



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA  
MESTRADO EM FITOTECNIA

SAUL DE MEDEIROS CELESTINO

**QUALIDADE E CONSERVAÇÃO DE MANGA 'TOMMY ATKINS' REVESTIDAS  
COM BLENDS DE QUITOSANA E FÉCULA**

MOSSORÓ

2016

SAUL DE MEDEIROS CELESTINO

**QUALIDADE E CONSERVAÇÃO DE MANGA ‘TOMMY ATKINS’ REVESTIDAS  
COM BLENDA DE QUITOSANA E FÉCULA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia/Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Melhoramento Genético e Tecnologia Pós-Colheita

Orientadora: Edna Maria Mendes Aroucha, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>.

Co-orientador: Ricardo Henrique de Lima Leite, Prof. Dr.

MOSSORÓ

2016

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)  
Setor de Informação e Referência (SIR)

C392q CELESTINO, SAUL DE MEDEIROS.  
QUALIDADE E CONSERVAÇÃO DE MANGA TOMMY ATKINS  
REVESTIDAS COM BLENDA DE QUITOSANA E FÉCULA /  
SAUL DE MEDEIROS CELESTINO. - 2016.  
48 f. : il.

Orientadora: EDNA MARIA MENDES AROUCHA.  
Coorientador: RICARDO HENRIQUE DE LIMA LEITE.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal  
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em  
Fitotecnia, 2016.

1. Mangifera indica L.. 2. Revestimentos  
comestíveis. 3. Fécula de mandioca. 4. Solução  
filmogênica. 5. Quitosana. I. AROUCHA, EDNA MARIA  
MENDES, orient. II. LEITE, RICARDO HENRIQUE DE  
LIMA, co-orient. III. Título.

Bibliotecário-Documentalista  
Nome do profissional, Bib. Me. (CRB-15/10.000)

SAUL DE MEDEIROS CELESTINO

QUALIDADE E CONSERVAÇÃO DE MANGA 'TOMMY ATKINS' REVESTIDAS  
COM BLENIDAS DE QUITOSANA E FÉCULA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia/Fitotecnia.


Linha de Pesquisa: Melhoramento Genético e Tecnologia Pós-Colheita

Defendida em: 09 / 12 / 2016.

**BANCA EXAMINADORA**

  
Nome do Orientador, Prof<sup>a</sup> Edna Maria Mendes Aroucha, Dr. (UFERSA)  
Presidente

  
Nome do Examinador Interno, Prof<sup>o</sup> Francisco Klebson Gomes dos Santos Dr. (UFERSA)  
Membro Examinador

  
Nome do Examinador Externo, Dr. Marcelo Sobreira de Souza (MAPA)  
~~Membro Examinador~~

  
Nome do Suplente Interno, Prof. Dr. Ricardo Henrique de Lima Leite (UFERSA)  
Membro Examinador

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Orientadora e ao Co-orientador pela paciência, atenção e por ajudar no desenvolvimento do trabalho.

Aos colegas de laboratório pela ajuda nos trabalhos.

Agradeço a Banca Examinadora pela disponibilidade.

## RESUMO

CELESTINO, S. M. Qualidade e conservação de manga ‘Tommy Atkins’ revestidas com blendas de quitosana e fécula. 2016. 48 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2016.

A manga é um fruto com vida útil pós-colheita relativamente curta mesmo sob baixa temperatura. Sendo promissor o uso da tecnologia de embalagem, nesse sentido o uso de coberturas biodegradáveis apresentam vantagens haja vista que são “ambientalmente corretas” e, ainda podem manter a qualidade por maior tempo. Tendo em vista a falta de informações sobre a influência de revestimentos à base de misturas de polissacarídeos na manutenção da qualidade de manga. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade e conservação de manga ‘Tommy Atkins’ revestidas com blendas de quitosana e fécula. Frutos de manga foram coletados na maturidade fisiológica (estádio de maturação 2) e transportados para o Laboratório de Tecnologia de Alimentos da UFERSA. Após a limpeza, pesagem e identificação, os frutos foram submetidos aos respectivos tratamentos e, armazenados por 35 dias, com avaliação em intervalos de sete dias em câmara de refrigeração regulada a  $13\pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $90\pm 5\%$  UR. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema de fatorial, com seis tratamentos produzidos a partir das soluções filmogênicas de fécula de mandioca (FE) a 2% e de quitosana (QI) a 2% e os tratamentos foram constituídas por suas misturas (**T1:** FE; **T2:** FE 3/4 e QI 1/4; **T3:** FE 1/2 e QI 1/2; **T4:** FE 1/4 e QI 3/4; **T5:** QI; **T6:** Controle) e seis períodos de armazenamento (0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias) com quatro repetições, um fruto por parcela. Foram avaliados nos frutos: perda de massa, aparência; cor da polpa, firmeza, sólidos solúveis, pH, acidez titulável, relação SS/AT, vitamina C e amido. Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o software SISVAR e comparados pelo teste de Scott - Knott a 5% de probabilidade. Verificou-se redução nas notas de aparência, na firmeza, acidez titulável, ácido ascórbico e amido ao longo do armazenamento. Porém, os tratamentos T2, T3, T4 e T5 propiciaram notas de aparência externa melhores, e maior firmeza, acidez, ácido ascórbico e amido dos frutos durante o armazenamento. Houve aumento na perda de massa, sólidos solúveis e relação SS/AT durante o armazenamento, sendo os menores valores observados nos frutos revestidos com quitosana e fécula de mandioca, proporção  $\frac{1}{2}$  e  $\frac{1}{2}$ , garantindo assim maior conservação da manga.

**Palavras-chave:** *Mangifera indica* L. Revestimentos comestíveis. Fécula de mandioca. Solução filmogênica. Quitosana.

## ABSTRACT

CELESTINO, S. M. Quality and conservation of 'Tommy Atkins' mangoes coated with chitosan and starch blends. 2016. 48 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2016.

The mango is a fruit with relatively short post-harvest shelf life even at low temperature. The use of packaging technology is promising. In this sense, the use of biodegradable coatings has advantages given that they are "environmentally correct" and can still maintain quality for longer. In view of the lack of information on the influence of coatings based on polysaccharide mixtures in maintaining the quality of mango. The present work had as objective to evaluate the quality and conservation of 'Tommy Atkins' mangoes coated with chitosan and starch blends. Mango fruits were collected at physiological maturity at stage maturation 2 and transported to the Food Technology Laboratory of UFERSA. After cleaning, weighing and identification of the mangoes, these fruits were submitted to the respective treatments and stored for 35 days, with evaluation at intervals of seven days in a refrigerated chamber at  $13 \pm 1^\circ\text{C}$  and  $90 \pm 5\%$  RH. The experiment was conducted in a completely randomized design, in a factorial scheme, with six treatments produced from 2% cassava starch (FE) and 2% chitosan (IQ) solutions, and the treatments consisted of mixtures (T1: FE: T2: FE 3/4 and IQ 1/4; T3: FE 1/2 and IQ 1/2; T4: FE 1/4 and IQ 3/4; T5: IQ; Six storage periods (0, 7, 14, 21, 28 and 35 days) with four replications, one fruit per plot. The fruits were evaluated: loss of mass, appearance; Pulp color, firmness, soluble solids, pH, titratable acidity, SS / AT ratio, vitamin C and starch. Data were submitted to analysis of variance using SISVAR software and compared by the Scott - Knott test at 5% probability. There was a reduction in appearance, firmness, titratable acidity, ascorbic acid and starch throughout the storage. The fruits of the treatments T2, T3, T4 and T5 presented higher values of appearance, firmness, acidity, ascorbic acid and starch even with the reduction of values of these variables during storage. There was an increase in mass loss, soluble solids and SS / AT ratio during the storage period, with the lowest values observed in fruits coated with chitosan and cassava starch in the ratio  $\frac{1}{2}$  and  $\frac{1}{2}$ . This also provided better conservation of the mango, ensuring a longer post-harvest life through reduced weight loss, maintenance of appearance and attributes of fruit quality.

