



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRONOMIA**

DISSERTAÇÃO

**REVESTIMENTOS À BASE DE CARBOIDRATOS PARA
CONSERVAÇÃO DA MANGA ‘TOMMY ATKINS’**

CLAUDIANA DOS SANTOS VÉRAS

2017



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



REVESTIMENTOS À BASE DE CARBOIDRATOS PARA
CONSERVAÇÃO DA MANGA ‘TOMMY ATKINS’

CLAUDIANA DOS SANTOS VÉRAS

Sob a orientação da Professora

Maria Auxiliadora Coêlho de Lima

e Co-orientação da Professora

Silvanda de Melo Silva

Dissertação submetida como requisito
para obtenção do grau de **Mestre em
Agronomia**, no Programa de Pós-
Graduação em Agronomia.

Areia, PB

Abril de 2017

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

V476r Vêras, Claudiana dos Santos.
Revestimentos à base de carboidratos para conservação
da manga 'Tommy Atkins' / Claudiana dos Santos Vêras. -
João Pessoa, 2017.
106 f.: il. -

Orientadora: Maria Auxiliadora Coêlho de Lima.
Coorientadora: Silvanda de Melo Silva.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCA

1. Manga (fruta). 2. Manga - Conservação.
3. Revestimentos Biodegradáveis. 4. Manga Tommy –
Qualidade e armazenamento. I. Título.

UFPB/BC

CDU: 634.441(043)

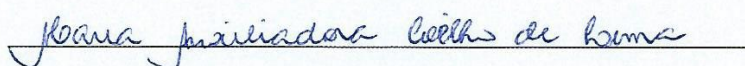
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

REVESTIMENTOS À BASE DE CARBOIDRATOS PARA
CONSERVAÇÃO DA MANGA 'TOMMY ATKINS'

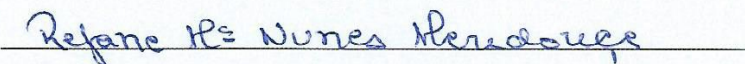
CLAUDIANA DOS SANTOS VÉRAS

Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE em
AGRONOMIA (Agricultura Tropical) pela comissão Examinadora:



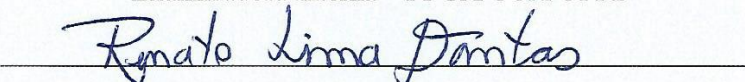
Prof^a Maria Auxiliadora Coêlho de Lima, D.Sc.

Orientadora - Embrapa Semiárido/ PPGA-CCA-UEPB



Prof^a. Rejane Maria Nunes Mendonça, D.Sc.

Examinadora Interna – PPGA/CCA/UEPB



Pesq. Renato Lima Dantas, D.Sc.

Examinador Externo - PNPd/CAPES/PPGA

Data da realização: 25 de abril de 2017.

Presidente da Comissão Examinadora

Dra. Maria Auxiliadora Coêlho de Lima

Orientadora

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha mãe, Maria Luciene A. dos Santos, que é e sempre foi uma guerreira e sempre me deu força para continuar lutando pelos meus sonhos; à minha irmã, Ada Vêras Lemos; ao meu noivo, Joelson G. F. da Silva, que sempre esteve ao meu lado, incentivando-me, apoiando-me e dando suporte para concluir meu trabalho.

À professora Silvanda de Melo Silva, que me acolheu e me deu todo apoio no Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-colheita, e à professora Maria Auxiliadora Coêlho de Lima, que me deu todo suporte na Embrapa Semiárido–PE, para executar minhas atividades, sendo sempre atenciosa e prestativa comigo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, primeiramente, por me dar força, determinação, sustentação e foco para iniciar e concluir minhas atividades e sem ele não poderia ter feito nada.

À miha mãe Luciene, que, se não fosse por ela, não chegaria onde cheguei, agradeço pelo apoio incondicional que ela me proporciona; e à minha irmã, Ada; meu cunhado, Lucas Lemos; e minha tia, Lourdes.

Ao meu noivo, Joelson, que sempre me apoiou, ouviu, deu-me força e esteve ao meu lado em toda essa trajetória, estendendo-me o ombro sempre que precisei.

Agradeço aos colegas e amigos que fiz durante estes dois anos de mestrado, do PPGA (Programa de Pós-Graduação em Agronomia) e a toda a equipe do Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-colheita.

Em especial, agradeço aos amigos que levarei no coração, Antonia, Janailma e Assys, que estiveram ao meu lado desde o início e me ajudaram não só nas atividades, mas também por sua amizade e carinho durante as horas que mais precisei. A Renato e Ana Dantas, que são um lindo e especial casal, com enorme coração e sempre que precisei me estenderam a mão sempre com sorriso no rosto, compartilhando sua experiência.

Agradeço à equipe do Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita da Embrapa Semiárido, em Petrolina, que me acolheu e fez parte de bons momentos de minha vida; em especial, a Nêmora, Débora e Eugênio, amigos que fiz e que agradeço por tudo que fizeram por mim, estando sempre ao meu lado nos dias bons e ruins e me ajudando nas minhas atividades.

À professora Silvanda de Melo Silva, que sempre me ouviu e direcionou para realizar minhas atividades, incentivando-me e dando força para crescer profissionalmente.

À professora Maria Auxiliadora Coêlho de Lima, que esteve ao meu lado durante todo o período do meu experimento, agradeço pela confiança e apoio durante minha estadia em Petrolina e durante o término de minha dissertação, sua ajuda foi essencial para concluí-lo.

Aos meus companheiros da minha caminhada no mestrado e de estudo, Ana Jéssica, Antonia, Janailma, Assys, Samuel, Patrícia, Otilia, Denise, Aline, Mercês e Alian.

Deixo aqui meu agradecimento!

*O Senhor é a minha força e o meu escudo;
nele o meu coração confia, e dele recebo ajuda.*

*Meu coração exulta de alegria,
e com o meu cântico lhe darei graças.*

(Salmos 28:7)

VÉRAS, C. V. **Revestimentos à base de carboidratos para conservação da manga ‘Tommy Atkins’**. 2017. 106 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal da Paraíba.

RESUMO

O Brasil é um grande exportador de frutas, incluindo a manga (*Magifera indica* L.). A manga é uma espécie de grande importância socioeconômica, cultivada em mais de noventa países. Os países que mais a importam manga são Estados Unidos, Japão e países europeus. Com o intuito de chegarem com a qualidade a estes mercados, é primordial a utilização de tecnologias adequadas. Existem várias técnicas de preservação de alimentos que podem amenizar e estender o período de armazenamento pós-colheita como: secagem, desidratação, refrigeração, atmosfera modificada, filmes comestíveis, ceras e revestimento. Os revestimentos exercem a função de barreira a gases e vapor de água, retardando a degradação e aumentando a vida útil de frutos e hortaliças. Para promoção desses efeitos, os revestimentos devem apresentar propriedades mecânicas como resistência a quebra e abrasão. Vários compostos podem ser utilizados para produzir estes revestimentos como: proteínas, lipídios, polissacarídeos ou combinações destes compostos. Particularmente revestimentos à base de quitosana possuem biocompatibilidade, propriedades antimicrobianas, aparência estética desejável e atoxicidade. À base de carboximetil celulose geram uma maior resistência às trocas bruscas de temperaturas e constituem barreiras eficientes à permeação de O₂. À base de alginato de sódio são eficientes na diminuição da respiração e retardamento do amadurecimento de frutas. Estas características dos revestimentos sendo agregadas a superfície da manga permitirão vantagens econômicas/comerciais aumentando vida útil do fruto, assim como resistência a alterações físicas causadas no transporte. O objetivo do trabalho foi recomendar, entre os revestimentos à base de quitosana, alginato de sódio e carboximetil celulose, aquele que promova melhoria da qualidade e conservação pós-colheita da manga ‘Tommy Atkins’, sob armazenamento refrigerado seguido de temperatura ambiente. O emprego de revestimentos comestíveis protetores de frutos tropicais para exportação, como a manga, tem apresentado nas últimas décadas, resultados promissores, demonstrando o potencial de aumento da vida útil em condições comerciais. Os polissacarídeos utilizados nos revestimentos como a quitosana, alginato de sódio e carboximetil celulose, apresentam especificidades adequadas para a aplicação por possuírem boa transparência e boa resistência às trocas gasosas.

Palavras-chave: *Magifera indica* L., alginato de sódio, carboximetil celulose, quitosana, armazenamento.

VÉRAS, C. V. **Coatings based on carbohydrates for 'Tommy Atkins' mango fruit conservation.** 2017. 106 p. Dissertation (Master in Agronomy), Federal University of Paraíba.

ABSTRACT

Brazil is a major exporter of fruits, including mango (*Magifera indica* L.). Mango is a species of great socioeconomic importance and has been cultivated in more than ninety countries. The countries that most import mango are the United States, Japan and European countries. In order to bring quality to these markets, the use of appropriate technologies is paramount. There are several food preservation techniques, which can soften and extend the post-harvest storage period such as drying, dehydration, refrigeration, modified atmosphere, edible films, waxes and coating. The coatings exert the function of a barrier for gases and steam of watet, retarding the degradation and increasing the useful life of fruits and vegetables. To promote such effects, coatings must exhibit mechanical properties such as breaking and abrasion resistance. Various compounds may be used to produce these coatings such as proteins, lipids, polysaccharides or combinations of these compounds. Particularly coatings with chitosan in the formulation supports biocompatibility, antimicrobial properties, desirable aesthetic appearance and no toxicity. Adding carboxymethyl cellulose in biofilm formulation generates a higher resistance to temperatures' sudden changes and constitutes as an efficient barrier for oxygen permeation. Sodium alginate are effective for reducing respiration and retarding fruit ripening. These characteristics of the coatings being added on the surface of the sleeve will allow economic/commercial advantages to increase fruit shelf life as well as resistance to physical changes caused during transport. This study aims to recommend chitosan-based coatings, sodium alginate and carboxymethyl cellulose, one that promotes quality improvement and post-harvest preservation of 'Tommy Atkins' mango, under refrigerated storage followed by ambient temperature. The use of edible protective coatings for tropical fruits for export, such as mango, has shown promising results on the last decades, demonstrating the potential for shelf life increasing under commercial conditions. The polysaccharides used in coatings such as chitosan, sodium alginate and carboxymethyl cellulose, present adequate specificities for the application because they have good transparency and good resistance to gas exchange.

Key words: *Mangifera indica* L., sodium alginate, carboxymethyl cellulose, chitosan, storage

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Exemplos de revestimentos avaliados para conservação pós-colheita de manga.....	37
Tabela 2. Caracterização dos atributos de cor, turbidez, pH, teor de sólidos solúveis (SS) e teor de sólidos totais das soluções utilizadas para os revestimentos propostos para cobertura de manga ‘Tommy Atkins’	75
Tabela 3. Caracterização da maturidade e qualidade das mangas ‘Tommy Atkins’ no dia da colheita, em estágio de maturação 2.....	77

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Manga ‘Tommy Atkins’ em estágio de maturação 2.....	67
Figura 2. Soluções de quitosana, alginato de sódio e CMC.....	69
Figura 3. Equipamentos laboratoriais utilizados em análises para caracterização das soluções de revestimentos preparadas para aplicação em manga ‘Tommy Atkins’: A – colorímetro; B – turbidímetro; C- pHgâmetro; D – refratômetro.....	71
Figura 4. Perda de massa de mangas ‘Tommy Atkins’ durante o armazenamento por 20 dias sob refrigeração ($10,6 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $92,4 \pm 3,8\%$ de UR) seguido de 14 dias em temperatura ambiente ($25,3 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ e $90,3 \pm 2,4\%$ de UR). Petrolina, PE, 2016.....	78
Figura 5. Cor da casca de mangas ‘Tommy Atkins’ tratadas com diferentes revestimentos e acondicionadas por até 20 dias em armazenamento refrigerado ($10,6 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $92,4 \pm 3,8\%$ de UR) seguido de 14 dias em temperatura ambiente ($25,3 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ e $90,3 \pm 2,4\%$ de UR), avaliadas por meio de escala de maturação. Petrolina, PE, 2016.....	80
Figura 6. Aspecto externo de mangas ‘Tommy Atkins’ tratadas com diferentes revestimentos, aos dias 0, 20, 23, 26,29, 32 e 34 dias de armazenamento, sendo que até a segunda data citada o acondicionamento foi a $10,6 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $92,4 \pm 3,8\%$ de UR, tendo sido seguido de até 14 dias em temperatura ambiente ($25,3 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ e $90,3 \pm 2,4\%$ de UR).....	80
Figura 7. Luminosidade (L) da polpa de mangas ‘Tommy Atkins’ tratadas com diferentes revestimentos e acondicionadas por até 20 dias de armazenamento refrigerado ($10,6 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $92,4 \pm 3,8\%$ de UR) seguido por até 14 dias em temperatura ambiente ($25,3 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ e $90,3 \pm 2,4\%$ de UR). Petrolina, PE, 2016.....	82
Figura 8. Croma (C) da polpa de mangas ‘Tommy Atkins’ tratadas com diferentes revestimentos e acondicionadas por até 20 dias de armazenamento refrigerado ($10,6 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $92,4 \pm 3,8\%$ de UR) seguido de até 14 dias em temperatura ambiente ($25,3 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ e $90,3 \pm 2,4\%$ de UR). Petrolina, PE, 2016.....	82
Figura 9. Ângulo de cor (H) da polpa de mangas ‘Tommy Atkins’ tratadas com diferentes revestimentos e acondicionadas por até 20 dias de armazenamento refrigerado ($10,6 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $92,4 \pm 3,8\%$ de UR) seguido de até 14 dias em temperatura ambiente ($25,3 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ e $90,3 \pm 2,4\%$ de UR). Petrolina, PE, 2016.....	84

Figura 10. Aspecto da polpa de mangas ‘Tommy Atkins’ tratadas com diferentes revestimentos, aos dias 0, 20 e 34 dias de armazenamento, sendo que até a segunda data citada o acondicionamento foi a $10,6 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $92,4 \pm 3,8\%$ de UR, tendo sido seguido de até 14 dias em temperatura ambiente ($25,3 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ e $90,3 \pm 2,4\%$ de UR)	85
Figura 11. Taxa respiratória de mangas ‘Tommy Atkins’ tratadas com diferentes revestimentos e acondicionadas por até 20 dias de armazenamento refrigerado ($10,6 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $92,4 \pm 3,8\%$ de UR) seguido de até 14 dias em temperatura ambiente ($25,3 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ e $90,3 \pm 2,4\%$ de UR). Petrolina, PE, 2016.	86
Figura 12. Acidez titulável (AT) de mangas ‘Tommy Atkins’ tratadas com diferentes revestimentos e acondicionadas por até 20 dias de armazenamento refrigerado ($10,6 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $92,4 \pm 3,8\%$ de UR) seguido de até 14 dias em temperatura ambiente ($25,3 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ e $90,3 \pm 2,4\%$ de UR). Petrolina, PE, 2016.....	88
Figura 13. Teor de sólidos solúveis (SS) de manga ‘Tommy Atkins’ tratadas com diferentes revestimentos e acondicionadas por até 20 dias de armazenamento refrigerado ($10,6 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $92,4 \pm 3,8\%$ de UR) seguido de até 14 dias em temperatura ambiente ($25,3 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ e $90,3 \pm 2,4\%$ de UR). Petrolina, PE, 2016.....	89
Figura 14. Razão dos SS/AT em mangas ‘Tommy Atkins’ tratadas com diferentes revestimentos e acondicionadas por até 20 dias de armazenamento refrigerado ($10,6 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $92,4 \pm 3,8\%$ de UR) seguido de até 14 dias em temperatura ambiente ($25,3 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ e $90,3 \pm 2,4\%$ de UR). Petrolina, PE, 2016.....	90
Figura 15. Firmeza da polpa de manga ‘Tommy Atkins’ tratadas com diferentes revestimentos e acondicionadas por até 20 dias de armazenamento refrigerado ($10,6 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $92,4 \pm 3,8\%$ de UR) seguido de até 14 dias em temperatura ambiente ($25,3 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ e $90,3 \pm 2,4\%$ de UR). Petrolina, PE, 2016.....	92
Figura 16. Teor de amido em mangas ‘Tommy Atkins’ tratadas com diferentes revestimentos e acondicionadas por até 20 dias de armazenamento refrigerado ($10,6 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $92,4 \pm 3,8\%$ de UR) seguido de até 14 dias em temperatura ambiente ($25,3 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ e $90,3 \pm 2,4\%$ de UR). Petrolina, PE, 2016.....	93
Figura 17. Teor de compostos pécicos solúveis da polpa de mangas ‘Tommy Atkins’ tratadas com diferentes revestimentos e acondicionadas por até 20 dias de armazenamento refrigerado ($10,6 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $92,4 \pm 3,8\%$ de UR) seguido de até 14 dias em temperatura ambiente ($25,3 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ e $90,3 \pm 2,4\%$ de UR). Petrolina, PE, 2016.....	95

Figura 18. Aparência de mangas ‘Tommy Atkins’ tratadas com diferentes revestimentos e avaliadas até 20 dias de armazenamento refrigerado ($10,6 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $92,4 \pm 3,8\%$ de UR) e 14 dias em temperatura ambiente ($25,3 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ e $90,3 \pm 2,4\%$ de UR). Petrolina, PE, 2016.....	97
Figura 19. Danos às lenticelas, avaliados por meio de escala de notas de 0 a 4, em mangas ‘Tommy Atkins’ tratadas com diferentes revestimentos e acondicionadas por até 20 dias de armazenamento refrigerado ($10,6 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $92,4 \pm 3,8\%$ de UR) seguido de até 14 dias em temperatura ambiente ($25,3 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ e $90,3 \pm 2,4\%$ de UR). Petrolina, PE, 2016.....	98

SUMÁRIO

	página
LISTA DE TABELAS.....	10
LISTA DE FIGURAS.....	11
RESUMO.....	08
ABSTRACT.....	09
CAPÍTULO I.....	16
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	17
2. OBJETIVOS.....	20
2.1 Objetivo Geral.....	20
2.2 Objetivos específicos.....	20
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
3.1 Aspectos gerais do negócio da manga.....	21
3.2 Importância econômica para o Brasil.....	22
3.3 Características da manga.....	24
3.3.1 Firmeza.....	25
3.3.2 Sólidos Solúveis.....	26
3.3.3 Acidez Titulável.....	27
3.3.4 Relação sólidos solúveis e acidez titulável.....	28
3.3.5 Cor da casca.....	28
3.3.6 Cor da polpa.....	30
3.3.7 Amido.....	30
3.3.8 Pectinas solúveis.....	31
3.3.9 Respiração.....	33
3.3.10 Danos às lenticelas.....	34
3.4 Conservação pós-colheita.....	35
3.4.1 Refrigeração.....	35
3.5 Revestimentos.....	36
3.5.1 Quitosana.....	38
3.5.2 Revestimentos à base de CMC.....	40
3.5.3 Revestimentos à base de alginato de sódio.....	41
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
5. REFERÊNCIAS.....	45
CAPÍTULO II - QUITOSANA, CARBOXIMETIL CELULOSE E ALGINATO DE SÓDIO COMO REVESTIMENTOS PARA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MANGA ‘TOMMY ATKINS’	60
RESUMO.....	62
ABSTRACT.....	63
1. INTRODUÇÃO.....	63
2. MATERIAL MÉTODOS.....	67
2.1 Caracterização da matéria prima e do experimento.....	67
2.2 Delineamento experimental e análise estatística.....	68
2.3 Elaboração das soluções.....	69
2.3.1 Alginato de sódio.....	69
2.3.2 Quitosana.....	70
2.3.3 Carboximetil celulose (CMC).....	70
2.4 Caracterização das soluções.....	70

2.5	Análises dos frutos.....	71
3..	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	74
3.1	Caracterização dos revestimentos.....	74
3.2	Caracterização dos frutos.....	76
3.3	Perda de massa.....	77
3.4	Cor da casca.....	79
3.5	Luminosidade (L) da polpa.....	80
3.6	Croma (C) da polpa.....	82
3.7	Ângulo hue (H) da polpa.....	84
3.8	Atividade respiratória.....	85
3.9	Acidez Titulável (AT).....	87
3.10	Teor de Sólidos Solúveis.....	88
3.11	Relação de SS/AT.....	90
3.12	Firmeza da Polpa.....	91
3.13	Teor de Amido.....	93
3.14	Teor de Pectinas solúveis.....	94
3.15	Aparência.....	96
3.16	Danos às lenticelas.....	97
4	CONCLUSÃO.....	99
5	REFERÊNCIAS.....	100

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO GERAL

A manga (*Mangifera indica* L.) é uma das frutas mais prestigiadas do mundo pelo seu valor nutricional, sendo cultivada na América Central (BLANCAS-BENITEZ, 2015), África (KHAKIMOV, 2016) e Austrália (SAN, 2017). Entretanto, o principal produtor mundial é a Índia, sendo o Brasil o sétimo colocado, no ano de 2014 (FAO, 2015).

No Brasil, a área de cultivo da fruta é estimada em 64.412 mil ha, onde se produz 976.815 mil ton, com rendimento médio da produção de 15.190 kg.ha⁻¹, resultando no valor de produção de R\$ 841.125.000,00. A região Nordeste é a que mais produz manga no Brasil, com uma área cultivada de 45.142 mil ha, produzindo 654.493 mil toneladas, que geram R\$ 529.608.000,00, segundo o IBGE (2015).

No Submédio do Vale do São Francisco, região de maior produção da fruta, a área cultivada atinge 30.000 ha. Outras áreas produtoras em escala comercial incluem municípios da Bahia que não estão na área do Vale do São Francisco e os estados de São Paulo e de Minas Gerais (REETZ, 2015).

Com relação à exportação de manga, o Brasil é o terceiro maior exportador mundial, com o acúmulo parcial das exportações em 2015 (janeiro a outubro) de 143,8 mil toneladas, que geraram US\$170,43 milhões de divisas para o País, em 2015 (FAO, 2015). Depois de um período de redução, as exportações avançaram com mais força no início do segundo semestre de 2015, período em que além do destino para a União Europeia, as mangas também são embarcadas para os Estados Unidos. Segundo a Secretaria de Comércio Exterior (Secex), em 2016, foram exportadas 154 mil toneladas de manga, volume 1% abaixo ao de 2015. O valor recebido pelas exportações totais da fruta, naquele ano, somou US\$ 180 milhões, 2% inferior ao ano de 2015, segundo Hortifruti Brasil (2017).

Devido à natureza perecível de frutas como a manga, as perdas começam desde o campo, normalmente associadas à baixa adoção de tecnologias e à incidência de podridões, até a pós-colheita. Além disso, ocorrem perdas econômicas dos alimentos descartados (FAO, 2012). De acordo com o ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA (2015), estima-se que a quantidade de manga desperdiçada no Brasil é de 28% do total produzido, ocorrendo em todos os pontos, desde a comercialização até o consumo, podendo essas perdas serem bióticas (causadas por doenças patogênicas), abióticas (desordens ou distúrbios fisiológicos ou doenças não patogênicas) e físicas (injúrias mecânicas são as principais).

Entre os desafios da produção da manga visando à redução de perdas, está a definição segura do ponto de colheita, vez que o grau de maturação das mangas é um atributo de qualidade importante para determinar as estratégias pós-colheita ideais para a manipulação e comercialização dos frutos (NAMBI et al., 2015). Erros na identificação do ponto de colheita podem levar a descartes dessa fruta.

Diversas técnicas têm sido aplicadas para prolongar a vida pós-colheita de frutas. Em manga, algumas técnicas podem prolongar a vida útil durante o armazenamento por meio da redução das taxas de respiração, do retardo do amadurecimento e da prevenção de desordens fisiológicas (ALBUQUERQUE et al., 2011). Em geral, a redução da temperatura tem sido bastante utilizada. Porém, outros métodos devem ser utilizados completamente. Entre os métodos, o acondicionamento das frutas em filmes plásticos é um dos mais importantes. A embalagem de frutos em filmes plásticos diminui as taxas de respiração, transpiração, crescimento microbiano e outras reações metabólicas que ocorrem no produto, por meio da criação de uma microatmosfera ótima (VIEITES et al., 2011). As baixas temperaturas também podem ser utilizadas em associação a inibidores de etileno, à atmosfera modificada (MIZOBUTSI et al., 2012) ou a revestimentos à base de ceras e polímeros, como amido, lipídios e polissacarídeos.

Polímeros naturais, como quitosana e alginato de sódio, são de grande importância econômica e ambiental (CESTARI, 2012; LASHERAS-ZUBIATE, 2012; VIEIRA, 2014; MIGNON, 2017). O desenvolvimento de revestimentos biodegradáveis/comestíveis baseado na combinação de polímeros tem atraído a atenção devido à abundância e ao potencial de substituição em relação a alguns produtos petroquímicos na embalagem de frutos e hortaliças (KALIA; PARSHAD, 2014). Revestimentos e filmes são termos usados na área de alimentos, havendo diferenças entre eles. O filme é uma película formada pela secagem da solução do polímero preparada separadamente do alimento (por *casting*, por exemplo), que é, posteriormente, aplicado; enquanto o revestimento pode ser uma suspensão ou uma emulsão aplicada diretamente na superfície do alimento, que, após secagem, leva à formação de um filme (PINHEIRO et al., 2010).

A aplicação de revestimentos comestíveis possibilita mais vantagens do que os materiais sintéticos, em condições de biocompatibilidade, sendo atóxico e de baixo custo. Atualmente, pesquisas dispõem de novas abordagens ambientalmente sustentáveis com base em polímeros biodegradáveis, que não só convertem os subprodutos da indústria de

alimentos em agregação a componentes formadores de filme, mas também restringem os requisitos de embalagem (MAQBOOL et al., 2011). Dentre os procedimentos aplicados em frutas tropicais para prolongar a vida útil pós-colheita, o uso de compostos naturais ou biodegradáveis, não tóxicos, derivados de animais ou plantas, que apresentem efeito fungistático ou induzam a resistência natural das plantas, tem-se destacado nos trabalhos de conservação de produtos vegetais (BAUTISTA-BAÑOS et al., 2006).

No caso da manga, que é exportada anualmente para a Europa e outros continentes, técnicas que aumentem sua vida útil e mantenham a boa aparência até a chegada ao destino e posterior venda ainda são necessárias. Este trabalho se propõe a avaliar o uso de revestimentos para manutenção da qualidade da manga (*Mangifera indica* L.) ‘Tommy Atkins’ após a colheita, visando ao aumento da sua vida útil.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Recomendar, entre os revestimentos à base de quitosana, alginato de sódio e carboximetil celulose, aquele que promova melhoria da qualidade e conservação pós-colheita da manga ‘Tommy Atkins’, sob armazenamento refrigerado seguido de temperatura ambiente.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar as propriedades físicas dos revestimentos à base de quitosana, alginato de sódio e carboximetil celulose utilizados;
- Distinguir a evolução dos atributos de qualidade da manga ‘Tommy Atikins’ posteriormente à aplicação dos revestimentos, em armazenamento refrigerado seguido de temperatura ambiente, e indicar as suspensões que ampliem sua conservação pós-colheita.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Aspectos gerais do negócio da manga

A mangueira é uma dicotiledônea, pertencente à família Anacardiaceae, que constitui cerca de 76 gêneros e 600 espécies de distribuição geográfica predominantemente pantropical (CORREIA et al., 2006). Incluída no gênero *Mangifera*, espécie *Mangifera indica* L., segundo Gomes (2010), nativa da Ásia, sendo cultivada há mais de 4.000 anos. No Brasil, foi introduzida por navegantes portugueses no início do século XVI, em Pernambuco.

Em todo o mundo, são mais de 500 variedades de manga, sendo que, no Brasil, são cultivadas cerca de 30. É uma das mais populares frutas tropicais e com grande expressão econômica nos mercados brasileiro e internacional. Ela é amplamente cultivada em países de clima tropical e subtropical (PINTO et al., 2005; MIGUEL et al., 2011; PREISIGKE et al., 2013).

As mangas frescas são apreciadas em todo o mundo pelas suas características exóticas e pela composição nutricional. Além de possuir cor atrativa e características sensoriais agradáveis, os teores de ácido ascórbico, carotenoides e compostos fenólicos (ROBLES-SÁNCHEZ et al., 2009) presentes na manga valorizam sua inclusão na dieta de consumidores de várias partes do mundo (MARQUES et al. 2010; BEZERRA et al., 2011). Estratégias de divulgação destas características também podem repercutir favoravelmente no consumo da fruta, estimulando as vendas para alguns mercados. Todavia, a sua vida útil é limitada por rápidas alterações na cor e textura, durante a maturação e por mudanças na aparência e crescimento microbiano com o prolongamento do armazenamento.

As principais cultivares exportadas pelo Brasil são: Tommy Atkins, Kent, Keitt, Haden e Palmer. A manga Tommy Atkins foi introduzida no Brasil em 1970, junto com muitas outras que foram testadas e algumas recomendadas para as condições brasileiras. É a mais produzida e a que apresenta maior participação no volume comercializado no mundo, principalmente por sua coloração intensa, produções elevadas, adaptabilidade a diferentes ambientes de cultivo, tolerância a doenças e maior resistência relativa ao transporte a longas distâncias (COSTA; SANTOS, 2005; MIGUEL et al., 2011). No entanto, exibe alta suscetibilidade à malformação floral, colapso interno da polpa e sabor menor pronunciado, quando comparada a outras cultivares (PINTO et al., 2005).

Na maior região exportadora de manga do País, o Submédio do Vale do São Francisco, possui grande importância comercial, ocupando posição de destaque na produção nacional. No mercado mundial, sua aceitação é incostestável, totalizando 90% das exportações no país (SOUZA et al., 2013).

Esta cultivar apresenta características de sazonalidade bem específicas, marcadas pela concentração da oferta no período outubro - janeiro (AGRIANUAL, 2012). Essa sazonalidade é vantajosa para o Brasil porque a produção nacional é programada para não coincidir com a de alguns dos principais concorrentes e para atender a grande demanda européia por frutas tropicais (HOJO et al., 2009).

3.2 Importância econômica para o Brasil

No cenário internacional, o Brasil é o sétimo maior produtor e o quarto maior exportador mundial de manga (FAO, 2015). Recentemente, vislumbra-se que as exportações brasileiras de manga possam ser beneficiadas com a importação da fruta do Brasil pela Coreia do Sul. Em 2016, os embarques de manga produziram, pelo terceiro ano seguido, a máxima receita entre as frutas enviadas ao mercado externo.

No Brasil, a fruticultura ocupa 2 milhões de hectares e gera mais de 5 milhões de empregos no campo, conforme levantamento do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013). Empregos estes gerados principalmente na Região Nordeste, onde são decorrentes da fruticultura, evidenciado pela produção irrigada no semiárido de Pernambuco, no Submédio do Vale do São Francisco, da Bahia, do Ceará e do Rio Grande do Norte, por meio da implantação de infraestrutura hídrica. Desta forma, em 2015, o rendimento médio da produção foi de 15.190 kg.ha⁻¹ no Brasil, sendo o Nordeste a segunda região que mais produz manga, com produtividades de 14.499 kg.ha⁻¹, enquanto a região Sudeste, que é a primeira colocada, produzindo 17.180 kg.ha⁻¹ (IBGE, 2015).

