada pela ação microbiana.

Figura 12 – Firmeza (N) de frutos de manga submetidos à inoculação de *Alternaria sp.* durante o armazenamento e submetidos ao tratamento sanitizante sendo: T – Testemunha, O_3 – Tratamento com água ozonizada à 3 ppm, ClO_2 – Tratamento com Dióxido de Cloro a 12 ppm



Pôde-se observar que os frutos sem nenhum tratamento apresentaram decréscimo acentuado até o 10° dia de armazenamento mantendo valores próximos a 12 N até o final do período experimental.

De maneira análoga, os frutos tratados, tanto com dióxido de cloro, quanto com ozônio, apresentaram decréscimo significativo, porém retardado até o 10° dia onde atingiu valores próximos a 12 N. Os frutos obtiveram maior estabilidade e consequentemente maior tempo de prateleira, independente do sanitizante aplicado. Outros autores (ANDRADE-CUVI *et al*., 2018) também verificaram que o tratamento com sanitizante à base de ozônio retardou a perda de firmeza de frutos de *Solanumquitoense Lam* por 7 dias.

Resultados distintos foram encontrados por Monaco *et al*. (2015) e Simões (2012) no qual a ação sanitizante do ozônio, mesmo se tratando de um agente oxidante, não interferiu na firmeza do fruto. Por outro lado, os frutos de manga tratados com cloro ou sem tratamento obtiveram menores valores para esta característica.

A cor da casca (Tabela 1) e da polpa do fruto foi mensurada através do método do colorímetro de bancada, sendo obtidos valores de reflectância para L –

índice de luminosidade, a* – índice variando entre verde puro (-100) e amarelo puro (100), e b* – índice variando entre azul puro (-100) e vermelho puro (100).

Tabela 1 – Médias para a cor da casca de frutos inoculados com *Alternaria sp.* e tratados com Ozônio (O_3), Dióxido de Cloro (ClO_2) e sem tratamento (Test.) durante o armazenamento

Parâmetro	Tratamento	Dias após a inoculação				
		0	5	10	15	20
L	Test.	62,86 aA	36,65 cA	42,13 aC	29,11 cB	51,40 bA
	O_3	68,71 aA	37,78 cA	46,63 bA	27,05 dB	52,70 bA
	ClO_2	70,26 aA	40,83 cB	40,37 cA	39,58 cA	52,23 bA
a	Test.	3,46 aA	7,73 aA	9,59 aA	6,06 aA	14,40 aA
	O_3	-1,96 bA	5,77 abA	14,18 abA	6,97 abA	20,13 aA
	ClO_2	-0,48 bA	7,79 abA	17,68 aA	16,37 abA	17,64 aA
b	Test.	24,39 aA	44,90 dA	58,11 aA	14,63 cdA	12,86 bA
	O_3	20,94 aB	30,05 bA	37,60 bcAB	27,17 bA	20,80 aA
	ClO_2	16,40 aB	25,38 cA	38,46 cB	42,44 cA	42,13 bA

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Percebeu-se pouca ou nenhuma diferença entre tratamentos para as variáveis L, a e b durante o período de avaliação. Dadas as circunstâncias, nota-se maior variação para a variável b a partir do 10° dia de armazenamento, quando o desenvolvimento fúngico se mostrava mais avançado, sendo que os frutos tratados com ozônio obtiveram melhores médias. Por outro lado, observou-se queda e posterior aumento dos níveis de luminosidade (L) para ambos os tratamentos, apresentando médias estatisticamente idênticas ao final do 20° dia de avaliação.

Da mesma forma, os resultados para cor da polpa encontram-se dispostos na Tabela 2. A principal diferença para o parâmetro cor da polpa se deu em relação à variável a, que determina a variação entre os tons de verde e amarelo. Observou-se aumento no incremento de amarelo e redução do verde para ambos os tratamentos. Além disso, os frutos tratados com ozônio mantiveram-se com valores mais altos durante todo o período de avaliação, evidenciando um provável efeito do amadurecimento na coloração da casca.

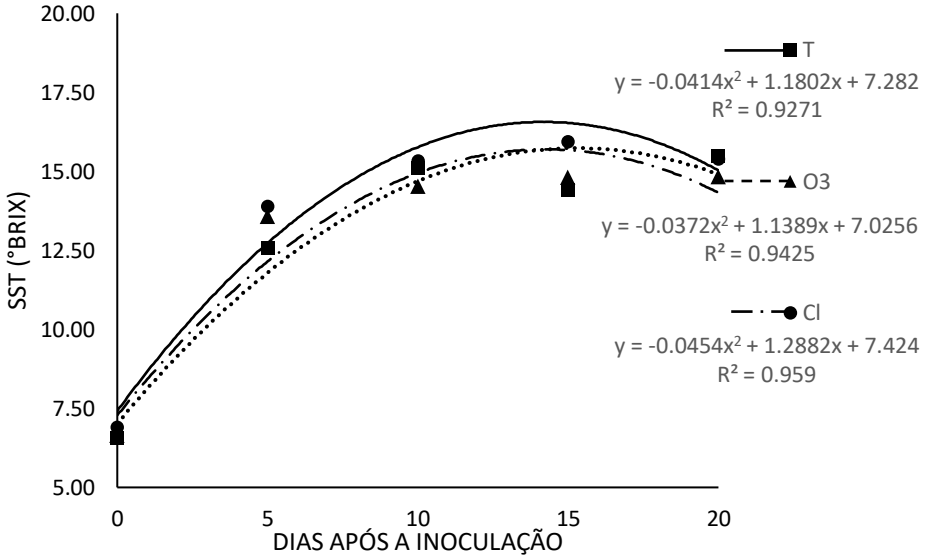
Tabela 2 – Médias para a cor da polpa de frutos inoculados com *Alternaria sp.* e tratados com Ozônio (O_3), Dióxido de Cloro (ClO_2) e sem tratamento (Test.) durante o armazenamento

Parâmetro	Tratamento	Dias após a inoculação				
		0	5	10	15	20
L	Test.	68,71 aA	49,92 bA	56,61 bA	58,63 abA	49,77 bA
	O_3	70,26 aA	50,64 cA	57,39 bcA	60,26 abA	48,34 cA
	ClO_2	62,86 aA	37,62 dB	55,79 cA	61,65 abA	50,78 cA
a	Test.	-1,96 bA	4,20 abA	9,00 aA	7,55 aAB	4,41 abA
	O_3	-0,48 cA	5,02 bcA	9,91 abA	12,71aA	6,47 abcA
	ClO_2	3,46 bA	8,28 aA	8,82 aA	4,46 abB	5,74 abA
b ^{ns}	Test.	46,45	46,05	54,02	51,81	59,19
	O_3	58,91	59,64	54,25	56,68	63,49
	ClO2	63,29	64,72	54,46	58,48	63,92

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade.
^{ns} Não significativo para o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto ao teor de sólidos solúveis (Figura 13), não foram observadas diferenças significativas para nenhum dos tratamentos, sendo que ambos apresentaram aumento significativo ao 5° dia de armazenamento com pico em 13,5 °Brix ao 15° dia de armazenamento para frutos tratados com ozônio e 15,4 °Brix para frutos tratados com dióxido de cloro. Estando de acordo com Monaco *et al*. (2015), que, em experimento utilizando mangas, observou aumento do amadurecimento independente do tratamento e contrastando com Andrade-Cuvi*et al*. (2018) no qual observaram maior incremento nas amostras controle durante todo o ciclo de avaliação.