**Keywords:** *Mangifera indica* L. Edible coatings. Starch Cassava. Filogenogenic solution. Chitosan.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Desenvolvimento da cor interna da polpa (escala de 1 a 5; da esquerda para a direita) para mangas Tommy Atkins (fonte: BRECHT, 2011). ..... 14
- Figura 2 – Perda de massa (%) de mangas ‘Tommy Atkins’ acondicionado com diferentes revestimentos em função do período de armazenamento a 13°C e 90%. Mossoró-RN, UFERSA, 2016..... 22
- Figura 3 – Escala de aparência (9-1) de mangas ‘Tommy Atkins’ acondicionado com diferentes revestimentos em função do período de armazenamento. 13°C, 90%. Mossoró-RN, UFERSA, 2016..... 26
- Figura 4 – Sólidos solúveis (%) de mangas ‘Tommy Atkins’ acondicionado com diferentes revestimentos em função do período de armazenamento 13°C e 90% . Mossoró-RN, UFERSA, 2016..... 30
- Figura 5 – Relação de sólidos solúveis acidez titulável de mangas ‘Tommy Atkins’ acondicionado com diferentes revestimentos em função do período de armazenamento. 13°C e 90%. Mossoró-RN, UFERSA, 2016..... 33
- Figura 6 – Vitamina C (mg de ácido ascórbico/100g de polpa) de mangas ‘Tommy Atkins’ acondicionado com diferentes revestimentos em função do período de armazenamento. 13°C e 90%. Mossoró-RN, UFERSA, 2016..... 34
- Figura 7 – Teor de amido (%) de mangas ‘Tommy Atkins’ acondicionado com diferentes revestimentos em função do período de armazenamento. 13°C e 90%. Mossoró-RN, UFERSA, 2016..... 36



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Firmeza de polpa (Newton) de mangas ‘Tommy Atkins’ acondicionado com diferentes revestimentos em função do período de armazenamento. 13°C e 90%. Mossoró-RN, UFERSA, 2016. ....	24
Tabela 2 – pH de mangas ‘Tommy Atkins’ acondicionado com diferentes revestimentos em função do período de armazenamento. 13°C e 90%. Mossoró-RN, UFERSA, 2016.....	28
Tabela 3 – Acidez titulável (% de ácido cítrico) de mangas ‘Tommy Atkins’ acondicionado com diferentes revestimentos em função do período de armazenamento. 13°C e 90%. Mossoró-RN, UFERSA, 2016.....	32

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	13
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	22
5 CONCLUSÃO .....	37
REFERÊNCIAS .....	38
APÊNDICE .....	47

## 1 INTRODUÇÃO

A manga (*Mangifera indica L.*) é uma fruta tropical com boa expressão econômica nos mercados nacional e internacional (BRANDÃO et al., 2003), seu consumo se deve ao valor nutricional e aroma característicos (BEZERRA et al., 2011). Das cultivares de importância comercial, a manga ‘Tommy Atkins’ é a mais cultivada e exportada pelo Brasil, dada sua boa produtividade; boa capacidade de adaptação a diferentes ambientes de cultivo, tolerância a doenças e boa conservação pós-colheita (CARVALHO et al., 2004)

No ano de 2015, o Nordeste brasileiro produziu, 654.493 toneladas, sendo os maiores produtores os estados da Bahia (42,7% da produção), Pernambuco (36,6%), Ceará (6,9%) e Rio Grande do Norte (6,4%) (IBGE, 2016). O Rio Grande do Norte é privilegiado pela proximidade com mercado consumidor de exportação (União Europeia e Estados Unidos) e condições edafoclimáticas que o torna um exportador potencial de manga para consumo *in natura* (SILVA; MENEZES, 2001).

As exigências de um mercado cada vez mais exigente, a distância dos centros consumidores, trazem junto, contratação de mão-de-obra especializada em processos de armazenamentos de frutos, que reduzam as atividades metabólicas e aumente a vida útil dos frutos (CRUZ et al., 2010). A realidade, por sua vez, é que existe no processo de produção de manga a deterioração fisiológica que é a principal causa do amadurecimento excessivo da manga (PFAFFENBACH et al., 2003).

A manga registra perdas pós-colheita de 26 e 40%, sendo necessário o desenvolvimento de pesquisas para adoção de novas tecnologias visando diminuir as perdas (KADER, 2002). Nesse sentido, a refrigeração é bastante utilizada e, se combinada com atmosfera modificada, tem um efeito sinérgico na redução da taxa respiratória, pois minimiza a perda de água, o crescimento de microrganismos e as reações enzimáticas, conferindo assim a manutenção da qualidade e vida útil dos frutos por mais tempo (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O uso de recobrimentos à base de ceras na modificação da atmosfera, apesar de efetivo na conservação de frutos e hortaliças, apresenta o inconveniente de deixar efeito residual sobre os mesmos, além de ter custo relativamente elevado (VILA et al., 2007). Uma alternativa é o uso de recobrimentos biodegradáveis que vêm sendo utilizados com a mesma finalidade da cera. Nesta técnica, têm sido utilizados como matéria prima, os derivados de

amido, celulose, quitina (quitosana) ou colágeno, que podem ser usados diretamente sobre os alimentos, que ainda poderão ser consumidos com a película (SOUZA et al., 2009).

Ao promover alterações na permeação e, por conseguinte, alterar a atmosfera interna, alguns autores consideram o efeito dessas coberturas similares aos conseguidos pelas embalagens com atmosfera modificada (PARK, 2005; TURHAN, 2010). Haja vista, que geram uma captura física de CO<sub>2</sub> no interior do fruto e uma vedação parcial dos poros, reduzindo a taxa de transferência de gás (LIMA et al., 2010). Além dos recobrimentos biodegradáveis agirem como barreiras semipermeáveis (OLIVEIRA, 2014) ainda proporcionam redução aos danos ambientais provocados pelo descarte de embalagens plásticas.

A fécula de mandioca e quitosana são recobrimentos biodegradáveis mais estudados em frutos (LIMA et al., 2012; SANTOS et al., 2011; OTONI et al., 2011). O uso combinado destes recobrimentos pode melhorar as características de barreira do filme (PELLISSARI et al., 2009), proporcionando melhor qualidade e vida útil pós-colheita. Castañeda (2013) constatou que a aplicação de solução de quitosana e fécula de mandioca, na concentração de 2%, formou uma camada protetora mais homogênea nas maçãs e proporcionou melhor aparência e brilho aos frutos garantindo a manutenção da qualidade desses frutos.

Azerêdo et al. (2016), no estudo da qualidade de manga ‘Tommy Atkins’ da produção integrada recoberta com fécula de mandioca associada a óleos essenciais e quitosana, constataram que os frutos de manga recobertos com fécula de mandioca associada à quitosana, apresentou maior retenção no amadurecimento com maior aceitação sensorial, sendo, esta combinação uma alternativa promissora para a conservação pós-colheita.

Tendo em vista, que a manga ‘Tommy atkins’ é um produto pauta de exportação brasileira e a escassez de trabalho evidenciando a viabilidade do uso de embalagens biodegradáveis para prolongar a sua vida útil. Este trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade e conservação de manga ‘Tommy atkins’ revestidas com blendas de quitosana e fécula.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

A manga (*Mangifera indica L.*) é uma fruta tropical com boa expressão econômica nos mercados nacional e internacional, seu consumo se deve principalmente ao valor nutricional e aroma característico (BEZERRA et al., 2011; BENEVIDES et al., 2008). Nesse sentido, a manga “Tommy Atkins” é a mais cultivada e exportada, dada sua boa produtividade, boa capacidade de adaptação a diferentes ambientes de cultivo, tolerância a doenças e boa conservação pós-colheita, além de apresentar polpa firme, com boa quantidade de suco e fibra de boa qualidade (CARVALHO et al., 2004; COHEN et al., 2001).

Em 2014, o Brasil ocupou a sétima posição entre os principais países produtores de manga do mundo, produziu 1.132.463 toneladas (FAO, 2016). Desse total, foram exportadas 133.033.240 toneladas, gerando divisas da ordem de 167 milhões de dólares na pauta de exportações brasileiras (MDIC, 2016). A região Nordeste foi responsável por 70,2% da área total cultivada (IBGE, 2016) e pela produção de mais de 90% do total exportado pelo Brasil (MDIC, 2016), com destaque para o Vale do São Francisco: Petrolina, em Pernambuco, Juazeiro na Bahia e Ipangaçu no Rio Grande do Norte.