A participação brasileira no mercado externo, com a oferta de frutas tropicais e de clima temperado, ao longo do ano, é possível, devido a sua extensão territorial, posição geográfica e condições de clima e solo privilegiadas (ANDRADE, 2012). A produção de frutas no Submédio do Vale do São Francisco é destaque no Brasil e na América Latina, principalmente em virtude da disponibilidade de área destinada à produção, de irrigação e clima favorável (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2015). No caso da manga, a região responde por 84% de todo o volume exportado pelo Brasil. Em 2015, o

volume de exportação alcançou 156.337 ton da fruta, sendo 131.538 ton originárias do Vale. A fruta teve como principais países de destino Holanda (65.585 toneladas), Estados Unidos (31.918 toneladas), Espanha (20.583 toneladas), o Reino Unido (12.021 toneladas), segundo Silva (2016). Segundo Costa et al. (2010), o Japão também é um importante destino para as mangas produzidas nesta região. Assim, o Submédio do Vale do São Francisco tem expandido sua participação na produção e na exportação, o que torna essa fruta importante para a dinamização do agronegócio, especialmente no que diz respeito à geração de divisas, emprego e renda para o País (MAPA, 2016).

Uma inovação e parceria para a melhoria da exportação foi que, no final de maio de 2016, a Aschenberger Consultoria aprimorou o sistema estatístico para o controle das exportações e lançou, em Petrolina – PE, uma nova plataforma de informações estatísticas de exportação e importação de frutas. Como vantagens desta ferramenta, podemos citar: viabilizar ao usuário o acompanhamento de seu *market share* (quota de mercado) em relação às exportações brasileiras; visualizar a chegada da fruta no destino, bem como a sua repercussão de venda, que define o preço da mercadoria; e, por fim, a possibilidade de alimentar o sistema diretamente a cada embarque realizado nos portos e aeroportos (LEÃO; DONATO, 2016). Estas informações tendem a permitir registros mais precisos do desempenho das exportações de manga que subsidiem ações estratégicas para as cadeias produtivas, usadas particularmente em Petrolina – PE e municípios vizinhos.

O agronegócio representa papel fundamental na composição da economia brasileira. De acordo com dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, o setor representa 23% do Produto Interno Bruto, resultado da forte participação dos produtos do agronegócio em exportações brasileiras, que atingiu a marca de 46,2% em 2015 (MAPA, 2016). O meio de transporte mais utilizado nas exportações é o marítimo, que tem como característica o baixo custo, quando comparado com outro meio. De acordo com dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, o custo do transporte aéreo de mangas chega a ser sete vezes maior que do transporte marítimo, mas inversamente proporcional ao prazo de entrega para clientes europeus, que é de 15 dias no transporte marítimo e de dois dias por meio do transporte aéreo, sendo uma alternativa para empresas que possuem capital para investir e buscam rapidez e agilidade (CEPEA, 2016).

3.3 Características da manga

Após a colheita, como outros frutos e hortaliças, as mangas sofrem uma sucessão de transformações endógenas decorrentes do metabolismo, que repercutem em numerosas alterações nas suas características, como textura, cor, sabor e aroma. Estas alterações são indícios do processo de amadurecimento e posterior senescência. Produtos perecíveis, como a manga, devem ser colhidos na maturidade adequada para apresentarem boas condições de manuseio e armazenamento. A evolução natural do etileno estimula as transformações endógenas, levando-os à senescência, com perdas da qualidade comestível e, consequentemente, na comercialização (LIMA, 2016).

Por ser um fruto tropical, vários cuidados devem ser tomados para manter a qualidade da manga (*Mangifera indica* L.) desde a colheita até o consumo (SABATO et al., 2009), pois, seja no mercado interno ou externo, é comercializada e consumida principalmente na forma fresca (MELO; ARAÚJO, 2011).

Na colheita até chegar ao consumidor, os frutos podem ser submetidos a uma sucessão de injúrias mecânicas ocasionadas pelos impactos sofridos, abrasões, compressões e cortes, contribuindo para acelerar as alterações metabólicas, fisiológicas, sensoriais e, em geral, na qualidade dos frutos, depreciando-os para o mercado. Com isso, a colheita de frutos observando as normas de Boas Práticas Agrícolas assegura a qualidade pela redução de danos mecânicos e da carga microbiana do manuseio convencional (SILVA et al., 2010).

A idade da manga é um indicador que, associado a outros, é utilizado para avaliar a maturação, de forma que, geralmente, dos 110 aos 120 dias após a floração, nas condições do Submédio do Vale do São Francisco, os frutos encontram-se em ponto de colheita. Quando destinam-se ao mercado externo, podem ser colhidos com teor de sólidos solúveis de 7-8 °Brix, caracterizando o estágio de maturação II, em que a casca do fruto está mudando para cor verde clara. Para os mercados regionais, a manga é colhida, em geral, com 10°Brix. Os frutos devem ser colhidos manualmente, usando-se instrumentos de corte ou tesoura de poda sanitizados, sendo levados para o galpão de embalagem, onde ocorre: a recepção dos frutos (onde serão identificados com a procedência, manejo utilizado, hora de chegada e colocado em ordem cronológica de processo); lavagem (com água tratada com hipoclorito de sódio ou de cálcio, com concentração de 100 ppm de cloro, que deve ser precedida por uma lavagem com detergente e posterior enxágue para retirada de sujidades); eliminação de pedúnculo (pode ser manual ou mecânica, no galpão de embalagem se

possível, após a lavagem); seleção (os frutos de valor comercial, imaturos, muito maduros, deformados, com manchas, danos mecânicos ou defeitos nutricionais devem ser eliminados); tratamento fitossanitário (para controle de fungos e ou de moscas-dassfrutas), aplicação de cera, embalagem, paletização, pré-resfriamento, armazenamento e transporte, seguindo as normas de qualidade com especificações devidas para o consumidor (ASSIS et al., 2004).

3.3.1 Firmeza

A firmeza é um fator de grande importância e indicador de qualidade do fruto. Corresponde ao progresso da textura nos tecidos do fruto, sendo influenciado pelo crescimento, maturação, conservação e vida pós-colheita (MIZRACH, 2008; LESTER et al., 2010). A redução da firmeza dos frutos ocorre pela quebra de carboidratos poliméricos, o que acontece durante o amadurecimento e causa enfraquecimento das paredes celulares. Ainda que, nas fases iniciais, o fruto seja mais firme, as estruturas da planta sofrerão mudanças e isto conduzirá ao amolecimento do fruto (WILLS et al., 2007).

Durante o amadurecimento, a manga, sendo um fruto climatérico, apresenta aumento simultâneo na produção de etileno, na taxa respiratória e em várias outras alterações metabólicas, tais como, degradação de alguns pigmentos e síntese de outros, a conversão do amido em açúcares mais simples, degradação de ácidos orgânicos, síntese de fenóis e de compostos voláteis, alterações de pH, aroma e sabor e amolecimento da polpa (PAYASI et al., 2009, SINGH et al., 2013). Esses processos ocorrem mesmo com os frutos fora da planta mãe, quando colhidos no estágio correto de maturação fisiológica (SILVA et al., 2011).

A maturação é o estágio do desenvolvimento do fruto em que as enzimas associadas às alterações metabólicas relacionadas ao amadurecimento estão ativas. O ponto de maturidade fisiológica coincide com o final do crescimento e início do amadurecimento (RAZZAQ et al., 2016). Assim, conseqüentemente, ocasionam perdas qualitativas que abrangem a depreciação da aparência (aspeto murcho) e da textura (amolecimento e flacidez), afetando elementos que determinam a qualidade do fruto, como resistência ao transporte e ao ataque de microrganismos.

O amolecimento do fruto está relacionado à perda de turgescência, à degradação do amido ou à degradação das paredes celulares. No fruto, a perda de água diminui a pressão de turgescência dos tecidos. Esse é um processo não-fisiológico associado à desidratação pós-

colheita (TUCKER, 1993). A degradação dos componentes da parede celular, tais como celulose, hemiceluloses e pectinas contribuem determinantemente para o amolecimento da polpa (HOPKINS; HUNER, 2009). Nas paredes celulares, os compostos pécnicos constituem-se na classe de polissacarídeos que sofrem modificações durante o amadurecimento de alguns frutos, com o aumento da solubilização e despolimerização associadas à de enzimas (OLIVEIRA et al., 2004).

À medida que o fruto amadurece, também ocorre hidrólise do amido, que provoca a perda de coesão e afrouxamento dos tecidos (CHITARRA & CHITARRA, 2005). O amido armazenado da manga é usado como reserva de carbono sendo degradado praticamente em sua totalidade para a síntese de sacarose, promovendo a doçura do fruto. As variedades Palmer, Haden, Tommy Atkins e Van Dyke, estudadas por Bernardes-Silva et al., (2003) apresentaram acúmulo de amido durante grande parte do seu desenvolvimento, porém a degradação se inicia dias antes do ponto considerado ideal para a colheita, particularizando uma atividade amilolítica associada ao processo.

A firmeza da manga Tommy Atkins destinada a exportação é em torno de 120 N, para as variedades Haden, Kent e Keitt (ASSIS et al., 2004). Lucena et al. (2000), estudando a caracterização físico-química da manga, cultivar Tommy Atkins, nos estádios 2, 3 e 4 de maturação, constataram firmeza média da polpa de 95, 86 e 49 N, respectivamente, caracterizando decréscimo com o avanço da maturação.

3.3.2 Sólidos Solúveis

Segundo Chitarra & Chitarra (2005), os teores de sólidos solúveis (SS), a acidez titulável (AT), a relação SS/AT, os teores de açúcares redutores e solúveis totais bem como o pH são os atributos que melhor definem a qualidade do fruto. Estão relacionados ao consumo de reservas no processo respiratório, resultando no aperfeiçoamento das características sensoriais, como sabores e odores caracterizados no aumento da doçura, redução da acidez e da adstringência. Dessa maneira, o fruto sofre modificações se tornando macio, de cor intensa e apropriada para consumo.

O teor de SS em manga varia de 7,0 a 17,4°Brix, dependendo da cultivar e do estágio de maturação do fruto. Na ‘Tommy Atkins’, a variação é de 8,2 a 17,4°Brix (SALLES & TAVARES, 1999). Para os teores de açúcares solúveis totais, existem

divergências entre alguns autores a respeito dos valores existentes na manga madura. Os açúcares presentes na manga ‘Tommy Atkins’ são sacarose, glicose e frutose (CÔRTEZ, 2016), sendo o primeiro o principal, na fruta madura (MATOO et al, 1975). Krishnamurthy & Subramanyam (1973) relataram cerca de 3 a 6% hexoses no início do amadurecimento e 10 a 12%, de sacarose no fruto maduro. Por sua vez, Já Medlicott & Thompson (1985), observaram a sacarose predominando durante todo o armazenamento da cultivar Keitt, representando cerca de 57% do conteúdo total de açúcares no fruto maduro.

Existem muitas discrepâncias no que diz respeito às características químicas das mangas produzidas no Brasil, o que pode ser explicado pelas diferenças entre cultivares, metodologias de análise, maturação do fruto, diferenças climáticas regionais e durante o ciclo produtivo bem como épocas de colheita (BENEVIDES et al., 2008).

Ácidos orgânicos juntamente com açúcares são os principais componentes dos sólidos solúveis de frutas maduras e têm um efeito importante sobre o sabor. O teor de ácidos orgânicos na polpa dos frutos é afetado por fatores ambientais e práticas de cultivo. No entanto, a forma como estes fatores alteram o metabolismo provocando alterações nos teores de ácidos orgânicos é, na maioria dos casos, incerto (ETIENNE et al., 2013). Na manga, não há assimilação líquida de malato/citrato com o amadurecimento e a diminuição da sua concentração é apenas um efeito de diluição devido ao aumento no tamanho dos frutos (FAMIANI et al., 2005, WALKER et al., 2011).

3.3.3 Acidez Titulável

O fruto comercializado ainda no início da maturação apresenta alta acidez e coloração verde da sua casca. Ao longo da maturação, os ácidos presentes nos frutos são degradados, ocorrendo também aumento do teor de açúcares, o que leva à maior relação açúcar/ácidos. Essa redução da acidez pode ser atribuída, em manga, à diminuição dos ácidos cítrico e málico durante a respiração. Por ocasião da colheita, a acidez titulável da manga está em torno de 0,65 a 0,70% de ácido cítrico (MEDINA, 1995; CONEGLIAN et al., 1993; FILGUEIRAS et al., 2000; ASSIS et al., 2002; SILVA et al., 2005; HOJO et al., 2009; GARZA et al., 2015).

Os ácidos orgânicos, provenientes de energia respiratória em células vegetais, também são relevantes precursores do *flavor* (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Desta

forma, contribuem para outros atributos de qualidade importantes para a comercialização e consumo da manga.

3.3.4 Relação sólidos solúveis e acidez titulável

A relação entre SS e AT fornece um indicativo do sabor do fruto, relacionando a quantidade de açúcares e ácidos presentes no fruto. A relação SS/AT tende a aumentar durante o amadurecimento, devido ao aumento nos teores de açúcares e à diminuição dos ácidos orgânicos. Assim, todos os fatores, sejam eles ambientais ou fisiológicos, que interferem no metabolismo dos açúcares e ácidos, estarão interferindo na relação SS/AT e, conseqüentemente, no sabor do fruto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Esta relação indica o grau de equilíbrio entre os dois componentes e está relacionada com o sabor, sendo importante parâmetro para a seleção dos frutos (BENEVIDES et al., 2008). Por ocasião da colheita, aos 135 dias após a floração, a relação SS/AT é de cerca de 10 a 12 (FILGUEIRAS et al., 2000; ASSIS et al., 2002). Em frutos maduros, Batista et al. (2015) relataram valores de 71, em manga ‘Van Dyke’; 50, em ‘Tommy Atkins’ e 47, em ‘Keitt’. Além de ser influenciada pelo estágio de maturação, a relação SS/AT é determinante para a palatabilidade durante o período de amadurecimento, uma vez que menores valores sugerem sabor menos agradável (CAVALINI et al., 2015).

3.3.5 Cor de casca

Hormônios promotores de senescência, como o ácido abscísico (ABA), induzem a concentração de açúcares em frutos carnosos, como as mangas, promovendo a avanço da maturação, evidenciando os pigmentos que caracterizam a cor típica da casca, no fruto maduro. De maneira oposta, os hormônios promotores de crescimento, como as giberelinas, atrasam a maturação, retardando o aparecimento da cor vermelha (OSORIO et al., 2013).

Além dos pigmentos vermelhos, presentes na casca dos frutos de alguns cultivares de mangueira, outros pigmentos de ocorrência mais geral determinam a coloração típica da manga madura. Além das clorofilas, presentes na casca, os pigmentos amarelos, avermelhados ou alaranjados (carotenoides) também estão presentes (PRADO et al., 2014).

Os carotenoides constituem um grupo de pigmentos mais abundantes na natureza. São substâncias lipossolúveis, presentes nos cloroplastos e cromoplastos das plantas superiores (RAO & RAO, 2007; SILVA et al., 2010). Atuam como pigmentos fotoprotetores na fotossíntese e como estabilizadores de membranas. Nos cromoplastos, eles são depositados na forma de gotículas de óleo, como em manga (KURZ et al., 2008). Durante o amadurecimento dos frutos climatéricos como a manga, estes pigmentos podem estar presentes, aparecendo após a degradação da clorofila ou sendo sintetizados simultaneamente a degradação, à medida que ocorre o amadurecimento (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Com o decorrer da maturação, a casca da manga vai perdendo a coloração inicialmente verde e há o aparecimento da cor amarelada. O avanço dessa mudança sinaliza a redução da vida útil e que o fruto está se tornando inapto tanto para o consumo como para a comercialização.

Alguns dos carotenóides apresentam a estrutura cíclica β -ionona em suas moléculas sendo, portanto, precursores de vitamina A (α , β e γ -caroteno e β -criptoxantina), porém o β -caroteno é o predominante da manga e encontrado também em vários vegetais, como cenoura e abóbora (DAMODARAN et al., 2008), devido à degradação da clorofila e pela síntese de carotenoides que ocorrem nos cloroplastos e cromoplastos. Esses antioxidantes absorvem radicais livres e inibem a cadeia de iniciação ou interrompem a cadeia de propagação das reações oxidativas promovidas pelos radicais (PODSEDEK, 2007).

Na casca da manga também são encontradas, presentes nos vacúolos, as antocianinas, que dão a cor vermelho brilhante a de algumas cultivares (CHITARRA & CHITARRA, 2005; SILVA et al., 2010b). As antocianinas apresentam instabilidade, sendo normalmente mais estáveis sob condições ácidas. Os principais fatores que influenciam a estabilidade destes pigmentos são pH, temperatura, presença de oxigênio e enzimas, além da interação com outros componentes do alimento, como: ácido ascórbico, íons metálicos, açúcares e copigmentos (PATRAS et. al., 2010). Sua degradação pode ocorrer durante o processamento e/ou armazenamento do fruto.

A colorimetria é uma prática adotada com frequência na avaliação de produtos agrícolas e alimentícios, cujos benefícios se devem ao fato de ser uma análise não destrutiva, que, no caso da avaliação de estádios de maturação de frutas, possibilitam a determinação de características sem remoção de amostras. Sua utilização para a determinação de cor da casca da manga pode trazer precisão aos procedimentos de avaliação e controle de qualidade.

3.3.6 Cor da polpa

A polpa da manga é rica carotenóide (RUNGPICHAYAPICHET et al. 2015), possuindo ainda polifenóis, flavonoides, xantofilas e provitamina A (ROOBAN et al., 2016), tais como β -caroteno, zeaxantina, violaxantina e neoxantina (ORNELAS-PAZ et al., 2008) e são pigmentos responsáveis pela coloração amarelo-alaranjada do exocarpo e do mesocarpo (VÁZQUEZ-CAICEDO et al., 2006).

Silva et al. (2012) definiram a maturação da manga pulverizada com ethephon, através da determinação da diferença de cor da polpa. A cor também foi utilizada como parâmetro de qualidade por Pinto et al. (2011). Mudanças na composição dos compostos voláteis sintetizados pelo fruto na transição do estágio imaturo para o maduro também são importantes como atributos de qualidade da manga e têm relação com estádios de maturação externalizados pelas colorações de casca e de polpa típicas do fruto.

A coloração da polpa da manga varia de creme, creme amarela, amarela, amarela-alaranjada e alaranjada, de acordo com os estádios de maturação da fruta (PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTUCULTURA, 2004). Com o decorrer do amadurecimento, a cor da polpa da manga tende a alaranjada, devido à síntese e posterior prevalência de carotenoides sobre outros pigmentos (BENEVIDES et al., 2008). Lucena et al. (2011) caracterizou um avanço quadrático no conteúdo de carotenoides da polpa de manga ‘Tommy Atkins’, durante seu desenvolvimento.

A escolha do consumidor pela fruta está associada ao ponto de maturação, no qual a coloração é o atributo de maior influência. A mudança da coloração decorrente da degradação dos pigmentos naturais se dá pelo aquecimento durante o armazenamento, pela alteração do pH ou pela oxidação de compostos (FELLOWS, 2000). De acordo com Alves et al. (2002), a maturação mínima para colheita da cv. Tommy Atkins é quando a mesma apresenta cor de polpa creme e a cor de casca verde claro. Entretanto, é recomendado para as mangas que se destinam-se à Europa e ao Canadá que a colheita ocorra quando a cor de polpa estiver com até 30% da área amarela e o restante creme ou de cor amarelo claro (PROTADE, 1992).

3.3.7 Amido

O amido é um polissacarídeo insolúvel em água a temperatura ambiente, fonte de energia para as plantas, que os convertem em açúcares mais simples. O amido consiste em

dois polissacarídeos diferentes: a amilose e amilopectina. A amilose consiste em uma cadeia linear e a amilopectina apresenta estrutura ramificada (ROUETTE, 2001). Na sua síntese, está envolvida a enzima sintetase de amido, que usa ADP-glucose para o alongamento da cadeia via ligações α -1,4-glicosídicas, e catalisa diretamente a amilopectina (SZYDLOWSKI et al., 2009, 2011).

O amido influencia as propriedades funcionais de muitos alimentos, contribui para o controle da umidade, viscosidade, textura, consistência, sensação na boca (*mouth-feel*) e a vida útil, durante o processamento e nos produtos acabados (COPELAND et al., 2009; HOOVER, 2010). Durante o estágio final de crescimento e no amadurecimento pós-colheita, o amido é degradado passando para forma de maltose que é solúvel em água, e, em seguida, à forma mais simples que é a glicose, um monossacarídeo de rápida digestão e sabor adocicado. Além disso, a degradação do amido também torna os frutos amolecidos.

Na manga, existe uma forte correlação do índice de degradação do amido e variações nos teores de açúcares redutores, sólidos solúveis, na cor da casca, na cor da polpa, na firmeza da polpa, no pH e na acidez titulável, podendo ser utilizado para estimar a qualidade e a maturação (ROCHA et al., 2001). Essa degradação está relacionada principalmente à ação da enzima α -amilase e, em menor proporção, à β -amilase (SILVA et al., 2008). Em manga 'Tommy Atkins', Rocha et al. (2001) observaram o maior teor de amido no fruto imaturo, correspondendo a valores de 6,81%, e o menor, de 3,04%, no fruto maduro.

3.3.8 Pectinas solúveis

A pectina é um carboidrato branco, amorfo e coloidal de alto peso molecular que ocorre em frutos maduros, sendo usado em geleias de frutas, produtos farmacêuticos e cosméticos por suas propriedades espessantes e emulsionantes e pela capacidade de solidificar em gel (VALDÉS et al., 2015). Compreendem o grupo dos polissacarídeos presentes na parede celular e, além de sua função estrutural, participam de várias outras funções, como o crescimento e desenvolvimento vegetal, particularmente na sinalização e expansão celular (CAFFALL et al., 2009; OCHOA-VILLARREAL et al., 2012).

São encontradas na natureza sob diversas formas, entre elas as protopectinas, ácidos pectínicos e ácidos pécticos. Nos tecidos dos frutos imaturos, as pectinas presentes

são as protopectinas, que se encontram ligadas ao cálcio das paredes celulares, formando o pectato de cálcio, insolúvel em água. No amadurecimento, é hidrolisada para pectina por ação de enzimas, formando álcool metílico e ácido péctico. Os ácidos pectínicos são obtidos a partir da hidrólise da protopectina pela ação das enzimas poligalacturonases, aparecendo na medida em que avança a maturação dos frutos. Os ácidos pécticos são oriundos da ação da enzima pectinametilesterase durante o amadurecimento, promovendo a remoção dos grupos metílicos dos polímeros, originando os compostos pécticos que não formam gel (JORIS et al, 2014).

Os compostos pécticos são igualmente degradados por enzimas sintetizadas por vegetais ou por microrganismos. Nesse caso, a degradação pode seguir duas vias principais: desmetilação preliminar pela pectina-esterase, seguida da hidrólise ácida das ligações α -(1 $\rightarrow$ 4) pelas poligalacturonases; despolimerização direta das pectinas por reações também de β -eliminação sob ação das pectinas liases e pectato liases de origem microbiana (SINGTHONG, 2004).

O metabolismo de parede celular durante o amadurecimento é um processo ordenado, com relaxamento da parede celular e degradação de hemicelulose nos estádios iniciais seguida pela despolimerização da pectina, ao final. O aumento da solubilidade dos polissacarídeos pécticos é uma das características associadas ao amadurecimento de frutas frescas (HUBER et al., 2001), decorrente da conversão de pectina insolúvel (protopectina) em pectina solúvel, os ácidos pécticos (JACOMINO et al., 2002).

O etileno ativa as enzimas pectinolíticas responsáveis pela transformação da pectina insolúvel em solúvel, regulando positivamente a maior parte das enzimas que atuam na degradação da parede celular (GIRARDI et al., 2015), como por exemplo, a pectinametilesterase, poligalacturonase, endoxilanase, glucanahidrolases, transglucosidases, expansinas e celulasas (KRONGYUT et al., 2011; INIESTRA-GONZÁLEZ et al., 2013). Souza et al. (2015) observaram que quanto mais avançado o estágio de amadurecimento menor o conteúdo total de pectinas, mas a contribuição do conteúdo de pectinas solúveis para esse teor total aumenta consideravelmente.

3.3.9 Respiração

A atividade respiratória em frutos tem um papel fundamental, principalmente, após a colheita. A respiração vegetal provoca a transformação de compostos orgânicos em água e dióxido de carbono (CO_2), gerando energia química, sendo utilizada para a biossíntese de novos compostos indispensáveis no processo de desenvolvimento fisiológico especialmente no amadurecimento. É influenciada pela fisiologia e alterações químicas nos tecidos vegetais e pelas condições externas do ambiente (BARBOSA, 2013). A atividade respiratória dos frutos também varia em relação à espécie vegetal e até mesmo entre as cultivares (KRONGYUT et al., 2011).

A respiração nos frutos segue as rotas metabólicas comuns em qualquer tecido vegetal: glicólise, ciclo dos ácidos tricarboxílicos e cadeia transportadora de elétrons, estando associada também a via das pentoses fosfato. Os substratos da respiração em frutos são principalmente os açúcares, ácidos orgânicos e lipídios acumulados durante o desenvolvimento. Durante a respiração, estas substâncias são oxidadas em moléculas mais simples (CO_2 e O_2), com produção de energia e esqueleto carbônico que podem ser utilizados em reações de síntese. A perda de massa ocorre devido ao processo da respiração dos frutos após sua colheita e pela transpiração (AURAND et al., 2012).

A manga é um fruto climatérico, que, portanto, possui um aumento na taxa respiratória e na produção de etileno durante a maturação. O pico das taxas respiratórias ocorre no momento da maturidade fisiológica dos representantes deste grupo. A respiração é alta durante a formação do fruto, em seguida declina, mantendo uma taxa baixa até o início da maturação do fruto. A respiração e o amadurecimento são estimulados mediante o desprendimento do fruto da árvore (YAHIA, 2011).

Segundo Kader (2007), a manga possui moderada produção de etileno e moderada sensibilidade a este gás. A manga inteira apresenta elevada taxa de respiração à temperatura ambiente, o que acelera os processos metabólicos e reduz a vida útil do produto. O corte dos tecidos, além de elevar a produção de etileno, também aumenta a taxa respiratória, implicando em uma rápida deterioração. Assim, baixas temperaturas de estocagem reduzem a taxa respiratória, colaborando para que os processos de degradação sejam mais lentos. Após a colheita, é recomendada a armazenagem refrigerada a 13°C para mangas colhidos no início da maturação, 10°C para frutos maduros e entre 0°C e 5°C para frutos minimamente processados (KADER, 2007).

3.3.10 Danos às lenticelas

Durante o armazenamento refrigerado da manga podem ser observados danos às lenticelas da casca, em função de sensibilidade à temperatura. O dano lenticelar pode avançar para a presença de áreas profundas na casca do fruto, que podem causar rejeição pelos consumidores. Ainda não há uma ideia clara se o dano vem do campo, motivado por deficiência nutricional, ou se ele aparece durante a fase do armazenamento. Para os que a consideram ser causada por deficiência nutricional, a hipótese é de que esteja relacionada com baixas concentrações de Ca e B (SHARMA; SINGH, 2009).

Outros autores consideraram uma tendência de aumento do dano lenticelar quando são aplicadas doses adicionais de nitrogênio, mas nenhuma correlação coerente foi estabelecida. Eles também relataram que os frutos colhidos depois de uma chuva apresentaram mais danos do que os frutos colhidos algum tempo depois (MAGWAZA, 2008). Além disso, Rumbai et al. (2012) mencionaram que os danos lenticelares são pouco estudados e podem ser afetados por vários fatores, tais como as diferenças de cultivares, a circulação de ar ou água no interior das lenticelas, a ocorrência de danos nas membranas e a liberação de fenóis, todos como resultado do manuseio inadequado em pré ou pós-colheita.

Simão Assis et al. (2009) relataram que os frutos de manga ‘Tommy Atkins’ no Brasil apresentam dois tipos de danos lenticelar, chamados ‘lenticelas vermelhas’ e ‘lenticelas negras’. Eles sugerem que ‘lenticelas vermelhas’ são devido a um processo fisiológico que envolve a produção de antocianinas em resposta a baixas temperaturas, enquanto que as ‘lenticelas negras’ devem ser decorrentes da entrada de água durante a aplicação do tratamento hidrotérmico quarentenário, provocando um colapso e descoloração das células localizadas abaixo das lenticelas.

3.4 Conservação pós-colheita

As perdas pós-colheita diferem bastante entre produtos, áreas de produção e épocas de cultivo. Além disso, está relacionado com a colheita de frutos imaturos, o controle inadequado de qualidade nas etapas da produção, a incidência e gravidade de danos mecânicos, a exposição a temperaturas inadequadas e à demora no consumo. Os padrões de qualidade, preferências e poder de compra variam muito entre países e culturas e essas diferenças afetam a comercialização e a magnitude das perdas pós-colheita (KADER; ROLLE, 2004).

A manga é uma fruta sazonal e sua alta perecibilidade dificulta sua comercialização, favorecendo a ocorrência de perdas pós-colheita. Para aproveitar o seu potencial nutricional, é necessário o desenvolvimento de processos que possam estender sua vida útil, preservando suas características sensoriais e valor alimentar (CAPARINO et al. 2012).

As perdas durante a pós-colheita são fatores limitantes na produção de alimentos hortifrutícolas, podendo ser reduzidas se práticas adequadas desde o cultivo até o seu destino final forem adotadas. Alguns métodos de conservação usados para restringir as perdas de manga, como refrigeração (MIGUEL et al., 2014), atmosferas modificada e controlada e embalagens ativas (SOUZA et al., 2002), tratamento térmico (ESGUERRA et al., 2006), radiação ultravioleta (GONZÁLEZ-AGUILAR et al. 2007) e cobertura com ceras ou biofilmes (SANTOS et al., 2011), levam ao prolongamento da vida útil desses frutos.

3.4.1 Refrigeração

De maneira geral, conforme aumenta a temperatura, diminui a vida útil de frutas e hortaliças, posto que a velocidade das reações bioquímicas e do desenvolvimento de infecções é ampliada. Essa elevação de temperatura impulsiona o desenvolvimento e a reprodução dos micro-organismos, aumentando, assim, a velocidade de transpiração, ocasionando aumento exponencial da respiração, que é o principal indicador do funcionamento metabólico vegetal. Devido a este motivo, faz-se necessário o uso de refrigeração com temperatura e umidade recomendadas, a fim de reduzir a deteriorização dos frutos (EMBRAPA, 2011).

A refrigeração é o método mais utilizado e individualmente eficaz para prolongar a vida útil de frutas e hortaliças. Os demais são complementares a esse. Por exemplo, inibidores de etileno têm sido ferramentas úteis no manejo pós-colheita de muitos frutos e, associados à refrigeração, têm sido empregados para retardar o amadurecimento e a senescência em frutas climatéricas (HOJO et al., 2007; SIVAKUMAR et al., 2012).

Essas táticas, como controle ou modificação da atmosfera, utilização de ceras na superfície dos produtos, revestimentos comestíveis, entre outros, não produzem bons resultados se não forem associados ao uso de baixas temperaturas (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

A manga tem como temperatura ideal de armazenamento a de 13°C, devendo a umidade relativa do ar estar em torno de 85-90% (CHITARRA & CHITARRA, 2005; YIMYONG et al., 2011). Sob estas condições, a manga se mantém apropriada para o consumo durante, em média, 14-21 dias. Esta fruta é atualmente exportada para outros países, como a Holanda, Estados Unidos e Reino Unido (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2015), a partir do uso adequado da refrigeração.