Figura 13 – Teor de sólidos solúveis totais (%) de frutos de manga submetidos à inoculação de *Alternaria sp.* durante o armazenamento e submetidos ao tratamento sanitizante sendo: T – Testemunha, O_3 – Tratamento com água ozonizada à 3 ppm, ClO_2 – Tratamento com Dióxido de Cloro a 12 ppm



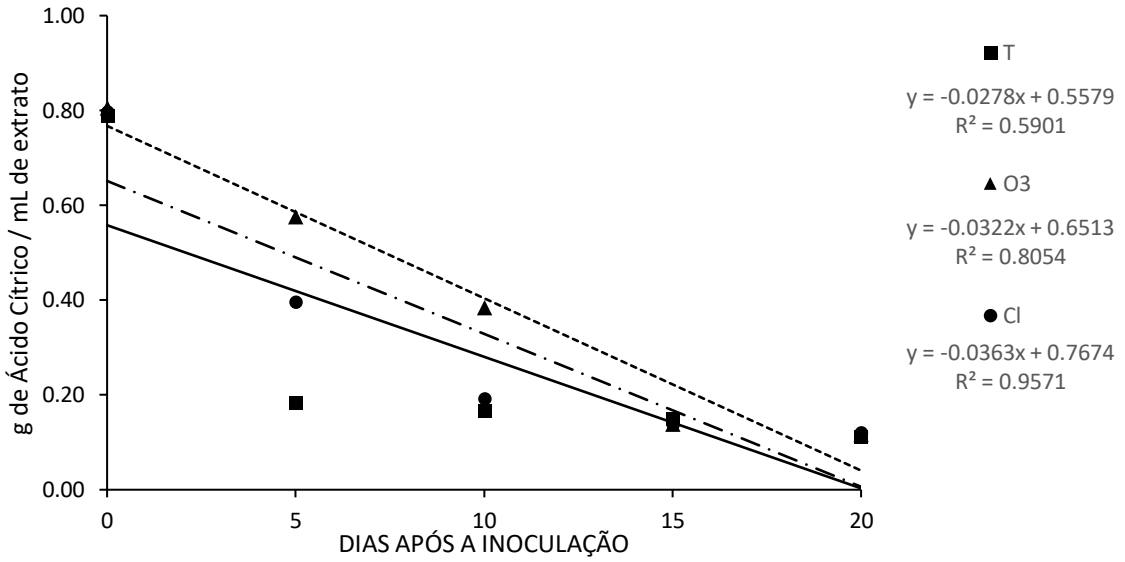
Por outro lado, a variação dos teores de acidez dos frutos (Figura 14) foi perceptível, apresentando diferenças significativas para ambos os tratamentos. Frutos tratados com Ozônio a 3 ppm mantiveram-se com níveis de acidez superior durante todo o ciclo, atingindo um mínimo de 0,12 g de ácido cítrico/mL de suco.

Resultado semelhante foi encontrado para frutos tratados com dióxido de cloro a 12 ppm. Em contrapartida, os frutos tratados com Dióxido de cloro reduziram os níveis de ATT ao mínimo de 0,18 g de ácido cítricomL^{-1} de suco ao 10° dia, ao passo que os frutos tratados com ozônio somente atingiram este índice por volta do 15° dia de avaliação. Os frutos sem tratamento mantiveram menores índices durante todo o período de avaliação, o que sugere aceleração do processo de respiração do fruto em decorrência de uma maior velocidade de amadurecimento.

Andrade-Cuvi*et al*(2018), notou menor ATT para os frutos tratados, em comparação ao controle, no início do armazenamento (dia 0) e uma diminuição da ATT até o 21° dia, em maior proporção para a testemunha. Simões (2012) não observou alterações significativas no teor de ATT para frutos tratados e não tratados.

Na comparação entre os dois métodos de sanitização, apesar de eficiente, evidenciou-se menor eficácia do dióxido de cloro. Porém, outros fatores devem ser observados, visto que, conforme Jacques *et al*. (2015), a ação dos compostos de cloro depende da concentração da forma ativa (ácido hipocloroso), pH, espécie e quantidade de micro-organismo a ser destruída, e, também, das características físico-químicas da água, do tempo de contato e da temperatura.

Figura 14 – Acidez total titulável (g de ácido cítrico/mL de suco) de frutos de manga submetidos à inoculação de *Alternaria sp.* durante o armazenamento e submetidos ao tratamento sanitizante sendo: T – Testemunha, O3 – Tratamento com água ozonizada à 3 ppm, ClO_2 – Tratamento com Dióxido de Cloro a 12 ppm



5.2.1Análise da água

Desta forma a análise da água utilizada para o tratamento de sanitização dos frutos se fez necessária a fim compreender as reações causadas e/ou provocadas pelos sanitizantes (Tabela 3).

Tabela 3 – Propriedades físico-químicas das águas de lavagem utilizadas para a sanitização dos frutos de manga 'Palmer' submetidos à inoculação de fungos do gênero *Alternaria*

Tratamento	pH	CorAparente (mgPt-Co/L)	Turbidez (NTU)	Bactérias Heterotróficas (UFC/mL Est)
TEST	7,62 a	28 b	3,97 b	>3*10^3
O_3	6,93 a	81 a	38,7 a	>3*10^3
ClO_2	3,22 b	23 b	6,31 b	>3*10^3

Por fim, não foi possível estabelecer relação entre os sanitizantes e a presença de bactérias heterotróficas, visto que ambos os valores se apresentaram abaixo dos limites estabelecidos de $3x10^3$ $UFCmL^{-1}$ Est.

Houve grande variação do pH da água em relação ao tratamento utilizado, sendo que o tratamento com dióxido de cloro apresentou redução significativa chegando à 3,22. Em contrapartida o tratamento com Ozônio pouco interferiu nos níveis de pH da água, estando próximos aos valores encontrados na testemunha (6,93 e 7,62 respectivamente).

Por outro lado, a cor aparente, obteve maiores médias para a água ozonizada, e valores significativamente semelhantes para o a água clorada e a água sem tratamento. Resultados semelhantes foram observados para a turbidez.

A pesar dos diversos estudos mostrar eficiência do ozônio, por imersão ou fumigação para redução da carga microbiana e aumento da conservação do produto, as análises devem ser feitas com as diversas frutas.

Os resultados obtidos são específicos para cada variedade avaliada. De acordo com Najafi *et al* (2009) a sensibilidade dos microrganismos ao ozônio pode ser influenciada por vários fatores, incluindo espécies de culturas, umidade, localização de microorganismos nos alimentos, formas de frutas, interações entre diferentes parâmetros e outros.Daí a importância de se avaliar a técnica e seus efeitos na mangicultura. Para a conservação da manga, no entanto, não foram encontrados resultados com esta tecnologia na literatura consultada.

5.3 EXPERIMENTO II - PRIMEIRA ETAPA

Após a aplicação dos tratamentos, os frutos da manga “Palmer”, apresentavam as seguintes características, como mostra a Tabela 4.

Tabela 4 – Médias para parâmetros fisico-químicos de frutos inoculados com *Alternaria sp.* e tratados com ozônio (O_3), mistura curcuminóide e sem tratamento (Testemunha) durante o armazenamento

Parâmetro	**Dias após a inoculação**				
Índice DA	**0 dias**	**5 dias**	**10 dias**	**15 dias**	**20 dias**
Testemunha	2,33Aa	1,85ABb	1,79Ab	1,88Ab	1,59Ab
Ozônio	2,15 Aa	2,02Aab	1,88Aabc	1,71Abc	1,50Ac
Mistura Curcuminóide	2,15 Aa	1,54Bb	1,79Aab	1,60Ab	1,15Bc
Dms da coluna c = 1,033 **Dms da linha l** =0,91**Cv %** =8,94					
Firmeza	**0 dias**	**5 dias**	**10 dias**	**15 dias**	**20 dias**
Testemunha	88,78Aa	58,39Ab	38,60Ac	34,75Ac	15,07Ad
Ozônio	88,78Aa	66,58Ab	35,49Ac	35,53Ac	25,67Ac
Mistura Curcuminóide	88,78Aa	28,43Bb	38,78Ab	23,12Ab	24,45Ab
Dms da coluna c = 12,749 **Dms da linha l** = 9,52**Cv %** = 12,78					
Sólidos Solúveis (Brix°)	**0 dias**	**5 dias**	**10 dias**	**15 dias**	**20 dias**
Testemunha	6,17Ac	12,65Ab	13,75Aab	12,85Ab	15,70Aa
Ozônio	6,17Ac	11,63Ab	13,67Aab	12,70Aab	14,47Aa
Mistura Curcuminóide	6,17Ac	11,30Ab	11,70Ab	13,75Aab	14,40Aa
Dms da coluna c = 1,864 **Dms da linha l** = 1,578 **Cv %** = 6,73					
ATT (%a.c.)	**0 dias**	**5 dias**	**10 dias**	**15 dias**	**20 dias**
Testemunha	0,79Aa	0,19Ab	0,23Ab	0,18Ab	0,06Ab
Ozônio	0,80Aa	0,18Abc	0,36Ac	0,14Ab	0,07Ab
Curcuminóide	0,80Aa	0,29Abc	0,49Bc	0,14Ab	0,12Ab
Dms da coluna c = 0,1517 **Dms da linha l** = 0,1288**Cv %** = 19,09					
Ratio(SST/ATT)	**0 dias**	**5 dias**	**10 dias**	**15 dias**	**20 dias**
Testemunha	7,85Ac	90,80Ab	59,15Abc	70,94Abc	262,4Aa
Ozônio	7,88Ac	78,82Ab	38,36Abc	96,63Ab	203,7Ba
Mistura Curcuminóide	7,92Ac	40,29Abc	28,51Ac	96,99Aab	114,0Ca
Dms da coluna c = 14,112 **Dms da linha l** = 11,949 **Cv %** = 7,87					

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Após os tratamentos nos frutos da manga “Palmer”, a tabulação dos dados e o tratamento estatístico produziram uma tabela onde se mostrou o comportamento das diferentes variáveis durante o tempo de armazenamento, o que possibilitou verificar a eficiência dos métodos de ozonização e do revestimento natural.