A época de maturação da manga, padrão sigmóide, varia entre as diversas regiões produtoras, e o período de seu desenvolvimento (da floração à maturidade fisiológica) é, em geral, de 100 a 150 dias (EMBRAPA, 2004, CUNHA et al., 2002). O período de desenvolvimento da manga é variável conforme a cultivar, manejo cultural e ambiental (temperatura, umidade relativa do ar e solo) (MALIK; AGREZ; SINGH, 2002).

O amadurecimento do fruto é um processo irreversível, que ocorre no final da maturação e início da senescência, marcado por mudanças físicas, químicas, bioquímicas e fisiológicas que afetam a sua qualidade sensorial. Após essa etapa, segue a senescência, modo que predomina os processos degradativos que resultam na morte dos tecidos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O grau de maturidade ideal para a colheita depende do tempo que a manga levará para ser consumida ou industrializada. Colhem-se frutos para transporte ou armazenagem por períodos longos, na maturidade fisiológica, a fim de chegarem ao mercado varejista em bom estado de conservação (DIAS, 2014).

Parâmetros têm sido sugeridos para determinar a maturidade da manga, com base no seu aspecto externo, no aspecto físico e na composição química, e à época da colheita. Todavia, esses índices variam bastante de cultivar para cultivar, não podendo ser generalizado para todas as espécies existentes (REES; FARRELL; ORCHARD, 2012).

A manga ‘Tommy Atkins’ apresenta teores de sólidos solúveis mínimo de 7 a 9% no momento da colheita e, aumentam com o amadurecimento (14 a 20%), a cor da polpa pode variar de acordo com os estádios de maturação (Figura 1), sendo 75% da área interna amarela equivalente ao estágio 3, numa escala de 5 pontos.

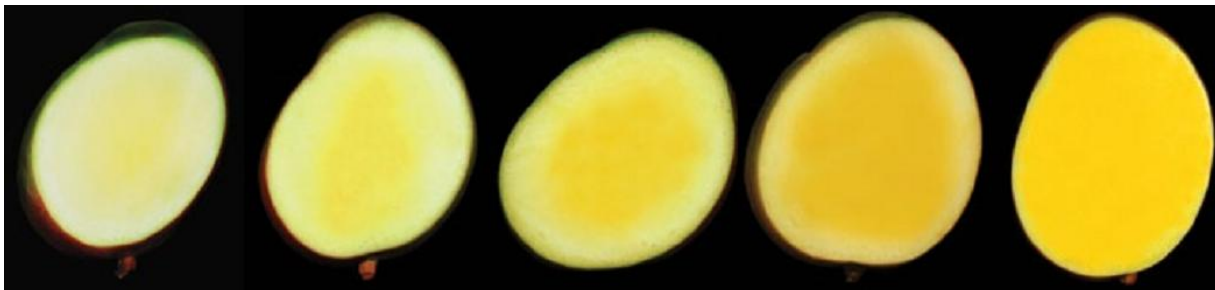


Figura 1 - Desenvolvimento da cor interna da polpa (escala de 1 a 5; da esquerda para a direita) para mangas Tommy Atkins (fonte: BRECHT, 2011).

Quando a manga ‘Tommy Atkins’ destina-se a exportação por via marítima, deve ser colhidas apenas aquelas que apresentam a espádua elevada na região de inserção do pedúnculo e a espádua dorsal bem saliente e, no estágio 2, conforme a maturação da polpa. As mangas que não tiverem essa saliência, em hipótese alguma, devem ser colhidas, pois não amadurecerão (EMBRAPA, 2004).

A manga é um fruto climatérico, apresentando assim em determinada etapa de seu ciclo vital, um aumento rápido e acentuado na atividade respiratória e produção de etileno, com amadurecimento imediato, podendo ocorrer na planta ou fora dela, se colhidos fisiologicamente maduros (REES; FARRELL; ORCHARD, 2012).

A respiração tem como função principal o fornecimento de energia prontamente disponível (adenosina trifosfato) para as atividades celulares, além, da sua fundamental participação no fornecimento de substâncias intermediárias (estruturas carbônicas) de várias rotas biossintéticas (síntese de aminoácidos, de açúcares, de componentes da parede celular, dentre outros) (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Após a colheita do fruto, a respiração e a transpiração são os principais processos fisiológicos responsáveis pela perda de qualidade do produto. Toda tecnologia que visa prolongar a vida-útil dos frutos, após a colheita, deve atentar para o controle destes dois processos (SINGH; SINGH, 2012). A transpiração dos frutos implica em perda de massa, o que ocasionará danos na aparência (enrugam e murcham) da manga (REES; FARRELL; ORCHARD, 2012) e perdas econômicas, pois as frutas são comercializadas em peso. O controle da transpiração é conseguido pelo uso do resfriamento do fruto (redução do calor) e aumento da umidade relativa da atmosfera que envolve o fruto (PALIYATH, et al., 2008).

A respiração resulta em modificações profundas no perfil de diversos compostos orgânicos (proteínas, carboidratos, ácidos orgânicos, voláteis, etc.) de um fruto. Em condições não controladas, estas mudanças podem levar rapidamente à perda de firmeza da polpa, ao aumento no conteúdo de líquido extracelular e ao aumento na acidez da polpa, dentre outros (SINGH; SINGH, 2012).

Para a conservação dos frutos é desejável a redução na atividade respiratória, porém nunca a supressão total, pois as consequências do metabolismo anaeróbico frequentemente resultam na perda de qualidade dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A produção de etileno ( $C_2H_4$ ), que é um hormônio de maturação e envelhecimento, ocorre naturalmente durante a fase de amadurecimento dos frutos. Em frutos climatéricos, como a manga, o nível fisiológico de etileno é de  $8 \mu L \text{ kg.h}^{-1}$  a uma temperatura de  $20^\circ C$ . Se a concentração de etileno no meio aumentar a 100 ppm ocorrerá uma rápida aceleração do amadurecimento. Por outro lado ocorrerá redução do amadurecimento, se for colocado sob atmosfera modificada ou pelo uso de inibidor e bloqueador de etileno (NEVES, 2009; TAIZ; ZEIGER, 2004).

A biossíntese de etileno ocorre via ciclo de Yang, no qual a metionina é convertida a S-adenosil-metionina (AdoMet), em ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC), catalisada pela S-adenosil-L-metionina–metil-tio-adenosina-liase (ACC sintase) e, na última etapa do ciclo, a conversão do ACC em etileno, requer oxigênio e é catalisada pela enzima ACC oxidase (1-aminociclopropano carboxilato oxidase). O grupo  $H_3C-S$  da metionina é “reciclado” pelo Ciclo de Yang e então conservado para a síntese contínua (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Em geral, durante a maturação, as principais transformações químicas são: decréscimo no teor de ácidos orgânicos, que são utilizados como substrato no processo respiratório; concentração de açúcares, que aumenta até o amadurecimento, com declínio posterior em função da sua utilização como fonte de energia; mudanças nos teores das pectinas, que, com o avanço da maturação, são hidrolisadas e solubilizadas, resultando no amaciamento dos tecidos; mudanças nos compostos fenólicos, que reduzem sua capacidade adstringente; teor de amido, que é hidrolisado a glicose; modificações nos pigmentos, havendo degradação de clorofila, com perda da coloração verde, e aparecimento de carotenoides pré-existentes nos tecidos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Mangas ‘Tommy Atkins’ colhidas na maturidade fisiológica e armazenadas apresentam perda de massa e de firmeza, aparência externa, aumento no teor de sólidos solúveis (SOUZA et al., 2011; LIMA et al., 2012; AMARIZ et al., 2010), com aumento e posterior redução na

acidez e diminuição e posterior aumento no pH (YAMASHITA et al., 2001) bem como redução no teor de ácido ascórbico e amido (SILVA, 2015). Sendo importante avaliar esses atributos de qualidade durante o período de conservação pós-colheita.