Na exportação de frutas, o uso de containeres refrigerados para o transporte necessita manter a sua integridade em percursos longos, requerendo que a tecnologia seja mais eficiente. De navio porta-container para a Europa, a carga demora de 10 a 14 dias. Porém, se o destino for o Oriente Médio, o percurso dura 25 dias. Em 2011, serviços de containers de CA (Controlled Atmosphere) começaram a ser usados para o transporte de mangas, especialmente para o Oriente Médio. Consequentemente, é necessário beneficiar a manutenção da textura, teor de açúcar, aparência, nutriente e integridade das frutas, o que é primordial em determinados mercados (LEÃO; DONATO, 2016), por meio de tecnologia pós-colheita adequada à manga.

3.5 Revestimentos

O termo revestimentos em aplicações alimentares corresponde a camadas finas de materiais comestíveis aplicadas sobre superfícies de produtos perecíveis, tais como frutas e legumes frescos (VALDÉS et al., 2015). Consistem em suspensões de um agente espessante, que forma uma película ao redor do fruto, reduzindo a migração de vapor d'água e as trocas gasosas com o meio, incrementando o brilho superficial e reduzindo infecções (OLIVEIRA; CEREDA, 2003; PEREIRA et al., 2006).

Para a composição desses revestimentos, além de proteínas e lipídeos, derivados da amilose ou da celulose (ambos carboidratos), têm sido utilizados como matéria-prima, por serem biodegradáveis e consumíveis ainda no fruto (GUEDES, 2007; SCANAVACA JÚNIOR et al., 2007). A eficiência de utilização dos filmes formados está relacionada com as suas propriedades, tais como: funções antioxidantes e antimicrobianas; barreira contra o oxigênio, dióxido de carbono e luz UV; permeabilidade ao vapor de água; alongamento na ruptura; e propriedades físicas, como opacidade e cor (WEISS et al., 2013).

A junção de revestimentos orgânicos, como de fécula de mandioca, com óleos essenciais, também retrata uma possibilidade promissora na conservação pós-colheita da manga fresca (LIMA et al., 2012). Com a utilização de quitosana, em mangas ‘Tommy Atkins’, foi possível reduzir a perda de massa, atrasar o declínio da firmeza, reduzir a taxa respiratória, tendo, também, influência sobre os teores de sólidos solúveis, acidez e pH (CISSÉ et al., 2015). Nessa mesma cultivar, em frutos colhidos na maturidade comercial e recobertos com fécula de mandioca combinada com quitosana, observou-se maior retenção do amadurecimento e maior aceitação sensorial após a transferência da refrigeração para o ambiente, segundo Azerêdo et al. (2016). A quitosana é relativamente barata e fácil de dissolver, sendo uma opção para uso nos revestimentos em frutos (ARNON et al., 2014).

O amido é um dos biopolímeros mais utilizados para elaboração de revestimentos, em razão do menor custo e alta disponibilidade. Além disso, é biodegradável, quando lançado no meio ambiente, deste modo, contribuindo para uma menor poluição (HENRIQUE et al., 2008; ALMEIDA, 2010).

Outros revestimentos que exibiram bons resultados foram bentonite e bentonite/sorbato de potássio, em mangas, sendo eficazes, em prevenir o crescimento de fungos, leveduras e bactérias. Em geral, os revestimentos têm sido usados para frutas com casca, prolongando o tempo de amadurecimento e reduzindo a perda de massa. A taxa de respiração das mangas revestidas também foi reduzida em média em 5%, atrasando o pico respiratório e a degradação de ácidos orgânicos (LIU et al., 2014).

Vários tipos de revestimentos vêm sendo testados como técnica para preservação da qualidade na manga e trazem benefícios para o aumento da vida útil para diversas frutas (Tabela 1).

Tabela 1. Exemplos de revestimentos avaliados para conservação pós-colheita de manga

Revestimento	Aditivo	Autor
Quitosana	Tween 20	Khaliq et al. (2017)
	Iodo e lactoperoxidase	Cissé et al. (2015)
	Própolis	Mattiuz et al. (2015)
Alginato	Glicerol	Chiumarelli et al. (2011)
CMC	Dextrina, óleo de girassol, sorbato de potássio, etanol e surfactante	Amariz et al. (2010)
Amido	-	Bibi e Baloch et. al. (2014)
Própolis	-	Mattiuz et al. (2015)
Fécula de mandioca	Glicerol, Tween 40, óleo de orégano e erva doce	Salvia-Trujillo et al. (2015)
Fécula de mandioca 3,0%	Água de cravo e canela	Serpa et al. (2014)
Cera de carnaúba	<i>Aloe vera</i>	Pérez et. al. (2016)

Em particular, os revestimentos com quitosana, alginato e carboximetil celulose (CMC) serão mais detalhados a seguir, destacando sua aplicação e pontencial de uso, embasado a avaliação realizada em manga Tommy Atkins, que será descrito no capítulo II.

3.5.1 Quitosana

Dentre os procedimentos aplicados em frutas tropicais para prolongar a vida útil pós-colheita, o uso de compostos naturais ou biodegradáveis, não tóxicos, derivados de animais ou plantas, que apresentem efeito fungistático ou induzam a resistência natural das plantas, tem-se destacado nos trabalhos de conservação de produtos vegetais (BAUTISTA-BAÑOS et al., 2006), sendo a quitosana um desses produtos.

A quitosana é um polissacarídeo composto por unidades de 2-amino-2- desoxi- β -(1,4)-D-glicosamina e 2-acetamida-2-desoxi- β -(1,4)-D-glicosamina, obtida pela desacetilação parcial da quitina, adquirida a partir dos exoesqueletos de crustáceos (YOUSSEF et al., 2015). Apresenta propriedades tecnológicas adequadas, como comestibilidade e não-toxicidade, propriedades antimicrobianas, permeabilidade seletiva de gases (CO_2 e O_2), translucidez e brilho, biodegradabilidade e baixo custo (ELSABEE; ABDOL, 2013).

Sua solubilidade depende do grau de desacetilação, da distribuição dos grupos acetila ao longo da cadeia principal, da massa molecular e da natureza do ácido utilizado para a protonação (PILLAI et al., 2009). A quitosana é solúvel em solução ácida com pH

abaixo de 6,0 devido à presença de grupos amino 29 (LECETA et al., 2013; SZYMAŃSKA e WINNICKA, 2015). Kim et al. (2017) mencionaram que a solubilidade da quitosana está relacionada com a quantidade de grupos amino protonados ($-\text{NH}_3^+$) na cadeia polimérica. Quanto maior a quantidade destes grupos, maior a repulsão eletrostática entre as cadeias e também maior a solvatação em água. Szymańska e Winnicka (2015) destacaram que as propriedades da quitosana, tais como pureza, viscosidade, grau de desacetilação, massa molar e estrutura polimorfa, podem variar de acordo com a temperatura, tempo de reação de desacetilação e composição dos reagentes.

A quitosana é um polímero promitente com aplicações em diversos campos (SZYMAŃSKA e WINNICKA, 2015). No setor de filmes e revestimentos comestíveis, a quitosana vem se destacando por apresentar propriedades tecnológicas adequadas quando aplicada em alimentos, tais como biocompatibilidade, propriedades antimicrobianas, permeabilidade seletiva de gases (CO_2 e O_2), aparência estética desejável, atoxicidade, não-poluentes e baixo custo (ELSABEE e ABDOL, 2013). No entanto, este polímero apresenta algumas limitações como alta permeabilidade ao vapor de água, devido à natureza hidrofílica (SÁNCHEZGONZÁLEZ et al., 2011; SHARIATINIA e FAZLI, 2015).

A quitosana é um composto biodegradável, natural, não tóxico, derivado de cascas de crustáceos, como caranguejos e camarões, podendo ser recomendado para a aplicação comercial na preservação de produtos frescos, e tem sido utilizado no controle de doenças pós-colheita em vários produtos hortícolas (CASTRO et al., 2009; ALI et al., 2011). Pode ajudar no controle do aparecimento de doenças pós-colheita por interferindo diretamente no crescimento do patógeno ou por ativar várias respostas de defesa no tecido vegetal (AGRAWAL et al., 2002; GUERRA-SANCHÉZ et al., 2009).

Hipoteticamente, a natureza policatiônica da quitosana é a base para a sua funcionalidade biológica. Suas propriedades biológicas e filmogênicas foram avaliadas no armazenamento de frutos, sendo efetivo no controle da podridão pós-colheita (ALI et al., 2011), na manutenção da firmeza, atrasando a degradação do amido, de clorofila e de ácidos orgânicos e o acúmulo de sólidos solúveis (SRINIVASA et al., 2002), retardando o amadurecimento (ALI et al., 2011).

A quitosana apresenta propriedade “filmogênica”, formando uma camada protetora sobre os frutos imersos em suas soluções, auxiliando na redução da perda de água, modificando a atmosfera e prolongando o amadurecimento (SOUZA et al., 2011). Essas propriedades vêm sendo observadas em diversas frutas, como lichia (HOJO et al., 2011) e

manga (SOUZA et al., 2011). A associação da fécula de mandioca com quitosana em mangas ‘Tommy Atkins’ também mostrou eficiência, apresentando maior suculência, retardando a mudança na coloração, mantendo os teores de sólidos solúveis e a acidez e reduzindo a ocorrência de manchas nos frutos (AZERÊDO et al., 2016).

Contudo, revestimentos e filmes feitos com um único material podem não satisfazer as propriedades requeridas para o ótimo desempenho funcional. Desta forma, a associação de diferentes polímeros com outros aditivos considerados seguros para alimentos, pode melhorar suas propriedades (WEI et al., 2015).

3.5.2 Revestimentos à base de CMC

A carboximetilcelulose (CMC) é um derivado de celulose com grupos carboximetil ($-\text{CH}_2\text{-COOH}$) ligado a alguns dos grupos hidroxila dos monômeros de glucopirranose que compõem o esqueleto de celulose. A celulose é frequentemente utilizada como sal de sódio na indústria de alimentos (MARTELLI et al., 2017). Uma coleção de material prático pode ser adicionada para aumentar a eficiência de filmes para a manutenção dos materiais alimentares (CAI et al., 2011; EMBUSCADO; HUBER, 2009). Diferentes relatórios revelaram atividade antimicrobiana indireta e armazenamento contínuo de gelatina e CMC em vários produtos alimentares devido ao seu papel na redução da atividade da água (ASMA et al., 2014; LEE et al., 2004).

A CMC tem sido amplamente estudada como revestimento (ARNON et al., 2014). Sua preparação como revestimento consiste em diluir o pó em água aquecida a 70°C sob agitação constante (TRIGO et al., 2012). Carboximetil celulose é um espessante termoestável e, por isso, gera uma maior resistência às trocas bruscas de temperaturas. Suas características e propriedades básicas são solubilidade total em água fria ou quente; insolubilidade em solventes orgânicos; é fisiologicamente inerte (caloria zero); é um aditivo seguro (classificado como BPF pela ANVISA); possui alta capacidade de reter água; possui baixa atividade de água na forma sólida finamente dividida (não suscetível à contaminação microbiológica); é capaz de formar filmes flexíveis em determinados sistemas; apresenta comportamento reológico variável a critério da necessidade do mercado (QUENTIN et. al., 2017).

A CMC também constitui barreira eficiente à permeação de O_2 (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Revestimentos usando CMC e carragena em mangas ‘Tommy Atkins’

minimamente processadas durante o armazenamento promoveram bons resultados em relação à textura, comparado às fatias que não foram revestidas, não modificando o sabor dos frutos (PLOTTO et al., 2010).

Algumas publicações citam problemas decorrentes da utilização de CMC em sistemas com baixo pH. Isso porque meios que apresentam baixos pH podem tornar o CMC insolúvel. O problema ocorre para alguns CMCs em situações muito específicas, mas não para todos. Os CMCs resistentes em meio ácido são muito consumidos pela indústria alimentícia, não apresentam qualquer problema quando são utilizados em sistemas com baixo pH. Funcionam perfeitamente bem como espessantes em tais sistemas, mas deve-se sempre tomar cuidado com meios ácidos, especialmente abaixo de pH 5, pois os íons disponíveis podem reagir com as cargas do CMC precipitando-o (QUENTIN et. al., 2017).

Esses revestimentos necessitam de aditivos para agirem como plastificantes e atuar na aderência nos frutos e para viscosidade, ou ação antifúngica, características importantes na preparação da emulsão e para sua atuação. Como a deterioração de um fruto é geralmente devido ao crescimento fúngico, é importante a aplicação de agentes antimicrobianos para composição do revestimento. O glicerol, monoglicéridos acetilados, polietileno glicol e sacarose são plastificantes, frequentemente, usados para alterar a propriedade mecânica do filme. Entretanto, a incorporação destes aditivos pode promover mudanças significativas nas propriedades de barreira dos filmes (ESPITIA et al., 2014). Assim, deve-se destacar a importância de definir adequadamente não apenas a concentração do componente básico do revestimento, mas também da natureza e a proporção de aditivos para a melhoria de suas propriedades.

3.5.3 Revestimentos à base de alginato de sódio

O alginato de sódio é um dos polissacarídeos utilizados na elaboração de filmes e emulsões, possuindo boa barreira a O_2 e CO_2 , sendo eficiente para diminuir a respiração e retardar o amadurecimento de frutas e hortaliças (AZEREDO et al., 2011). É amplamente utilizado na indústria de alimentos, em função de suas características de espessante, estabilizante de emulsões e de espuma, agente de encapsulação, agente de geleificação, agente de formação de filmes e de fibras sintéticas (MÜLLER et al., 2011), são solúveis em água, insolúveis em óleos, gorduras e solventes orgânicos (QUENTIN et. al., 2017).

Este composto é bastante utilizado como revestimento de frutas, com aplicação mencionada na conservação de mamões minimamente processados, limitando a quantidade de coliformes fecais (TRIGO et al., 2012). Em mangas, ‘Tommy Atkins’ minimamente processadas, o alginato reduz a respiração, ampliando o período de conservação (CHIUMARELLI et al., 2011).

O uso de formulações baseadas em alginato é apropriado para manter a maioria dos atributos de qualidade do produto. O alginato pode ser recomendado para fins comerciais devido ao seu menor custo em comparação a outros polissacarídeos utilizados em aplicações industriais de elevado valor econômico, podendo ser constatado o efeito em bagas de medronheiro (*Arbutus unedo* L.) que podem ser armazenadas por 28 dias a 0,5 °C, com esse tipo de revestimento, conservando uma boa aparência e atratividade (GUERREIRO et al., 2015).

Para alguns revestimentos, são acrescentados componentes com objetivos específicos, como por exemplo, óleos essenciais de carvacrol (componente do orégano e do tomilho), durante a elaboração de filmes de alginato de sódio, com a finalidade de inibir micro-organismos, como *Botrytis cinera* e *Escherichia coli*, em morangos (PERETTO et al., 2014). Estão sendo utilizados também em emulsões e nanoemulsões de alginato com adição de óleo essencial de copaíba, limão e melaleuca, obtendo resultados positivos e eficiência na aplicação (PIRES; MOURA, 2016).

Existe a necessidade de acrescentar aditivos como plastificantes, nas formulações dos revestimentos, por exemplo naqueles de quitosana, alginato e CMC foram acrescentados: Tween 80, glicerol e óleo de girassol, a fim de se obter estabilidade e aderência dos compostos presentes nas emulsões. Os plastificantes mais empregados são tipicamente os polióis, como o glicerol, o polietileno glicol e o sorbitol, que têm sido empregados na formação de coberturas comestíveis (VARGAS et al., 2009; SCRAMIN et al., 2011) com a função de reduzir as forças intermoleculares, facilitando o movimento relativo das cadeias. Com o aumento da concentração de plastificante, o espaço entre as cadeias se eleva e a difusão de gases é facilitada (BANKER, 1966; SCRAMIN et al., 2011), ocasionando o intumescimento da cobertura, o que facilita a proliferação dos fungos. As elevadas adições de plastificantes devem ser evitadas, por inviabilizam o uso da formulação como formadora de cobertura protetora (COLZATO et al., 2011).

O Tween 80 é um tensoativo e emulsificante hidrofílico, que tem a função estabilizante nas emulsões preparadas. Para aumentar a funcionalidade das emulsões diferentes óleos podem ser usados como o óleo de girassol. Tensoativos não iônicos do grupo dos poloxâmeros e polioxietileno-sorbitanos (Tweens) têm se mostrado promissores em combinação com os fosfolipídeos, pois levam à formação de filmes mistos compactos, conferindo maior estabilidade à formulação (WANG et. al., 2008; WANG et al., 2009).

O óleo de girassol assim como outros tipos de óleos tem a função de adicionar partículas com menor afinidade à água, utilizados na preparação de revestimentos e filmes. A incorporação de lipídios na formulação de filmes de amido, por exemplo, pode melhorar as propriedades de barreira mecânica e propriedades óticas desses materiais (JIMÉNEZ et al., 2013). Devido à sua hidrofobicidade (QURAT-UL-AIN et al., 2016), faz-se necessário a adição de técnicas que ajudem na homogeneização como a emulsificação (PÉREZ-GAGO; RHIM, 2014).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O emprego de revestimentos comestíveis protetores de frutos tropicais para exportação, como a manga, tem apresentado nas últimas décadas, resultados promissores, demonstrando o potencial de aumento da vida útil em condições comerciais. A tecnologia tem se destacado por elevar o tempo de conservação dos frutos, permitindo a versatilidade de manuseio e comercialização. Entre as vantagens das matérias-primas utilizadas como revestimento comestível, está a biodegradabilidade, contribuindo para a diminuição do uso de fontes não renováveis, evitando a poluição ambiental.

Os polissacarídeos utilizados nos revestimentos como a quitosana, alginato de sódio e carboximetil celulose, apresentam especificidades adequadas para a aplicação por possuírem boa transparência e boa resistência às trocas gasosas. A manutenção da integridade da parede celular do fruto e as propriedades antifúngicas que alguns apresentam, como a quitosana, enfatizam os benefícios do uso desta tecnologia. Acrescentam-se também as características de serem economicamente atraentes, em virtude da utilização em pequenas quantidades de matérias-primas, sendo algumas delas de baixo valor. Porém, mesmo possuindo vários estudos sobre o uso revestimentos comestíveis em frutas, informações mais aplicadas precisam ser disponibilizadas para que seja possível a indicação do mais eficaz e aplicável às práticas adotadas por produtores e exportadores de frutas como a manga.

5. REFERÊNCIAS

AGRIANUAL 2012. Anuário da agricultura brasileira. Manga: um novo destino. FNP Consultoria & Comércio, 2012. p.66-69.

ALVES, R. E.; MENEZES, J. B.; ASSIS, J. S.; LIMA, M. A. C.; AMORIM, T. B. F.; MARTINS, A. G. Colheita e pós-colheita. In: GENÚ, P. J. de C.; PINTO, A. C. de Q. **A cultura da mangueira**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. cap. 17, p. 381-405.

ANDRADE, P. F. S. Análise da Conjuntura Agropecuária – Safra 2011-2012. Estado do Paraná. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento – Departamento de Economia Rural. Disponível em: http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/fruticultura_2011_12.pdf. Acesso em: 15/02/2017.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2014. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2015. 104 p.

ALBUQUERQUE, E.M.B.; SANTOS, D.C.; OLIVEIRA, E.N.A.; ALMEIDA, F.A.C.; SILVA, H. Comportamento do ácido ascórbico em manga in natura armazenada em atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.13, n.3, p.263-269, 2011.

ALI, A.; MUHAMMAD, M. T. M.; SIJAM, K.; SIDDIQUI, Y. Effect of chitosan coatings on the physicochemical characteristics of Eksotika II papaya (*Carica papaya* L.) fruit during cold storage. **Food Chemistry**. v. 124, n. 2, p. 620–626, 2011.

ALMEIDA, D. M. **Biofilme de blenda de fécula de batata e celulose bacteriana na conservação de fruta minimamente processada**. Tese (Doutorado em Processos Biotecnológicos) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

AMARIZ, A.; LIMA, M. A. C.; TRINDADE, D. C. G.; SANTOS, A. C. N.; RIBEIRO, T. P. Revestimentos à base de carboximetilcelulose e dextrina em mangas ‘Tommy Atkins’ armazenada sob refrigeração. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.40, n.10, out, 2010.

ARNON, H.; ZAITSEV, Y.; PORAT, R.; POVERENOV, E. Effects of carboxymethyl cellulose and chitosan bilayer edible coating on postharvest quality of citrus fruit. **Postharvest Biology and Technology**. v. 87, n.1, p. 21–26, 2014.

ASSIS, J. S. **Cultivo da Mangueira: Colheita e pós-colheita**. 2004. Embrapa Semi-Árido Sistemas de Produção, 2, Versão Eletrônica. Disponível em: <http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/sistema_producao/spmanga/colheita.htm>. Acesso em: 08 jun. 2017.

ASSIS, J. S.; FETT, M. S.; LIMA, M. A. C.; CANTILLANO, R. F. F.; SELF, .G., **Elaboração e Difusão das Normas da Produção Integrada da Manga no Brasil: Colheita e Pós-Colheita**. 2004. Embrapa Semiárido. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia22/AG01/arvore/AG01_145_24112005115227.html>. Acesso em: 08 jun. 2017.

ASMA, C.; MERIEM, E.; MAHMOUD, B.; DJAAFER, B. Physicochemical characterization of gelatin-CMC composite edibles films from polyion-complex hydrogels. **Journal of the Chilean Chemical Society**, v.59, n.1, p.2279-2283, 2014.

AURAND, R.; FAUROBERT, M.; PAGE, D.; MAINGONNAT, J. F.; BRUNEL, B.; CAUSSE, M.; BERTIN, N. Anatomical and biochemical trait network underlying genetic variations in tomato fruit texture. **Euphytica**, v. 187, Issue 1, p. 99-116, 2012.

AZEVEDO, H. M. C.; MAGALHÃES, U. S.; OLIVEIRA, S. A.; BRITO, E. S.; RIBEIRO, H. L. Filmes comestíveis de alginato e goma de cajueiro. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Comunicado Técnico 168**. Fortaleza, 2011.

AZERÊDO, L. P. M.; SILVA, S. M.; LIMA, M. A. C.; DANTAS, R. L.; PEREIRA, W. E. qualidade de manga ‘Tommy Atkins’ da produção integrada recoberta com fécula de mandioca associada a óleos essenciais e quitosana. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 38, n. 1, p.141-150, 2016.

BANKER, G. S. Film coating theory and practice. **Journal of Pharmaceutical Sciences**, Whashington, v. 55, n. 1, p. 81-89, 1966.

BARBOSA, N. C. **Taxa de respiração do Mamão em função das diferentes condições de atmosferas de armazenamento em temperatura ambiente**. 2013. 87 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2013.

BATISTA, P. F.; LIMA, M. A. C. D.; TRINDADE, D. C. G. D.; ALVES, R. E. Quality of different tropical fruit cultivars produced in the Lower Basin of the São Francisco Valley. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 46, n. 1, p. 176-184, 2015.

BAUTISTA-BAÑOS, S.; HERNÁNDEZ-LAUZARDO, A. N.; VALLE, M. G. V.; HERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; BARKA, E. A.; BOSQUEZ-MOLINA, E.; WILSON C. L. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. **Crop Protection**, London, v. 25, n. 2, p.108-118, 2006.

BENEVIDES S. D, RAMOS A. M, STRINGHETA P. C, CASTRO V. C. Qualidade da manga e polpa da manga Ubá. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 28, n. 3, p. 571-578, 2008.

BERNARDES-SILVA, A. P. F.; LAJOLO, F. M.; CORDENUNSI, B. R. Evolução dos teores de amido e açúcares durante o desenvolvimento e amadurecimento de diferentes cultivares de manga. **Ciência Tecnologia Alimentos**. v. 23, supl., p. 116-120, 2003.

BEZERRA, T. S.; COSTA, J. M. C.; AFONSO, M. R. A.; MAIA, G. A. ROCHA, E. M.F.F. Avaliação físico-química e aplicação de modelos matemáticos na predição do comportamento de polpas de manga desidratadas em pó. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n.3, p. 278-283, 2011.

BIBI, F.; BALOCH, M. K. Postharvest quality and shelf life of mango (*Mangifera indica* L.) fruit as affected by various coatings. **Journal of Food Processing and Preservation**. v. 38, p. 499–507, 2014.

BLANCAS-BENITEZ, F.J.; MERCADO-MERCADO, G.; QUIRÓS-SAUCEDA, A.E.; MONTALVO-GONZÁLEZ, E.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G.A.; SÁYAGO-AYERDI, S.G. Bioaccessibility of polyphenols associated with dietary fiber and in vitro kinetics release of polyphenols in Mexican ‘Ataulfo’ mango (*Mangifera indica* L.) by-products. **Food Funct.** v.6, n 3, p. 859–868, 2015.

CAI, J.; CHEN, Q.; WAN, X.; ZHAO, J. Determination of total volatile basic nitrogen (TVB-N) content and Warner–Bratzler shear force (WBSF) in pork using Fourier transform near infrared (FT-NIR) spectroscopy. **Food Chemistry**, v.126, n. 3, p. 1354- 1360, 2011.

CAFFALL, K.H.; MOHNEN, D. The structure, function, and biosynthesis of plant cell wall pectic polysaccharides. **Carbohydrate Research**, v.344, p.1879-1900, 2009.

CAPARINO, O. A.; TANG, J.; NINDO, C. I.; SABLANI, S. S.; POWERS, J. R.; FELLMAN, J. K. Effect of drying methods on the physical properties and microstructures of mango (Philippine 'Carabao' var.) powder. **Journal of Food Engineering**, v. 11, p. 135-148, 2012.

CASTRO, J.; CONTE, R. N. B.; CARVALHO, C. R. L. Effects of Postharvest Treatments 468 and Modified Atmosphere on Quality of “ Espada Vermelha ” **Mangoes**. p. 731-736, 2009.

CAVALINI, F. C., JACOMINO, A. P., TREVISAN, M. J., MIGUEL, A. C. A. Ponto de colheita e qualidade de goiabas ‘Kumagai’ e ‘Paluma’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 37(1), 064-072. Chitarra, M. I. F., Chitarra, A. B. (2005). Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL-FAEPE, 785p, 2015.

CEPEA, Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Anuário 2015/2016 Hortifruti Brasil**. Esalq/USP, 2016.

CESTARI, A. R.; VIEIRA, E. F. S.; ALVES, F. J.; SILVA, C. E.; ANDRADE, M. A. Jr. A novel and efficient epoxy/chitosan cement slurry for use in severe acidic environments of oil wells-Structural characterization and kinetic modeling, **Journal of Hazardous Materials**, v. 213-214, pp. 109-116, 2012.

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

CHIUMARELLI, M.; FERRARI, C. C.; SARANTOPOULOS, C. I. G. L.; HUBINGER, M. D. Fresh cut ‘Tommy Atkins’ mango pre-treated with citric acid and coated with cassava (*Manihot esculenta* Crantz) starch or sodium alginate. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**. v.12, p. 381-387, 2011.

CISSÉ, M.; POLIDORI, J.; MONTET, D.; LOISEAU, G.; COLLIN, M. N. D. Preservation of mango quality by using functional chitosan lactoperoxidase systems coatings. **Postharvest Biology and Technology**. v. 101, p. 10–14, 2015.

COLZATO, M.; SCRAMIN, J. A.; FORATO, L. A.; COLNAGO, L. A.; ASSIS, O. B. G. H NMR Investigation of oil oxidation in macadamia nuts coated with zein-based films.

Journal of Food Processing and Preservation, Westport, v. 35, n. 6, p. 790-796, 2011.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-4549.2011.00530.x>

CONEGLIAN, R. C. C.; RODRIGUES, J. D. BRASIL, O. G. Efeito da aplicação do etileno no pH, acidez, índice refratométrico e açúcares totais de frutos de manga, colhidos em estágio pré-climatérico. **Scientia Agrícola**. Piracicaba, v. 50, n. 2, 1993.

COPELAND, L. BLAZEK, J., SALMAN H. TANG, M.C.M Form and functionality of starch. **Food Hydrocolloid**, [s.l.], v. 23, n. 6, p. 1527-1534, 2009.

CORREIA, S. J; DAVID, J. P.; DAVID, J. M. Metabólitos secundários de espécies de Anacardiaceae. **Química Nova**, v. 29, n. 6, p. 1287-1300, 2006.

CÔRTEZ, S. L.; KIMURA, M.; BORSATO, D.; GALÃO, O. F.; MOREIRA, I.; COSTA, S. B. Teor de açúcares em oito diferentes tipos de frutas. In: CONGRESSO BRASILEIRO QUÍMICA, 56., 2016, Belém. **Anais...** Belém: Abq - Associação Brasileira de Química, 56. 2016.

COSTA, V.S.O., MICHEREFF, S.J., MARTINS, R.B., GAVA, C.AT., MIZUBUTI, E.S.G., CÂMARA, M.P.S. Species of Botryosphaeriaceae Aated on mango in Brasil. **European Journal Plant Pathology**, v.127, Issue 4, p.509–519, 2010.

COSTA, J.G.; SANTOS, C.A.F.Cultivares. In: MOUCO, M.A.C. Cultivo da Mangueira. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, Sistemas de Produção, 2. Versão eletrônica, 2004.

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

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.; FENNEMA, O. R. **Fennema's food chemistry**. 4. ed. Boca Raton: CRC Press, 2008. 1144 p.

ELSABEE, M. Z.; ABDON, E. S. Chitosan based edible films and coatings: A review. **Materials Science and Engineering**, v. 33, n. 4, p. 1819-1841, 2013.

EMBUSCADO, M. E.; HUBER, K. C. Edible films and coatings for food applications. Springer, New York, 2009.

EMBRAPA. **Pós-colheita de hortaliças: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília-DF, p. 250, ed 1, 2011.

ESPITIA, P. J. P.; DU, W.-X.; AVENA-BUSTILLOS, R. J.; SOARES, N. F. F.; MCHUGH, T. H. Edible films from pectin: Physical-mechanical and antimicrobial properties -A review. **Food Hydrocolloids**, 35, p. 287- 296, 2014.

FAMIANI, F., CULTRERA, N., BATTISTELLI, A., CASULLI, V., PROIETTI, P., STANDARDI, A., CHEN, Z. H., LEEGOOD, R. C., & WALKER, R. P. Phosphoenolpyruvate carboxykinase and its potential role in the catabolism of organic acids in the flesh of soft fruit during ripening. **Journal of Experimental Botany**, v. 56, n.421, p. 2959-2969, 2005.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2015. Roma: FAOSTAT Database Gateway-FAO. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>> 353 Acesso em: 26 Jan. 2017.

FAOSTAT. **Agriculture production:** Production of crops – Mango, mangosteens, guava, 2015. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>>. Acesso em: 12 março. 2017. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION - FAD. Generally recognized as safe (GRAS). Silver Spring. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/>>

FAO. **Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação.** Estatísticas FAO, 2012.

FELLOWS, P. **Tecnologia del procesado de los alimentos:** principios y prácticas. Zaragoza-Espanha: Editorial Acribia, 2000.

FILGUEIRAS, H. A. C., PIMENTEL, C. R. M., CASTRO, E. B., MENEZES, J. B., ALVES, R. E., AMORIM, T. B. F. **Colheita e manuseio pós-colheita.** In: Filgueiras, H. A. C. et al. *Frutas do Brasil: manga. pós-colheita.* Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. p.25, 2000.

GARZA, I. P. I.; PARRA, P. A. R.; BRENES, C. H.; VELÁZQUEZ, D. A. J. Effects of postharvest ripening on the nutraceutical and physicochemical properties of mango (*Mangifera indica* L. cv Keitt). **Postharvest Biology and Technology**, v. 103, p. 45–54, 2015.