5.3.1 Índice de Diferença de Absorbância /DA

O índice DA avaliou a diferença de absorbância de comprimentos de onda específicos relacionando-os à clorofila presente na casca do fruto.

Houve uma redução decrescente nos valores de DA a partir do 5°dia de armazenamento, por isso não houve diferença no armazenamento. Os frutos tratados com mistura curcuminóide tiveram valores mais baixo (1,15), diferente dos frutos tratados com ozônio (1,50) e da testemunha (1,59) que tiveram valores maiores no fim do armazenamento (20 dias). Apresentando diferença significativa entre os tratamentosao final da análise.

De forma geral, os frutos com tratamentos conservaram menos o teor de clorofila que aqueles não tratados, visto que quanto maior o índice, mais clorofila e consequentemente, mais coloração verde ele possui.

Comparando os tratamentos, a mistura curcuminóide foi menos eficiente que o ozônio, havendo diferença entre os dias e os tratamentos.

5.3.2 Firmeza /N

Os revestimentos comestíveis atuam na conservação da textura, na retenção de água evitando a desidratação nos frutos, reduzindo a taxa respiratória, auxiliando na conservação das características organolépticas dos frutos.

Os resultados encontrados para o parâmetro de textura na manga ‘Palmer’ tratadas com a mistura curcuminoide e ozônio são apresentados na Tabela 4 para o dia inicial de tratamento e até 20 dias de armazenamento.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos. Os frutos começaram a perder firmeza a partir do 5° dia. Porém observa-se que os valores dos frutos ozonizados se estabilizaram entre o 10° e o 15° dia, caindo no dia 20°. Já os valores dos frutos tratados com a mistura curcuminóide se estabilizaram entre os dias 15 e 20, obtendo valor de firmeza semelhante aos frutos ozonizados no final da

avaliação. Porém comparadas a testemunha, os frutos tratados, obteve valores melhores para a firmeza que os frutos sem tratamento, indicando que os frutos tratados tiveram uma conservação da firmeza melhor que os não tratados ao final da avaliação. Bonfim Neto (2016) tratou uvas Benitakas com quitosana (Q) e quitosana contendo nanoparticulas de curcumina (QC). Em seu estudo, as amostras com QC apresentaram melhor valor comparada com C (controle) e Q (quitosana), porém não houve diferença significativa entre os tratamentos.

A firmeza dos frutos é um fator importante na qualidade pós-colheita de alimentos *in natura* e que pode ser alterada não só por danos mecânicos, mas também pela atuação microbiológica.

De maneira análoga, os frutos tratados, tanto com a mistura curcuminóide, quanto com ozônio, apresentaram decréscimo significativo, obtiveram maior estabilidade e consequentemente maior tempo de prateleira, independente do tratamento aplicado.

5.3.3 Teor de sólidos solúveis /(SS)

Durante a senescência, vários processos ocorrem nos frutos. Um deles é a quebra do amido em açúcares redutores e consequentemente, o aumento no valor do Brix°,pode ser visto nas na Tabela 4.

Como pode ser observado, a partir do 5°dia de armazenamento, o Brix° subiu progressivamente entre todas as amostras. Porém os frutos tratados com C e com O_3, ficaram um grau Brix° menor que os não tratados (mistura curcuminnóide =14,40; ozônio = 14,47 e testemunha = 15,70) e ambos obtiveram valores semelhantes no 20° dia.

Pode-se aferir, que os frutos tratados com a mistura urcuminóide e com Ozônio apresentaram um pequeno retardo no processo de maturação nas frutas, se comparado aquelas sem tratamento.

De maneira geral, não houve diferença entre os tratamentos e no armazenamento, o que também foi constatado por De Paula (2016) com bananas tratadas com filmes e coberturas a base do resíduo de extração de corante de cúrcuma,onde obteve resultado semelhante.

5.3.4 Acidez total titulável por volumetria com indicador/ATT

Não houve diferença entre os tratamentos.Porém houve diferença entre os dias de armazenamento. Observou-se que a partir do 5°dia, os níveis de ATT ou teores de ácido cítrico contidos em determinada quantidade de amostra, diminuíram entre os tratamentos, aumentando no 10° dia e decrescendoa partir do 15° dia para ambos os tratamentos eapresentando diferenças significativas ao final das análises. Sendo que os frutos tratados com a mistura curcuminóide teve um valor final (0,12), maior que os tratados com o ozônio (0,7) seguidos pela Testemunha (0,6), mas apontando um decréscimo da acidez para ambos os tratamentos no 20°. Frutos tratados com curcuminóides mantiveram-se com níveis de acidez superior durante todo o ciclo, atingindo um mínimo de 0,12 g de ácido cítrico/mL de suco na última avaliação.

Entretanto, tanto os frutos tratados com Ozônio quanto com a Mistura Curcuminóide reduziram os níveis de ATT ao mínimo de 0,14 g de ácido cítrico/mL de suco já no 15° dia, ao passo que os frutos sem tratamento somente atingiram índice mínimo (0,07) por volta do 20° dia de avaliação. Os frutos sem tratamento mantiveram menores índices durante quase todo o período de avaliação, tendo uma queda brusca entre o 15° e 20° dia, o que sugere aceleração do processo de respiração do fruto em decorrência de uma maior velocidade de amadurecimento.

De Paula (2016) em sua pesquisa, também notou que a cobertura de farinha de cúrcuma em banana foi eficiente, reduziu o nível de acidez no 6° dia (pique climatério), onde houve um aumento da acidez dos frutos nos dois tratamentos , com valor máximo de 0,84% para os frutos sem cobertura e 0,76% para os frutos com cobertura. Havendo redução da acidez de 0,47 (controle) e 0,49% (com cobertura) no final do armazenamento.

Em comparação as frutas tratadas com ozônio, a mistura curcuminóide obteve maior eficiência em relação degradação da acidez.

5.3.5Rátio /R

Após a aplicação dos tratamentos nos frutos de manga, foi observada diferença significativa entre os tratamentos e no armazenamento. Como pode ser visto na tabela 4, a partir do 5°dia, os valores aumentaram, porém diminuindo no 10° dia e aumentando progressivamente a partir 15° dia em todas as amostras.

Entre os tratamentos, o valor dos frutos revestidos com a mistura curcuminóide (114,0) foi menor que os tratados com ozônio (203,7) e a testemunha (262,4) no 20° dia. Segundo Malgarim *et al*. (2007), quanto mais madura está a fruta maior a relação SST/ATT. Durante o armazenamento as frutas tratadas com a mistura curcuminóide também apresentaram valores menores que as frutas ozonizadas, retardando por mais tempo o processo de amadurecimento dos frutos.

5.3.6 Cor

Para o parâmetro cor da casca (Tabela 5) e da polpa dos frutos, foi mensurado através do método do colorímetro de bancada, sendo obtidos valores de reflectância para L – índice de luminosidade, a* – índice variando entre verde puro (-100) e amarelo puro (100), e b* – índice variando entre azul puro (-100) e vermelho puro (100), como pode ser observado na Tabela 5.