Ressalta-se, porém, que nenhuma tecnologia pós-colheita melhora a qualidade dos frutos após a colheita, sendo indispensável realizar a colheita no estágio de maturação adequado, manuseio cuidadoso, a fim de evitar injúrias e contaminação, bem como utilizar técnicas de conservação eficiente (REES; FARRELL; ORCHARD, 2012). Neste sentido, a refrigeração é uma técnica eficaz, que conserva o produto com características desejáveis semelhantes a seu estado inicial, que retarda o processo de maturação e senescência (CHITARRA; CHITARRA, 2005). E quando associada ao uso de embalagem com modificação de atmosfera, geralmente, tem um efeito sinérgico no prolongamento da vida útil dos vegetais (WILLS; GOULDING, 2015).

A modificação da atmosfera é feita geralmente com o auxílio de embalagens plásticas como o polietileno de baixa densidade e o cloreto de polivinila (PVC), mas podem ser implementadas através dos recobrimentos comestíveis a base de alginato, gelatina, quitosana e o amido (KADER, 2002). O uso dessas embalagens alteram as concentrações de gases no interior da embalagem de 21% de oxigênio para níveis que variam de 0,5 a 5,0 com o aumento dos níveis de CO<sub>2</sub> de patamares de 0,03%, no ambiente externo, para valores que variam de 2 a 10% e por consequência diminuem o metabolismo do produto almejado sendo necessário o teste dessa embalagem porque os produtos respondem diferente quanto expostos à concentração distinta de gases (O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>) e, algumas concentrações podem resultar na perda de qualidade do produto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O principal papel da cobertura comestível é atuar como barreira à perda de umidade, controlar a respiração do fruto e evitar contaminações microbiológicas e químicas (ASSIS; LEONI, 2003). Para a manga, um procedimento comercial, é o uso de recobrimentos à base de ceras na modificação da atmosfera, apesar de efetivo na conservação de frutos e hortaliças, esse procedimento apresenta o inconveniente de deixar efeito residual sobre os mesmos, além de ter custo relativamente elevado (VILA et al., 2007).

Como uma alternativa ao uso de cera têm-se os recobrimentos biodegradáveis, cuja matéria prima deriva do amido, celulose, quitina (quitosana) ou colágeno, que podem ser usados diretamente sobre os alimentos, e ainda poderão ser consumidos com a película (SOUZA et al., 2009). Ao promover alterações na permeação e, por conseguinte, alterar a atmosfera interna, alguns autores consideram o efeito dessas coberturas similares aos conseguidos pelas embalagens com atmosfera modificada (PARK, 2005; TURHAN, 2010).



Os recobrimentos biodegradáveis agem como barreiras semipermeáveis que pode ser capaz de manter a qualidade do alimento (OLIVEIRA, 2014) e, constituem um sistema de embalagens alternativas, que causa redução aos danos ambientais. Essas capturam fisicamente o CO<sub>2</sub> no interior do fruto promovem uma vedação parcial dos poros, reduzindo a taxa de transferência de gás (LIMA et al., 2010) e, por conseguinte diminuem a taxa metabólica dos frutos, sendo indicadas, principalmente para produtos com alta taxa de respiração (ASSIS et al., 2008).

Entre as propriedades mais importantes a serem avaliadas em um revestimento comestível estão: permeabilidade ao vapor de água e a gases, transparência e características sensoriais (FALGUERA et al., 2011). As análises do filme e do revestimento servem como resultados preliminares para a sua aplicação em frutos. Porém, o desempenho do revestimento deve ser analisado no próprio fruto (NAVARRO-TARAZAGA et al., 2011).

A fécula de mandioca e quitosana são recobrimentos biodegradáveis mais estudados em frutos (LIMA et al., 2012; SANTOS et al., 2011; OTONI et al., 2011; DJIOUA et al., 2010; CHEIN et al. 2007). Não obstante, apresenta alta permeabilidade a vapor de água, o que pode ser melhorado com a adição de surfactantes e ácidos graxos (OLIVEIRA, 2014). Uma das vantagens de sua utilização como revestimento é a baixa opacidade e as principais desvantagens são a baixa resistência mecânica, que leva à sugestão de uso como revestimento duplo, e alta permeabilidade à água, o que, neste último caso, pode ser resolvido com a adição de lipídeos (CHEN et al., 2009; MULLER et al., 2011).

Mangas das cultivares ‘Tommy Atkins’ e ‘Surpresa’, recobertos com fécula de mandioca (4% e 3%, respectivamente), apresentaram menor perda de massa em relação às menores concentrações e ao controle (SANTOS et al., 2011; SCANAVACA JÚNIOR et al., 2007). Da mesma forma, mamões recobertos com fécula a 3% retardaram a perda de massa (PEREIRA et al., 2006; OTONI et al., 2011). Os referidos autores argumentam que esse fato ocorre devido ao aumento da espessura do revestimento.

A quitosana é relativamente barata e fácil de dissolver. Porém, somente se dissolve em pH baixo, sendo, desta forma, necessário dissolvê-la em meios com ácido acético glacial e ácido láctico a 1%, requerendo também homogeneização por duas horas (MEDEIROS et al., 2012; PINHEIRO et al., 2012).

Em mangas ‘Tommy Atkins’, reduziu a perda de peso, atrasou o declínio da firmeza, reduziu a taxa respiratória, tendo, também, influência sobre os teores de sólidos solúveis, acidez e pH (CISSÉ et al., 2015).

Zhu et al. (2008) mostraram que o recobrimento à base de quitosana pode efetivamente retardar o amadurecimento, melhorando a qualidade pós-colheita e reduzindo a podridão em manga. Esse efeito pode ser atribuído a suas propriedades de barreira a gases (MEDEIROS et al., 2012). Em combinação com outros métodos, como a refrigeração, pode prolongar a vida útil pós-colheita de mangas, regular a troca de gases e reduzir a perda por transpiração (WILLS; GOULDING, 2015).

O uso combinado destes recobrimentos pode melhorar as características de barreira do filme (PELLISSARI et al., 2009), proporcionando uma manutenção da qualidade e vida útil pós-colheita. Nesse sentido, Castañeda (2013) constatou que a aplicação de solução de quitosana e fécula de mandioca, na concentração de 2%, formou uma camada protetora mais homogênea em maçãs, constatado através de eletromicrografias de varredura (MEV) e proporcionou melhor aparência e brilho aos frutos garantindo a manutenção da qualidade desses frutos.

Azerêdo et al. (2016) no estudo da qualidade de manga ‘Tommy Atkins’ da produção integrada recoberta com fécula de mandioca associada a óleos essenciais e quitosana constataram que os frutos de manga recobertos com fécula de mandioca associada a quitosana, apresentam maior retenção no amadurecimento com maior aceitação sensorial, sendo, esta combinação uma promissora alternativa para conservação pós-colheita.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado com mangas cultivar ‘Tommy Atkins’, colhidas na maturidade fisiológica estágio 2 (classificadas como tipo exportação, com coloração da polpa 10 a 30% amarela) na fazenda exportadora Finobrasa Agroindustrial S/A, localizada no município de Ipanguaçu – RN. Logo após foram transportados para o Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, onde foram selecionadas, lavadas, com água clorada a 100 ppm, e secadas em temperatura ambiente.

Os frutos foram identificados e divididos de acordo com o delineamento experimental utilizado. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema de fatorial, com seis tratamentos contendo soluções filmogênicas de fécula de mandioca (FE) e quitosana (QI) na concentração de 2% e os tratamentos foram constituídos por suas misturas (**T1:** FE; **T2:**  $\frac{3}{4}$  FE e  $\frac{1}{4}$  QI; **T3:**  $\frac{1}{2}$  FE e  $\frac{1}{2}$  QI; **T4:**  $\frac{1}{4}$  FE e  $\frac{3}{4}$  QI; **T5:** QI; **T6:** Testemunha) e seis períodos de armazenamento (0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias) em temperatura de refrigeração a  $13 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $90 \pm 5\%$  UR com quatro repetições de um fruto por parcela experimental.