GIRARDI, C. L. PEGORARO, C.; CRIZEL, G.; STORCH, T. T.; ZANUS, M. C. Conservação da qualidade pós-colheita de maçãs. **Circular Técnica 114.** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2015. 16 p.

GOMES, P. **Fruticultura brasileira.** 2010. Disponível em: <<http://www.bibvert.futuro.usp.br>> . Acesso em: 10 mai. 2017.

GONZÁLEZ-AGUILAR, G.A.; ZAVALA-GATICA, R.; TIZNADO-HERNÁNDEZ, M.E. Improving postharvest quality of mango ‘Haden’ by UV-C treatment. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 45, n. 1, p. 108-116, 2007.

GUEDES, P. A. **Utilização de biofilme comestível na conservação pós-colheita de manga, cv. Rosa.** 2007. 70f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB).

GUERRA-SÁNCHEZ, M.G.; VEGA-PÉREZ, J.; VELÁZQUEZDEL VALLE, M.G.; HERNÁNDEZ-LAUZARDO, A.N. Antifungal activity and release of compounds on *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.: Fr.) Vuill. by effect of chitosan with different molecular weights. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.93, p.18-22, 2009.

GUERREIRO, A. C.; GAGOA, C. M.L., FALEIRO, M. L., MIGUEL, M. G.C., ANTUNES, M. D.C., The effect of alginate-based edible coatings enriched with essential oils constituents on *Arbutus unedo* L. fresh fruit storage. **Postharvest Biology And**

Technology, [s.l.], v. 100, p.226-233, fev. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.09.002>.

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

HOJO, E.T.D.; ABREU, C.M.P. de; ASMAR, S.A.; HOJO, R.H.; CORRÊA, A.D.; VILAS BOAS, E.V. de 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.28-38, 2009.

HOJO, E.T.D.; ABREU, C.M.P. de; HOJO, R.H.; ASMAR, S.A.; CUNHA JÚNIOR, L.C.; CORRÊA, A.D. Firmeza de mangas 'Palmer' tratadas com 1 metilciclopropeno e armazenadas sob refrigeração. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.6, p.1878-1883, 2007.

HOJO, E. T. D.; DURIGAN, J. F.; HOJO, R. H. Uso de embalagens plásticas e cobertura de quitosana na conservação pós-colheita de lichias. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n.1 p.377-383, 2011. Volume Especial.

HOOVER, R. The impact of heat-moisture treatment on molecular structures and properties of starches isolated from different botanical sources. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, [s.l.], v. 50, n. 9, p. 835-847, 2010.

HOPKINS, W.G.E HUNER, N.P.A. **Introduction to Plant Physiology**. 3ed, 2009. 528p.

HORTIFRUTI BRASIL: Clima 2014-2017 Excesso e falta de chuvas alteram o mapa dos hortifrúti. São Paulo: Cepea-centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - Esalq/usp, v. 15, n. 164, fev. 2017. Mensal. Disponível em: <<http://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/clima-2014-2017.aspx>>. Acesso em: 13 mar. 2017.

HUBER, D. J.; KARAKURT, Y.; JEONG, J. – **Revista Brasileira Fisiologia Vegetal**.v. 13, p.224, 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-31312001000200009>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola estadual: lavoura permanente 2013. Disponível em: Acesso em: Acesso em: 26 jan. 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola estadual: lavoura permanente 2015. Disponível em: Acesso em: Acesso em: 15 mar. 2017.

INIESTRA-GONZÁLEZ, J. J.; LINO-LÓPEZ, G. J. PAULL, R. E.; DE LA ROSA, A. P. B.; MANCILLA-MARGALLI, N. A.; SAÑUDO-BARAJAS, J. A.; IBARRA-JUNQUERA, V.; CHEN, N. J.; HERNÁNDEZ-VELASCO, M. Á.; OSUNA-CASTRO, J. A. Papaya endoxylanase biochemical characterization and isoforms expressed during fruit ripening. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 81, n. 1, p. 13-22, Jul. 2013.

JACOMINO, A. P.; KLUGE, R. A.; BRACKMANN, A.; CASTRO, P. R. C. Amadurecimento e senescência de mamão com 1-metilciclopropeno. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 303-308, abr/jun. 2002.

JIMÉNEZ, A.; FABRA, M. J.; TALENS, P.; CHIRALT, A. Phase transitions in starch based films containing fatty acids. Effect on water sorption and mechanical behaviour. **Food Hydrocolloids**, v. 30, n. 1, p. 408-408, 2013.

JORIS, V. W.; FANI, M.; WANKENNE, M. A.. Pectinas - Propriedades e Aplicações. **Fib - Food Ingredients Brasil: Ingrediente indispensável de seu negócio**, São Paulo, v. XVI, n. 29, p.46-48, 2014. Disponível em: <<http://revista-fi.com.br/edicoes/29/fib-edicao-29>>. Acesso em: 13 jun. 2017.

KADER, A. A. **Mango: Recommendations for Maintaining Postharvest Quality**. Disponível em: < <http://postharvest.ucdavis.edu> >. Acessado em: 12 de junho de 2017.

KADER, A. A.; ROLLE, R. S. **The Role of Post-harvest Management in Assuring the Quality and Safety Horticultural Crops**. Food and Agriculture Organization. Agricultural Services Bulletin 152, 52 p, 2004.

KHAKIMOV, B.; MONGI, R.J.; SØRENSEN, K.M.; NDABIKUNZE, B.K.; CHOVE, B.E.; ENGELSEN, S.B. A comprehensive and comparative GC-MS metabolomics study of non-volatiles in Tanzanian grown mango, pineapple, jackfruit, baobab and tamarind fruits. **Food Chemistry** v.213, p. 691–699, 2016.

KALIA, A.; PARSHAD, V.R. Novel trends to revolutionize preservation and packaging of fruits/ fruit products: microbiological and nanotechnological perspectives. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, London, v.55, n.2, p.159-82, 2014.

KHALIQ, G.; NISA, M.; RAMZAN, M.; KOONDHAR, N. Textural Properties and Enzyme Activity of Mango (*Mangifera indica* L.) Fruit Coated with Chitosan during Storage. **Journal Of Agricultural Studies**, [s.l.], v. 5, n. 2, p.32-50, 2017. Macrothink Institute, Inc.. <http://dx.doi.org/10.5296/jas.v5i2.10946>.

KIM, U. J.; LEE, Y. R.; KANG, T. H.; CHOI, J. W.; KIMURA, S.; WADA, M. Protein adsorption of dialdehyde cellulose-crosslinked chitosan with high amino group contents. **Carbohydrate Polymers**, v. 163, p. 32-42, 2017.

KRISHNAMURTY, S.; SUBRAMANYAM, H. Pre-and post-harvest physiology of de mango fruit: a review. **Tropical Science**, Oxford, v. 15, p. 167-193, 1973.

KRONGYUT, W.; SRILAONG, V.; UTHAIRATANAKIJ, A.; WONGS-AREE, C.; ESGUERRA, E. B.; KANLAYNARAT, S. Physiological changes and cell wall degradation in papaya fruits cv. ‘Kaek Dum’ and ‘Red Maradol’ treated with 1-methylcyclopropene. **International Food Research Journal**, Selangor, v. 18, n. 4, p. 1251-1259, 2011.

KURZ, C.; CARLE, R.; SCHIEBER, A. HPLC-DAD-MSncharacterisation of carotenoids from apricots and pumpkins for the evaluation of fruit product authenticity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 110, p. 522-530, 2008.

LASHERAS-ZUBIATE, M.; NAVARRO-BLASCO, I.; FERNANDES, J. M.; ALVAREZ, J.I. Effect of the addition of chitosan ethers on the fresh state properties of cement mortars, **Cement & Concrete Composites**, v. 34, pp. 964-973, 2012.

LEÃO, C.; DONATO, K. **Guia Marítimo: Especial Cadeia do Frio**. 2016. Revista Digital - Edições Especiais. Disponível em: <http://www.guiamaritimo.com.br/files/originals/ESPECIALJulhoREEFER_2.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2017.

LECETA, I.; GUERRERO, P.; DE LA CABA, K. Functional properties of chitosanbased films. **Carbohydrate Polymers**, v. 93, n. 1, p. 339-346, 2013.

LEE, K. Y.; SHIM, J.; LEE, H. G. Mechanical properties of gellan and gelatin composite films. **Carbohydrate Polymers**, v. 56, n. 2, p. 251-254, 2004.

LESTER, G.E.; JIFON, J.L.; MAKUS D.J. Impact of potassium nutrition on postharvest fruit quality: melon (*Cucumis melo* L.) case study. **Plant Soil**, v. 335, Issue 1–2, p. 117–131. 2010.

LIMA, A. B.; SILVA, S. M.; ROCHA, A.; NASCIMENTO, L. C.; RAMALHO, F. S. Conservação póscolheita de manga 'Tommy Atkins' orgânica sob recobrimentos bioorgânicos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 3, p. 704710, 2012.

LIMA, J. A. D. **Métodos para conservação de frutas e hortaliças**. 2016. 53 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade de Brasília Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília-DF, 2016.

LIU, K.; WANG, X.; YOUNG, M. Effect of bentonite/potassium sorbate coatings on the quality of mangos in storage at ambient temperature. **Journal Of Food Engineering**, [s.l.], v. 137, p.16-22, set. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.03.024>.

LUCENA, E. M. P., ASSIS, J. S., ALVES, R. E., ENÉAS FILHO, J. Alterações na cor, vitamina C, fenólicos e atividade de enzimas oxidativas durante o desenvolvimento de manga 'Tommy Atkins'. **Journal Interamerican Society for Tropical Horticulture**, v. 54, p.113-117, 2011.

LUCENA, E. M. P.; SILVA JÚNIOR, A.; CAMPELO, I. K. M. Caracterização físicoquímica da manga (*Mangifera indica* L.), variedade Tommy Atkins, em diferentes estádios de maturação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17., 2000, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2000. v. 2, p. 5.246.

MAGWAZA L.S. A preliminary study on the effect of climatic conditions and fruit mineral concentration on the development of lenticel damage in 'Tommy Atkins' and 'Keitt' mangos (*Mangifera indica* L.) and rind pitting in 'Benny Valencia' oranges (*Citrus sinensis*), 2008.

MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Dados Estatísticos**. 2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/cartas-de-servico/politica-agricola/estatisticas-e-dados-basicos-de-economia-agricola>>. Acesso em: 13 mar 2017.

MAQBOOL, M.; ALI, A.; ALDERSON, P. G.; ZAHID, N.; SIDDIQUI, Y. Postharvest Biology and Technology Postharvest application of gum arabic and essential oils for controlling anthracnose and quality of banana and papaya during cold storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 62, n. 1, p. 71-76, 2011.

MARTELLI, S. M.; MOTTA, C.; CAON, T.; ALBERTON, J.; BELLETTINI, I. C.; DO PRADO, A. C. P.; BARRETO, P. L. M., SOLDI, V. Edible carboxymethyl cellulose films containing natural antioxidante and surfactants: α -tocopherol stability, in vitro release and film properties. **LWT-Food Science and Technology**, v. 77, p. 21-29, 2017.

MATOO, A.K.; MURATA, T.; PANTASTICO, E.B.; CHACHIN, K.; OGATA, K.; PHAN, C.T. Chemical changes during ripening and senescence. In: PANTASTICO, E.B. **Post-harvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables**. Connecticut: AVI, 1975. cap.7, p.272-283.

MATTIUZ, B. H.; DUCAMP-COLLIN, M. N.; MATTIUZ, C. F. M.; VIGNEAULT, C.; MARQUES, K. M.; SAGOUA, W.; MONTET, D. Effect of propolis on postharvest control of anthracnose and quality parameters of `Kent mango. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.184, p.160-168, 2015.

MEDINA, V. M. **Fisiologia pós-colheita de manga**. Cruz das Almas, BA: Embrapa CNPMF, 1995. 31p (Embrapa-CNPMF. Circular Técnica, 24).

MELO, E.A., ARAÚJO, C.R. Mangas das variedades espada, rosa e tommy atkins: compostos bioativos e potencial antioxidante. **Semina: Ciências Agrárias** (Londrina), v. 32, n. 4, p.1451-1460, 2011.

MEDLICOTT, A. P.; THOMPSON, A. K. Analysis of sugars and organic acids in ripening mango fruit (*Mangifera indica* L. var Keitt) by high performance liquid chromatography. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 36, London, v. 36, p. 561-566, 1985.

MIGNON, A.; DEVISSCHER, D.; GRAULUS, G.; MARTINS, J.; DUBRUEL, P.; DE BELIE, N.; VAN VLIERBERGHE, S. Combinatory approach of methacrylated alginate and acid monomers for concrete applications, **Carbohydrate Polymers**, v. 155, pp. 448-455, 2017.

MIGUEL A. C. A.; DURIGAN, J. F.; FERRAUDO, A. S. Técnicas de análise multivariada na avaliação de injúrias pelo frio em mangas cv. Tommy Atkins. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, p. 371-376 n.spe 1, 2011.

MIGUEL, L. C. O.; LIMA, R. K. B.; SANTOS, E. C.; FERREIRA, L. L.; SILVA, F. S. O.; OLIVEIRA, N. P. S.; SILVA, V. L. F. Qualidade química e físico-química de mangas após armazenada sobre refrigeração. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 10, n. 1, p. 156-160, 2014.

MIZRACH, A. Ultrasonic technology for quality evaluation of fresh fruit and vegetables in pre- and postharvest processes. **Postharvest Biology and Technology**, v.48, p.315-330, 2008.

MIZOBUTSI, G. P.; SILVA, J. M. DA; MIZOBUTSI, E. H.; RODRIGUES, M. L. M.; LOPES, R. S.; FERNANDES, M. B.; OLIVEIRA, F. S. Conservação de pinha com uso de atmosfera modificada e refrigeração. **Revista Ceres**, v.59, n.6, p.751-757, 2012. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2012000600003>>.

MÜLLER, J. M.; SANTOS, R. L.; BRIGUDO, R. V. Produção de alginato por microrganismos. **Revista Polímeros**, v. 21, n. 4, p. 305-310, 2011.

NAMBI, V. E., THANGAVEL, K., JESUDAS, D. M. Scientific classification of ripening period and development of colour grade chart for Indian mangoes (*Mangifera indica* L.) using multivariate cluster analysis. **Scientia Horticulturae**, v. 193, p. 90-98, 2015.

OCHOA-VILARREAL, M. Aispuro-Hernández E, Vargas-Arispuro I, Martínez-Téllez MÁ. Plant cell wall polymers: Function, structure and biological activity of their derivatives. In: GOMES, A.S. **Polymerization**. [S.l.]. InTech, p.63-83, 2012.

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

OLIVEIRA JÚNIOR, E. N.; SANTOS, C.D.; ABREU, C.M.P.; CORRÊA, A.D.; SANTOS, J.Z.L. Alterações pós-colheita da fruta-de-lobo (*Solanun lycocarpum* St. Hill.) durante o amadurecimento: análises físico-químicas, químicas e enzimáticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, p.410-413, 2004.

ORNELAS-PAZ J. DE J., YAHIA E. M., GARDEA A. A. Changes in external and internal color during postharvest ripening of ‘Manila’ and ‘Ataulfo’ mango fruit and relationship with carotenoid content determined by liquid chromatography–APCI+–time-of-flight mass spectrometry. **Postharvest Biology and Technology**. v. 20, n. 2-3, p. 145-152, 2008.

OSORIO, S. SCOSSA, F.; FERNIE, A. R; Molecular regulation of fruit ripening. **Frontiers in Plant Science**, v. 14, p. 4-198. 2013

PATRAS, A. BRUNTON N.P., O'DONNELL C., TIWARI B.K. Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation. **Trends in Food Science & Technology**, Irlanda, v. 21, n. 1, p. 3-11, 2010.

PAYASI, A., MISHRA, N. N., SOARES-CHAVES, A. L. Biochemistry of fruit softening: an overview. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, v.15, p.103– 113, 2009.

PEREIRA, M. E. C., SILVA, A. D., BISPO, A. D. R., SANTOS, D. D., SANTOS, S. D., & SANTOS, V. D. Amadurecimento de mamão formosa com revestimento comestível à base de fécula de mandioca. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.6, p.1116-1119, 2006.

PERETTO, G.; DU, W-X.; AVENA-BUSTILLUS, J.; BERRIOS, J. de J.; SAMBO, P.; MCHUGH, T. H. Optimization of antimicrobial and physical properties of alginate coatings containing carvacrol and methyl cinnamate for strawberry application. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 62, p. 984–990, 2014.

PÉREZ, A. F.; ARISTIZÁBAL, I. D.; RESTREPO, J. I.; Conservación de mango Tommy Atkins mínimamente procesado mediante la aplicación de un recubrimiento de Aloe Vera (*Aloe Barbadensis* Miller). **Revista Vitae**, Colombia, v. 23, n. 1, p. 65-77, 2016. Universidad de Antioquia. <http://dx.doi.org/10.17533/udea.vitae.v23n1a07>.

PÉREZ-GAGO, M. B.; RHIM, J. W. Edible Coating and Film Materials. In: **innovations in Food Packaging**. [s.l.] Elsevier, p. 325-350, 2014.

PILLAI, C. K. S.; PAUL, W; SHARMA, C. P. Chitin and chitosan polymers: chemistry, solubility and fiber formation. **Progress in Polymer Science**, v. 34, n. 7, p. 641-678, 2009.

PINHEIRO A.C.; CERQUEIRA M. A.; SOUZA B.W.S.; MARTINS J.T.; TEIXEIRA J. A.; VICENTE A. A. Utilização de revestimentos/filmes comestíveis para aplicações alimentares. **Boletim de biotecnologia**. Portugal, 2010.

PINTO, A. C. Q.; ROSSETTO, C. J.; FALEIRO, F. G. **Melhoramento Genético da Manga: Métodos, Resultados, Limitações e Estratégias**. In: Simpósio de Manga do Vale do São Francisco, 1, 2005, Juazeiro - BA. Palestras. Embrapa Semi-Árido. Petrolina - PE. 2005.

PINTO, L.K.A., MARTINS, M.L.L., RESENDE, E.D., Thièbaut, J.T.L. Atividade da pectina metilesterase e da β -galactosidase durante o amadurecimento do mamão cv. Golden. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.3, p. 713-722, 2011.

PIRES, V.; MOURA, M. Preparação de novos filmes poliméricos contendo nanoemulsões do óleo de melaleuca, copaíba e limão para aplicação como biomaterial. **Química Nova**, São Paulo, v. 40, n. 1, p.1-5, jul. 2016. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20160130>.

PLOTTO, A. NARCISO, J. A.; RATTANAPANONE, N.; BALDWIN, E. A. Surface treatments and coatings to maintain fresh-cut mango quality in storage. **Journal of The Science of Food and Agriculture**, [s.l.], v. 90, n. 13, p.2333-2341, jul. 2010. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.4095>.

PRADO, J. M.; VEGGI, P. C.; MEIRELES, A. A. Extraction methods for obtaining carotenoids from vegetables-review. Current Analytical Chemistry, **Bentham Science Publishers**, v. 10, n. 1, p. 29–66, 2014.

PREISIGKE, S. DA C.; DE CAMPOS, A L.; SOUZA, N. S.; NEVES, L. G; APARECIDO BARELLI, M. A.; DA LUZ, P. B.; ARAÚJO, K. L.; PAIVA SOBRINHO, S. DE. Genetic Divergence in Mango and Obtaining Minimum Efficient Descriptors. **American Journal of Plant Sciences**, v. 4, n. 12, p. 2318-2322, 2013.

PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA. Normas de Classificação de Manga. **Centro de Qualidade em Horticultura**, São Paulo, CEAGESP: 2004, p. 6 (CQR, Documento, 28).

PROTRADE. Mango – **Manual de exportacion**: frutas tropicales y hortalizas. Eschborn: GTZ, 1992. 34 p.

PODSEDEK, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. **LWT-Food Sci. Technol**, v. 40, p. 1-11, 2007.

RAO, A.V.; RAO, L.G. Carotenoids and human health. **Pharmacological Research**, v. 55, p. 207-216, 2007.

ROCHA, R. H. C.; MENEZES, J. B.; MORAIS, E. A.; SILVA, G. G.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; ALVEZ, M. Z. Uso do índice de degradação de amido na determinação da maturidade da manga 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p.302-305, ago. 2001.

ROOBAN, R.; SHANMUGAM, M.; VENKATESAN, T.; Tamilmani, C.. PIGMENT CHANGES DURING DIFFERENT STAGES OF FRUIT RIPENING OF CLIMACTERIC FRUIT OF MANGO (*Mangifera indica* L.) AND NON - CLIMACTERIC OF FRUIT CASHEW APPLE (*Anacardium occidentale* L.). **Life Science Archives (Isa)**, Índica, v. 2, n. 5, p.725-732, 2016.

ROUETTE, H. K. Encyclopedia of Textile Finishing. Woodhead Publishing. 2001. Disponível em: <http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?_EXT_KNOVEL_DISPLAY_bookid=1225&VerticalID=0>. Acessado em: junho de 2017.

RUNGPICHAYAPICHET, P.; MAHAYOTHEE, B.; KHUWIJITJARU, P.; NAGLE, M.; MÜLLER, J. Non-destructive determination of β -carotene content in mango by near-infrared spectroscopy compared with colorimetric measurements. **Journal of Food Composition and Analysis**, Elsevier, v. 38, p. 32–41, 2015.

SALVIA-TRUJILLO, L.; ROJAS-GRAÜ, M. A.; SOLIVA-FORTUNY, R.; MARTÍN-BELLOSO, O. Use of antimicrobial nanoemulsions as edible coatings: Impact on safety and quality attributes of fresh-cut Fuji apples. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.105, p.8-16, 2015.

SANTOS, A.E.O.; GRAVINA, G. DE A.; BERBERT, P.A.; ASSIS, J.S. DE; BATISTA, P.F.; SANTOS, O.O. Efeito do tratamento hidrotérmico e diferentes revestimentos na conservação pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.1, p.140-146, 2011. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v6i1a756>

SERPA, M. F. P.; CASTRICINI, A.; MITSOBUI, G. P.; MARTINS, R. N.; BATISTA, M. F.; ALMEIDA, T. H. de. Conservação de manga com uso de fécula de mandioca preparada com extrato de cravo e canela. **Revista Cerres**, v. 61, n.6, p. 975-982, 2014.

SILVA, J. M.; RODRIGUES, G. C. P.; MIZOBUTSI, G. P.; MAIA, V. M.; GANEM, S. T. de S.; MIZOBUTSI, E. H.; SILVA, D. P. Métodos alternativos para o prolongamento pós-colheita de mangas 'Haden'. In: Simpósio Brasileiro de pós-colheita de Frutas Tropicais, 1, 2005, João Pessoa. **Programas e trabalhos, anais**. João Pessoa: Embrapa/UFPB/UFS/SBF, 2005, CD ROM.

SILVA, F. C.; CHALFOUN, S. M.; SIQUEIRA, V. M.; BOTELHO, D. M. S.; LIMA, N.; BATISTA, L. R. Evaluation of antifungal activity of essential oils against potentially mycotoxigenic *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 22, n. 5, p. 1002-1010, out. 2012.

SILVA, F. A.; FINKLER, L.; FINKLER, C. L. L.. DESENVOLVIMENTO DE BIOPOLÍMEROS DE ALGINATO E PECTINA EM MANGA 'ESPADA' MINIMAMENTE PROCESSADA. In: XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 2016, Fortaleza, Ce. **Anais COBEC, 2016..** Fortaleza, Ce: Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Química - Cobec, 2016. p. 1 - 8.

SINGTHONG, J.; CUI, S. W.; NINGSANOND, S.; GOFF, H. D. - **Carb. Pol.**, v. 58, p.391 2004. <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2004.07.018>

SIVAKUMAR, D.; DEVENTER, F.V.; TERRY, L.A.; POLANTA, G.A.; KORSTEN, L. Combination of 1-methylcyclopropene treatment and controlled atmosphere storage retains overall fruit quality and bioactive compounds in mango. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.92, p.821-830, 2012.

SOUZA, A.V.; RODRIGUES, R.J.; GOMES, E.P.; GOMES, G.P.; VIEITES, R.L. Caracterização bromatológica de frutos e geleias de amora-preta. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.37, n.1, p.013-019, 2015.

SOUZA, M. L.; MORGADO, C. M. A.; MARQUES, K. M.; MATTIUZ, C. F. M; MATTIUZ, B. H. Póscolheita de mangas 'Tommy Atkins' recobertas com quitosana, **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n.1 p. 337-343, 2011. Volume Especial.

SOUSA, J. P. PRAÇA, E. F.; ALVES, R. E.; NETO, F. B.; DANTAS, F. F. Influência do armazenamento refrigerado em associação com atmosfera modificada por filmes plásticos na qualidade de mangas 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, p. 665-668, 2002.

SCANAVACA JÚNIOR, L.; FONSECA, N.; PEREIRA, M. E. C. Uso de fécula de mandioca na pós-colheita de manga 'Surpresa'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.1, p.67-71, 2007.

QUENTIN, J. F.; FANI, M.; WANKENNE, M. A. Dossiê- Espessantes. **Fib - Food Ingredients Brasil: Ingrediente indispensável de seu negócio**, São Paulo, v. XIX , n. 40, p.20-44, 2017. Disponível em: < <http://revista-fi.com.br/revista/40/>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

QURAT-UL-AIN; ZIA, K. M.; ZIA, F.; ALI, M.; REHMAN, S.; ZUBER, M. Lipid functionalized biopolymers: A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 93, Part A, p. 1057-1068, 2016.

RAZZAQ, K.; SINGH, Z.; KHAN, A. S.; KHAN, S. A. K. U.; ULLAH, S. Role of 1-MCP in regulating "Kensington Pride" mango fruit softening and ripening. **Plant Growth Regulation**, v. 78, n. 3, p. 401–411, 2016.

REETZ, E. R.; KIST, B. B.; SANTOS, C. E.; CARVALHO, C.; DRUM, M. Anuário Brasileiro de Fruticultura 2015. Disponível em: <http://www.grupogaz.com.br/editora/anuarios/show/4718.html> Acesso em: 09/02/2017.

ROBLES-SÁNCHEZ, R. M.; ISLAS-OSUNA, M. A.; H. ASTIAZARÁN-GARCÍA; H.; F.A. VÁSQUEZ-ORTIZ, F. A.; MARTÍN-BELLOSO, O.; GORINSTEIN, S.;

GONZÁLEZ-AGUILLAR, G. A. Quality Index, consumer acceptability, bioactive compounds, and antioxidant activity of freshcut —Ataulfo mangoes (*Mangifera indica* L.) as affected by lowtemperature storage. **Journal of Food Science**, v. 74, n. 3, p.126-134, 2009.

RYMBAI, H., SRIVASTAV, M., SHARMA, R. R.; SINGH, S. K. Lenticels on mango fruit: Origin, development, discoloration and prevention of their discoloration. **Scientia Horticulturae**, v.135, p.164-170, 2012.

SALLES, J. R. J.; TAVARES, J. C. Vida útil pós-colheita de manga (*Mangifera indica* L. cv. Tommy Atkins): influência da temperatura e do estágio de maturação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, n. 2, p. 171-176, ago. 1999.

SAN, A.T.; JOYCE, D.C.; HOFMAN, P.J.; MACNISH, A.J.; WEBB, R.I.; MATOVIC, N.J.; WILLIAMS, C.M.; DE VOSS, J.J.; WONG, S.H.; SMYTH, H.E. Stable isotope dilution assay (SIDA) and HS-SPME-GCMS quantification of key aroma volatiles for fruit and sap of Australian mango cultivars. **Food Chemistry**.v. 221, p. 613–619, 2017.

SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, L.; CHÁFER, M.; HERNANDEZ, M.; CHIRALT, A.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C. Antimicrobial activity of polysaccharide films containing essential oils. **Food Control**, v. 22, n. 8, p. 1302-1310, 2011.

SABATO, S. F.; SILVA, J. M.; CRUZ, J. N.; SALMIERI, S.; RELA, P. R.; LACROIX, M. 382 Study of physical –chemical and sensorial properties of irradiated Tommy Atkins mangoes 383 (*Mangifera indica* L.) in an international consignment. **Food Control**, v. 20, n. 3, p. 284-384 288, mar. 2009.

SCRAMIN, J. A.; BRITTO, D.; FORATO, L. A.; BERNARDESFILHO, R.; COLNAGO, L. A.; ASSIS, O. B. G. Characterisation of zein oleic acid films and applications in fruit coating. International **Journal of Food Science & Technology**, Oxford, v. 46, n. 10, p. 2145-2152, 2011. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02729.x>

SHARMA, R. R.; SINGH, R. The fruit pitting disorder - A physiological anomaly in mango (*Mangifera indica* L.) due to deficiency of calcium and boron. **Scientia Horticulturae**, v. 119, p. 388-391, 2009.

SHARIATINIA, Z.; FAZLI, M. Mechanical properties and antibacterial activities of novel nanobiocomposite films of chitosan and starch. **Food Hydrocolloids**, v. 46, p. 112-124, 2015.

SILVA, D. F. P.; SALOMÃO, L. C. C.; CECON, P. R.; SIQUEIRA, D. L.; ROCHA, A. Anticipation of ‘Ubá’ mango ripening with preharvest ethephon application. **Ciência Rural**, v. 41, n. 1, p. 63–69, 2011.

SILVA, S.M.; COSTA, J.P.; MENDONÇA, R.M.N.; DANTAS, R.E.; SANTOS, A.F.; NASSU, R.T.; ALVES, R.E. Microbial quality of minimally processed ‘Perola’ pineapple grown under good agricultural practices system. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 864, p. 379-386, 2010.

SILVA, F. A.; FINKLER, L.; FINKLER, C. L. L.. DESENVOLVIMENTO DE BIOPOLÍMEROS DE ALGINATO E PECTINA EM MANGA 'ESPADA' MINIMAMENTE PROCESSADA. In: XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 2016, Fortaleza, Ce. **Anais COBEC, 2016..** Fortaleza, Ce: Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Química - Cobec, 2016. p. 1 - 8.

SIMÃO ASSIS, J., SELF, G.; CARON, V. C. Effects of postharvest handling on lenticel spotting of 'Tommy Atkins' mangoes from northeast Brazil. **Acta Hort.** (ISHS), v. 820, p.681-688, 2009.

SINGH, Z., SINGH, R. K., SANE, V. A., NATH, P. Mango-postharvest biology and biotechnology. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.32, Issue 4, p.217–236, 2013.

SOUZA, F. S.; ALVES, J.; LIMA, J. R. F.; PEREIRA, A. F. C. **Análise dos preços da manga do Vale São Francisco nos mercados interno e externo:** Um estudo de séries temporais para o Brasil, Estados Unidos e União Européia (2003 – 2013). VIII SOBERNordeste. Parnaíba – PI – Brasil. 2013.

SZYMAŃSKA, E.; WINNICKA, K. Stability of chitosan a challenge for pharmaceutical and biomedical applications. **Marine Drugs**, v. 13, n. 4, p. 1819-1846, 2015.