Tabela 5 – Médias para a cor da casca de frutos inoculados com *Alternaria sp.* e tratados com Ozônio (O_3), Curcuminóide ($C_{21}H_{20}O_6$) e sem tratamento (Testemunha) durante o armazenamento

Parâmetro	**Dias após a inoculação**				
L*	**0 dias**	**5 dias**	**10 dias**	**15 dias**	**20 dias**
Testemunha	52,2Aa	36,88Ab	35,65Abc	31,77Aabc	35,6Bac
Ozônio	52,0Aa	27,38Ab	38,33Ab	39,99Aab	47,7Ab
Mistura curcumi.	56,5Aa	27,64Ab	38,33Ab	37,44Ab	41,0ABb
Dms da coluna c = 5,031 **Dms da linha l** = 2,912**Cv %** = 10,20					
A	**0 dias**	**5 dias**	**10 dias**	**15 dias**	**20 dias**
Testemunha	6,43Ab	12,24Aab	7,99Aab	11,47Aab	19,1Aa
Ozônio	4,68Aa	4,58Aa	7,43Aa	13,83Aa	10,89 Aa
Mistura curcum.	12,10Aa	8,43Aa	19,63Aa	10,66Aa	8,68Aa
Dms da coluna c = 4,89 **Dms da linha l** = 4,148**Cv %** = 12,73					
B	**0 dias**	**5 dias**	**10 dias**	**15 dias**	**20 dias**
Testemunha	32,4Aa	18,46Aa	22,04Aa	28,75Aa	21,63Ba
Ozônio	29,3Aab	22,55Ab	26,12Aab	24,56Ab	39,7Aa
Mistura curcum.	30,0Aa	18,83Aa	19,12Aa	22,16Aa	32,34ABa
Dms da coluna c = 8,649 **Dms da linha l** = 7,323 **Cv %** = 12,22					

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a cor da casca, foi observado redução nos valores de L*em todos os tratamentos a partir do 5° dia e um aumento a partir do 10°dia, sendo que os valores das amostras tratadas com Ozônio atingiu um pico de (47,7), seguido das tratadas com a Mistura curcuminóide (41,0) e da Testemunha (35,6) com o menor valor

Para o índice a, não houve diferença significativa entre os tratamentos, porém foi percebido diferença durante o armazenamento. Pode-se notar uma redução dos valores de C e T a partir do 5° e um aumento a partir do 10° dia. Os valores de T tiveram oscilações durante o período, atingindo valor final de (19,1), seguido por O_3 (10,89) e C com o menor valor (8,68).

No índice b foi verificado uma redução dos valores em todas as amostras no 5° dia, aumentando progressivamente a partir do 10° dia, atingindo valores máximos de 32,34 para C, 39,7 (O_3) e 21,63 (T). O que indica intensificação significativa da cor amarela a partir do 10 dia analisado em relação ao controle.

Silva (2018) em sua pesquisa sobre a incorporação de curcumina e cristais de curcumina em revestimentos comestíveis em queijo parmesão, também percebeu uma redução na luminosidade L* e um aumento no parâmetro a*, denotando um aumento da coloração tendendo ao “vermelho” dos queijos nos três dias quando comparado ao controle.

Comparando os tratamentos, C obteve os menores valores, conservando por mais tempo as características de cor da casca.

Em relação a cor da polpa, no que se refere aos parâmetrosL*, a, e b, percebeu-se pouca ou nenhuma diferença entre os tratamentos (Tabela 6).

Tabela 6– Médias para a cor da polpa de frutos inoculados com *Alternaria sp.* e tratados com Ozônio (O_3), Curcuminóide ($C_{21}H_{20}O_6$)e sem tratamento (Testemunha) durante o armazenamento

Parâmetro	**Dias após a inoculação**				
L*	**0 dias**	**5 dias**	**10 dias**	**15 dias**	**20 dias**
Testemunha	58,4Aa	47,46Aab	43,15Ab	47,80Aab	57,25Aa
Ozônio	550,12Aab	49,99Aab	36,76Ab	46,11Aab	55,43Aa
Curcuminóide	50,03Aa	49,44Aa	45,14Aaa	49,37 Aa	55,31Aa
Dms da colunac = 8,094 **Dms da linha l** = 5,309**Cv %** = 11,95					
a	**0 dias**	**5 dias**	**10 dias**	**15 dias**	**20 dias**
Testemunha	10,86Aa	7,89Aab	1,88Ab	4,33Aab	3,35Aab
Ozônio	9,32Aa	6,90 Aa	2,05Aa	5,02Aa	4,84Aa
Curcuminóide	10,00Aa	3,47Ab	4,55Aab	5,22Aab	3,72Aab
Dms da coluna c = 3,328 **Dms da linha l** = 2,818**Cv %** = 27,66					
b	**0 dias**	**5 dias**	**10 dias**	**15 dias**	**20 dias**
Testemunha	30,48Ab	41,52Aab	27,13Ab	38,76Aab	48,2Aa
Ozônio	26,8Aa	37,91Aa	25,10Aa	40,22Aa	41,2Aa
Curcuminóide	340,03Aab	28,85Ab	25,41Ab	40,47Aab	47,5Aa
Dms da coluna c = 7,314**Dms da linha l** = 6,193 **Cv %** = 8,49					

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No índice L (luminosidade), Tabela 6, não houve diferença significativa nem entre tratamentos e nem no armazenamento. Foi percebido um decréscimo nos valores a partir do 5° dia e um aumento nos mesmos a partir do 15° para todas as amostras. Sendo que os valores de C (55,31) e O_3 (55,43) apresentaram médias estatisticamente idênticas ao final do 20° dia de avaliação e menores que T (57,25).

O índice a, não apresentou diferença entre os tratamentos, porém observou-se uma diminuição nos valores a partir do 5° dia armazenamento, um aumento no 15° dia e uma estabilização a partir do décimo 20° dia, sendo que O_3 obteve maior valor (4,84), seguido por C (3,72) e T (3,35) como observado na Tabela 6.

O índice b, não obteve diferença significativa entre os tratamentos, no entanto, observou-se uma oscilação entre os valores que aumentaram no 5° dia e diminuiram a partir do 10° dia, aumentando novamente a partir do dia 15° (Tabela 6). Sendo que O_3 obteve o menor valor (41,2), e C (47,5) e T (48,2) ao final do armazenamento.

Foi observado um aumento no incremento de amarelo e redução do verde para ambos os tratamentos.Lemes (2016)em sua pesquisa com soluções filmogênicas, também notou mudança de cor de uvas Benitaka recobertas com gelatina reticulada adicionada de nanopartículas contendo curcumina (GRN), o que para ela, está relacionado com a coloração das próprias nanopartículas de zeína contendo curcumina que apresentam forte coloração amarelada, alterando então a tonalidade da superfície das uvas tratadas.

Em seu trabalho com morangos exposto ao gás ozônio nas concentrações de 4, 9, 14 e 18 mg L^{-1}, durante o armazenamento, Alves (2017) também verificou aumento da diferença de cor à medida que se elevou o período de armazenamento, porém essa tendência foi menos acentuada nos morangos não ozonizados (testemunha), o que corrabora com esses resultados.

No entanto, os frutos tratados com ozônio mantiveram melhor os efeitos de um provável amadurecimento na coloração da polpa ao final da avaliação.

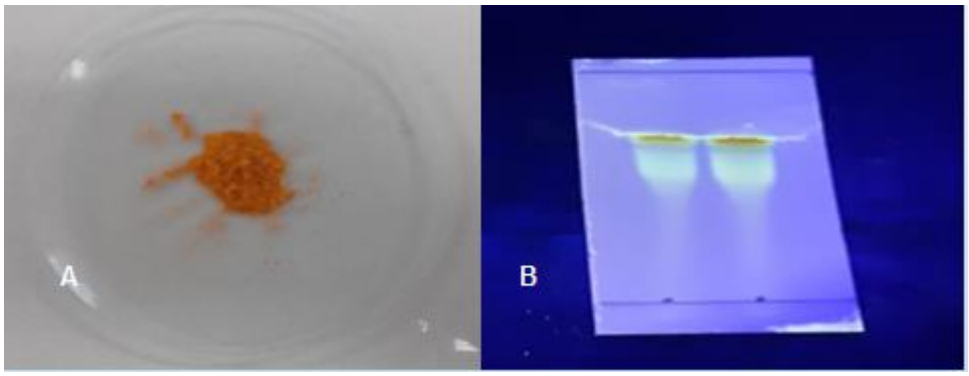
5.3.7 Extração dos curcuminóides

Após pesado, o rendimento dos curcuminóides foi de 0,3144g. A amostra resultante continha aproximadamente 3,18% do volume total da curcumina de extração.