Os revestimentos de fécula de mandioca (FE) e quitosana (QI) foram obtidos com 2,0 g do polímero, 0,2 g do plastificante (glicerol), em 97,8 g de água destilada (FE) e 97,8 g de ácido acético (1) em pH 3,0 (QI). A solução de fécula de mandioca foi agitada e aquecida a uma temperatura de  $70^\circ\text{C}$ , durante 15 minutos, com o auxílio de um aquecedor-agitador. Enquanto a solução de quitosana foi homogeneizada com auxílio de um agitador durante 45 minutos até completa homogeneização. Após as soluções terem sido preparadas isoladamente foram realizadas as misturas que constituíram os tratamentos e resfriada a  $25^\circ\text{C}$ .

Os frutos foram imersos individualmente por um minuto nas soluções filmogênicas respectivas de cada tratamento e colocados para secar em temperatura ambiente por uma hora, e logo em seguida, armazenados nas câmaras frias.

As seguintes análises físicas e físico-químicas foram realizadas durante o período de armazenamento: perda de massa, aparência, firmeza da polpa, pH, teor de sólidos solúveis, acidez titulável e relação sólidos solúveis/acidez titulável, vitamina C e amido, conforme descrito abaixo.

**Perda de massa (PM):** determinada pela diferença entre a massa no tempo inicial e aquela obtida em cada época, sendo expressa em porcentagem (%).

**Aparência externa (AE):** foram avaliados por seis pessoas treinadas utilizando uma escala visual e subjetiva, com notas variando de 9 a 1, de acordo com a severidade dos defeitos na área externa (depressões, murcha, lesões fúngicas ou manchas), 9: extremamente bom - livre de injúrias, manchas, ou podridões; 8: muito bom - livre de manchas com leve perda de turgidez; 7: bom - presença leve de manchas e leve perda de turgidez (5% do fruto); 6: regular - presença leve de manchas (5%) e enrugamento (5%); 5: aceitável - 10% de presença de manchas (limite de aceitação); 4: ruim - 25% de presença de manchas; 3: muito ruim - 50% de manchas e/ou enrugamento; 2: extremamente ruim - 75% de manchas, injúrias ou enrugamento e amolecimento aparente; 1: péssimo - mais de 75% de dano, inaceitável. Frutos com nota < 4,0 são considerados inadequados para comercialização (LIMA et al., 2012).

**Firmeza da polpa (FP):** A medida de firmeza da polpa foi realizada com base na resistência à penetração, utilizando-se de um penetrômetro da marca McCormick, (modelo FT 327 analógico), com ponteira de 8 mm em regiões equatoriais do fruto, fazendo-se duas determinações por fruto, retirado um pouco da epiderme. Os resultados obtidos foram expressos em Newton (N).

**pH (potencial hidrogeniônico):** foi determinado no suco em duplicata, utilizando-se de um potenciômetro digital (AOAC, 1992).

**Sólidos solúveis (SS):** foi determinado, no suco, com auxílio do refratômetro digital modelo PR-100 Palette (AttagoCo. Ltd., Japan), com correção automática de temperatura e leitura na faixa de 0 a 32 °Brix, os resultados expressos em porcentagem (%) (AOAC, 1992).

**Acidez titulável (AT):** seguiu-se a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (1985), determinada por titulação de uma alíquota de 10 g de suco, em duplicata, à qual foram adicionados 40 mL de água destilada e em seguida, procedeu a titulação com solução de NaOH a 0,02 N. O ponto final da titulação foi determinado com o auxílio do potenciômetro digital (pH = 8,1), os resultados expressos em porcentagem de ácido cítrico.

**Relação SS/AT (Ratio):** Foi obtida dividindo-se os valores médios do teor de sólidos solúveis pelas médias da acidez titulável.

**Vitamina C:** foi determinada por titulometria de neutralização com solução de Tillman (2,6 diclorofenolindofenol - DFI), conforme metodologia descrita por Strohecker e Henning (1967). Utilizou-se 10 gramas de polpa que foi diluída em ácido oxálico 0,5% e transferida para balão volumétrico de 50 mL. A titulação foi realizada em alíquota de 10 mL desta solução, os resultados expressos em mg de vitamina C por 100 gramas de polpa.

**Amido:** determinado conforme metodologia de Figueira (2009) com modificações. As amostras constaram de 0,2 a 1,0 g de polpa, adicionado em balão volumétrico de 50 ml. Em cada balão era adicionado 15 ml da solução de cloreto de cálcio/ácido acético (solução 40% de cloreto de cálcio ajustada para pH 3,0 com solução de ácido acético 0,033 mol/l). Após a homogeneização, os balões fechados seguiram para o banho-maria com água em ebulição por 15 minutos. Após esse período, foram resfriados em água corrente até temperatura ambiente e adicionado 10 ml de solução de ácido acético 0,033 mol/L (na amostra) e água deionizada (branco) até completar o volume. Adicionou-se, exceto no branco (sem amostra), 10 ml de solução de iodeto/iodato de potássio (composta por 10,0 ml de solução 10% de iodeto de potássio em 90 ml de água deionizada e 100 ml de solução de iodato de potássio 0,0017mol/l) e o volume completado com água deionizada. Após homogeneização a absorbância das soluções foi medida a 700 nm no intervalo de 10 a 20 min após a adição de iodeto/iodato. O teor de amido foi expresso em %.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2003). Os níveis dos fatores tratamentos e tempo de armazenamento foram comparados pelo teste de Scott - Knott a 5% de probabilidade.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 PERDA DE MASSA

Durante o período de armazenamento ocorreu diferença significativa de perda de massa entre os tratamentos (Figura 2). Aos sete dias, pode-se verificar que os frutos recobertos com apenas fécula apresentaram resultados semelhantes aos frutos testemunha e aos frutos recobertos com FE:QI ( $\frac{1}{4}$  e  $\frac{3}{4}$ ), ambos apresentaram frutos com maior perda de massa em relação aos demais tratamentos. O recobrimento com solução filmogênica contendo proporções FE:QI ( $\frac{1}{2}$  e  $\frac{1}{2}$ ) que apresentou menor PM dos frutos seguido das proporções de QI (100%) e FE:QI ( $\frac{3}{4}$  e  $\frac{1}{4}$ ).

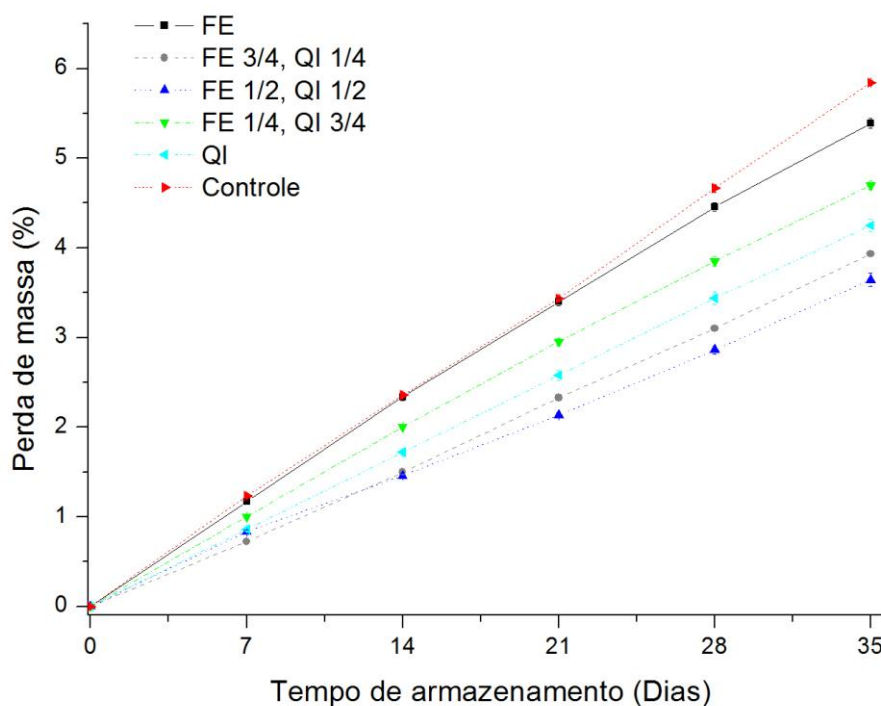


Figura 2 – Perda de massa (%) de mangas ‘Tommy Atkins’ acondicionado com diferentes revestimentos em função do período de armazenamento a 13°C e 90%. Mossoró-RN, UFERSA, 2016.