SZYDLOWSKI, N., RAGEL, P., HENNEN-BIERWAGEN, T. A., PLANCHOT, V., MYERS, A. M., MÉRIDA, A.; D' HULST, C.; WATTEBLED, F. Integrated functions among multiple starch synthases determine both amylopectin chain length and branch linkage location in Arabidopsis leaf starch. **Journal Experimental Botany**, v. 62, n. 13, p. 4547–4559, 2011. doi: 10.1093/jxb/err172

SZYDLOWSKI, N., RAGEL, P., RAYNAUD, S., LUCAS, M. M., ROLDÁN, I., MONTERO, M., MUÑOZ F. J., OVECKA, M., BAHAJI, A., PLANCHOT, V., POZUETA-ROMERO, J., D'HULST, C., MÉRIDA, A. Starch granule initiation in Arabidopsis requires the presence of either class IV or class III starch synthases. **Plant Cell**, v. 21, n. 8, p. 2443–2457, 2009. doi: 10.1105/tpc.109.066522

TRIGO, J. M.; ALBERTINI, S.; SPOTO, M. H. F.; SARMENTO, S. B. S.; LAI REYES, A. E.; SARRIÉS, G. A. Efeito de revestimentos comestíveis na conservação de mamões minimamente processados. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, n. 2, p. 125-133, abr./jun., 2012.

TUCKER, G. A. Introduction. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p. 1-51.

VALDÉS, A. BURGOS, N.; JIMÉNEZ, A.; GARRIGÓS, M. C. Natural Pectin Polysaccharides as Edible Coatings. **Coatings**, Spain, v. 5, n. 4, p.867, 16 nov. 2015. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/coatings5040865>.

VARGAS, M.; ALBORS, A.; CHIRALT, A.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C. Characterization of chitosan-oleic acid composite films. **Food Hydrocolloids**, Amsterdam, v. 23, n. 2, p. 536-547, 2009. [http:// dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2008.02.009](http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2008.02.009)

VÁSQUEZ-CAICEDO, A. L.; HELLER A.; NEIDHART S.; CARLE R. Chromoplast morphology and β -carotene accumulation during postharvest ripening of mango cv. Tommy Atkins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 54, n. 16, p. 5769-5776, 2006.

VIEITES, R.L.; DAIUTO, E.R.; MORAES, M.R.; NEVES, L.C.; CARVALHO, L.R. Caracterização físico-química, bioquímica e funcional da jabuticaba armazenada sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal v.33 n.2, p. 362-375, 2011.

VIEIRA, E. F. S.; LIMA, P. F.; SANTOS, I. M. G. Mangrich, A. S.; FRANÇA, A. A.; Saoût, G. L.; CESTARI, A. R. The Influence of In Situ Polymerized Epoxidized A/F Bisphenol-Chitosan on Features of Oilwell Cement Slurry-Molecular-Level Analysis and Long-Term Interaction of API Fracturing Fluid, **Journal Applied Polymer Science**, v. 131, pp. 1-9, 2014.

WALKER, R. P., BATTISTELLI, A., MOSCATELLO, S., CHEN, Z. H., LEEGOOD, R. C., & FAMIANI, F. Phosphoenolpyruvate carboxykinase in cherry (*Prunus avium* L.) fruit during development. **Journal of Experimental Botany**, v. 62, n.15, p. 5357-65, 2011.

WANG, J. J.; SUNG, K. C.; YEH, C. H.; FANG, J. Y. The delivery and antinociceptive effects of morphine and its ester prodrugs from lipid emulsions. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 353, n. 1-2, p. 95-104, 2008.

WANG, J.; CUI, Y.; TANG, X. Chemical Stability of Teniposide in Aqueous and Parenteral Lipid Emulsions. **Drug Development and Industrial Pharmacy**, v. 35, n. 4, p. 508-513, 2009.

WILLS, R.B.H., MCGLASSON, W.B., GRAHAM, D., JOYCE, D.C. **Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables and Ornamentals**. CABI, Oxfordshire, UK, p. 28–51, 2007.

WEI, X.; PANG, J.; ZHANG, C.; YU, C.; CHEN, H.; XIE, B. Structure and properties of moisture-resistant konjac glucomannan films coated with shellac/stearic acid coating. **Carbohydrate Polymers**, v. 118, p. 119-125, 2015.

YAHIA, E. M. Mango (*Mangifera indica* L.) In: YAHIA, E. M. (Ed.). **Postharvest biology and tecnology of tropical and subtropical fruits: cocona to mango**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2011. v. 3, p. 492-565.

YIMYONG, S.; DATSENKA, T. U.; HANDA, A. K. Hot water treatment delays ripening associated metabolic shift in ‘Okrong’ mango fruit during storage. **Journal American Society for Horticultural Science**, v.136, n.6, p. 441-451, (2011).

YOUSSEF, A. M.; ABOU-YOUSEF, H.; EL-SAYEDC, S. M.; KAMEL, S. Mechanical and antibacterial properties of novel high performance chitosan/nanocomposite films. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 76, p. 25-32, 2015.

CAPÍTULO II

QUITOSANA, CARBOXIMETIL CELULOSE E ALGINATO DE SÓDIO COMO REVESTIMENTOS PARA CONSERVAÇÃO PÓS- COLHEITA DE MANGA ‘TOMMY ATKINS’

VÉRAS, C. V. **Revestimentos à base de carboidratos para conservação da manga ‘Tommy Atkins’**. 2017. 106 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal da Paraíba.

RESUMO

A manga é um fruto climatérico indicando alta perecibilidade dificultando assim, comercialização para mercados mais distantes, resultado em perdas pós-colheita. Com o intuito de prevenir as perdas, é necessário empregar técnicas de conservação pós-colheita adequadas ao metabolismo do fruto, sem a utilização de contaminantes. Uma alternativa é a aplicação de revestimentos biodegradáveis que permitam seu consumo mesmo revestido. O trabalho teve como objetivo recomendar, entre os revestimentos à base de quitosana, alginato de sódio e carboximetil celulose (CMC), promovendo melhoria na qualidade e conservação pós-colheita da manga ‘Tommy Atkins’, sob armazenamento refrigerado seguido de temperatura ambiente, assim como caracterizar os as propriedades físicas dos revestimentos à base de quitosana, alginato de sódio e carboximetil celulose utilizados e distinguir a evolução dos atributos de qualidade da manga ‘Tommy Atkins’ posteriormente à aplicação dos revestimentos. As mangas foram colhidas no estádio de maturação 2, procedentes de área de produção da empresa Special Fruit®, localizada em Curaçá, BA. As soluções foram preparadas utilizando quitosana nas concentrações 1,5% e a 2,5%, alginato de sódio a 1,0% e carboximetil celulose a 1,0%, adicionados de glicerol (5%), óleo de girassol (1%) e Tween 80 (0,3%). Onde foram comparados ao controle (sem aplicação dos revestimentos). Para o estudo utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado, em fatorial 5 x 6, com quatro repetições de dezesseis frutos. Os frutos foram mantidos sob refrigeração, a $10,6 \pm 1,4^{\circ}\text{C}$ e $92,3 \pm 3,8\%$ de UR, por 20 dias, quando, então, foram transferidos para a temperatura ambiente ($25,3 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90,4 \pm 2,4\%$ de UR). As avaliações foram realizadas aos 0, 20, 23, 26, 29, 32 e 34 dias de armazenamento, sendo a primeira considerada como caracterização dos frutos colhidos. Os dados foram submetidos às análises de variância e, quando houve efeito significativo do tempo, à regressão polinomial. Os revestimentos quitosana a 2,5% e CMC atrasaram a maturação da manga, observada por meio da coloração verde claro da casca, do menor avanço na mudança da cor da polpa e de incrementos mais lentos nos teores de pectinas solúveis. O revestimento com quitosana a 2,5% apresentou melhores resultados considerando as variáveis em retenção temporária da firmeza, menor intensidade respiratória e atraso na degradação de ácidos orgânicos e no acúmulo de sólidos solúveis, preservando a aparência durante os 34 dias de armazenamento.

Palavras-chave: aparência, CMC, pós-colheita, qualidade.

VÉRAS, C. V. **Coatings based on carbohydrates for 'Tommy Atkins' mango fruit conservation.** 2017. 106 p. Dissertation (Master in Agronomy), Federal University of Paraíba.

ABSTRACT

The mango is a climacteric fruit indicating high perishability thus making it difficult to market to more distant markets, resulting in post-harvest losses. In order to prevent losses, it is necessary to use postharvest conservation techniques appropriate to fruit metabolism, without the use of contaminants. An alternative is the application of biodegradable coatings that allow their consumption even coated. This work aims to recommend quantities of chitosan-based for coatings using sodium alginate and carboxymethyl cellulose (CMC) improving the quality and post-harvest preservation of 'Tommy Atkins' mango, under refrigerated storage followed by ambient temperature, How to characterize the physical properties of the coatings based on chitosan, sodium alginate and carboxymethyl cellulose used and to distinguish the evolution of the quality attributes of the 'Tommy Atikins' sleeve after the application of the coatings. The mangos were harvested at maturation stage 2, from the production area of Special Fruit® company, located in Curaçá, Bahia. The solutions were prepared using 1.5% and 2.5% chitosan, 1.0% sodium alginate and 1.0% carboxymethyl cellulose, mixed with glycerol (5%), sunflower oil (1%) and Tween 80 (0.3%). Where they were compared to the control (without application of the coatings). For the study, a completely randomised experimental design was used, in a factorial 5 x 6, with four replicates of sixteen fruits. The fruits were kept under refrigeration at 10.6 ± 1.4 ° C and $92.3 \pm 3.8\%$ RH for 20 days, when they were then transferred to room temperature ($25.3 \pm 0, 5$ ° C and $90.4 \pm 2.4\%$ RH). The evaluations were performed at 0, 20, 23, 26, 29, 32 and 34 days of storage, the first being considered as the characterization of harvested fruits. Data were submitted to analysis of variance and, when there was a significant effect of time, to polynomial regression. The 2.5% chitosan and CMC coatings delayed the maturation of the mango, observed by the light green coloration of the peel, the slightest change in the colour of the pulp and slower increments in the contents of soluble pectins. Treatments that have 2.5% chitosan in coating solution presented better results considering the variables in temporary retention of firmness, lower respiratory intensity and delay in the degradation of organic acids and in the accumulation of soluble solids, preserving the appearance during the 34 days of storage.

Key words: appearance, CMC, postharvest, quality

1. INTRODUÇÃO

A manga, por ser um fruto climatérico que amadurece muito rapidamente em condições climáticas adversas (KHALIQ et al., 2016), geralmente é colhida em estágio inicial de maturação. A partir daí, seu amadurecimento se caracteriza por mudanças em processos físico-químicos e bioquímicos complexos, evidenciando mudanças de cor de casca e polpa, firmeza e sabor, envolvendo enzimas, açúcares e ácidos (HO et al., 2016), necessitando, assim, de tecnologias pós-colheita que aumentem sua vida útil.

A pós-colheita da manga se caracteriza por mudanças bioquímicas e fisiológicas, estimuladas pela taxa respiratória (LUVIELMO; LAMAS, 2012). Desta forma, destaca-se a importância de testar revestimentos que contribuam para o aumento da conservação e manutenção da qualidade da manga após a colheita, aumentando consequentemente a vida útil. Porém, as pesquisas já existentes ainda não permitem uma recomendação de uso para o produtor, devido às respostas ainda não serem conclusivas, como descrito com o uso de *Aloe vera*, em kiwi (BENÍTEZ et al, 2013), e alginato e CMC, em mamão (TRIGO et al., 2012).

O desenvolvimento de revestimentos biodegradáveis ou comestíveis baseado na combinação de biopolímeros tem atraído à atenção devido à sua abundância e ao potencial de substituição em relação a alguns produtos petroquímicos na embalagem de frutos e hortaliças (KALIA; PARSHAD, 2014). Os polímeros naturais mais abundantes na biomassa são os polissacarídeos e proteínas, podendo ser usados para formar embalagens de alimentos e produzir filmes biodegradáveis e membranas finas. Por satisfazerem as exigências de ser não tóxico, não poluentes e de baixo custo (SHIT; SHAH, 2014). Com isso, membranas à base de polissacarídeos têm sido amplamente utilizadas em revestimentos comestíveis, possuindo boas propriedades mecânicas.

Os revestimentos denominados ‘comestíveis’ são aplicados ou formados diretamente sobre a superfície das frutas, resultando em membranas finas, imperceptíveis a olho nu e com várias características estruturais, que são dependentes da formulação da solução filmogênica precursora. Por passar a fazer parte do alimento a ser consumido, as matérias-primas empregadas em sua formação devem atender aos critérios que as classificam como GRAS (Generally Recognized as Safe), ou seja, serem atóxicos e seguros para o uso em alimentos (FDA, 2013). Além disso, revestimentos devem permitir proteção e minimizar as perdas pós-colheitas em frutas.

Alguns produtos naturais podem apresentar efeito antimicrobiano, ou agir diretamente contra fitopatógenos através da inibição do crescimento micelial, produção e germinação de esporos, devido à presença de moléculas bioativas, que também podem atuar como indutores de resistência por meio do estímulo ou ativação de mecanismos de defesa da planta (MATTIUZ et al., 2015). Esses produtos podem ser inseridos à composição dos revestimentos e lhes agregar proteção a doenças registradas após a colheita de frutos e hortaliças.

Revestimentos como quitosana, carboximetilcelulose (CMC) e alginato de sódio têm sido avaliados em diversas frutas e hortaliças, incluindo algumas cultivares de manga, como a ‘Ubá’, ‘Kent’, ‘Tommy Atkins’ e outras. Rodríguez et. al. (2015) utilizaram quitosana com óleo essencial de limão em mangas obtendo uma boa aceitação, pelo efeito antimicrobiano e estabilidade da cor, mas não teve um efeito significativo sobre a firmeza ou elasticidade dos tecidos. Porém mostrou-se uma opção viável para a comercialização da manga minimamente processada. Chauhan et al. (2014) aplicaram quitosana com cloreto de cálcio em mangas íntegras, observando que contribuiu para manter a qualidade da fruta armazenada em refrigeração. A quitosana é usualmente insolúvel em água, porém pode ser facilmente dissolvida em soluções ácidas. Suas características distintas, promovendo proteção antimicrobiana contra bactérias, leveduras e fungos bem como caracterizando-se como biodegradável, não tóxico e plastificante (THAKUR; THAKUR, 2016; BABU et al., 2013), têm estimulado estudos para aplicações em vários produtos.

Assim como a quitosana é utilizada na indústria alimentícia e para outros fins, o alginato de sódio é preferencialmente utilizado na indústria e foi o primeiro subproduto da purificação de algas, devido à estrutura linear, com membranas fortes e estruturas fibrosas adequadas no estado sólido, sendo considerado um bom material filmogênico (BLANCO-PASCUAL et al., 2014). Os revestimentos de alginato, como outros à base de polissacarídeos, apresentam baixa permeabilidade a oxigênio, devido à sua estrutura de rede ordenada ligada a hidrogênio, e têm sido amplamente utilizados em produtos cárneos devido ao seu papel como agente escarificador e de proteção contra a oxidação de lípidos (VARELA; FISZMAN, 2011) bem como para a adição de ingredientes que melhorem a qualidade do revestimento (BENAVIDESA et al., 2012). Além das frutas minimamente processadas, filmes à base de alginato são utilizados na pós-colheita de frutos, a fim de manter a qualidade e diminuir perdas. Relatos de Chiabrando e Giacalone (2015) indicaram que cerejas revestidas com filme de alginato caracterizaram-se por atrasos na perda de

massa, no amolecimento e nas alterações de cor após a colheita. Em mangas ‘Espada’, as películas formuladas com 2% de alginato e 3% de pectina promoveram retardo na maturação da fruta e constituíram-se numa alternativa para a sua conservação pós-colheita (SILVA et al., 2016).

Como a quitosana e o alginato, um dos mais estudados polissacarídeos para a composição de revestimentos é o CMC. Sua aplicação em tangerina resultou em frutos mais firmes, com menor perda de massa e brilho adequado, sendo que um revestimento com bicamada CMC/quitosana melhorou a qualidade da fruta (ARNON et al., 2015). Adetunji et al. (2013) relataram que um revestimento de CMC contendo extrato bruto de *Moringa oleífera*, aplicado sobre laranjas armazenadas em temperatura ambiente, estendeu sua vida útil. Em mangas ‘Tommy Atkins’, Amariz et al. (2010) observaram que o revestimento com CMC e dextrina proporcionou retardo na maturação, além de boa aparência aos frutos mantidos a 20°C após armazenamento refrigerado.

Sob temperatura ambiente, a manga tem vida útil em torno de 8 dias (KADER, 2003). Como para os mercados europeu e americano, os embarques são realizados essencialmente por via marítima, que é a mais barata, há a necessidade da adoção de técnicas adequadas de armazenamento, visando ao prolongamento da vida pós-colheita. Diante disso, objetivou-se recomendar, entre os revestimentos à base de quitosana, alginato de sódio e carboximetil celulose, aquele que promova melhoria da qualidade e conservação pós-colheita da manga ‘Tommy Atkins’, sob armazenamento refrigerado seguido de temperatura ambiente.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da matéria-prima e do experimento

Mangas da cultivar Tommy Atkins foram colhidas no estágio de maturação 2 (Figura 1), procedentes de área de produção da empresa Special Fruit, localizada em Curaçá, BA. Os frutos foram transportados para o Laboratório de Fisiologia Pós-colheita da Embrapa Semiárido, onde foram lavados em água corrente e friccionados com flanela para retirada do excesso de cal que os recobria, como proteção à queima pelo sol. Em seguida, foram sanitizados em água clorada, a 100 ppm, por 10 minutos. Posteriormente, foram secos com o auxílio de ventiladores e pesados, para então receberem os tratamentos: alginato de sódio (1%), quitosana (1,5 e 2,5%), carboximetil celulose (1,0%) e o controle, que não recebeu nenhum revestimento, tendo sido apenas sanitizado com água clorada a 100 ppm, por 10 minutos.



Figura 1. Manga ‘Tommy Atkins’ em estágio de maturação 2. Foto: Claudiana dos Santos Vêras.

A escolha dos revestimentos que seriam estudados, inclusive das concentrações de cada polissacarídeo, foi decorrente de experimento anterior realizado por Silva (2015), em que foram escolhidos os tratamentos com melhores resultados na manga ‘Palmer’. No estudo realizado por Silva (2015), os frutos foram mantidos sob refrigeração durante 20 dias, seguindo-se por temperatura ambiente por 9 dias, quando ainda permaneciam com qualidade que os tornavam aptos para consumo.

No tratamento com alginato de sódio, foram adicionados, em 3 litros de água destilada, 150 mL de glicerol (5%), 9 mL de óleo de girassol (1%), 9 mL de Tween 80

(0,3%) e 45 g de alginato de sódio. Para o tratamento quitosana a 1,5%, foram preparados 3 litros de água destilada, contendo 150 mL de glicerol (5%), 9 mL de óleo de girassol (1%), 9 mL de Tween 80 (0,3%) e 45 g de quitosana. Este tratamento diferiu do quitosana a 2,5% apenas no que se refere à quantidade desse polissacarídeo para o mesmo volume final de solução, sendo correspondente a 75 g. Acrescenta-se que o uso da quitosana foi precedido de redução do pH com ácido acético (30 ml para 3 litros), para posterior inclusão dos componentes aditivos. Para o tratamento com CMC, foram acrescentados aos 3 litros de água destilada 150 mL de glicerol (5%), 9 mL de óleo de girassol (1%), 9 mL de Tween 80 (0,3%) e 30 g de CMC.

Após a imersão na solução do revestimento em que estavam sendo tratados, os frutos foram dispostos em bancada para secagem com o auxílio de ventiladores. Depois de secos, foram acondicionados em caixas de papelão ondulado do tipo aberta e armazenados sob refrigeração a $10,6 \pm 1,4^{\circ}\text{C}$ e $92,3 \pm 3,8\%$ de UR por 20 dias, quando então foram transferidos para a temperatura ambiente ($25,3 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90,4 \pm 2,4\%$ de UR), onde permaneceram por mais 14 dias, simulando a comercialização destas mangas para o mercado externo. Em ambas as condições, os frutos foram armazenados em câmara fria específica para cada condição de temperatura e umidade relativa. As avaliações foram feitas nos dias 20, 23, 26, 29, 32 e 34 dias após a colheita dos frutos no pomar. Na data de colheita (0 dia de armazenamento), foram selecionados 20 frutos ao acaso, antes da aplicação dos tratamentos, para a caracterização da maturidade e qualidade do lote colhido.

2.2 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em fatorial 5 x 6 (revestimento x tempo de armazenamento), com quatro repetições, sendo cada repetição composta por quatro frutos. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando os efeitos do tempo de armazenamento individualmente ou da interação com os revestimentos foram significativos, à análise de regressão polinomial. Nestes casos, foram consideradas equações polinomiais de até 3º grau e coeficientes de determinação superiores a 70%. Quando foram observados efeitos significativos apenas dos revestimentos, suas médias foram comparadas pelo teste de TuKey ($p < 0,05$). Para os frutos que foram caracterizados em relação ao ponto de colheita, os dados foram representados por suas médias e desvios-padrões.

2.3 Elaboração das soluções

A base dos revestimentos foi constituída de quitosana, alginato de sódio e CMC. (Figura 2) A quitosana foi adquirida da empresa Polymar, sediada em Fortaleza-CE, Brasil. O alginato de sódio utilizado foi da marca Dinâmica e a CMC da marca Synth. A elaboração e a caracterização das soluções foram realizadas na Embrapa Semiárido, na cidade de Petrolina-PE.



Figura 2. Soluções de quitosana, alginato de sódio e carboximetil celulose (CMC). Fotos: Claudiana dos Santos Vêras.

2.3.1 Alginato de sódio

O preparo da solução de alginato de sódio a 1,0% consistiu de pesagem do componente principal, em balança semi analítica e posterior adição de água destilada. Os componentes foram misturados com bastão de vidro e a eles foram adicionados 0,3% (v/v) de óleo de girassol, 0,3% (v/v) de tween 80 e 5% (v/v) de glicerol. Os componentes foram homogeneizados em ultra turrax a 13.000 rpm, por 3 minutos. A velocidade da homogeinização do alginato foi maior devido à maior densidade dos grânulos do produto, em relação à quitosana e ao CMC.

A adição dos aditivos tem função importante para os revestimentos, sendo que o glicerol é um plastificante, frequentemente usado para alterar a propriedade mecânica do filme ou revestimento, fixando os ingredientes; o óleo de girassol adiciona partículas com menor afinidade à água, atuando na melhoria de propriedades da barreira e mecânicas, dando brilho ao fruto; e o Tween 80 é um emulsificante que tem a função estabilizante.

2.3.2 Quitosana

A solução de quitosana foi preparada nas concentrações de 1,5% (m/v) e 2,5%. A quitosana foi pesada em balança semi analítica e, em seguida, foi adicionada uma parte do volume total da água destilada. Em seguida, o pH da solução foi ajustado para aproximadamente 3, adicionando-se ácido acético glacial PA a 1%, (30 mL). A solução foi, então, transferida para uma proveta e o volume final completado com água destilada. Em seguida, a solução foi transferida para um bécker, em que foi adicionado óleo de girassol a 0,3% (v/v); Tween 80 a 0,3% (v/v) e glicerol a 5% (v/v), e solução foi homogeneizada em ultra turrax a 12.000 rpm, por 3 minutos.

2.3.3 Carboximetil celulose (CMC)

Para o preparo do revestimento de CMC, foi utilizada a concentração de 1,0%. A CMC foi pesada em balança analítica. Em seguida, foi adicionada água destilada e a mistura foi submetida a banho-maria, a 50°C, até a sua dissolução. Após a retirada do banho-maria, adicionou-se óleo de girassol a 0,3% (v/v), tween 80 (polissorbato) a 0,3% (v/v) e glicerol a 5% (v/v), em relação ao volume final da solução. A solução foi homogeneizada no equipamento ultra turrax a 12.000 rpm, por 3 minutos.

2.4 Caracterização das soluções

As soluções de revestimentos preparadas foram caracterizadas em relação a: cor, teor de sólidos solúveis, teor de sólidos totais, turbidez e pH. Essas análises foram realizadas no Laboratório de Fisiologia Pós-colheita da Embrapa Semiárido, em Petrolina, PE.

A cor das soluções foi determinada em colorímetro digital modelo Delta Vista 450G (Figura 3A), medindo-se os valores dos atributos L, a*, b*, C, H e G. O procedimento foi realizado em luz ambiente. A turbidez foi medida em aparelho Turbidímetro de bancada digital (TECNOPON TB-1000), com faixa de trabalho de 0 a 1000 NTU ou unidade nefelométrica de turbidez (Figura 3B). O pH foi medido com o pHmetro de bancada modelo TECNOPON mPA 210 bivolt (Figura 3C). Os teores de sólidos solúveis foram medidos, em °Brix, por meio de refratômetro digital com compensação automática de temperatura (Figura 3D), seguindo recomendação da AOAC (2012). Os teores de sólidos totais foram

determinados com alterações no método gravimétrico (ABNT, 1989), utilizando secagem contabilizada a cada minuto em microndas até obter valor constante, sendo pesado em balança analítica (ACCULA3, VI- 2400), com valores expressos em. g.100 g⁻¹.



Figura 3. Equipamentos laboratoriais utilizados em análises para caracterização das soluções de revestimentos preparadas para aplicação em manga ‘Tommy Atkins’: A – colorímetro; B – turbidímetro; C- pHgâmetro; D – refratômetro.

2.5 Análises dos frutos

As análises realizadas foram:

- a) perda de massa (%), obtida pela diferença percentual de massa dos frutos no dia da colheita e no dia da análise;
- b) aparência, utilizando-se escala de notas, variando de 4 a 0, proposta por Lima et al. (2007) e avaliando-se em cada dia de análise, com os frutos dispostos na bancada. Cada ponto da escala de notas é representada pelas seguintes características:
 - 4 – fruto isento de manchas e com aparência fresca;
 - 3 – sinais de murcha inicial (perda de brilho e turgor) e/ou presença de manchas em até 5% da superfície do fruto;
 - 2 – manchas em 6% a 20% da superfície e/ou enrugamento inicial;
 - 1 – manchas em 21% a 40% do fruto e com avanço de enrugamento (intensidade moderada);
 - 0 – manchas em mais de 40% da área do fruto e/ou enrugamento em intensidade severa e/ou podridão.
- c) cor da casca, determinada por escala de notas recomendado por Alemanha (1992), em que: 1- verde escuro, 2- verde claro, 3- verde amarelo, 4- amarelo e 5- 100% amarelo;

- d) cor da polpa, definida a partir de leituras na superfície do fruto, determinando-se luminosidade - L, croma - C e ângulo de cor - H, utilizando colorímetro Minolta CR-400;
- e) firmeza da polpa (N), utilizando texturômetro eletrônico TAXT. Plus com ponteira de 6 mm de diâmetro, realizando-se a medida após retirada da casca do fruto com uma faca inoxidável e introduzindo a ponteira na polpa, para realização de leitura em cada lado do fruto, na região mediana;
- f) teor de sólidos solúveis (SS, °Brix), as leituras foram realizadas através de refratômetro digital com compensação automática de temperatura (AOAC, 2012);
- g) acidez titulável (AT, % ácido cítrico), obtida por titulação com solução de NaOH a 0,1N, utilizando-se titulador automático (IAL, 2005);
- h) teor de compostos pécnicos solúveis ($\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), para extração, foram pesados 10 g de amostra, aos quais foram adicionados 20 mL de etanol a 95%, homogeneizando-se em Turrax e mantendo-se em repouso sob refrigeração por 1 hora, para posterior filtração à vácuo. O filtrado foi descartado e o resíduo lavado duas vezes com 10 mL de etanol a 75%, ainda sob vácuo. O resíduo foi transferido para um copo de Becker e adicionado 20 mL de água destilada e agitado por 1 hora, em shaker. Em seguida, procedeu-se à filtração, sendo o filtrado transferido para balão volumétrico de 100 mL (McREADY; McCOMB, 1952). Para quantificação, tomou-se uma alíquota máxima desse extrato de 1,0 mL, adicionando-se 3,6 mL de tetraborato de sódio com os tubos imersos em gelo, sendo agitados e colocados em banho maria a 100°C, por 5 minutos. Os tubos foram rapidamente resfriados e receberam 60 μL de 3-fenilfenol (m-hidroxifenil). A mistura foi homogeneizada e deixada em repouso, sendo lida entre 10 e 15 minutos após a agitação, a 520 nm (BLUMENKRANTZ; ASBOE-HANSEN, 1973).
- i) danos a lenticelas, utilizou-se as notas de acordo com a escala de Lima et al. (2007) com adaptações: 4 – fruto isento de lenticelas; 3 – sinais de lenticela inicialmente e/ou presença de lenticelas em até 5% da superfície do fruto; 2 – lenticelas em 6% a 20% da superfície do fruto; 1 – lenticelas em 21% a 40% do fruto; 0 – lenticelas em mais de 40% da área do fruto.
- j) respiração ($\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$), foi realizada com equipamento analisador de O_2 e CO_2 Witt PA 7.0, após os frutos serem mantidos durante 40 minutos em descanso

dentro de um pote hermeticamente fechado. Neste, amostras da atmosfera do recipiente foram coletadas diretamente no equipamento para as leituras.

l) teor de amido (mg.100 g^{-1}), obtido através de quatro lavagens da amostra com água destilada, em centrífuga a 11.000 rpm por 10 minutos, descartando-se o sobrenadante. A amostra foi transferida para um balão de condensador com 75 mL de água e 5 mL de ácido clorídrico, sendo mantido em refluxo por 2 horas. Em seguida, procedeu-se ao resfriamento e neutralizou-se a solução com carbonato de sódio a 20%. A amostra foi filtrada para um balão de 200 mL e aferido com água destilada (AOAC, 1998). A partir deste extrato, procedeu-se a leitura dos açúcares redutores, conforme metodologia que utiliza o reagente ácido 3,5- dinitrossalicílico (DNS), proposta por MILLER (1959). Os resultados foram multiplicados por 0,9, sendo este fator correspondente ao rendimento da transformação da sacarose em glicose, na hidrólise.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização dos revestimentos

A partir dos atributos de cor utilizados para a caracterização dos revestimentos propostos, observou-se que a Luminosidade (0-preto a 100-branco) foi semelhante para a maioria das soluções, que se mostraram mais claras que a quitosana a 2,5% (Tabela 2). Os valores de a^* indicam a presença, mesmo restrita, de tons esverdeados (valores negativos, mas próximos de zero) para os revestimentos à base de quitosana 1,5%, alginato de sódio e CMC, enquanto a quitosana a 2,5% se caracterizou por suaves tons avermelhados (valores positivos, mas próximos de zero), conforme Tabela 2. Os valores de b^* positivos indicam tons amarelados, particularmente nas soluções à base de quitosana (Tabela 2). Os valores de croma para quitosana indicam maior pureza da cor que para o alginato e CMC (Tabela 2). Os valores próximos à zero, nos últimos revestimentos citados, indicam tons de cinza e cores menos saturadas. Os valores de ângulo hue de $92,58^\circ$, para quitosana 1,5%, e de $86,7^\circ$, para quitosana 2,5%, representam a cor amarelo, enquanto os de $106,98^\circ$, para alginato de sódio, e de $119,69^\circ$, pra CMC, correspondem à cor amarelo-esverdeado (Tabela 2). Os valores de G indicam, a partir do sistema aditivo de cores correspondente à decomposição da luz branca, cor verde. Esta mesma variável, a partir do sistema subtrativos ou cor-pigmento, corresponde ao magenta (junção dos comprimentos de onda correspondentes às cores vermelho e azul). Neste estudo, o revestimento à base de quitosana a 2,5% com valor de 35,75 foi que se caracterizou por menor presença de tons esverdeados (Tabela 2). Considerando que o valor de G varia desde 0, que equivale a nenhuma intensidade da cor, até 255, representando a máxima intensidade (CHING, 2012), o que se observou nos revestimentos propostos foi presença restrita do verde. De modo geral, os valores baixos para a maioria dos componentes da cor indicam pouca distinção visual dos tons citados. Esta resposta está associada ao sistema de composição das cores escolhido para determinação neste estudo. Existem outros sistemas baseados em outros elementos para representar a cor de uma superfície e as mudanças que sofrem em função de diferentes agentes, num dado período de tempo. Desta forma, permitem destacar outros componentes da cor. Mark e Billo (2002) exemplificaram o uso do espaço de cores CMYK (ciano, magenta, amarelo e preto), informando que tende a separar a informação da cor a partir da luminosidade. Sua principal

vantagem é o benefício de amplificar diferenças sutis. Portanto, ao usar este espaço de cores é possível torná-las mais realistas.