5.3. 8 Caracterização dos curcuminóides

A Mistura curcuminóide se apresentou como um pó de coloração alaranjada, sendo de 3,8 % (m/m) o rendimento do processo. A Cromatografia em camada delgada (CCD) da Mistura curcuminóide é mostrada abaixo, onde esta foi realizada em solvente e revelada com anilina sulfúrica. Figura 15 são observados os cromatógrafos da curcumina revelados com vanilina sulfúrica.

Figura 15 – (A) Cristais da Mistura curcuminoide. (B) CCD da Mistura curcuminóide com fase móvel clorofórmio/etanol/ácido acético glacial e vanilina sulfúrica como revelador



Apesar do Rf (fator de retenção) não ter sido calculado na cromatografia em camada delgada, foi observado que a distancia percorrida pela a substância (ou distância percorrida pela a fase móvel) através das linhas marcadas nas placas, foram idênticas, obtendo linhas de chegada semelhantes, indicando que a temperatura de congelamento e descongelamento para a obtenção da curcumina, não modificou a estrutura da substância.

Resultado semelhante também foi conferido por Silva (2016), onde as imagens da espectroscopia revelaram que “as temperaturas de fusão da curcumina *in natura* e na forma de microcristais não apresentam diferenças, indicando que o procedimento não deve ter alterado a estrutura física da curcumina, ocorrendo apenas a redução do tamanho de suas partículas.

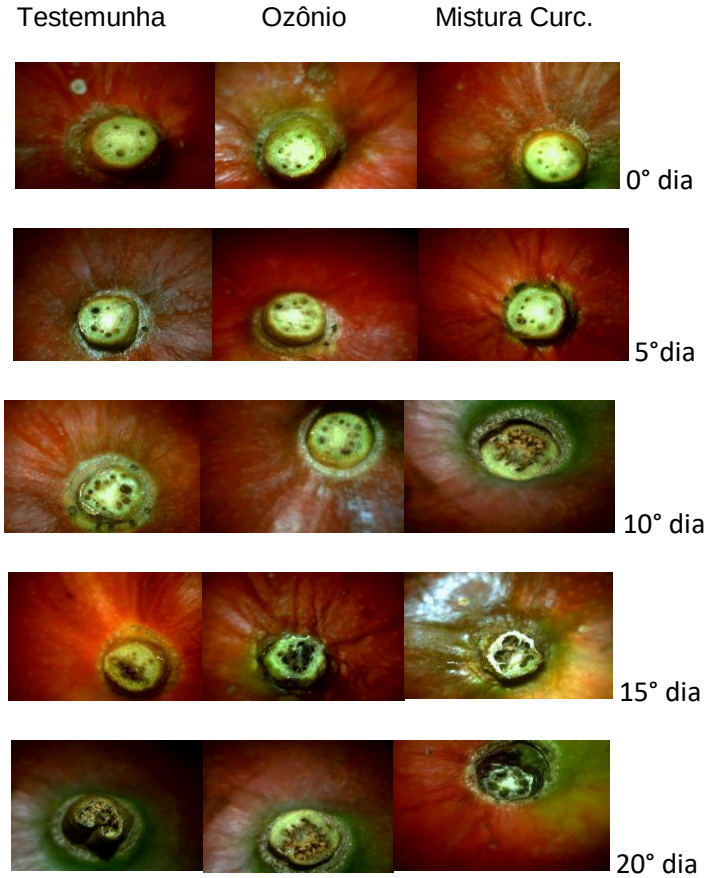
5.4 EXPERIMENTO II - SEGUNDA ETAPA

Propositalmente, as amostras de manga foram contaminadas como descrito anteriormente na primeira parte deste trabalho. A atividade antifúngica do sanitizante e do revestimento foi avaliada visualmente, por meio da inibição da germinação dos esporos durante o armazenamento.

Visualmente, foi verificado que o emprego da substância sanitizanteOzônio tanto do revestimento comestível Curcuminóide, propiciaram o retardo do crescimento fúngico quando comparados à testemunha.

A Figura 16 apresenta a evolução do comportamento dos fungos *Alternaria sp.*durante o período de armazenagem para os tratamentos avaliados.

Figura 16 – Evolução do comportamento externo de fungos do gênero *Alternaria sp.* em frutos de manga submetidos a três tratamentos (Testemunha, Ozônio e Curcuminóides) durante 20 dias de armazenamento



Foi possível observaro avanço pleno dos fungos a partir do 5° dia, mais notadamente para a testemunha e em menor grau para o tratamento com Ozônio, que assim permaneceu até o 15° dia. Percebeu-se que nos frutos tratados com Ozônio, a penetração do fungo no interior da fruta ocorreu em menor intensidade se comparada à testemunha e as amostras tratadas com a Mistura curcuminóide neste período.

No 20° dia de avaliação, os frutos tratados apresentaram menor desenvolvimento microbiológico no pendúnculo em comparação com os frutos sem tratamento.

Silva (2009) verificou em seu estudo sobre avaliação do efeito *in vitro* dos compostos de plantas sobre o crescimento micelial de *C. gloeosporioide s*utilizando extrato aquoso de diversas plantas, entre elas o açafrão da índia (*Curcuma longa* L.*)*; não foram eficientes sobre o crescimento do patógeno. Mas foi observado que o hidrolato e o óleo essencial obtidos da mesma planta tiveram efeitos diferentes, isso pode ser decorrente da baixa concentração do(s) principio(s) ativo(s) nos hidrolato sem relação à concentração dos mesmos no óleo essencial, ou à falta de algum(s) princípio(s) ativo(s) que não seja solúvel em água.

Entretanto, foi notado que a penetração do fungo se concentrou mais evidente no pendúnculo e que internamente, os frutos tratados não apresentaram desenvolvimento microbiológico efetivo, como foi notado nas testemunhas. O que indica que poderia conseguir resultados melhores se tivesse testado outras concentrações ou períodos de exposição dos frutos as substâncias, como observado por outros autores.

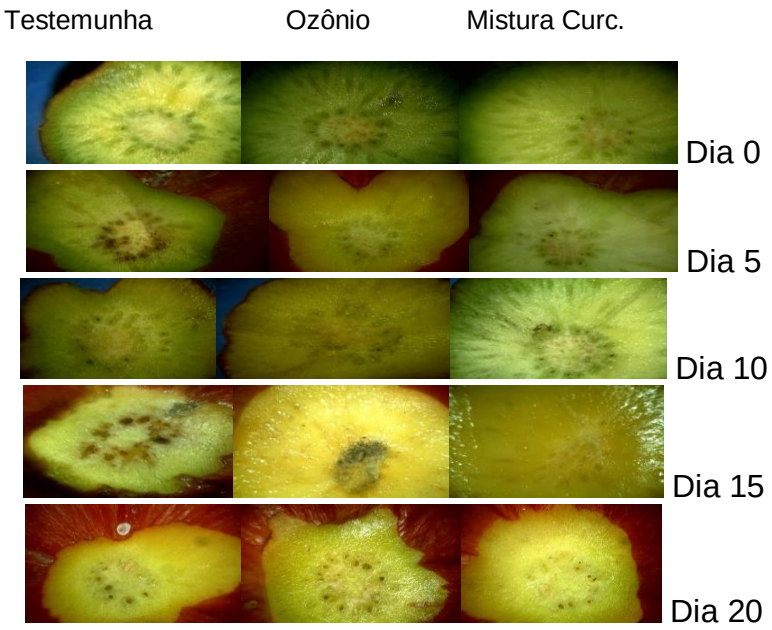
Ao esporular a cutícula do mamão com *Colletrotrichum sp,* causador da antracnose, Costa (2012) percebeu que o controle da doença pelo ozônio solubilizado na água não dependia apenas da concentração da substância, mas também do tempo de exposição.