Da mesma forma, aos 14 e 21 dias, o recobrimento com fécula (100%) propiciou perda de massa dos frutos semelhante aos frutos testemunha e superior aos demais tratamentos de revestimento. O recobrimento com solução filmogênica com FE:QI ( $\frac{3}{4}$  e  $\frac{1}{4}$ ) e FE:QI ( $\frac{1}{2}$  e  $\frac{1}{2}$ ) propiciaram perda de massa dos frutos semelhantes entre si e inferior aos recobertos com QI (100%) e com FE:QI ( $\frac{1}{4}$  e  $\frac{3}{4}$ ). A maior concentração de quitosana com fécula tem sua

eficiência até os 50% com maior incorporação ocorreu efeito negativo. A formação da solução de quitosana é preparada em meio ácido no pH 3,0, podendo afetar a estrutura da composição com fécula de mandioca quando misturada em maior proporção.

Os frutos embalados com soluções filmogênicas de FE:QI (1/2 e 1/2) apresentaram menor perda de massa seguida da proporção FE:QI (3/4 e 1/4) e, aos 35 dias conseguiu barrar 38% de perda de massa em relação aos frutos controle. Também observou-se aos 28 e 35 dias, que o recobrimento com 100% de fécula propiciou menor perda de massa dos frutos em relação aos frutos testemunha.

A perda de massa que se relaciona à perda de água é causa principal da deterioração e perdas quantitativas e qualitativas dos frutos, pois altera negativamente a aparência e qualidades texturais (amaciamento, perda de frescor e suculência), tornando-os pouco atrativos para a comercialização e consumo (KADER, 2002).

Em pesquisa com goiaba cv. Pedro Sato (SOARES et al., 2011), manga cv. Tommy Atkins (SOUZA et al., 2011), observaram-se menores perdas de massa fresca em frutos tratados com película de quitosana, quando comparados com os frutos-controle. Tezotto-Uliana et al. (2014) trabalharam com framboesas e apontaram doses de 1% e 2% de quitosana como eficazes na manutenção do peso dos frutos em pós-colheita..

O resultado positivo do uso do recobrimento, de fécula de mandioca e quitosana, neste trabalho estão relacionados diretamente a sua mistura, pois o uso apenas de fécula de mandioca ou a quitosana em menor proporção de forma isolada, não garante a redução eficiente da perda de massa dos frutos durante o armazenamento. A característica hidrofílica dos dois polímeros de forma isolada torna-a uma barreira pobre em conter vapor de água (ASSIS; BRITO, 2014).

Castañeda (2013) constatou através da eletromicrografias de varredura (MEV) que a mistura de quitosana com fécula de mandioca na concentração de 2% forma uma película mais homogênea, tornando essa película mais eficiente em barrar o vapor de água dos frutos pela transpiração.

Campos; Kwiatkowski; Clemente (2011) observaram menor perda de massa em morangos durante armazenamento com a mistura de fécula de mandioca (2%) e quitosana (1%) em comparação ao mesmos recobrimentos na forma isolada e o controle.

Verificou-se, ao longo do tempo de armazenamento, que independente do recobrimento houve acréscimo na perda de massa dos frutos de manga com o armazenamento. No final do armazenamento verifica-se que a maior perda de massa ocorreu nos frutos testemunha

(5,85%) seguido da cobertura com fécula (5,39%) e FE:QI (1/4 e 3/4) (4,70%) e a menor perda de massa dos frutos recobertos com proporções iguais de fécula e quitosana (3,65%).

A transpiração natural do fruto, associado à perda de carbono pela respiração dos frutos (KADER, 2002) pode explicar a perda de massa durante o tempo de armazenamento. Segundo Chitarra e Chitarra (2005) a perda de massa está intimamente associada à perda de água, minimizada no armazenamento sob atmosfera modificada, devido ao aumento da umidade relativa no interior da embalagem, saturando a atmosfera ao redor do fruto, o que proporciona a diminuição do déficit de pressão de vapor d'água em relação ao ambiente de armazenamento, minimizando a taxa de transpiração.

Mangas das cultivares Tommy Atkins e Surpresa, recobertos com fécula de mandioca a 3% e 2%, respectivamente, apresentaram menor perda de massa em relação às menores concentrações e ao controle (SANTOS et al., 2011; SCANAVACA JÚNIOR et al., 2007). Cissé et al. (2015) também verificaram menor perda de massa para frutos da manga da cultivar Kent armazenados por 8 dias recobertos com 1 e 1,5% de quitosana comparado com os frutos controle.

#### 4.2 FIRMEZA

Os frutos de manga apresentaram firmeza variando com o tipo de recobrimento e o tempo de armazenamento (Tabela 1).

Tabela 1 – Firmeza de polpa (Newton) de mangas ‘Tommy Atkins’ acondicionado com diferentes revestimentos em função do período de armazenamento. 13°C e 90%. Mossoró-RN, UFERSA, 2016.

Armazenamento Dias	Recobrimentos					
	FE	FE 3/4 QI 1/4	FE 1/2 QI 1/2	FE 1/2 QI 3/4	QI	Controle
0	122,88 aA	122,88 aA	122,88 aA	122,88 aA	122,88 aA	122,88 aA
7	105,64 aB	91,05 bB	102,03 aB	109,26 aA	119,54 aA	82,84 bB
14	85,77 bB	102,03 aB	92,30 bB	112,31 aA	108,42 aA	85,67 bB
21	96,75 aB	47,26 bC	69,50 bC	60,60 bB	81,73 bB	93,96 aB
28	32,52 aC	29,47 aD	45,59 aD	41,70 aB	36,70 aC	46,70 aC
35	16,96 aC	23,08 aD	18,91 aE	20,57 aC	26,13 aC	16,68 aD

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

Analisando os tratamentos dentro de cada tempo de armazenamento nota-se que aos sete dias de armazenamento houve diferença significativa 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott, os frutos controle sem recobrimento apresentaram firmeza de polpa de 82,84N e



os recobertos com FE3/4 e QI1/4 91,05N apresentaram valores de firmeza inferiores aos demais tratamentos e não diferindo entre si.

No decimo quarto dia de armazenamento os tratamentos que obtiveram valores inferiores de firmeza e apresentaram estatisticamente iguais foram os frutos controle (85,63N) e os recobertos com fécula de mandioca (85,76N) na forma isolada e com mistura de 50% com quitosana (92,30).

No vigésimo primeiro dia de armazenamento verifica-se que os frutos controle e os recobertos com fécula de mandioca obtiveram valores de firmeza superiores aos demais tratamentos que não deferiram entre si, não ocorrendo diferença estatística entre os tratamentos para os tempos de armazenamento de 28 e 35 dias.

Lima et al. (2012) verificaram aos 12 dias de armazenamento de mana cultivar Tommy Atkins a 10 °C e 88% UR que os frutos controle apresentaram firmeza superior aos frutos recobertos com fécula de mandioca. Resultados positivos do uso de recobrimentos foram evidenciados por Pereira et al. (2006) em mamão Formosa ‘Tainung 1’ revestido com biofilme de fécula de mandioca e armazenados por oito dias a 27 °C. Os mesmos relatam que os frutos com biofilme (3%) mantiveram maior firmeza de polpa em relação aos frutos testemunha e por Souza et al. (2011) em manga “Tommy Atkins” recobertos com quitosana a 1,5% armazenados por nove dias a 23 °C relatam também os valores de firmeza dos frutos recobertos com os frutos testemunhas.

Na tabela 1 constata-se redução da firmeza de polpa em todos os tratamentos testados. Em manga, o gene que está relacionado com a firmeza é desencadeado pelo etileno (SANE et al., 2005). A firmeza também está diretamente relacionada com a quantidade de água no interior das células, ou seja, com o turgor celular (CHITARRA e CHITARRA, 2005), que diminui com o tempo de armazenamento (HUSSAIN et al., 2010). A diminuição da firmeza também está associada com a conversão das frações pécticas insolúveis em formas solúveis durante o amadurecimento (KADER, 2002).