Tabela 2. Caracterização dos atributos de cor (Luminosidade – L, a*, b*, Croma – C, ângulo de Hue – H e verde ou green – G), teor de sólidos solúveis (SS), turbidez, pH e teor de sólidos totais das soluções utilizadas para os revestimentos propostos para cobertura de manga ‘Tommy Atkins’.

Revestimento	Atributo de cor					
	L	a*	b*	C	H	G
Quitosana 1,5%	41,08	-1,03	22,78	22,81	92,58	58,62
Quitosana 2,5%	36,3	1,91	33,28	33,33	86,7	35,75
Alginato de sódio	45,08	-2,04	6,69	6,99	106,98	42,22
CMC	47,12	-2,27	3,99	4,6	119,69	62,09
	Turbidez ¹ (NTU)	Teor de SS ¹ (°Brix)		pH ¹	Teor de sólidos totais (g.100 g ⁻¹)	
Quitosana 1,5%	217,00	7,07		3,34	7,23	
Quitosana 2,5%	404,67	8,07		3,49	8,21	
Alginato de sódio	277,67	5,53		5,15	5,12	
CMC	253,33	4,7		6,72	6,05	

¹Os dados são relativos às médias de 3 repetições.

A turbidez é indicativa da passagem de luz através do líquido e da presença de material em suspensão. Os valores da turbidez observados significam que as soluções são mais turvas que a água, que é transparente (Tabela 2). Porém, não interferiram na coloração natural dos frutos revestidos.

Os teores de sólidos solúveis das soluções foram baixos, estando relacionados às concentrações dos compostos presentes (Tabela 2). Sugere-se que os compostos presentes nas soluções contribuam individualmente e em interação entre si para a coloração final que assumem.

Os valores de pH observados indicam que as soluções são ácidas, sendo o CMC o que mais se aproxima da neutralidade (Tabela 2). Em relação à quitosana, devido à necessidade de diluição em soluções ácidas fracas, decorrente da presença dos seus grupos

amino, por ser insolúvel em solventes orgânicos e água, tem-se, caracteristicamente, pH baixo. Esse comportamento ácido-base depende diretamente dos graus distintos de desacetilação da quitosana (SORLIER et al., 2001). As propriedades químicas da quitosana normalmente permitem a formação de um revestimento caracterizado como uma película fina com microporos, capaz de melhorar a capacidade de armazenamento de alimentos perecíveis, diminuindo as perdas de transpiração e podendo ser utilizada como suporte para agentes antimicrobianos (XING et al., 2016).

Os teores de sólidos totais da quitosana a 1,5 e a 2,5% foram $7,23 \text{ g.100 g}^{-1}$ e $8,21 \text{ g.100 g}^{-1}$, respectivamente, enquanto para alginato foi de $5,12 \text{ g.100 g}^{-1}$ e para CMC, $6,05 \text{ g.100 g}^{-1}$ (Tabela 2). Estes valores são considerados altos, se comparados aos teores de sólidos totais presentes em sucos de frutas por exemplo. Quando comparado a suco de fruta, os resultados de Babajide et al. (2013) são semelhantes ao dos revestimentos de quitosana, $7,96 \text{ g.100 g}^{-1}$ em suco de pepino com abacaxi e de $7,80 \text{ g.100 g}^{-1}$ em suco de penino com abacaxi e gengibre. Os sólidos totais dissolvidos são o conjunto de todas as substâncias orgânicas e inorgânicas contidas num líquido sob formas moleculares ionizadas ou microgranulares (ARAÚJO et al., 2013).

Diante disso, pode-se presumir que não haverá interferência das substâncias orgânicas ou inorgânicas presentes no revestimento sobre as características sensoriais do fruto. Tal consideração se justifica pelo fato de os revestimentos terem apresentado transparência e brilho, não interferirem no aspecto visual ou sabor dos frutos, exceto o CMC que apresentou alguma dificuldade na dissolução, resultando em solução espessa.

3.2 Caracterização dos frutos

No momento da colheita, os frutos avaliados apresentaram as características físicas e químicas registradas na Tabela 3. Valores estes que serviram como comparativo para a avaliação das mudanças associados ao uso dos revestimentos nos frutos durante o armazenamento. As mangas no estágio de maturação 2 apresentaram características como alta acidez titulável, baixo teor de sólidos solúveis, alta firmeza da polpa e baixo teor de compostos pécticos solúveis. Com o amadurecimento, os frutos sofrerão alterações em suas características organolépticas que o tornarão com as características adequadas para o consumo.

Tabela 3. Caracterização da maturidade e qualidade das mangas ‘Tommy Atkins’ no dia da colheita, em estágio de maturação 2.

Variável		Valor média
Massa do fruto (g)		265,88 ± 12,07
Cor da casca	Luminosidade (L)	38,39 ± 2,99
	Croma (C)	17,24 ± 3,26
	Ângulo de cor (H)	41,92 ± 24,21
Cor polpa	L	77,57 ± 2,03
	C	58,36 ± 5,36
	H	93,55 ± 2,86
Acidez titulável (%)		0,95 ± 0,12
Teor de sólidos solúveis (°Brix)		7,4 ± 0,9
Relação SS/AT		7,75
Firmeza da polpa (N)		70,98 ± 6,08
Amido (g.100 g ⁻¹)		5,08 ± 1,38
Compostos péclicos solúveis (mg.100 g ⁻¹)		12,40 ± 3,82

3.3 Perda de massa

Na ocasião da colheita, os frutos caracterizaram-se por massa média de 265,88 g (Tabela 3), que sofreu perdas durante o armazenamento desde aproximadamente 2,5%, aos 20 dias, a 6,58%, aos 34 dias (Figura 4). Segundo Chitarra & Chitarra (2005), perdas de massa da ordem de 3 a 6% são suficientes para causar um marcante declínio na qualidade de vários frutos, mas alguns produtos ainda podem estar em condições de comercialização com 10% de perda de umidade.

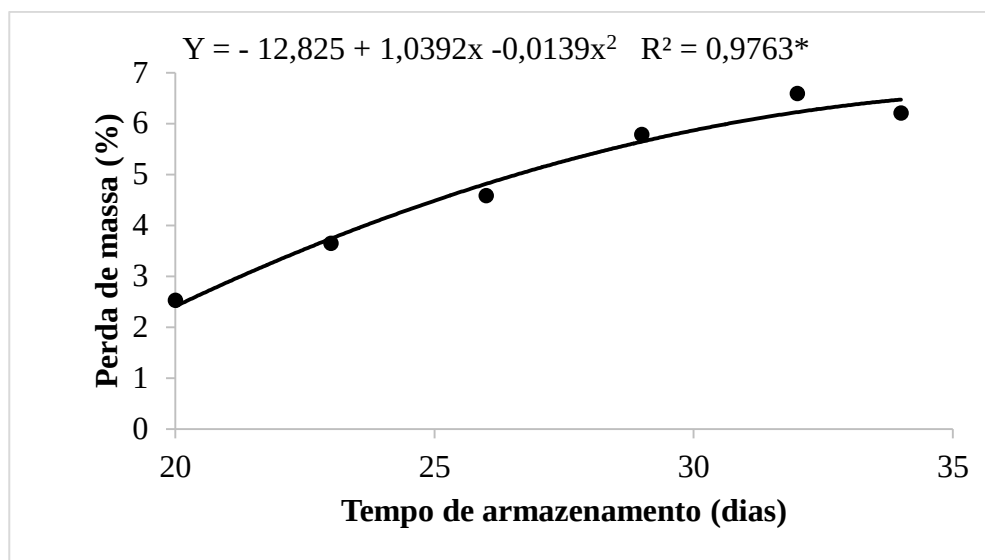


Figura 4. Perda de massa de mangas ‘Tommy Atkins’ durante o armazenamento por 20 dias sob refrigeração ($10,6 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $92,4 \pm 3,8\%$ de UR) seguido de 14 dias em temperatura ambiente ($25,3 \pm 0,8^\circ\text{C}$ e $90,3 \pm 2,4\%$ de UR). Petrolina, PE, 2016.

Para esta variável, os revestimentos não tiveram influência (Figura 4). Os revestimentos estudados eram constituídos essencialmente por polissacarídeos, que não formam uma barreira tão restritiva à perda de CO_2 para o ambiente e ao maior consumo de O_2 , permitindo algum gasto de energia, que, em algumas situações pode ser menor que na ausência deles, e que desencadeiam menores taxas nas mudanças fisiológicas, incluindo aquelas associadas ao amolecimento (CENCI et al., 2011). Em revestimentos à base de lipídeos, observa-se uma interferência mais marcante no metabolismo pós-colheita. Silva et al. (2011), trabalhando com aplicação de ceras na pós-colheita de caquis, verificaram menor perda de massa durante o armazenamento com relação aos frutos não tratados. Estas diferenças na natureza do componente principal do revestimento justificam respostas na qualidade dos frutos. No presente estudo, os revestimentos não foram eficazes para reduzir a perda de massa. Assim, o efeito foi apenas sobre o tempo de armazenamento. Destaca-se que, nas condições avaliadas, o aumento das taxas metabólicas decorrente da modificação das condições de armazenamento, do ambiente refrigerado para a temperatura ambiente, estimulou a perda de massa.

Segundo Hojo et al. (2009), as circunstâncias de armazenamento, que são estabelecidas pela temperatura e pela umidade relativa, intervêm diretamente no

metabolismo do fruto, restringindo ou favorecendo a perda de água, afetando, consequentemente, a perda de massa diária do fruto. No momento em que o produto é beneficiado, são registradas tanto perdas quantitativas, resultando em menor massa para comercialização, quanto prejuízo à aparência (murcha e enrugamento), à qualidade textural (amaciamento, flacidez e perda de resistência, de crocância e de suculência) e ao valor nutritivo do fruto (FAASEMA et al., 2014).

Em outros estudos, tem-se ressaltado o efeito de revestimentos na redução da perda de massa no decorrer do armazenamento, como mencionado por Azerêdo et al. (2016). Estes autores utilizaram fécula de mandioca e quitosana, associados com óleos essenciais, incluindo, também, lipídeos na aplicação em mangas ‘Tommy Atkins’. Em vários trabalhos, tem sido demonstrada a permeabilidade à água menor em revestimentos a base de ceras de carnaúba e relativamente maior para aqueles à base de polissacarídeos, como foi relatado por Hoa e Ducamp (2008), em mangas.

3.4 Cor da casca

A cor da casca, avaliada por meio de escala de maturação definida por Alemanha (1992), sofreu influência da interação entre os fatores tempo de armazenamento e revestimentos (Figura 5). Até o 20º dia de armazenamento refrigerado, praticamente não houve mudanças na coloração da casca, mantendo-se o estágio de maturação 2 referenciado na colheita, que indica cor verde claro. Durante o armazenamento sob temperatura ambiente, verificou-se que a maioria dos frutos permaneceu com mínimas alterações na coloração até os 23 dias (Figuras 5 e 6). Para os frutos que receberam os tratamentos quitosana a 1,5% e alginato de sódio, as mudanças na coloração levaram, aos 29 dias, à nota correspondente ao estágio de maturação 3, que indica a cor verde amarelado da casca. Os tratamentos com quitosana a 2,5% e CMC permaneceram com a coloração verde claro e verde, respectivamente, durante todo o armazenamento. Os tratamentos com alginato de sódio e quitosana a 1,5% caracterizaram-se por respostas semelhantes desde o 23º dia.

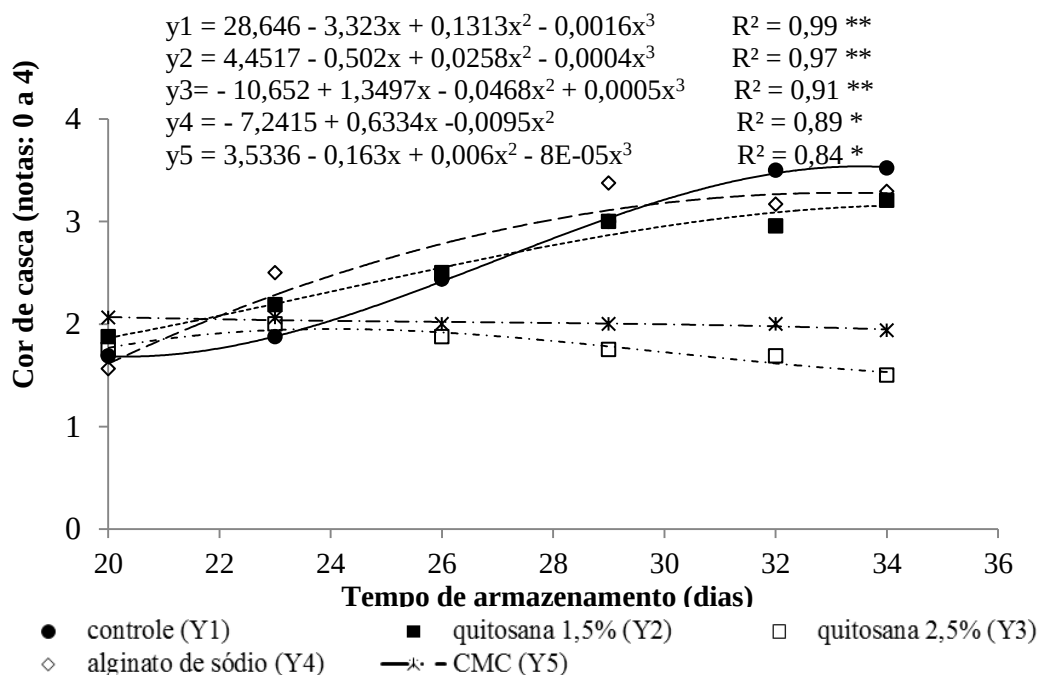


Figura 5. Cor da casca de mangas ‘Tommy Atkins’¹ tratadas com diferentes revestimentos e acondicionadas por até 20 dias em armazenamento refrigerado ($10,6 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $92,4 \pm 3,8\%$ de UR) seguido de 14 dias em temperatura ambiente ($25,3 \pm 0,8^\circ\text{C}$ e $90,3 \pm 2,4\%$ de UR), avaliadas por meio de escala de maturação¹. Petrolina, PE, 2016.

¹ Com base em escala de notas proposta por Alemanha (1992).

Armazenamento (dias)	Revestimento				
	Controle	Quitosana 1,5%	Quitosana 2,5%	Alginato de sódio	CMC
0					
20					
23					
26					
29					
32					
34					

Figura 6. Aspecto externo de mangas ‘Tommy Atkins’ tratadas com diferentes revestimentos, aos dias 0, 20, 23, 26, 29, 32 e 34 dias de armazenamento, sendo que até a segunda data citada o acondicionamento foi a $10,6 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $92,4 \pm 3,8\%$ de UR, tendo sido seguido de até 14 dias em temperatura ambiente ($25,3 \pm 0,8^\circ\text{C}$ e $90,3 \pm 2,4\%$ de UR). Fotos: Claudiana dos Santos Vêras

A cor é um indicativo fundamental para a vida útil de frutas e hortaliças, sendo um dos elementos utilizados para caracterização de estádios de maturação (MORAES et al., 2012). Porém, é influenciada por diversos fatores. Quanto aos efeitos dos revestimentos utilizados neste experimento, foi notória a conservação da coloração da casca nos frutos revestidos com CMC, que estavam perfeitos e brilhosos, atrativos ao consumidor, mesmo aos 34 dias de armazenamento, sendo evidente o retardo na maturação dos frutos (Figura 6). A eficiência na conservação dos frutos revestidos com quitosana a 2,5% e CMC está provavelmente associada à redução das trocas gasosas com o ambiente, promovendo limitação ao processo de degradação da clorofila, que também é um indicativo de atraso no amadurecimento. Para estas respostas, ambos os revestimentos mantiveram os frutos tratados com valores mais baixos comparados aos demais.

Como o retardo do amadurecimento afeta a vida útil da fruta e sua coloração da casca, algumas variáveis de coloração, como o brilho, variam pouco, enquanto outras sofrem variações mais marcantes. O ângulo Hue da casca diminui, ao contrário da polpa em que a tendência é aumentar (BRAZ et al., 2007), assim como o croma aumenta (SERPA et al., 2014). O controle ou redução do ritmo dessas mudanças mostram a eficiência dos revestimentos utilizados na manutenção da qualidade e à conservação pós-colheita.

3.5 Luminosidade (L) da polpa

Apesar das significativas diferenças nos valores de L da polpa entre os frutos tratados com os diferentes revestimentos, elas são de pouca distinção prática (Figura 7). Após o período de 20 dias de refrigeração, a L da polpa dos frutos diminuiu nos três primeiros dias de transferência para temperatura ambiente, para todos os tratamentos, correspondente a uma diminuição do brilho da polpa. Porém, no decorrer de 26 dias de armazenamento permaneceram com L da polpa na faixa de 65 a 85. Os revestimentos utilizados promoveram mudanças limitadas na L da polpa tanto em cada data de avaliação, em particular, quanto entre as soluções aplicadas.

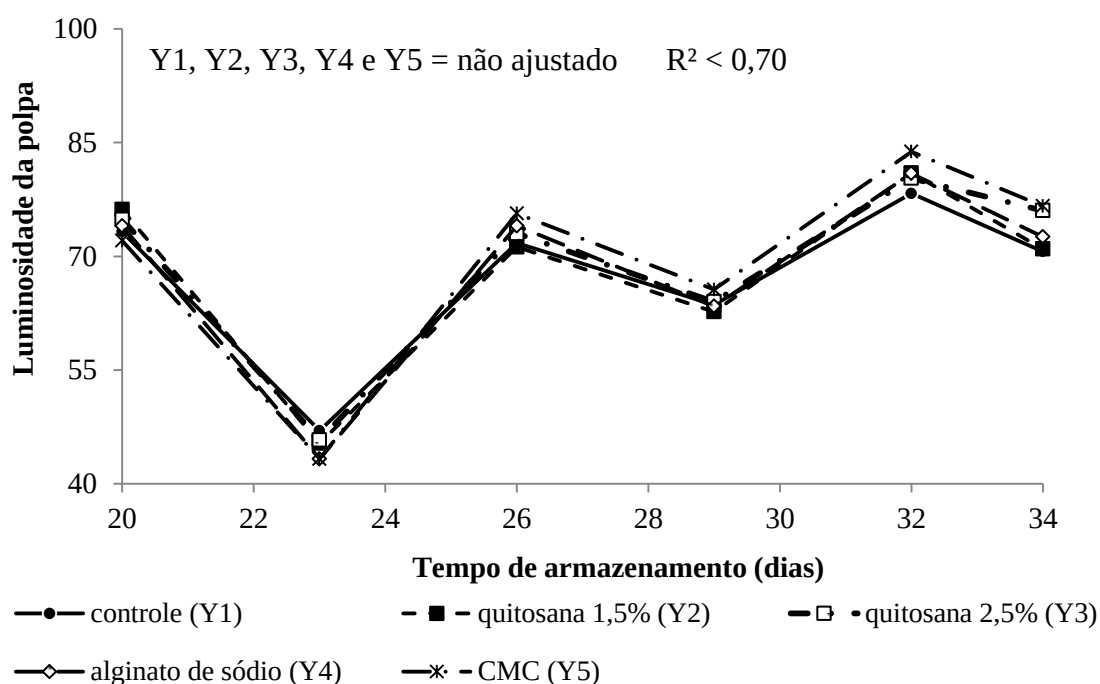


Figura 7. Luminosidade (L) da polpa de mangas ‘Tommy Atkins’ tratadas com diferentes revestimentos e acondicionadas por até 20 dias de armazenamento refrigerado ($10,6 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $92,4 \pm 3,8\%$ de UR) seguido por até 14 dias em temperatura ambiente ($25,3 \pm 0,8^\circ\text{C}$ e $90,3 \pm 2,4\%$ de UR). Petrolina, PE, 2016.

A coloração dos frutos é um importante atributo de qualidade, não só por contribuir para uma boa aparência, mas também, por influenciar a preferência do consumidor. Durante o amadurecimento, a maioria dos frutos sofre mudanças na cor, principalmente na casca (MOTTA et al., 2015). Porém, no presente estudo, mesmo observando-se as variações na L da polpa a longo do tempo de armazenamento, nas mangas ‘Tommy Atkins’ recobertas com quitosana, alginato de sódio e CMC, bem como no controle, ao final dos 34 dias, foram observados valores semelhantes aos da data de colheita (Figura 7). As diferenças nos valores de L da polpa em relação ao tempo inicial foram menores nos frutos que receberam os tratamentos quitosana a 2,5% e CMC.

3.6 Croma (C) da polpa

Os valores de croma (C) da polpa observados no momento da saída dos frutos da refrigeração, aos 20 dias (Figura 10), representaram poucas mudanças em relação ao

observado na data de colheita (Tabela 3). Todavia, após deslocamento para temperatura ambiente, os valores de C da polpa aumentaram nos frutos de todos os tratamentos, após uma redução circunstancial aos 23 dias de armazenamento. No decorrer do armazenamento, o aumento nos valores de C evidenciou o avanço da maturação, que, para essa variável, foi mais lento nos frutos que receberam revestimento à base de CMC, sinalizando a ação desses revestimentos em aumentar a vida útil da manga.

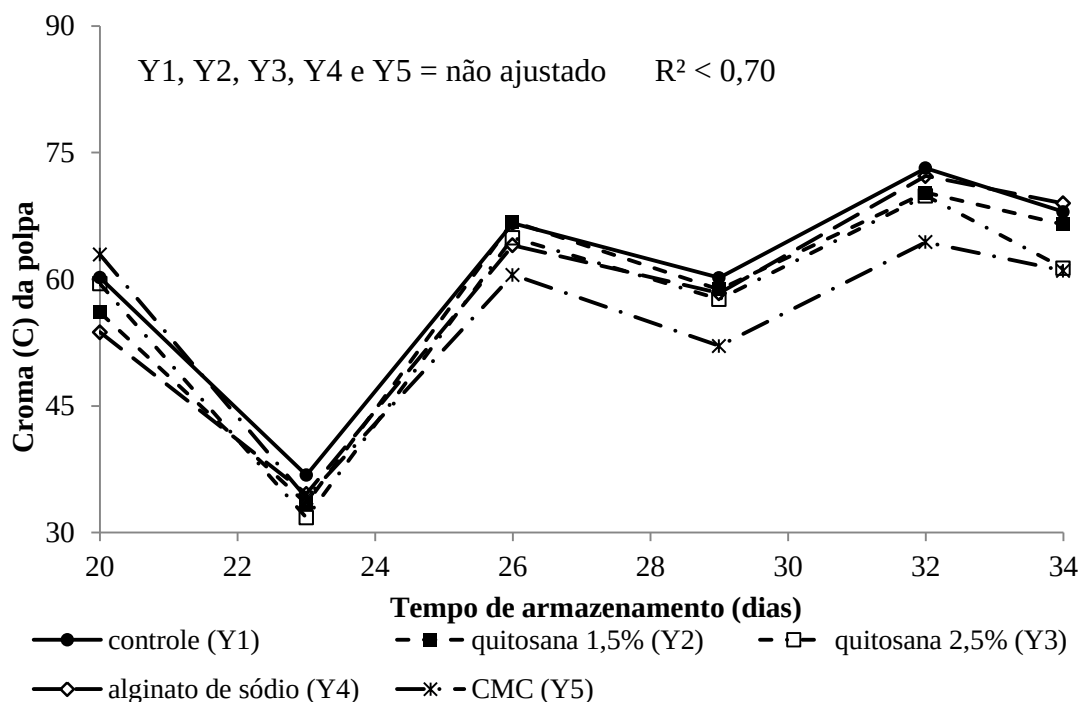


Figura 8. Croma (C) da polpa de mangas ‘Tommy Atkins’ tratadas com diferentes revestimentos e acondicionadas por até 20 dias de armazenamento refrigerado ($10,6 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $92,4 \pm 3,8\%$ de UR) seguido de até 14 dias em temperatura ambiente ($25,3 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ e $90,3 \pm 2,4\%$ de UR). Petrolina, PE, 2016.

Uma indicação deste processo foi relatada por Benítez et al. (2013), em kiwis minimamente processados revestidos por *Aloe vera*, que proporcionou manutenção da cor verde e dos valores de croma em comparação ao controle. Os revestimentos tendem a diminuir o croma dos frutos armazenados tratados (GUILLÉN et al., 2013), significando que a intensidade da cor deve ser maior nos frutos não tratados. Em mamões revestidos com quitosana, houve atraso na evolução da cor da casca (ALI et al., 2011). Os revestimentos atuam na conservação da cor dos frutos como parte de um conjunto de respostas, que

incluem preservação da firmeza e da aparência, por determinado tempo, repercutindo em aumento da vida útil.

3.7 Ângulo Hue (H) da polpa

Após 20 dias de armazenamento refrigerado, os valores de H da polpa observados nos frutos que receberam os tratamentos CMC, quitosana 2,5%, quitosana 1,5% e alginato de sódio foram de 90,8; 92,0; 93,6; e 95,4, respectivamente, representando a manutenção da cor amarela claro na polpa equivalente à observada nos frutos no dia da colheita (Figura 9, Tabela 3). Para os frutos tratados com CMC, os valores mantiveram-se praticamente inalterados até os 34 dias, indicando pouca evolução do ângulo Hue da polpa durante o período (Figuras 9 e 10). Os frutos que receberam os demais tratamentos tiveram redução em H, caracterizando a pigmentação amarela mais escura, tendendo para laranja, decorrente do amadurecimento da manga. Destaca-se que, para o tratamento quitosana 2,5%, essa redução no valor de H foi menor, indicando que, assim como a aplicação do CMC, resultou em atraso do amadurecimento dos frutos.

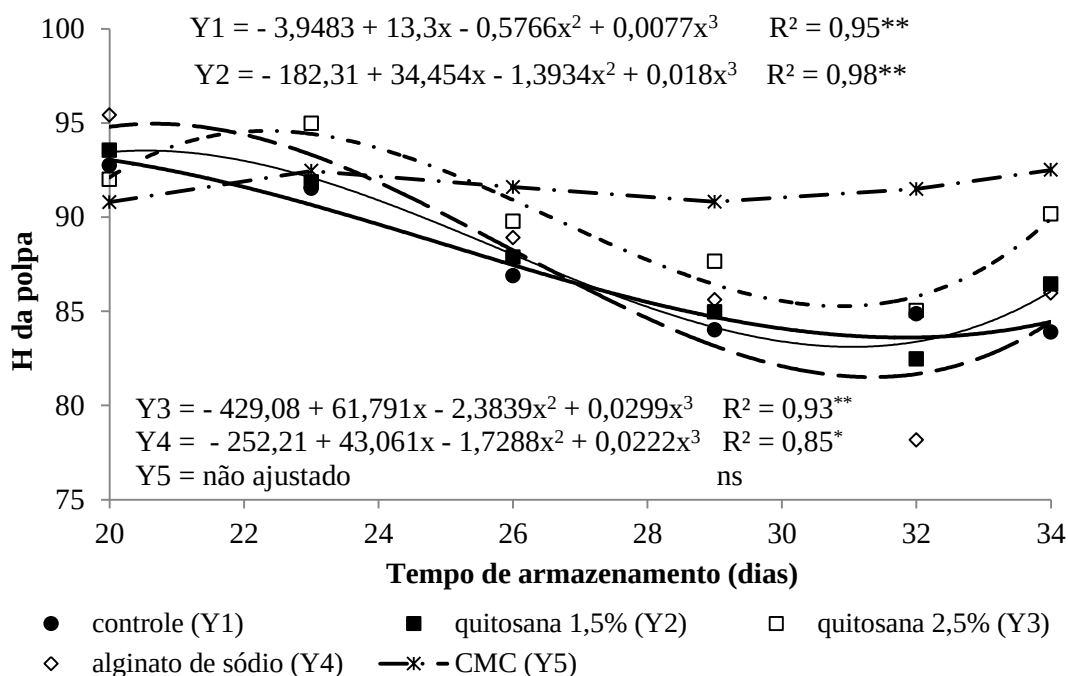


Figura 9. Ângulo de cor (H) da polpa de mangas ‘Tommy Atkins’ tratadas com diferentes revestimentos e acondicionadas por até 20 dias de armazenamento refrigerado ($10,6 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $92,4 \pm 3,8\%$ de UR) seguido de até 14 dias em temperatura ambiente ($25,3 \pm 0,8^\circ\text{C}$ e $90,3 \pm 2,4\%$ de UR). Petrolina, PE, 2016.

O ângulo Hue da polpa tende a de aumentar com o avanço da maturação (BRAZ et al., 2007), refletindo a síntese dos pigmentos carotenóides. Porém, houve o retardo na evolução desse componente da cor da polpa com a aplicação de alguns revestimentos, como o CMC e quitosana 2,5%, que mantiveram a cor amarelo clara por mais tempo durante o armazenamento (Figuras 9 e 10). A síntese de carotenóides está relacionada à produção de etileno (ZERBINI et al., 2015), havendo indícios de que os revestimentos tenham tido alguma influência sobre a taxa de síntese desse fitormônio.

Armazenamento (dias)	Revestimento				
	Controle	Quitosana 1,5%	Quitosana 2,5%	Alginato de sódio	CMC
0					
20					
23					
26					
29					
32					
34					

Figura 10. Aspecto da polpa de mangas ‘Tommy Atkins’ tratadas com diferentes revestimentos, aos dias 0, 20 e 34 dias de armazenamento, sendo que até a segunda data citada o acondicionamento foi a $10,6 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $92,4 \pm 3,8\%$ de UR, tendo sido seguido de até 14 dias em temperatura ambiente ($25,3 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ e $90,3 \pm 2,4\%$ de UR).