Peña et,. al (2006) conseguiu controlar a pinta preta do tomateiro causado por *Alternaria solani* como extratos de cúrcuma a 10 e 15% não autoclavados, os quais inibiram em 38,2% e 23,2%, respectivamente, o crescimento micelial e 71,7% e 87%, respectivamente, a esporulação do fungo. Já a Mistura curcuminoide inibiu o crescimento micelial em 29,5% na maior concentração testada (400 mgL^{-1}), sem, contudo, afetar a esporulação e a germinação de esporos *in vitro*.

Salienta-se que, devido às condições ideais fornecidas aos fungos de*Alternaria*no início do experimento, analogamente descritas na segunda parte do experimento I, houve surgimento dos fungos na região externa em todos os frutos, tratados e não tratados.

Entretanto, pôde-se notar a eficiência dos tratamentos através das imagens da parte interna dos frutos (Figura 17), que mostram a força inibitória do sanitizante e do revestimento à penetração de *Alternaria sp*. nos frutas.

Figura 17 – Evolução do comportamento interno de fungos do gênero *Alternaria sp.* em frutos de manga submetidos a três tratamentos (Testemunha, Ozônio e Curcuminóides) durante 20 dias de armazenamento.



De acordo com Bitencourt (2013) a atividade antimicrobriana da cúrcuma se deve a quantidade de compostos fenólicos presentes no extrato e no óleo da planta. Estes compostos ativos podem atuar rompendo a membrana microbiana. O tipo de efeito apresentado pela curcumina depende, em parte, da via de administração (SANTIAGO, 2015).

A penetração através dos vasos se deu em maior quantidade para frutos não tratados, seguidos dos frutos tratados com ozônio. Foi menos invasiva nos frutos tratados com a mistura curcuminóide.

Silva (2016) em sua pesquisa com cenouras minimamente processadas, onde se utilizou nano partículas de curcumina e aplicação de microcristais de curcumina em revestimento comestível, também observou uma redução significativa de microrganismos em todos os tempos de armazenamento (0,5,10 e 15) em relação ao controle, na adição dos microcristais de curcumina. No grupo mesófilos, houve redução de 62% dos microrganismos até o 15°dia. Nos psicotróficos, a redução foi menor, em torno de 36% (0,2 ciclo logarítmico) no mesmo tempo, e nos coliformes totais, houve uma redução de 76% (0,6 ciclo logarítimico) no dia 15.

No que se refere aos tratamentos utilizando películas comestíveis, óleos puros e essenciais e extratos de plantas vários trabalhos mostraram a eficiência dessas substâncias. No estudo de Cruz*et al*. (2012) mangas tratadas com o uso dos óleos essenciais de plantas, *L. sidoides* e *P. aducum*, revestimentos à base de dextrina e cera de carnaúba e suas misturas, apresentaram menor desenvolvimento de lesões (1,55 mm), óleos de *Lippiasidoides* Cham e *Piper aduncum* L., associados ou não aos revestimentos de cera de carnaúba e dextrina foram utilizados para o controle da podridão penduncular causadas por *L.theobromae* e *B.dothydea*, em manga cv.Kent apresentando resultados favoráveis para o uso de substâncias naturais para o controle de doenças pós-colheita em manga

6 CONCLUSÕES

Experimento I: O método de conservação dos frutos por ozonização se mostrou eficiente quando comparado aos frutos não-tratados, além de apresentar melhores valores durante a avaliação.

A aplicação de dióxido de cloro se mostrou mais eficiente para dosagens iguais a 8ppm.

A aplicação de ozônio inibiu satisfatoriamente o processo de penetração de fungos do gênero *Alternaria sp*. no interior dos frutos.

O tratamento com dióxido de cloro, apresentou eficiência significativa no controle da penetração de fungos do gênero *Alternaria sp*. no interior dos frutos, porém com menor eficácia que o tratamento com ozônio.

Experimento II: O método de conservação das frutas com a mistura curcuminóide se mostrou eficiente quando comparado aos frutos sem tratamento, além de apresentar valores semelhantes ao ozônio durante a avaliação. Ambos os tratamentos inibiram satisfatoriamente a penetração do fungo do gênero *Alternaria sp* não apresentando diferença significativas.

Esta é uma pesquisa inédita visto que nada semelhante foi encontrado na literatura, usando a mistura curcuminóide como revestimento e antifúngico em manga Palmer. Diante dos resultados mostrados é necessário um estudo empregando a cúrcuma na forma como ela é comercializada, o que tornaria o seu emprego em larga escala.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. **Farmacopéia Brasileira**.2010.545p.Disponível: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33832/260079/5%C2%AA+edi%C3%A7%C3%A3o+2010-+Volume+1/4c530f86-fe83-4c4a-b907-6a96b5c2d2fc>. Acesso em 18 de dezembro de 2018.

AGROSTAT – Estatísticas de Comercio Exterior do Agronegócio Brasileiro. **Indicadores Gerais Agrostat.** 2019. Disponível em <http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>. Acesso em 18 de julho de 2019.

ALENCAR, E.R et al., 2014.**Qualidade pós-colheita de banana cv. "nanicão" ozonizada**. Revista Ciência Agronômica, v. 44, n. 1, p. 107-114, jan-mar, 2014. Disponível: <http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/1076/779> Acesso em: 26 mar. 2017.

ALEXOPOULOS et al,.**Evaluation of ozone efficacy on the reduction of microbial population of fresh cutlettuce (Lactuca sativa) and green bell pepper (Capsicum annuum).**FoodControl 30 (2013) 491-496. Disponível em: < https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713512005051#bib22> Acesso em: 11/08/ 2018.

ALVES, Elícia Trindade. **Óleos essenciais e película à base de fécula de mandioca no controle da antracnose em manga.** Dissertação (mestrado acadêmico) – Universidade Federal de Lavras. Lavras: UFLA, 2015. 89 p.: il., 2015.

ALVES, Hanna. 2017. **Qualidade microbiológica e físico-química de morango (*Fragaria x ananassa*Duch) exposto ao gás ozônio durante o armazenamento.**

ALVES, Hanna. **Qualidade microbiológica e físico-química de morango (Fragaria x ananassaduch) exposto ao gás ozônio durante o armazenamento**. Dissertação. Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2017. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/23150> Acesso em: 02/03/2019.

ANDRADE-CUVI, M.; GUIJARRO-FUERTES, M.; JARA-GÓMEZ, S.; NARVÁEZ-LÓPEZ, P.; MORENO-GUERRERO, C. Y.; CONCELLÓN, A. Efecto Del tratamiento

con ozono gaseoso sobre localidad fisicoquímica y capacidad antioxidante de naranjilla (Solanumquitoense Lam). **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**. v. 19 n., 2, 2018.

ARAÚJO, J. L. P. **Mercado, custos e rentabilidade**. In: O cultivo da Mangueira. EMBRAPA. Sistemas de Produção, 2ª edição ISSN 1807-0027, Versão Eletrônica, 2010.

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

AZERÊDO, Luan Pedro Melo et,al. **Qualidade de manga 'Tommy Atkins' da produção integrada recoberta com fécula de mandioca associada a óleos essenciais e quitosana.** Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v.38, n. 1. 141-150, Fevereiro 2016.

BALBI-PEÑA[I]; María I. et al. **Controle de *Alternaria solani* em tomateiro por extratos de *Curcuma longa* e curcumina - I. avaliação *in vitro.*** Fitopatol. bras. vol.31 no.3 Brasília May/June 2006.Disponivel : <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-41582006000300012> Acesso em: 05/03/2019.

BESSA, R. A et al. **Filmes de amido e de amido/zeólita aplicados no recobrimento e conservação de goiaba (Psidiumguajava)**. Revista Virtual de Química, v. 7, n. 6, p. 2190-2201, 2015.

BITENCOURT, Camila Marques. **Desenvolvimento e aplicação de filmes à base de gelatina aditivados com extrato etanólico de cúrcuma (Cúrcuma longa L.)** Dissertação de Mestrado (M) - Universidade de São Paulo/Faculdade de Zootrecnia e Engenharia de Alimentos, 2013.