Durante a maturação, as enzimas responsáveis pela hidrólise da pectina contribuem para a redução da firmeza (HUSSAIN et al., 2010). Um terceiro fator que determina a firmeza é o teor de amido. É possível observar que os frutos mais firmes, no final do armazenamento, foram aqueles que também apresentavam maiores teores de amido (Figura 7). Destaca-se, com isso, a importância de retardar o metabolismo de carboidratos na manga, uma vez que promove amaciamento da polpa, fator limitante para a comercialização da fruta.

### 4.3 APARÊNCIA EXTERNA

Houve efeito dos tratamentos ao longo do armazenamento para a aparência externa dos frutos (Figura 3). Só ocorreu redução da aparência externa do frutos recobertos a partir do vigésimo primeiro dia, deferindo dos frutos testemunha, que aos sete dias de armazenamento, começaram a apresentarem redução nas notas de aparência externa.

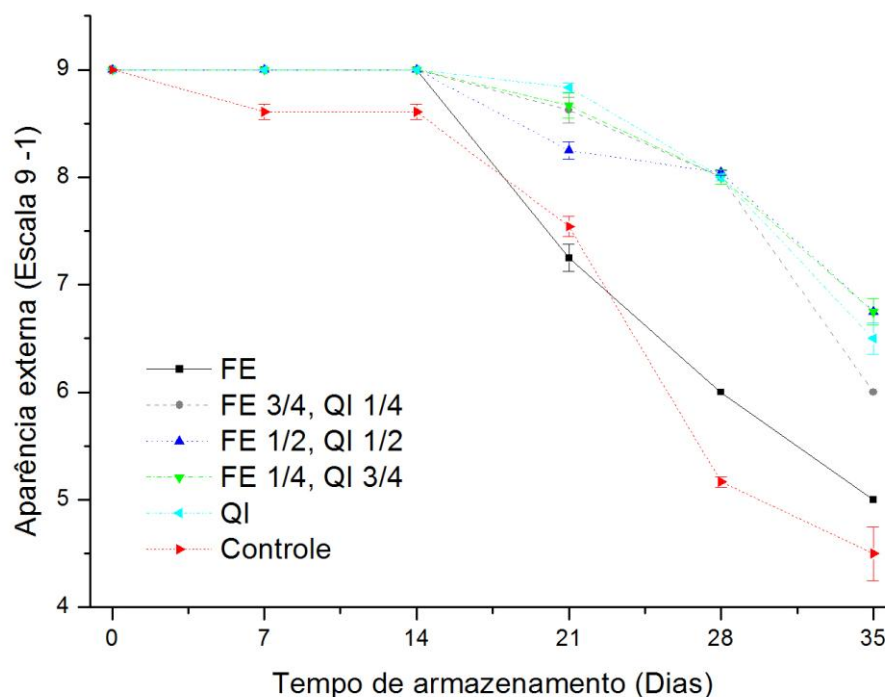


Figura 3 – Escala de aparência (9-1) de mangas ‘Tommy Atkins’ acondicionado com diferentes revestimentos em função do período de armazenamento. 13°C, 90%. Mossoró-RN, UFERSA, 2016.

Aos 21 dias de armazenamento, os frutos recobertos exceto com fécula de mandioca apresentaram notas de aparência externa superior aos dos frutos testemunha. Observa-se que o recobrimento com apenas quitosana resulta em notas superiores de que com suas misturas, provocado pela característica do recobrimento de quitosana que deixa os frutos com um brilho maior.

Aos 28 dias, os frutos recobertos mantiveram notas de aparência externa superior aos frutos testemunha. Porém o recobrimento com fécula isolada resultou em menor nota de aparência externa em relação aos demais recobrimentos que por sua vez apresentaram-se uniformidade na manutenção da aparência externa. Essa redução da aparência dos frutos recobertos com fécula não evitar a perda e água dos frutos.

Aos 35 dias, verifica-se efeito positivo no uso de recobrimentos dos frutos, pois esses mantiveram notas e aparência externa que permitiram comercialização dos frutos. Não obstante, houve diferenças entre os recobrimentos, resultando em melhores aparência os frutos recobertos com FE:QI ( $\frac{1}{2}$  e  $\frac{1}{2}$ ) e FE:QI ( $\frac{1}{4}$  e  $\frac{3}{4}$ ) que não diferiram entre si, seguido de QI isolado e FE:QI ( $\frac{3}{4}$  e  $\frac{1}{4}$ ). As notas da aparência externa podem está tanto relacionada com a perda de massa que provoca muchamento frutos ( $\frac{1}{2}$ FE:  $\frac{1}{2}$ QI), como o brilho ocasionado pela cobertura de quitosana (QI e QI  $\frac{3}{4}$  : FE  $\frac{1}{2}$ ).

Por outro lado, verifica-se que durante o armazenamento as notas da aparência externa dos frutos recobertos diminuíram somente a partir de 21 dias ao contrário dos frutos testemunha que apresentaram diminuição aos sete dias.

As notas de aparência externa inferior a 5,0 a manga não apresentam qualidade para a comercialização. Nesse sentido, aos 35 dias verificou-se que apesar dos decréscimos ocorridos na nota de aparência externa de todos os frutos, apenas os frutos recobertos apresentavam-se comercializáveis.

Constatou-se uma redução nas notas da aparência externa dos frutos de manga durante o tempo de armazenamento (Figura 3). Verifica-se que o acondicionamento dos frutos recobertos contendo quitosana em sua composição tanto na mistura como na forma isolada foram mais promissores em manter a aparência externa quando comparada ao controle e recobertos apenas com fécula de mandioca.

Alguns resultados semelhantes foram observas em manga ‘Tommy Atkins’ por Medeiros et al. (2012), Amariz et al. (2010), Yamashita et al. (2001), que indicaram o uso de revestimento com quitosana e pectina, recobrimentos a base de carboximetilcelulose e dextrina, e embaladas com Policloreto de vinila (PVC), obtiveram melhores notas de aparência externa durante o período de armazenamento comparados com os frutos testemunhas.

Observa-se que os frutos recobertos com soluções filmogênicas na concentração de 2% contendo  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$ , e apenas quitosana, ganham sete dias na comercialização dos frutos, pois no final do tempo de armazenamento a aparência externa desses frutos apresentaram notas médias 6,75; 6,75; e 6,50 superiores aos frutos controle que obtiveram nota de 4,50 abaixo do considerado comercializável (nota 5,0).

As coberturas contendo misturas de quitosana com fécula de mandioca na concentração de 2% retardaram o processo de senescência natural dos frutos de manga ‘Tommy Atkins’ mantendo a aparência externa ao longo do armazenamento pela formação das películas sobre os frutos que proporcionaram uma maior barreira ao vapor de água e gases e como

consequência resultou em menor perda de água e possivelmente retardou a ação do etileno pelo acúmulo de CO<sub>2</sub> e redução do O<sub>2</sub> na atmosfera do fruto.

Lima et al. (2012) apresentaram resultados divergentes com a utilização de fécula de mandioca em mangas ‘Tommy Atkins’, obtendo notas inferiores ao testemunha. A avaliação da aparência do fruto é extremamente útil para estimar o tempo de comercialização, pois o produto deve chegar aos grandes centros consumidores com qualidade visual aceitável para o consumo e comercialização. Castañeda (2013) constatou melhor aparência e brilho aos frutos de maçãs com a aplicação de solução de quitosana e fécula de mandioca concentração de 2%.

#### 4.4 pH

Verificou-se interação significativa entre os fatores tratamentos e tempo de armazenamento (tabela 2).

Tabela 2 – pH de mangas ‘Tommy Atkins’ acondicionado com diferentes revestimentos em função do período de armazenamento. 13°C e 90%. Mossoró-RN, UFERSA, 2016.