3.8 Atividade respiratória

A partir da saída do armazenamento refrigerado, a atividade respiratória apresentou aumento considerável nos frutos do controle e nos que receberam revestimento com quitosana 1,5% e com alginato de sódio (Figura 11). Os tratamentos com quitosana 1,5% e alginato de sódio não foram eficientes em promover qualquer interferência na respiração dos frutos revestidos, resultando em picos de respiração de $3,69 \text{ mol.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ e $3,12 \text{ mol.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$, respectivamente, aos três dias de acondicionamento em temperatura ambiente, como registrado também para os frutos do controle. Esse aumento repercute na taxa metabólica e tem forte associação com a ação do etileno, levando ao amadurecimento do fruto, em resposta ao padrão climatérico característico da manga (MUDA et al., 1995; BIBI e

BALOCH, 2014). Estas mudanças podem levar rapidamente à senescência, porém em condições adequadas, é possível conter as taxas metabólicas e aumentar a vida útil do vegetal (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

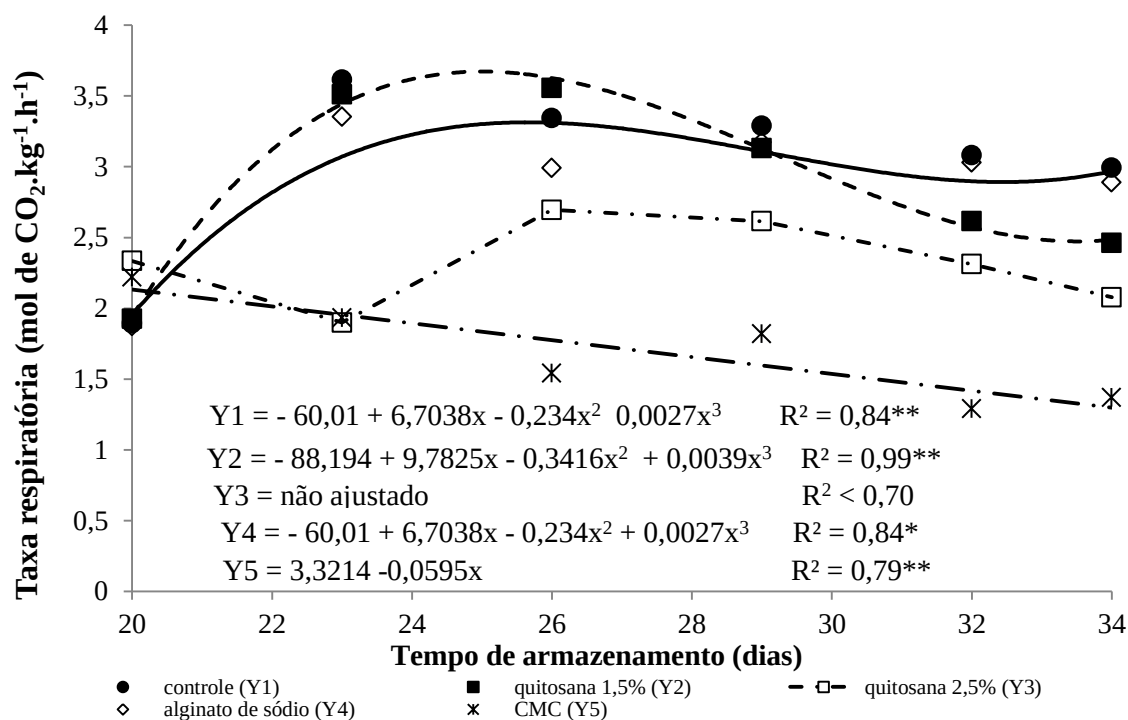


Figura 11. Taxa respiratória de mangas ‘Tommy Atkins’ tratadas com diferentes revestimentos e acondicionadas por até 20 dias de armazenamento refrigerado ($10,6 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $92,4 \pm 3,8\%$ de UR) seguido de até 14 dias em temperatura ambiente ($25,3 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ e $90,3 \pm 2,4\%$ de UR). Petrolina, PE, 2016.

As menores taxas respiratórias foram observadas nos frutos tratados com quitosana a 2,5%, que teve pico de $2,94 \text{ mol.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$, e CMC, cujo valor máximo observado foi de $1,93 \text{ mol.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ (Figura 11). Por sua vez, altos picos respiratórios foram registrados nos frutos do controle, sendo de $3,6 \text{ mol.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$, e tratados com quitosana a 1,5%, com $3,5 \text{ mol.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$, sugerindo que os demais tratamentos interferiram nas trocas gasosas da manga. Esta resposta repercute em retardo do amadurecimento do fruto, expresso, por exemplo, pelas limitações na mudança de cor da casca, como visto por meio da avaliação utilizando a escala de maturação (Figura 6). Ainda, o uso da quitosana a 2,5% atrasou o pico de CO₂ aos 29 dias, enquanto no controle, alginato e quitosana a 1,5% ocorreu aos 23 dias. Para o

tratamento CMC, não foi observado pico característico durante o período de avaliação, possivelmente devido ao intervalo entre as leituras da respiração.

A tendência é de haver aumento na taxa respiratória, associada à ação de etileno em frutos climatéricos como a manga, requerendo grande demanda de energia pelo fruto. As consequências fisiológicas do aumento respiratório e da produção de etileno são a suscetibilidade à perda de massa e o estímulo à degradação de carboidratos de reserva e estruturais, de pigmentos e de outros compostos relacionados à qualidade dos frutos, promovendo o amadurecimento (BARBOSA, 2013). A adoção de práticas que controlem essas mudanças contribui para a conservação pós-colheita dos alimentos.

3.9 Acidez Titulável (AT)

Durante o tempo de armazenamento refrigerado houve moderada diferença na acidez titulável entre os tratamentos (Figura 12) que, inicialmente, caracterizaram-se por valores de 0,95 g ácido cítrico 100 mL⁻¹ (Tabela 3). Porém, depois de transferidos para temperatura ambiente, os frutos diferiram em suas respostas. Os frutos do controle e os tratados com alginato de sódio e quitosana a 1,5% mostraram brusca queda dos valores de acidez, a partir do 20º dia de armazenamento. Nos frutos tratados com quitosna a 2,5%, a redução da acidez titulável ocorreu de maneira mais evidente a partir do 23º dia. Apenas os frutos recobertos com CMC mativeram a acidez titulável praticamente sem mudanças ao longo do período.

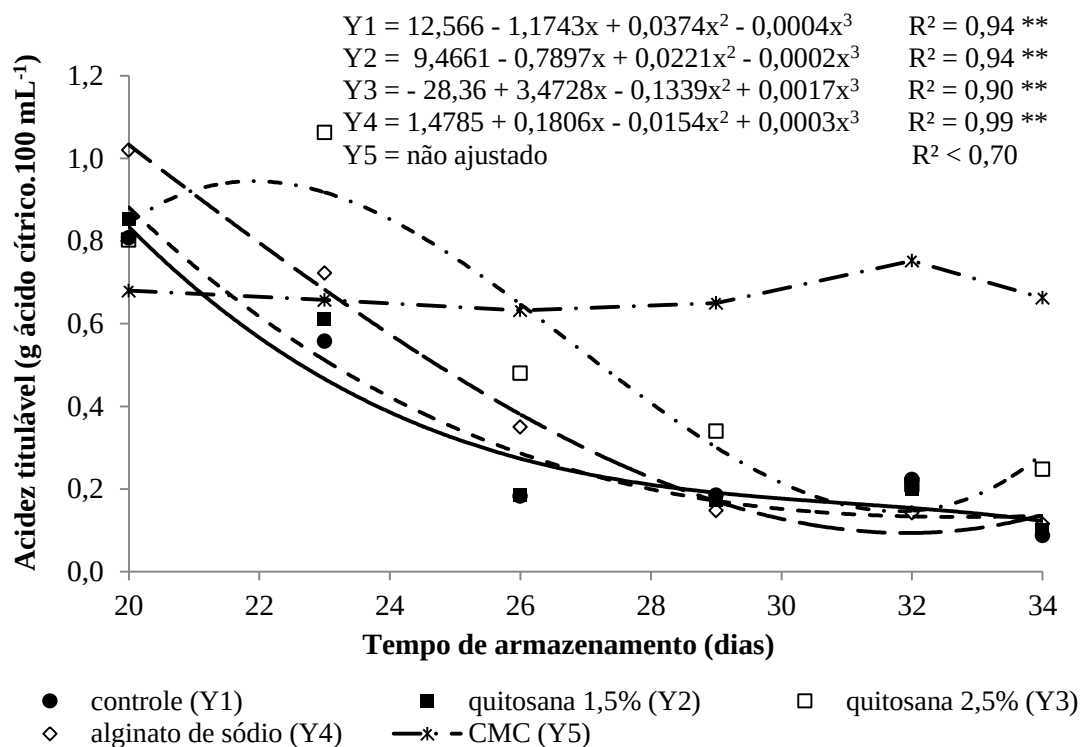


Figura 12. Acidez titulável (AT) de mangas ‘Tommy Atkins’ tratadas com diferentes revestimentos e acondicionadas por até 20 dias de armazenamento refrigerado ($10,6 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $92,4 \pm 3,8\%$ de UR) seguido de até 14 dias em temperatura ambiente ($25,3 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ e $90,3 \pm 2,4\%$ de UR). Petrolina, PE, 2016.

As respostas sobre a acidez, por ser um componente significativo da qualidade organoléptica, têm importância comercial determinante para frutos e hortaliças. Cítrico e málico são os ácidos orgânicos predominantes em frutas, sendo que, para a manga, o primeiro deles se acumula em maior proporção. O acúmulo de ácidos orgânicos é resultante de diversos processos interligados ocorrendo em distintos compartimentos (ETIENNE et al., 2013). Com o amadurecimento, os teores diminuem em função de processos de degradação. Essa diminuição pode ser retardada pelo uso de alguns tipos de revestimentos (AGUIAR et al., 2011). Em manga, por exemplo, o uso de quitosana, tem resultado em redução da utilização dos ácidos que servem de substrato para a respiração do fruto, sendo lenta a contenção da acidez no início da maturação (CISSÉ et al., 2015).

3.10 Teor de Sólidos Solúveis

Os tratamentos com menores teores de SS aos 20 dias de armazenamento foram o alginato de sódio (11,5°Brix) e CMC, cujos frutos maduros caracterizaram-se por 12,4°Brix (Figura 13). Houve aumento durante o armazenamento, mas uma redução ao final do período para os frutos que receberam alginato de sódio e quitosana a 2,5%. Os frutos tratados com alguns revestimentos atingiram o maior teor de SS mais precocemente, como a quitosana a 1,5%, observando-se 13,2°Brix, aos 23 dias; enquanto, no controle, o teor máximo foi de 11,3°Brix, ao 20º dia. Isso indica que alguns dos revestimentos aplicados retardaram o acúmulo dos sólidos solúveis dos frutos, indicando atraso no amadurecimento. Quando maduras, os teores de SS variam entre as diferentes cultivares de manga, como, por exemplo, em ‘Tommy Atkins’, que alcança em torno de 14,5°Brix, (CRUZ et al., 2010), bem como em ‘Kent’ (CISSÉ et al., 2015).

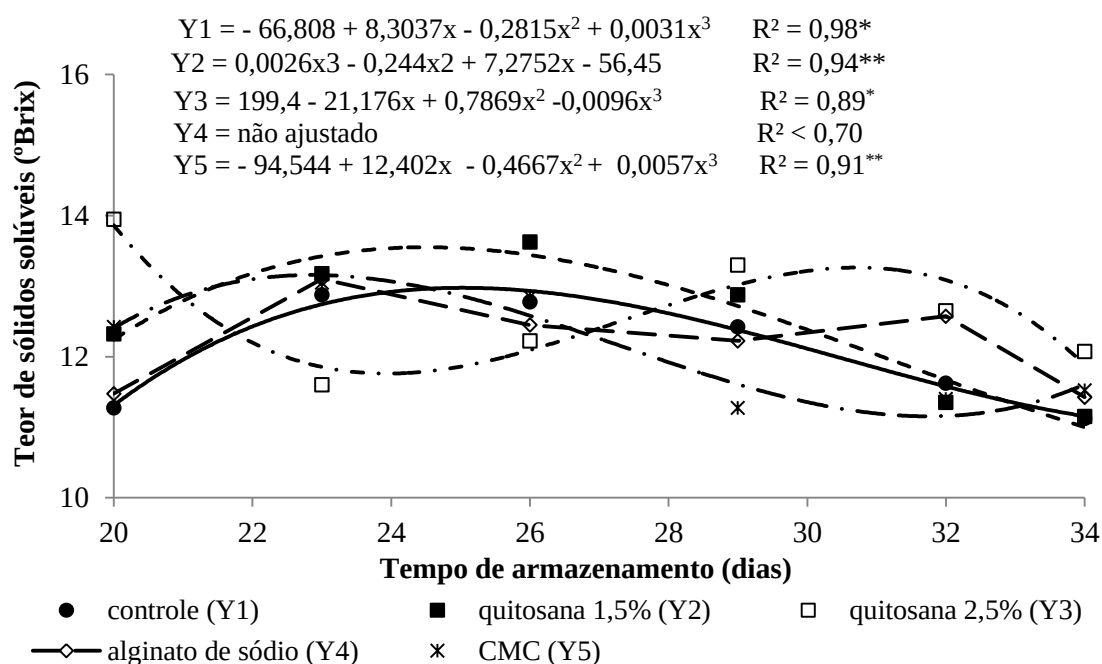


Figura 13. Teor de sólidos solúveis (SS) de mangas ‘Tommy Atkins’ tratadas com diferentes revestimentos e acondicionadas por até 20 dias de armazenamento refrigerado (10,6 ± 0,5°C e 92,4 ± 3,8% de UR) seguido de até 14 dias em temperatura ambiente (25,3 ± 0,8°C e 90,3 ± 2,4% de UR). Petrolina, PE, 2016.

Os sólidos solúveis estão associados com a maturação da fruta, tendendo a aumentar no decorrer do amadurecimento e sendo responsáveis pelo sabor, aroma e valor nutricional, segundo Crisosto & Crisosto (2001) e Crisosto et al. (2012). Na manga, este acúmulo de açúcares é decorrente da degradação do amido (MORAES et al., 2002; SILVA, 2004; CISSÉ et al., 2015). O aumento no teor de SS em função do tempo é indicativo da evolução da maturação (SILVA et al., 2005). Assim, retardar a evolução do teor de SS implica em aumentar o período de conservação (YAMASHITA et al., 2001).

3.11 Relação SS/AT

A relação SS/AT, na ocasião da colheita, foi de 7,75 (Tabela 3) e no decorrer do armazenamento sofreu variações a partir de 10,47, no controle; 10,46, nos frutos que receberam aplicação de alginato de sódio; 11,47 naqueles revestidos com quitosana a 1,5%; 11,75, com a quitosana a 2,5%; e 13,15, em CMC 11,75, ao 20º dia. A quitosana a 1,5% ou a 2,5% se sobressaiam chegando ao final do armazenamento com relação SS/AT de 11,05 e 11,83, respectivamente.

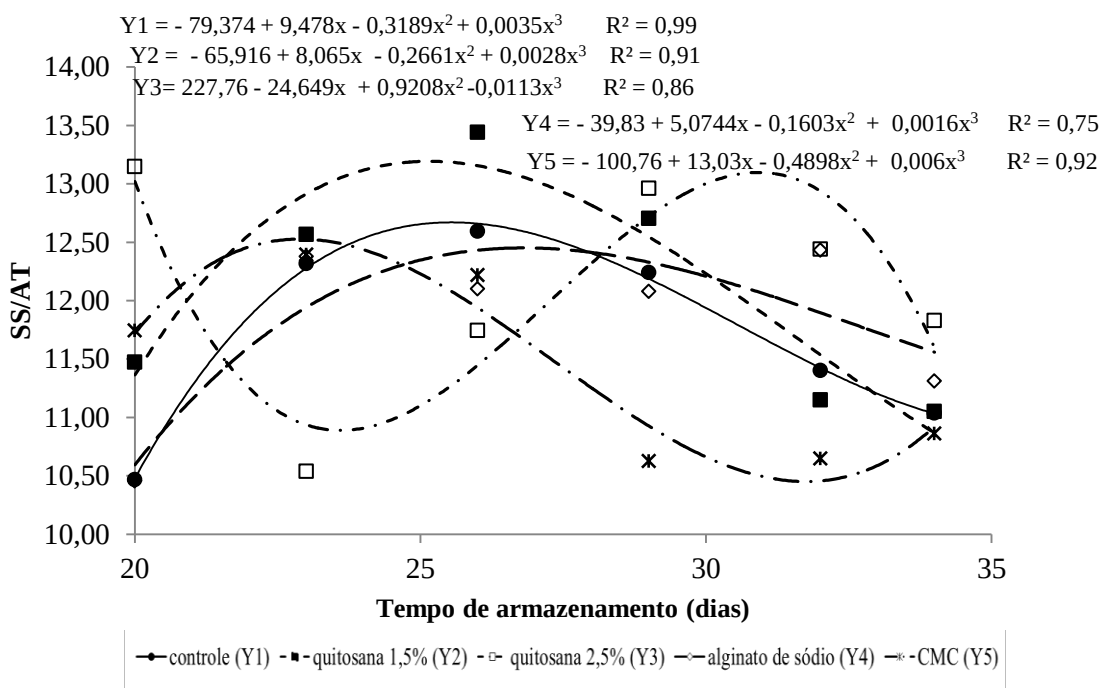


Figura 14. Relação SS/AT em mangas ‘Tommy Atkins’ tratadas com diferentes revestimentos e acondicionadas por até 20 dias de armazenamento refrigerado ($10,6 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $92,4 \pm 3,8\%$ de UR) seguido de até 14 dias em temperatura ambiente ($25,3 \pm 0,8^\circ\text{C}$ e $90,3 \pm 2,4\%$ de UR). Petrolina, PE, 2016.

Da colheita ao amadurecimento dos frutos, a relação SS/AT aumenta, refletindo a redução da acidez e o aumento no teor de SS (COUTINHO et al., 2003). Estes valores diferenciam-se conforme as cultivares de manga. Pacheco et al. (2017) observaram valores próximos de 30, em manga ‘Ubá’.

3.12 Firmeza da Polpa

A firmeza da polpa dos frutos no momento da colheita foi de 70,98 N (Tabela 3), variando aos 20 dias de armazenamento e, a partir daí, de acordo com o revestimento utilizado (Figura 15). Aos 20 dias, a firmeza dos frutos revestidos com CMC era de 28,44 N; enquanto no tratamento com quitosana a 2,5% observou-se 30,43 N; para quitosana a 1,5%, os valores foram de 54,63 N; com o alginato de sódio os valores foram de 89,47 N; e, para o controle, 58,12 N. Portanto, houve variações diferenciais na firmeza nos frutos entre os tratamentos com revestimentos. Durante o armazenamento em temperatura ambiente, a diminuição associada à aplicação da maioria dos revestimentos foi mais rápida e intensa, a exceção daquela observada com o uso de CMC. Os valores aos 29 dias na maioria dos tratamentos foram em torno de 2N, exceto com o CMC, que após os 23 dias apresentavam 17,69 N, mantendo os frutos sem bruscas mudanças até os 34 dias de armazenamento, quando a firmeza da polpa foi de 11,42 N. A princípio, este tratamento promoveu o maior atraso da perda de firmeza.

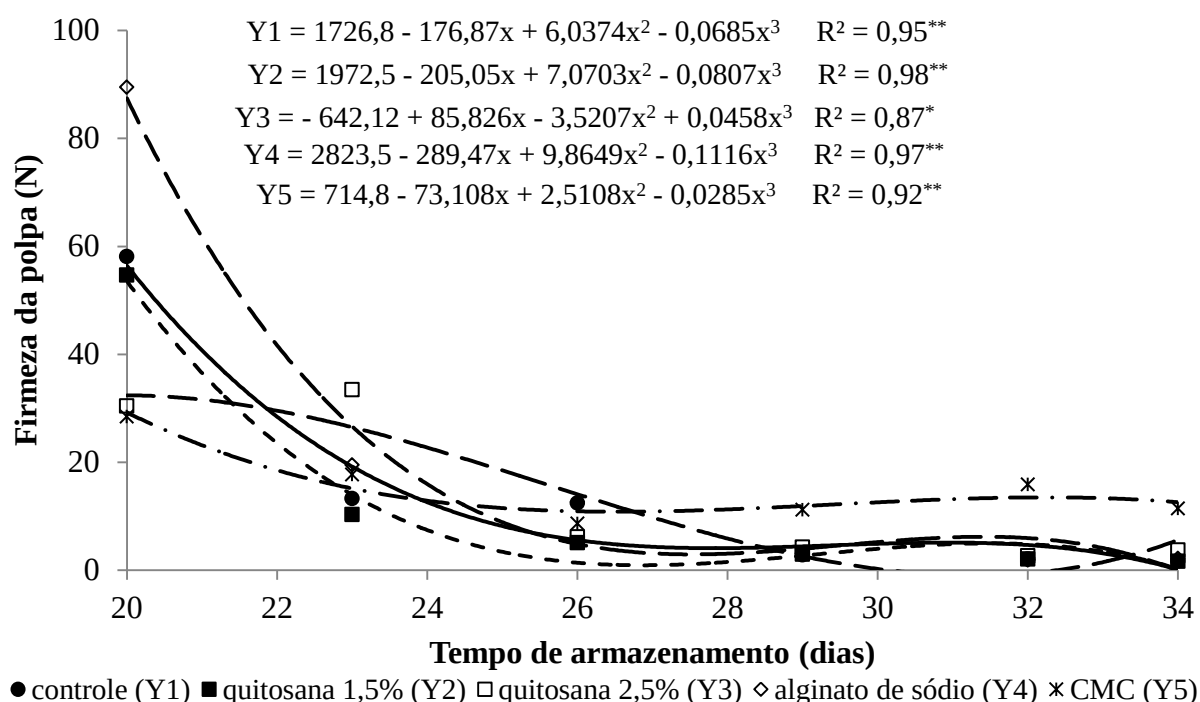


Figura 15. Firmeza da polpa de mangas ‘Tommy Atkins’ tratadas com diferentes revestimentos e acondicionadas por até 20 dias de armazenamento refrigerado ($10,6 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $92,4 \pm 3,8\%$ de UR) seguido de até 14 dias em temperatura ambiente ($25,3 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ e $90,3 \pm 2,4\%$ de UR). Petrolina, PE, 2016.

A diminuição da firmeza no decorrer do tempo se dá pela associação com a conversão da fração péctica insolúvel em formas solúveis durante o armazenamento, a degradação de vários outros componentes da parede celular, assim como a degradação do amido em açúcares simples, resultando no amaciamento da polpa. Neste período, as enzimas protopectinase, pectinametilesterase e poligalacturonase atuam na hidrólise e solubilização de compostos pécticos, colaborando com a diminuição da firmeza do fruto (HUSSAIN et al., 2010). Também, a firmeza está diretamente relacionada com a quantidade de água no interior das células, ou seja, com o turgor celular (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

A quitosana por ser polissacarídeo (HOSSEINI et al., 2013) atua no amolecimento da polpa e manutenção da firmeza, assim como, nos sólidos solúveis (ALI et al., 2011). A quitosana, com sua carga positiva, interage com as membranas carregadas negativamente, alterando a permeabilidade da célula (CISSÉ et al., 2015).

3.13 Teor de Amido

Os teores de amido observados nos frutos colhidos foram de $5,08 \text{ g.100g}^{-1}$ (Tabela 3) e no decorrer do armazenamento foram sendo reduzidos (Figura 16). Aos 20 dias de armazenamento, nos frutos do controle e dos tratamentos com quitosana a 1,5% e alginato de sódio foram observados valores menores que $0,4 \text{ g.100g}^{-1}$, enquanto naqueles que receberam quitosana a 2,5% e CMC os teores foram de $0,90 \text{ g.100g}^{-1}$ e $3,42 \text{ g.100g}^{-1}$, respectivamente. A degradação de amido foi concluída precocemente nos frutos, de forma que, ao 23º dia, houve uma redução brusca, sendo que o controle possuía $0,04 \text{ g.100g}^{-1}$, enquanto os tratamentos com alginato de sódio e com quitosana, de $0,15$ a $0,18 \text{ g.100g}^{-1}$, e a CMC com $0,90 \text{ g.100g}^{-1}$. O controle já apresentava degradação completa ao 26º dia, quando os teores eram de apenas $0,10 \text{ g.100g}^{-1}$, $0,11 \text{ g.100g}^{-1}$, $0,15 \text{ g.100g}^{-1}$ e $0,16 \text{ g.100g}^{-1}$, nos tratamentos quitosana a 1,5%, quitosana a 2,5%, alginato de sódio e CMC, respectivamente. A partir daí, os teores não puderam mais ser quantificados por meio do método adotado.

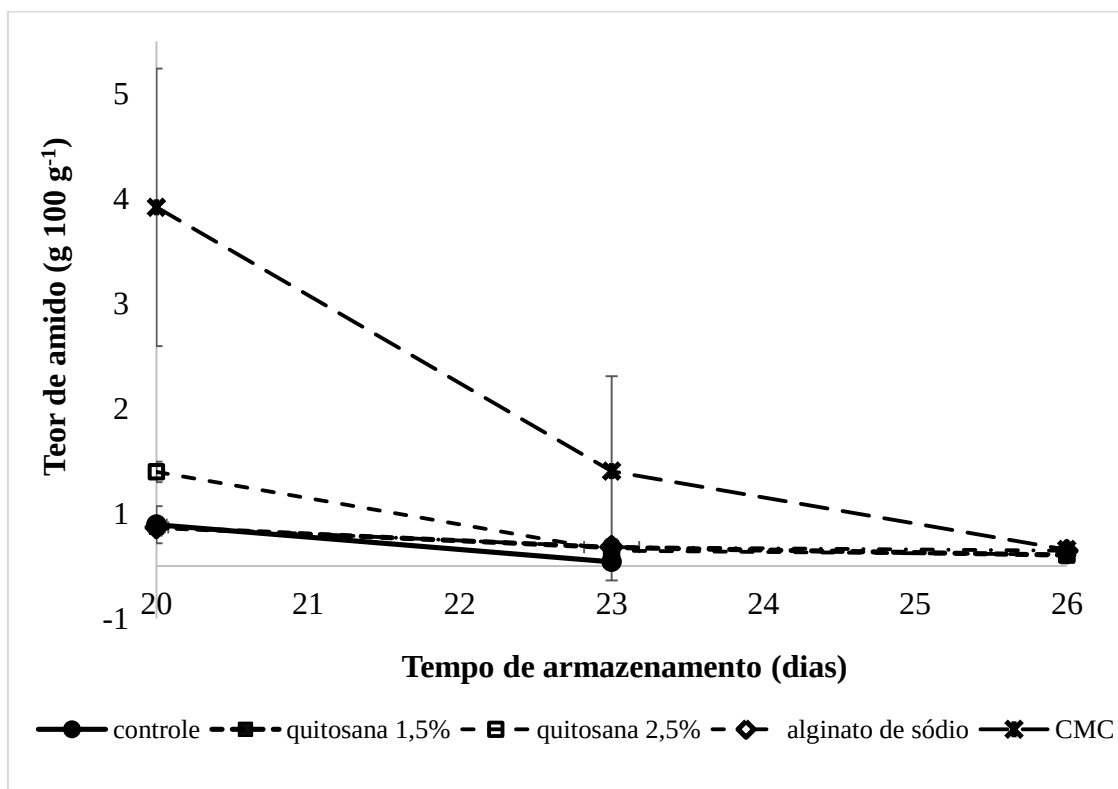


Figura 16. Teor de amido em mangas ‘Tommy Atkins’ tratadas com diferentes revestimentos e acondicionadas por até 20 dias de armazenamento refrigerado ($10,6 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $92,4 \pm 3,8\%$ de UR) seguido de até 14 dias em temperatura ambiente ($25,3 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ e $90,3 \pm 2,4\%$ de UR). Petrolina, PE, 2016.

O amido é degradado com decorrer do amadurecimento, assim os frutos considerados imaturos apresentam maior concentração de amido e os maduros, de glicose. O amido é o principal carboidrato de reserva e seu metabolismo é um processo complexo que é fundamental para o crescimento das plantas e a qualidade dos seus tecidos de interesse econômico (CHANG et al., 2013). O aumento dos níveis de açúcares simples às custas dos níveis de amido é um dos principais processos de maturação da fruta (KLEE; GIOVANNONI, 2011).

Pode-se afirmar que o amido tem associação com a firmeza, teor de acidez, teor de sólidos solúveis e de pectinas. Com a hidrólise do amido e a formação de açúcares ao longo da maturação, a firmeza da polpa e a acidez reduzem, enquanto os teores de pectinas solúveis e de sólidos solúveis aumentam (BALOCH e BIBI, 2012). Em manga, por ser um fruto climatérico, observa-se durante o amadurecimento um aumento concomitante na produção de etileno, na taxa respiratória e várias outras alterações metabólicas, tais como, o desenvolvimento de pigmentos, a conversão do amido em açúcares mais simples, a degradação de ácidos orgânicos, fenóis e compostos voláteis, alterações de pH, aroma e sabor e amolecimento dos frutos (YASHODA et al., 2006; PAYASI et al., 2009, SINGH et al., 2013).

3.14 Teor de Pectinas Solúveis

Os teores de pectinas solúveis aumentaram durante o armazenamento, havendo diferenças nos incrementos conforme o revestimento aplicado (Figura 17). A partir do 23º dia houve um pequeno aumento em seus valores, que continuou até o pico aos 32 dias, nos frutos tratados com alginato de sódio, CMC, quitosana a 1,5 e a 2,5% e controle, demonstrando que ao passo que o fruto vai amadurecendo esses teores também aumentam. Os tratamentos mais eficientes em atrasar a taxa de degradação de pectinas, incrementando o teor da fração solúvel, foram o CMC e quitosana 2,5%. Porém, a partir de 29º de armazenamento, os teores de pectinas solúveis aumentaram diferencialmente nos frutos tratados com alginato de sódio e quitosana, em ambas as concentrações estudadas.

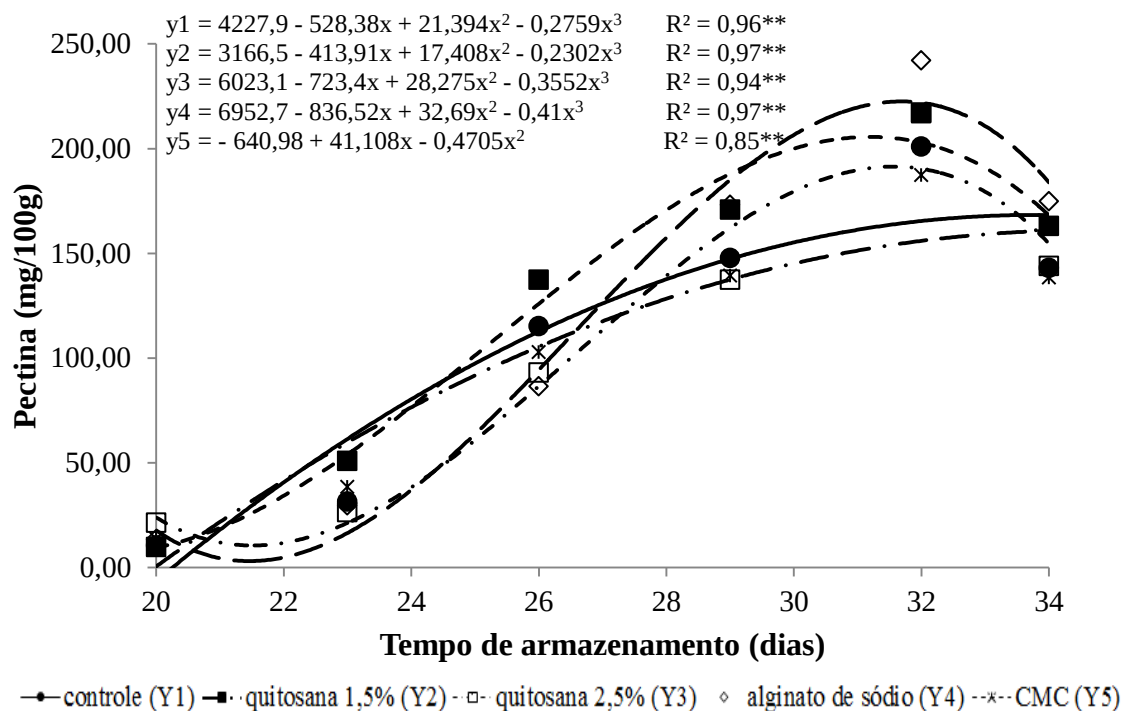


Figura 17. Teor de pectinas solúveis da polpa de mangas ‘Tommy Atkins’ tratadas com diferentes revestimentos e acondicionadas por até 20 dias de armazenamento refrigerado ($10,6 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $92,4 \pm 3,8\%$ de UR) seguido de até 14 dias em temperatura ambiente ($25,3 \pm 0,8^\circ\text{C}$ e $90,3 \pm 2,4\%$ de UR). Petrolina, PE, 2016.