BITENCOURT, Camila Marques. **Desenvolvimento e aplicação de filmes à base de gelatina aditivados com extrato etanólico de cúrcuma.** Dissertação Universidade de São Paulo/Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Pirassununga,2013.Disponível: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74132/tde-23052013-114406/publico/ME7487368COR.pdf>. Acesso em:14/04/2019.

BONFIM NETO, A. O. **Avaliação de coberturas comestíveis à base de quitosana e curcumina na qualidade pó-colheita de uvas benitaka**. 2016. 43 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016.

CAJAMARCA, S. M. N. **Ozonização como método alternativo na conservação de morango produzido em sistema orgânico.**102 f. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília, 2015.

CECILIO FILHO, A. B.; SOUZA, R. J. de; BRAZ, L. T.; TAVARES, M. Cúrcuma: Planta medicinal, condimentar e de outros usos potenciais.**Ciência Rural**, v. 30, n. 1, p. 171-177, 2000.

COELHO, Caroline C. de S. et, al. **Ozonização como tecnologia pós-colheita na conservação de frutas e hortaliças: Uma revisão**. ISSN 1807-1929. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.19, n.4, p.369–375, 2015. Campina Grande, PB, UAEA/UFCG – Disponível em:<http://www.agriambi.com.br> Acesso em: 14/08/2018.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DO VALE DO SÃO FRANCISCO - CODEVASF. **Safra e Exportação de Manga.** Disponível em <https://www.codevasf.gov.br/noticias/2014/safra-e-exportacao-de-manga-em-projetos-da-codevasf-devem-crescer-20-neste-ano>. Acesso em 26 de janeiro de 2019.

COSTA, André Rodrigues da. **Ozônio como agente fungicida na pós-colheita do mamão (Caricapapaya L.)**. Dissertação de Mestrado (M) - Universidade de Viçosa, 2012.

COSTA, J. G.; SANTOS, C. A. F.; **Manga: Cultivares.** In: O cultivo da Mangueira. EMBRAPA. Sistemas de Produção, 2ª edição ISSN 1807-0027, Versão Eletrônica, 2010.

CRUZ, Marcelo de Menezes; LINS, Severina R. de O; OLIVEIRA, S.M.A; BARBOSA, M.A.G. **Efeito de óleos essenciais e revestimetos comestíveis sobre podridões pós-colheita em manga, CV.Kent**. Revista Caatinga, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 1-6, mar-jun., 2012.

CRUZ, Marcelo Menezes et al.,**. Efeito dos compostos naturais bioativos na conservação pós-colheita de frutos de mangueira CV.Tommy Atkins.** Ciênc. agrotec., Lavras, v. 34, n. 2, p. 428-433, mar./abr., 2010.

CUSTÓDIO, H. N. **Estudo do processo de extração das frações volátil e fixa de oleorresina de cúrcuma (*Cúrcuma longa* L)**. *Dissertação de Mestrado* (M) - Universidade Federal de Goiás/Escola de Agronomia, 2014.

DE PAULA, Roberta Lopes. **Filmes e coberturas a base do resíduo de da extração de corante de cúrcuma.** Dissertação. Universidade de São Paulo/Faculdade de Filosofia,Ciências e Letras de Ribeirão Preto. Ribeirão Preto, 2016.Disponivel: **<**file:///C:/Users/Jailson/Downloads/Dissertacao_versaocorrigida.pdf**>**Acesso em:14/04/2019.

DE PAULA, Roberta Lopes. **Filmes e Coberturas a base do resíduo da extração de corante de cúrcuma**. Dissertação de Mestrado (M) - Universidade de São Paulo/Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, 2016.

Dissertação de Mestrado (M) - Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2017.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRONOMIA 'LUIZ DE QUEIROZ' – ESALQ.MarkEsalq - **Boletim Mark Esalq - Informativo: Manga.**2016. Ano 4, nº16 Abr, ISSN 2318-9819. Disponível em<http://markesalq.com.br/wp-content/uploads/2016/01/markesalq-boletim-manga.pdf>. Acesso em 26 de janeiro de 2019.

Farmacopéia Brasileira. 2010. Disponível: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33832/260079/5%C2%AA+edi%C3%A7%C3%A3o+2010-+Volume+1/4c530f86-fe83-4c4a-b907-6a96b5c2d2fc

GALLI, J. A.; MICHELOTT, M. D.; SILVEIRA, L. C. P.; MARTINS, A. L. M.; Qualidade de mangas cultivadas no estado de São Paulo**. Bragantia.** v.67, n.3, p.791-797, 2008.

GONÇALVES,Gisele Mara Silva et, al. **Use of *Curcuma longa* in cosmetics: extraction of curcuminoid pigments, development of formulations, and *in vitro* skin permeation studies.** BrazilianJournalofPharmaceuticalSciences vol. 50, n. 4, oct./dec., 2014.

HELENO, F. F. Ozonização: **Uma estratégia para remoção de resíduos de agrotóxicos em alimentos.** 2013. 86 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, 2013.

HOJO, E. T. D.; ABREU, C. M. P.; ASMAR, S. A.; HOJO, R. H.; CÔRREA, A. D.; VILAS BOAS, E. V. B.; Avaliação da qualidade de manga 'Palmer' tratada com 1-metilciclopropeno e armazenada sob refrigeração e condição ambiente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 1, p. 028-038, 2009.

HOLTZ,Selma Garcia 2006. **Aplicação de ozônio e de revestimentos comestíveis em morangos (Fragaria ananassa Duch.) minimamente processados.**Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, 2006

.Disponível em:<https://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/5337/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 04/07/2018.

HOWARD, R.J. et al. **Diseases and Pests of Vegetable Crops in Canada: An Illustrated Compendium**. Canadian Phytopathological Society and Entomological Society of Canada.M.O.M. PrintingLtd., 554p. 1994.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. **IBGE Estados – Lavoura permanente**. Disponível em < http://www.ibge.gov.br/estadosat/>. Acesso em: 06 de junho de 2019.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4ª Edição 1ª Edição Digital. São Paulo, 2008.1020p.

INSTITUTO BRASILEIRO DA FRUTA - IBRAF. **Comparativo das Exportações Brasileiras de Frutas Frescas.** 2009. Disponível em<http://www.ibraf.org.br/estatisticas/Exporta%C3%A7%C3%A3o/%20Comparativo%20Exportacoes%20Brasileiras2008-2007.pdf>. Acesso em 26 de Janeiro de 2019.

JACQUES, A.C et, al. **Sanitização com produto à Base de Cloro e com Ozônio: Efeito Sobre Compostos Bioativos de Amora-preta (rubusfruticosus) cv. Tupy.** Rev. Ceres, Viçosa, v. 62, n.6, p. 507-515, nov-dez, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rceres/v62n6/2177-3491-rceres-62-06-00507.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2017.

LEMES, Gislaine Franco. **Caracterização reológica de soluções filmogênicas e sua aplicação na qualidade pós-colheita de uvas** . Dissertação de Mestrado (M) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016. Disponível em<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2186/1/CM_PPGTA_M_Lemes%2C%20Gislaine%20Franco_2016.pdf>. Acesso em: 21 de Fevereiro de 2019.

LEMES, Gislaine Franco. **Caracterização reológica de soluções filmogênicas e sua aplicação na qualidade pós-colheita de uvas**. Dissertação. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos.CampoMourão,2016.Disponível: <http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/2186/1/CM_PPGTA_M_Lemes%2c%20Gislaine%20Franco_2016.pdf>. Acesso em: 02/03/2019.

LI, Y.; ZHANG, T. Targeting cancer stem cells by curcumin and clinical applications.**Cancer Letters**, v. 346, n. 2, p. 197–205, 2014.Disponível em:

<https://sci-hub.tw/https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030438351400038X?via%3Dihub >. Acesso em 15 de janeiro de 2019.

MAGALHÃES, A.F.J.; BORGES, A.L. Calagem e adubação. In: MATOS, A.P. de (Org). **Manga: produção: aspectos técnicos.** Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000.

MAIA, Sandra Ribeiro; FERREIRA, Ana Cristina; ABREU, Luiz Ronaldo. Uso do açafrão (Curcuma longa L.) na redução da Escherichia coli (ATCC 25922) e Enterobacteraerogenes (ATCC 13048) em ricota 1**.The use ofturmeric in thereductionof Escherichia coli (ATCC 25922) and Enterobacteraerogenes (ATCC 13048) in ricota. Disponivel em: <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v28n2/a16.pdf> Acesso em:14/04/2019.**

MALGARIM, M.B *et al*. Estádio de maturação e variação da temperatura na qualidade pós-colheita de ameixas cv. Reubennel. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 13, n. 1, p. 61-67, 2007.