Geralmente, no processo da maturação, umas das transformações químicas fundamentais são as mudanças nos teores de compostos pécticos, que, com o avanço dessa fase, são hidrolisados e solubilizados, por meio da ação de enzimas pectinolíticas, resultando no amaciamento dos tecidos. As substâncias pécticas são ligadas inter e intramolecularmente pelo cálcio e são responsáveis pela rigidez dos tecidos, aumentando a estabilidade do complexo e limitando sua vulnerabilidade ao ataque por enzimas pectolíticas (CAMARGO et al., 2000). As enzimas protopectinase e pectinametilesterase são responsáveis pela hidrólise e solubilização de substâncias pécticas, contribuindo assim para a redução da firmeza (HUSSAIN et al., 2010).

Alginatos são polímeros lineares compostos por resíduos de α -l-gulurônico (g) e β -D-manurônico (M) presentes em proporções e sequência variáveis na parede celular e espaço intercelular, em algas marrons (MIGUEL et al., 2009). Os revestimentos de alginato,

como outros polissacárideos são de baixa permeabilidade ao oxigênio, devido à sua rede de ligação de hidrogênio ordenada (VARELA; FISZMAN, 2011).

Adicionalmente, a estrutura porosa característica dos filmes contribuem para retenção de água na matriz. Este é um aspecto negativo, uma vez que a presença de água acelera os processos degradativos e provoca o intumescimento da estrutura do polissacarídeo, reduzindo a aderência, gerando rupturas e expondo a superfície a ação de fungos (ASSIS; ALVES, 2002).

A CMC é um derivado da celulose (ARNON et al., 2015). É um polímero natural insolúvel em água. Para tornar-se solúvel, é modificado para a forma de polieletrólito. A sua molécula consiste num polímero com uma base de unidades de β -D-glicose, no qual grupos hidroxila livres estão parcialmente substituídos por grupos carboximetila. Sendo a CMC um polímero aniônico, é utilizado na indústria alimentar, cosmética e farmacêutica, nomeadamente como agente espessante, agente de controlo reológico e estabilizante (EMBUSCADO; HUBER, 2009).

3.15 Aparência

A aparência é o principal atributo de qualidade para a compra de um fruto. O consumidor busca um fruto atrativo, sendo este o primeiro item a ser avaliado. Os frutos sob refrigeração não demonstraram alterações na aparência externa dos frutos (Figura 18). Após o 26º dia, as notas caíram um pouco, porém indicando que os frutos possuíam, no máximo, 5% de manchas ou murcha inicial. Os frutos que receberam o tratamento com CMC foram os que sofreram menos alterações, caracterizando-se por nota máxima até 3,8 até os 34 dias. Essa respostas destaca o efeito desse revestimento para a aparência da manga, sendo seguido pelo de quitosana 2,5%. Neste, os frutos maduros também praticamente não apresentavam defeitos de aparência, observando-se a nota de 3,6, aos 34 dias. Com as notas em torno de 2 e 3, os frutos dos demais tratamentos se caracterizaram por, no máximo, 20% de sua superfície com enrugamento ou manchas. Assim, nenhum dos revestimentos estudados promoveu ou intensificou a presença de manchas nas mangas, tendo ação na preservação da aparência durante todo o tempo do armazenamento. Uma das explicações da alteração de aparência após a colheita é a perda de massa (HUSSAIN et al., 2010), levando à murcha, enrugamento, manchas escuras na casca, ataques por microrganismos, como fungos

de armazenamento, danos pelo frio, comprometendo a comercialização do fruto (ADETUNJI et al., 2012).

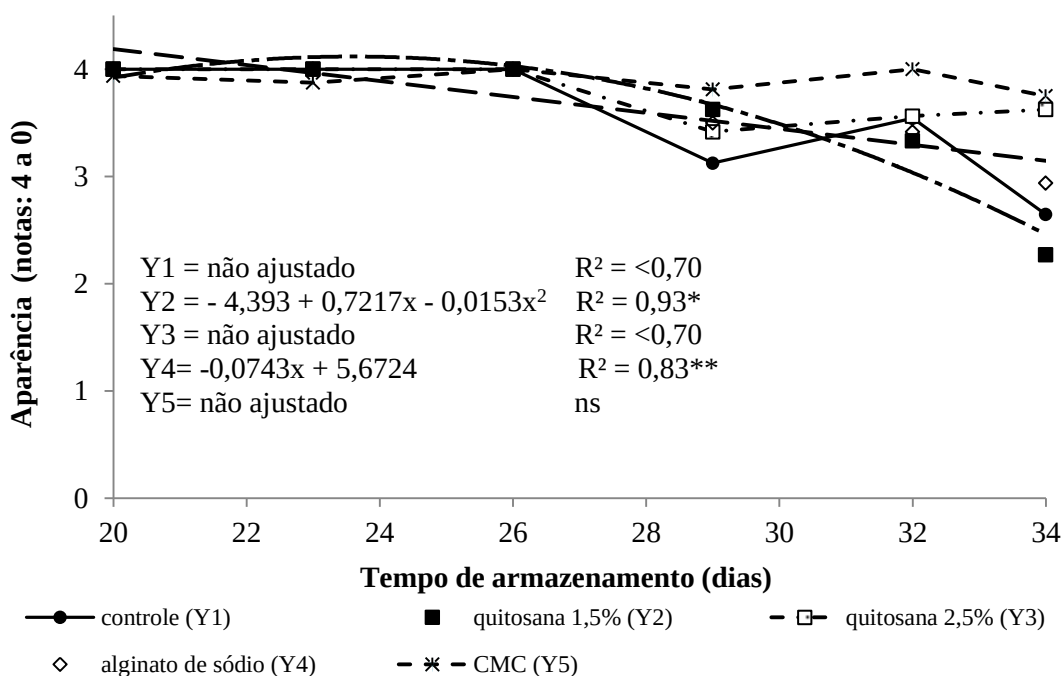


Figura 18. Aparência de mangas ‘Tommy Atkins’ tratadas com diferentes revestimentos e avaliadas até 20 dias de armazenamento refrigerado ($10,6 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $92,4 \pm 3,8\%$ de UR) seguido de até 14 dias em temperatura ambiente ($25,3 \pm 0,8^\circ\text{C}$ e $90,3 \pm 2,4\%$ de UR). Petrolina, PE, 2016.

3.16 Danos às lenticelas

Danos às lenticelas podem se expressar na casca da manga devido a problemas causados pelo frio ou pelo manuseio inadequado. Neste estudo, os danos às lenticelas identificados foram do tipo menos grave, correspondendo à coloração avermelhado no contorno das lenticelas. Estes foram percebidos mais visivelmente em alguns tratamentos no decorrer do armazenamento ou por injúrias mecânicas diretamente sobre essas estruturas (Figura 19). Os frutos dos tratamentos com CMC foram os que apresentaram menos danos às lenticelas, com nota 2,8, indicando até 20% na superfície do fruto afetado. Os frutos que receberam tratamento com quitosana a 2,5% apresentaram notas inferiores aos daqueles que receberam CMC, mas melhores que os demais. Os frutos do controle assim como aqueles revestidos com quitosana a 1,5% e com alginato de sódio apresentaram notas entre 0 e 1,

indicando 40% ou mais da superfície lenticelas com coloração avermelhada. Considerando as condições de armazenamento, é possível que os danos às lenticelas não tenham sido totalmente expressos na superfície dos frutos durante o armazenamento refrigerado, mas se tornaram mais evidentes com a transferência para temperatura ambiente.

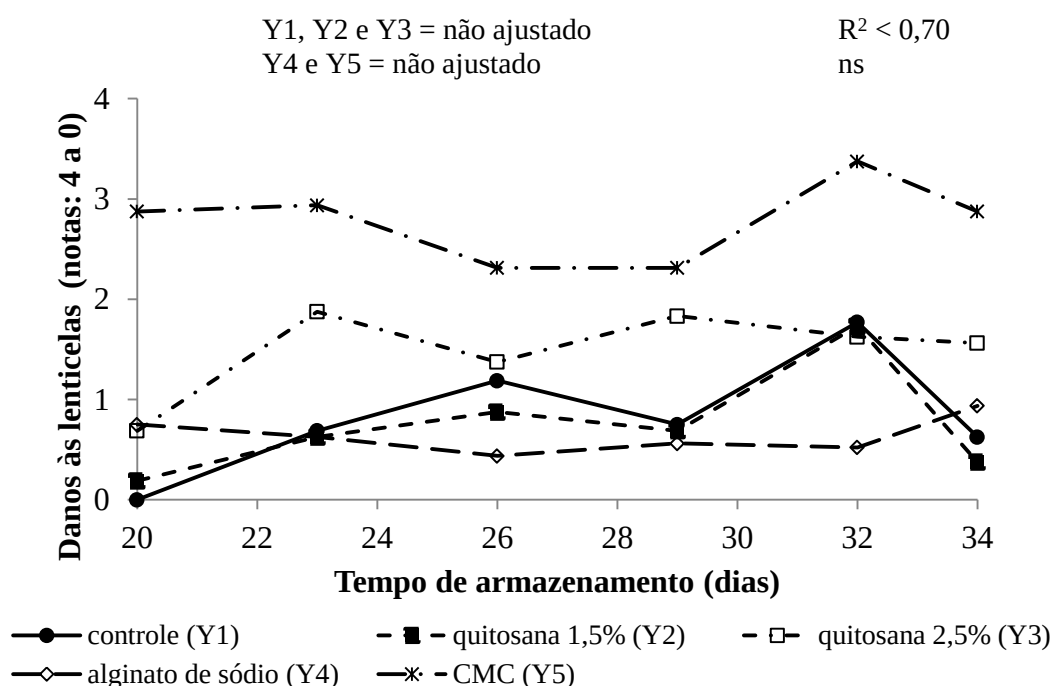


Figura 19. Danos às lenticelas, avaliados por meio de escala de notas de 0 a 4, em mangas ‘Tommy Atkins’ tratadas com diferentes revestimentos e acondicionadas por até 20 dias de armazenamento refrigerado ($10,6 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $92,4 \pm 3,8\%$ de UR) seguido de até 14 dias em temperatura ambiente ($25,3 \pm 0,8^\circ\text{C}$ e $90,3 \pm 2,4\%$ de UR). Petrolina, PE, 2016.

Diante das variáveis analisadas, constatou-se que os frutos tratados apresentavam-se íntegros e homogêneos, demonstrando que os revestimentos mantiveram a coloração e aparência agradável do fruto. Porém, a polpa evoluiu para o amadurecimento típico da manga, sendo mais avançado em alguns tratamentos. Considerando os teores de sólidos solúveis, a firmeza de polpa, a acidez titulável, a cor e a aparência, é possível indicar que a vida útil das mangas ‘Tommy Atkins’ nos tratamentos controle, quitosana a 1,5% e alginato de sódio foi de até 32 dias. Os frutos que receberam aplicações de quitosana a 2,5% e CMC mantiveram características aptas à comercialização até os 34 dias de armazenamento.

4. CONCLUSÕES

Os revestimentos com quitosana a 2,5% e CMC a 1,0% foram eficientes no atraso do amadurecimento das mangas ‘Tommy Atkins’, identificado por meio da coloração verde claro da casca, do menor avanço na mudança da cor da polpa para o amarelo escuro ou o laranja e pelos incrementos mais lentos nos teores de pectinas solúveis. Entre eles, o revestimento com quitosana a 2,5% foi melhor por ter apresentado efeitos adicionais de retenção temporária da firmeza da polpa, menor intensidade respiratória e pelo atraso na degradação de ácidos orgânicos e no acúmulo de sólidos solúveis, mas alcançando teores característicos de fruto maduro, ao final de 34 dias de armazenamento.

5. REFERÊNCIAS

- ADETUNJI, C. O.; FAWOLE, O. B.; AROWORA, K. A.; NWAUBANI, S. I.; AJAYI, E. S.; OLOKE, J. K.; MAJOLAGBE, O. M.; OGUNDELE, B. A.; AINA, J. A.; DETUNJI, J. B. Effects of edible coatings from *Aloe vera* gel on quality and postharvest physiology of *Ananas comosus* (L.) fruit during ambient storage. **Global Journal of Science Frontier Research Bio-Tech & Genetics**, v. 12, n. 5, p. 39-43, 2012.
- ADETUNJI, C. O.; FAWOLE, O. B.; AROWORA, K. A.; NWAUBANI, S. I.; OLOKE, J. K.; ADEPOJU, A. O.; ADETUNJI, J. B.; AJANI, A. O. Performance of Edible Coatings from Carboxymethylcellulose(CMC) and Corn Starch(CS) Incorporated with Moringa Oleifera Extract on Citrus Sinensis Stored at Ambient Temperature. **Agrosearch**, [s.l.], v. 13, n. 1, p.77-86, 2013. African Journals Online (AJOL). <http://dx.doi.org/10.4314/agrosh.v13i1.8>.
- AGUIAR, R. P.; MIRANDA, M. R. A.; LIMA, A. M. P.; MOSCA, J. L.; MOREIRA, R. A.; ENÉAS-FILHO, J. Effect of a galactomannan coating on mango postharvest physicochemical quality parameters and physiology. **Fruits**. v. 66, n. 4, p. 269-278, 2011.
- ALEMANHA. SOCIEDAD ALEMANA DE COOPERACIÓN TÉCNICA (DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT). Cosecha: Momento de la cosecha y determinación del grado de madurez. In: ALEMANHA. DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT. **Manual de Exportación: Frutas Tropicales y Hortalizas**. Republic Germany: Protrade, 1992. p. 9.
- ALI, A.; MUHAMMAD, M. T. M.; SIJAM, K.; SIDDIQUI, Y. Effect of chitosan coatings on the physicochemical characteristics of Eksotika II papaya (*Carica papaya* L.) fruit during cold storage. **Food Chemistry**. v. 124, n. 2, p. 620–626, 2011.
- AMARIZ, A.; LIMA, M. A. C.; TRINDADE, D. C. G.; SANTOS, A. C. N.; RIBEIRO, T. P. Revestimentos à base de carboximetilcelulose e dextrina em mangas ‘Tommy Atkins’ armazenada sob refrigeração. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 40, n. 10, p. 2199-2205, 2010.
- AOAC International. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 19 ed. Gaithersburg, MD, USA, 2012.
- ARAÚJO, M. C.; SANTOS, F. M. S.; OLIVEIRA, M. B. M. **Análise da qualidade da água do riacho Cavouco - UFPE**. Recife, PE. 2012/2013. Disponível em <http://www.unicap.br/encontrodasaguas/wp-content/uploads/2013/07/Marlyeta-Chagas-de-Araujo-ufpe-Trabalho_2073002545.pdf> Acesso em 25 de março de 2017.
- ARNON, H., GRANIT R., PORAT R.; POVERENOV, E. Development of polysaccharide-based edible coatings for citrus fruits: A layer-by-layer approach. **Food Chemistry**, v. 166, p. 465–472, 2015.
- ASSIS, O. B. G.; ALVES, H. C. Metodologia mínima para a produção de filmes comestíveis de quitosana e avaliação preliminar de seu uso como revestimento protetor em maçãs cortadas. Comunicado Técnico, 49. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. São Carlos-SP, nov., 2002.

AZERÊDO, L. P. M.; SILVA, S. M.; LIMA, M. A. C.; DANTAS, R. L.; PEREIRA, W. E. qualidade de manga ‘Tommy Atkins’ da produção integrada recoberta com fécula de mandioca associada a óleos essenciais e quitosana. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 38, n. 1, p.141-150, 2016.

BABAJIDE, J.M.; OLALUWOYE, A. A.; SHITTU, T. A. T.; ADEBISI, M. A. Physicochemical Properties and Phytochemical Components of Spiced Cucumber-Pineapple Fruit Drink. **Nigerian Food Journal**, [s.l.], v. 31, n. 1, p. 40-52, 2013. Elsevier BV.

BABU, R.; O’CONNOR, K.; SEERAM, R. Current progress on bio-based polymers and their future trends. **Progress in Biomaterials**, v. 2, n. 8, p. 1–16, 2013.

BALOGH, M., BIBI, F. Effect of harvesting and storage conditions on the post harvest quality and shelf life of mango (*Mangifera indica* L.) fruit. **South African Journal of Botany**, v. 83, p. 109–116, 2012.

BARBOSA, N. C. **Taxa de respiração do Mamão em função das diferentes condições de atmosferas de armazenamento em temperatura ambiente**. 2013. 87 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2013.

BENAVIDESA, S., VILLALOBOS-CARVAJALB, R.; REYESB, J. E. Physical, mechanical and antibacterial properties of alginate film: Effect of the crosslinking degree and oregano essential oil concentration. **Journal of Food Engineering**, [s.l.] v. 110, n. 2, p. 232-239, 2012.

BENÍTEZ, S.; ACHAERANDIO, I.; SEPULCRE, F.; PUJOLÀ, M. *Aloe vera* based edible coatings improve the quality of minimally processed „Hayward” kiwifruit. **Postharvest Biology and Technology**. v. 81, p. 29–36, 2013.

BIBI, F.; BALOGH, M. K. Postharvest quality and shelf life of mango (*Mangifera indica* l.) fruit as affected by various coatings. **Journal of Food Processing and Preservation**. v. 38, n. 1, p. 499–507, 2014.

BLUMENKRANTZ, N.; ASBOE-HANSEN, G. New methods for quantitative determination of uronic acids. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 54, n. 2, p. 484-489, 1973.

BRAZ, V. B.; NUNES, E. S.; COUTO, F. A. de A.; LELIS, F. M. V. Efeito da época de colheita e do tempo de armazenamento na qualidade pós-colheita de mangas cv. Palmer. **Acta Sci. Agron**. v. 29, n. 2, p. 263-268, 2007.

BLANCO-PASCUAL, N.; MONTERO, M.P.; GÓMEZ-GUILLÉN, M.C. Antioxidant film development from unrefined extracts of brown seaweeds *laminaria digitata* and *ascophyllum nodosum*. **Food Hydrocoll**, 37, p. 100–110, 2014.

CAMARGO, Y.R.; LIMA, L.C.O.; SCALON, S.P.Q.; SIQUEIRA, A.C. Efeito do cálcio sobre o amadurecimento de morangos (*Fragaria ananassa* Duch.) cultivar Campineiro. Lavras, **Ciência e Agrotecnologia**, v.24, n.4, p. 968-971, 2000.

CENCI, S. A.; ALVARENGA, A. L. B.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; TOLEDO, J.; OLIVEIRA, L. M. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças: tecnologia, qualidade e sistemas de embalagem**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2011.

CHANG, L.; XIAO, Y. M.; SHE, L. F.; XIA, Y. P. Analysis of gene expression and enzyme activities related to starch metabolism in *Lycoris sprengeri* bulbs of different sizes. **Science Horticulturae**, 161, p. 118-124, 2013.

CHIABRANDO, V.; GIACALONE, G. Effects of alginate edible coating on quality and antioxidant properties in sweet cherry during postharvest storage. Italian **Journal of Food Science**, v. 27, n. 2, p. 173-180, 2015.

CHING, F. D. K. Desenho para arquitetos. 2ª. Ed. Porto Alegre: Bookman. 2012. 412 p.

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

CHAUHAN, SHWETA; GUPTA, K. C.; AGRAWA, MUKESH. Efficacy of Chitosan and Calcium chloride on Post harvest storage period of Mango with the application of hurdle technology. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**. India, v. 3, n. 5, p.731-740, 2014.

CISSÉ, M.; POLIDORI, J.; MONTET, D.; LOISEAU, G.; COLLIN, M. N. D. Preservation of mango quality by using functional chitosanlactoperoxidase systems coatings. **Postharvest Biology and Technology**. v. 101, p. 10–14, 2015.

CRISOSTO, C. H.; CRISOSTO, G. M.; Understanding consumer acceptance of early harvested ‘Hayward’ kiwifruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 22, p. 205-213. 2001.

CRISOSTO, G.; HASEY, J. K.; ZEGBE, J. A.; CRISOSTO, C.H.; New quality index based on dry matter and acidity proposed for Hayward kiwifruit. *California Agriculture*, v. 66, n. 2, p. 70-75. 2012.

CRUZ, M. J. da S.; CLEMENTE, E.; CRUZ, M. E. da S.; MORA, F.; COSSARO, L.; PELISSON, N. Efeito dos compostos naturais bioativos na conservação pós-colheita de frutos de mangueira cv. Tommy Atkins. **Revista Ciência e Agrotecnologia**. v. 34, n. 2, p. 428-433, 2010.

EMBUSCADO, M. E.; HUBER, K. C. Edible films and coatings for food applications. **Springer**, 2009.

ESGUERRA, E.B.; CHAVEZ, S.M.; TRAYA, R. A modified and rapid heat treatment for the control of postharvest diseases of mango (*Mangifera indica* Linn. cv. Carabao) fruits. **The Philippine Agricultural Scientist**, Laguna, v. 89, n. 2, p. 125-133, 2006.

ETIENNE, A.; GÉNARD M.; LOBIT, P.; MBEGUIÉ-A-MBÉGUIÉ, D.; BUGAUD, C. Review paper: What controls fleshy fruit acidity? A review of malate and citrate accumulation in fruit cells. **Journal of Experimental Botany**. v. 64, n. 6, p. 1451–1469, 2013.

FAASEMA, J.; ALAKALI, J.S.; ABU, J.O. Effects of storage temperature on 1-methylcyclopropene-treated mango (*Mangifera indica*) fruit varieties. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 38, n. 1, p. 289 - 295, 2014.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION - FAD. **Generally recognized as safe (GRAS)**. Silver Spring. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/GRAS/>>. Acesso em: 18 maio 2017.

GUILLÉN, F.; DÍAZ-MULA, H. M.; ZAPATA, P. J.; VALERO, D.; SERRANO, M.; CASTILLO, S.; MARTÍNEZ-ROMERO, D. *Aloe arborescence* and *Aloe vera* gels as coating in delaying postharvest ripening in peach and plum fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 83, p. 54-57, 2013.

HO, B. T.; HOFMAN, P. J.; JOYCE, D. C.; BHANDARI, B. R. Uses of an innovative ethylene- α -cyclodextrin inclusion complex powder for ripening of mango fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 113, p. 77-86, 2016.

HOA, T. T.; DUCAMP, M. N. Effects of different coatings on biochemical changes of 'cat Hoa loc' mangoes in storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 48, n. 1, p. 150-152, 2008.

HOJO, E.T.D.; ABREU, C.M.P. de; HOJO, R.H.; ASMAR, S.A.; CUNHA JÚNIOR, L.C.; CORRÊA, A.D. Firmeza de mangas 'Palmer' tratadas com 1 metilciclopropeno e armazenadas sob refrigeração. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n. 6, p.1878 1883, 2007.

HOSSEINI, S. F.; REZAEI, M.; ZANDI, M.; GHAVI F. F. Preparation and functional properties of fish gelatin–chitosan blend edible films. **Food Chemistry**, n. 136, n. 3, p. 1490-1495, 2013.

HUSSAIN, P. R.; MEENA, R. S.; DAR, M. A.; WANI, A. M. Carboxymethyl cellulose coating and low-dose gamma irradiation improves storage quality and shelf life of pear (*Pyrus Communis* L., cv. Bartlett/William). **Journal of Food Science**, v. 75, n. 9, p. 586-596, 2010.

IAL – INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo: IAL, 1985. v. 1, 371p

KADER, A. A. **Mango: Recommendations for Maintaining Postharvest Quality**. Disponível em: < <http://postharvest.ucdavis.edu> >. Acessado em: 12 de junho de 2017.

KALIA, A.; PARSHAD, V.R. Novel trends to revolutionize preservation and packaging of fruits/ fruit products: microbiological and nanotechnological perspectives. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, London, v. 55, n. 2, p. 159-82, 2014.

KLEE, H. J. GIOVANNONI, J. J. Genetics and control of tomato fruit ripening and quality attributes. **Annual Reviews of Genetics**, v. 45, p. 41-59, 2011.

KHALIQ, G.; MUDA MOHAMED, M. T.; GHAZALI, H. M.; DING, P.; ALI, A. Influence of gum arabic coating enriched with calcium chloride on physiological, biochemical and quality responses of mango (*Mangifera indica* L.) fruit stored under low temperature stress. **Postharvest Biology and Technology**, v. 111, p. 362-369, 2016.

LIMA, M. A. C.; TRINDADE, D. C. G.; SANTOS, A. C. N.; PAES, P. C. Armazenamento refrigerado de manga “Tommy Atkins” sob atmosfera modificada (Smartbag™). IN: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE TECNOLOGÍA POSTCOSECHA Y AGROEXPORTACIONES, 5, 2007, Cartagena. **Artigos completos...**Cartagena: GPR/AITEP. 2007. p. 1288-1296.

LUVIELMO, M. M.; LAMAS, S. V. Revestimentos comestíveis em frutas. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 8, n. 1, p. 8-15, 2012.

McREADY, P. M.; McCOMB, E. A. Extraction and determination of total pectin materials. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 24, n. 12, p. 1586-1588, 1952.

MARK, R., BILLO, Application of digital image enhancement in rock art recording. **American Indian Rock Art**, Alanah Woody, Editor. American Rock Art Research Association, v. 28, p. 121-128, 2002. Disponível em: <<http://www.rupestrian.com/Enhancement.pdf>> Acesso em maio. 2017.

MATTIUZ, B. H.; COLLIN, M. N. D.; MATTIUZ, C. F. M.; VIGNEAULT, C.; MARQUES, K. M.; SAGOUA, W.; MONTET, D. Effect of própolis on postharvest control of anthracnose and quality parameters of ‘Kent’ mango. **Scientia Horticulturae**. v. 184, p. 160-168, 2015.

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

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

MORAES, K. S. de; FAGUNDES, C. MELO, M. C., ANDREANI, P.; MONTEIRO, A. R. Conservation of Williams pear using edible coating with alginate and carragenan. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 32, n. 4, p. 679-684, 2012.

MOTTA, J. D.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; SOUSA, K. S. M. Índice de cor e sua correlação com parâmetros físicos e físico-químicos de goiaba, manga e mamão. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 1, p. 74-82, 2015.

MUDA, P.; SEYMOUR, G. B.; ERRINGTON, N.; TUCKER, G. A. Compositional changes in cell wall polymers during mango fruit ripening. **Carbohydrate Polymers**. n. 26, p. 255-260, 1995.

PACHECO, A. L. V.; BORGES, K. S.; VIEIRA, G.; FREITAS, G. B.; CECON, P. R. Physical-chemical quality of mango ‘Ubá’ (*Mangifera indica* L.) fruits submitted to impact mechanical damage at harvest. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 39 n. 2, e-939, 2017.

PAYASI, A., MISHRA, N. N., SOARES-CHAVES, A. L. Biochemistry of fruit softening: an overview. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, v. 15, n. 2, p. 103–113, 2009.

RODRÍGUEZ, F. R.; CORTÉS, C. G.; MORENO, D. C. Influence of chitosan coatings with citric essential oil on the shelf-life of minimally processed mango (*Mangifera indica* L.) **Revista Facultad Nacional de Agronomía – Medellín**, Colombia, v. 68, n. 2, p. 7679-7688, 2015.

SERPA, M. F. P.; CASTRICINI, A.; MITSUBUZI, G. P.; MARTINS, R. N.; BATISTA, M. F.; ALMEIDA, T. H. de. Conservação de manga com uso de fécula de mandioca preparada com extrato de cravo e canela. **Revista Cerres**, v. 61, n. 6, p. 975-982, 2014.

SHIT, S. C.; SHAH, P. M. Edible polymers: challenges and opportunities. **Jornal of polymers**, New York, v. 2014, p. 1-13, 2014.

SILVA, A. L. **Revestimentos Comestíveis em Mangas: Propriedades e Efeitos sobre a Qualidade e Conservação Pós-Colheita da Fruta**. 2015. 153 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Sc, 2015.

SILVA, A. P. F. B. **Caracterização química e enzimática do processo de adoçamento da manga „Keitt“**. São Paulo, 2004, 80p. (Tese de doutorado, Faculdade de Ciências Farmacêuticas – USP).

SILVA, J. M.; RODRIGUES, G. C. P.; MIZOBUTSI, G. P.; MAIA, V. M.; GANEM, S. T. de S.; MIZOBUTSI, E. H.; SILVA, D. P. Métodos alternativos para o prolongamento pós-colheita de mangas ‘Haden’. In: Simpósio Brasileiro de pós-colheita de Frutas Tropicais, 1, 2005, João Pessoa. **Programas e trabalhos, anais**. João Pessoa: Embrapa/UFPB/UFS/SBF, 2005, CD ROM.

SILVA, F. A.; FINKLER, L.; FINKLER, C. L. L.. DESENVOLVIMENTO DE BIOPOLÍMEROS DE ALGINATO E PECTINA EM MANGA ‘ESPADA’ MINIMAMENTE PROCESSADA. In: XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 2016, Fortaleza, CE. **Anais COBEC, 2016...** Fortaleza, Ce: Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Química - Cobec, 2016. p. 1 - 8.

SILVA, M.C.; ATARASSI, M.E.; FERREIRA, M. D.; MOSCA, M.A. Qualidade pós-colheita de caqui 'fuyu' com utilização de diferentes concentrações de cobertura comestível. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 35, n. 1, p. 144-151, 2011.

SORLIER, P.; DENUZIÈRE, A.; VITON, C.; DOMARD, A. Relation between the Degree of Acetylation and the Electrostatic Properties of Chitin and Chitosan. **Biomacromolecules**, 2, 765, 2001.

TRIGO, J. M.; ALBERTINI, S.; SPOTO, M. H. F.; SARMENTO, S. B. S.; LAI REYES, A. E.; SARRIÉS, G. A. Efeito de revestimentos comestíveis na conservação de mamões minimamente processados. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, n. 2, p. 125-133, abr./jun., 2012.

THAKUR, V.K.; THAKUR, M.K. Handbook of sustainable polymers: Processing and applications; **Pan Stanford Publishing**: Singapore, 2016.

VARELA, P.; FISZMAN, S.M. Hydrocolloids in fried foods. A review. **Food Hydrocoll**, v. 25, n. 8, p. 1801-1812, 2011.

XING, Y.; XU, Q.; YANG, S. X. Chen, C.; Tang, Y.; Sun, S.; Zhang, L.; Che, Z.; Li, X. Preservation mechanism of chitosan-Based coating with cinnamon oil for fruits storage based on sensor data. **Sensors**, v. 16, n. 7, p. 1111, 2016.

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

YASHODA, H.M., PRABHA, T.N., THARANATHAN, R.N.,. Mango ripening: Changes in cell wall constituents in relation to textural softening. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 86, p. 713–721, 2006. doi:10.1002/jsfa.2404.

ZERBINI, P. E.; VANOLI, M.; RIZZOLO, A.; GRASSI, M.; PIMENTEL, R. M. de A.; SPINELLI, L.; TORRICELLI, A. Optical properties, ethylene production and softening in mango fruit. **Postharvest Biology and Technology**. v. 101, p. 58–65, 2015.