MEGALE, J. **Influência do estádio de maturação e da condição de armazenagem em parâmetros sensoriais, químicos e microbiológicos de manga, cultivar Palmer, semi-processada.** 2016. 98 f.Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, 2002.

MONACO, K. A. **Influência da sanitização e do armazenamento nos compostos bioativos de manga 'palmer' *in natura* e processada.**129 f. Tese (Doutorado). Faculdade de ciências agronômicas. Universidade Estadual Paulista, 2015.

NAJAFI, Mohammad B. Habibi et al. **Efficacy of ozone to reduce microbial populations in date fruits.**Food Control 20 (2009) 27–30. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095671350800039X> Acesso em: 10/07/ 2018.**NARGES,Baghietal.**Dendrosomal nanocurcumin and exogenous p53 can act synergistically to elicit anticancer effects on breast cancer cells**.Gene. Volume 5 September 2018, Pages 55-62.Disponível em:< https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378111918305080?via%3Dihub> Acesso em: 14/08/ 2018.**

NETO, Abdon Bonfim. **Avaliação de coberturas comestíveis à base de quitosana e curcumina na qualidade pó-colheita de uvas benitaka**. Campo Mourão:2016. Disponível em: Acesso em 12 de dezembro de 2018.

NUNES, M H O. **Conservação de fatias de mangas utilizando técnicas combinadas: desidratação osmótica e congelamento**. Faculdade de Engenharia Elétrica, UNICAMP. 1997.

OLIVEIRA, E. S.; VIANA, F. M. P.; MARTINS, M. V. V. Alternativas a fungicidas sintéticos no controle da antracnose da banana. **Summa Phytopathol.,** v. 42, n. 4, p. 340-350, 2016.

PEÑA, Maria I. Balbi et, al. Controle de Alternaria solani em Tomateiro por Extratos de Curcuma longa e Curcumina - II. Avaliação in vivo. **Fitopatol. bras. vol.31 no.4 Brasília July/Aug. 2006. Disponível em:<http://www.scielo.br/pdf/fb/v31n4/12.pdf> Acesso em: 14/08/ 2018**

PEREIRA, M. C. T.; NIETSCHE, S.; MAIA, V.; KORNDORFER, G. Influence of silicon fertilization on 'Palmer' mango tree cultivation.**Acta horticulturae**.2015.

PÉRET-ALMEIDA, L.; CHERUBINO, A. P. F.; ALVES, R.J.; GLÓRIA, M. B. A. Separation and determination of the physico-chemical characteristics of curcumin, demethoxycurcumin and bisdemethoxycurcumin. **Food Research International**, Barking,v.38,p.1039-1044,2005.Disponível: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996905001146>Acessoem: 09/08 ago. 2018.

PINTO, C. A. Q.; MATOS, A. P.; CUNHA, G. A. P.**Manga: Variedades.** Produção: aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000.63p.

ROCHA, A. C.; PAGLIUCA, L. G.; E JULIÃO, L. Manga. **Hortifruti Brasil.** Esalq – Campinas. p. 31, 2016.

RODGERS et al., 2004.RODGERS, S. L.; CASH, J. N.; SIDDIQ, M.; RYSER, E. T.**A comparison of different chemical sanitizers for inactivating Escherichia coli O157:H7 and Listeria monocytogenes in solution and on apples, lettuce, strawberries, and cantaloupe**. Journal of Food Protection, Des Moines, v. 667, p.721-731, 2004.

SABIO, R. P.; PAGLIUCA, L. G.; JULIÃO, L.; DELEO, J. P. B.; BOTEON, M. Anuário – Retrospectiva 2015 &Perspectiva 2016. **Hortifruti Brasil.** Esalq – Campinas. p 12-16, 2016.

SANTIAGO, Vitor Suethet,al. Curcumina: o pó dourado do açafrão da terra: introspecções sobre química e atividades biológicas. *Quim. Nova,* Vol. 38, No. 4, 538-552, 2015.

SCALON, Silvana de Paula Quintão **et. al, 2012. Conservação pós-colheita de guavira (Campomanesia adamantium Camb.) sob diferentes revestimentos e temperaturas de armazenamento**. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 34, n. 4, p.1022-1029,Dezembro 2012.Disponível:< http://www.scielo.br/pdf/rbf/v34n4/08.pdf> Acesso em: 14/08/ 2018

SCHWAN-ESTRADA et al. **Uso de extratos vegetais no controle de fungos fitopatógenos**. Revista Floresta, p 129-137, 2000. Disponível em:<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/viewFile/2361/1973> Acesso em: 10/09/ 2018.

SILVA & CORREIA, 2004. **O cultivo da manga no Brasil e no semi-árido nordestino**. A importância econômica e social da mangueira na região semi-árida. Organização e coordenação setorial**.**Cultivo da mangueira. Socioeconomia.Embrapa Semiárido.Julho/2004.Disponível:<http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/sistema_producao/spmanga/socioeconomia.htm> Acesso em: 10/09/ 2018.

SILVA et al., 2014. Silva, F. A. S. (2014). **Assistat Software: Assistência Estatística**. Versão 7.7 beta.

SILVA, A. C da; SALES, N. de L. P.; ARAÚJO, A. V.; CALDEIRA JÚNIOR, C. F. Comunicação: Efeito *in vitro* de compostos de plantas sobre o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. Isolado de maracujazeiro. **Ciência e agrotecnologia**, v. 33, Edição Especial, p. 1853-1860, 2009.

SILVA, A. C. da. **Avaliação da atividade antimicrobiana de nanopartículas de curcumina e aplicação de microcristais de curcumina em cenoura minimamente processada**. 2016. 46 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016.

SILVA, André Costa da et.,al. Comunicação: **Efeito *in vitro de compostos de plantas sobre o fungo Colletotrichumgloeosporioides* Penz. Isolado de maracujazeiro**. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 33, Edição Especial, p. 1853 -1860, 2009. Disponível em: Acesso em 20 de Janeiro de 2019.

SILVA, M. N. da. **Incorporação de curcumina e cristais de curcumina em revestimento comestível à base de hidroxipropilmetilcelulose (hpmc).** 2018. 77 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2018.

SILVA, Neusely da. (*et al*). **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 5ª ed. – São Paulo : Blucher, 2017.

SIMÕES, Rodrigo de Oliveira. Processo **de ozonização como tecnologia pós-colheita na conservação de goiabas 'Pedro Sato'**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, 2012. Disponível em:<https://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/725/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 10/08/ 2018.

SREBERNICH, S. M. Utilização do dióxido de cloro e do ácido peracético como substitutos do hipoclorito de sódio na sanitização do cheiro-verde minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n. 4, p. 744-750. 2008.

TERAO, D.; OLIVEIRA, S. A.; VIANA, F. M. P.; GONDIM, D. F. Refrigeração associada à sanitização no controle integrado da podridão em melão. **Revista Caatinga,** v.20,n.3, p.121-128, 2007.

TRAN, T. T. L.; AIMLA-OR S.; SRILAONG, V; JITAREERAT, P.; WONGS-AREE, C.; UTHAIRATANAKIJ, A.; Fumigation with Ozone to Extend the Storage Life of Mango Fruit cv Nam D Dok. **Agricultural Science Journal,** 2013.

TRIGO, J. M et, al.**Efeito de revestimentos comestíveis na conservação de mamões minimamente processados**. Brazilian Journal of Food Technology, Campinas, v.15 n. 2, p. 125-133, 2012. Disponível:<http://dx.doi. org/10.1590/S1981-67232012005000005> Acesso em: 02/03/2019.

TZORTZAKIS, N et al. **Impactoflow-levelatmospheric ozone-enrichmentonblack spot and anthracnose rotoftomato fruit.** Postharvest Biology and Technology, v.47, p.1-9, 2008.

YOUNG, M. **Effect of bentonite/potassium sorbate coatings on the quality of mangos in storage at ambient temperature**. Journal of Food Engineering, v. 137, p. 16-22, 2014.