Armazenamento Dias	Recobrimientos					
	FE	FE <sup>3</sup> / <sub>4</sub> QI <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	FE <sup>1</sup> / <sub>2</sub> QI <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	FE <sup>3</sup> / <sub>4</sub> QI <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	QI	Controle
0	3,57 aB	3,57 aC	3,51 aB	3,58 aB	3,52 aA	3,57 aB
7	3,43 aC	3,50 aC	3,60 aB	3,56 aB	3,54 aA	3,56 aB
14	3,30 bD	3,44 aC	3,49 aB	3,50 aB	3,50 aA	3,48 aC
21	3,21 bD	3,58 aC	3,53 aB	3,65 aA	3,52 aA	3,32 bD
28	3,33 bD	3,64 aB	3,60 aB	3,66 aA	3,64 aA	3,44 bC
35	3,76 aA	3,78 aA	3,85 aA	3,72 aA	3,50 bA	3,71 aA

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p<0,05).

Levando em consideração os tratamentos dentro de cada tempo de armazenamento nota-se que aos quatorze dias de armazenamento houve diferença significativa 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott entre os tratamentos, os frutos recobertos com FE (3,30) apresentaram valores de pH inferior aos demais tratamentos e não diferindo entre si. No vigésimo primeiro e vigésimo oitavo dias de armazenamento os tratamentos que obtiveram valores inferiores de pH e apresentaram estatisticamente iguais foram os frutos controle (3,32; 3,44) e os recobertos com fécula de mandioca (3,21; 3,33), sendo que esses tratamentos diferiram dos demais.

No trigésimo quinto dia de armazenamento verifica-se que os frutos recobertos com quitosana obtiveram valores de pH (3,50) inferiores aos demais tratamentos que não deferiram entre si.

O pH ou potencial hidrogeniônico, representa uma medida indireta e inversa do grau de acidez de frutas e hortaliças. Quanto maior a acidez, menor é o valor de pH. As mudanças nos valores do pH estão associadas com a mudança no teor de ácidos nos frutos durante o seu amadurecimento. Conseqüentemente, um valor baixo de pH (2,0 a 4,0) corresponde a concentrações mais altas desses ácidos. Esses dois parâmetros também podem se correlacionar com os diferentes estágios de maturação que os frutos apresentam (KADER, 2002).

O pH aumenta com o tempo de armazenamento dos frutos (MORAES et al., 2012). Os resultados de Silva (2015) demonstram claramente a relação entre pH e acidez, com aumento do primeiro à medida que a acidez diminui tornando o fruto mais palatável em manga ‘Tommy Atkins’ durante armazenamento refrigerado recobertos com diferentes biopolímeros.

Peras revestidas com alginato de sódio e carragena tiveram pH mais baixos que os frutos não revestidos (MORAES et al., 2012), assim como ocorreu neste estudo para CMC, alginato de sódio e quitosana, em mangas. A utilização de alguns revestimentos desacelera alterações no pH, influenciando, desta forma, a acidez (MORAES, et al., 2012). Possivelmente, estes eventos ocorram devido à redução no processo respiratório (TRIGO et al., 2012).

#### 4.5 SÓLIDOS SOLÚVEIS

Observou-se interação significativa dos fatores tratamentos e tempo de armazenamento para os teores de sólidos solúveis (Figura 4).

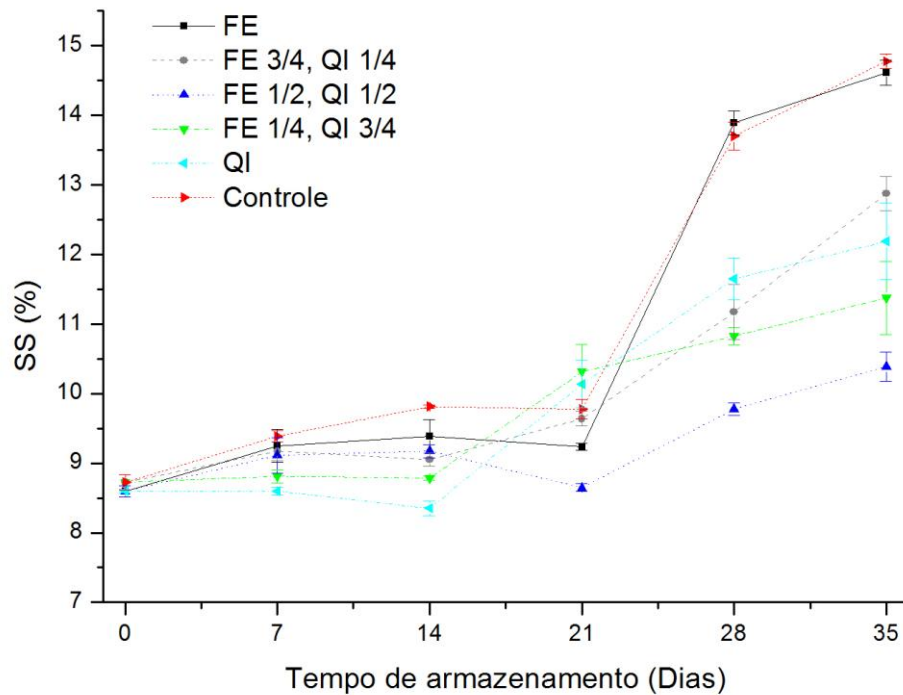


Figura 4 – Sólidos solúveis (%) de mangas ‘Tommy Atkins’ acondicionado com diferentes revestimentos em função do período de armazenamento 13°C e 90% . Mossoró-RN, UFERSA, 2016.

Levando em consideração os tratamentos dentro de cada período de armazenamento nota-se que só aos vinte oito dias de armazenamento houve diferença significativa entre os tratamentos. O tratamento com recobrimento de  $\frac{1}{2}$  quitosana e  $\frac{1}{2}$  de fécula de mandioca apresentaram o menor valor de sólidos solúveis de 9,78%; aos 28 dias de armazenamento diferindo estatisticamente dos demais. Os frutos controle e os recobertos com apenas fécula de mandioca apresentaram valores de sólidos solúveis de 13,89 e 13,70% aos 28 dias de armazenamento. O mesmo comportamento relatado foi observado para o período de armazenamento de 35 dias.

Verificou-se, ao longo do tempo de armazenamento, que independente do recobrimento houve acréscimo nos valores de sólidos solúveis dos frutos de manga com o armazenamento. Em todos os tempos de armazenamento avaliados percebe-se uma tendência no aumento dos valores de SS, com menores valores apresentados para os frutos recobertos contendo quitosana em sua composição revestidos quando comparado aos frutos controle e recobertos com fécula de mandioca de forma isolada. Nesse sentido, o tratamento com o recobrimento de 2% contendo partes iguais de quitosana e fécula de mandioca resultou em menores valores de sólidos solúveis quando comparado aos demais tratamentos nos 35 dias.

De acordo com Vilas Boas et al. (2004) os sólidos solúveis são usados como indicadores de maturidade e também determinam a qualidade da fruta, exercendo importante papel no sabor. Os resultados demonstraram de maneira geral que, os frutos recobertos com uma cobertura homogênea na proporção ½ quitosana fécula de mandioca, apresentaram uma manutenção nos sólidos solúveis, quando comparados com os frutos-controle. Os frutos do tratamento controle apresentaram teores de SS que variaram de 8,60 a 14,78% °Brix, enquanto os recobertos apresentaram valores entre 8,60 a 10,39%, constatando que as embalagens reduziram a atividade metabólica do fruto, retardando seu amadurecimento.

Esses resultados correspondem aos de Yamashita et al. (2001) que apontaram que mangas ‘Tommy Atkins’ embaladas com filme de PVC e armazenadas por 28 dias apresentaram teores de SS entre 12 a 14%, enquanto os frutos-controle de 12 a 17%. Observa-se que os frutos acondicionados com cobertura de fécula de mandioca e quitosana nas mesmas proporções apresentaram valores médios de sólidos solúveis menores quando comparados aos demais tratamentos, sugerindo assim, que os frutos desses tratamentos tiveram seus processos metabólicos reduzidos.

Estes resultados corroboram com Souza et al. (2011) no trabalho de pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’ recobertas com quitosana verificaram que a cobertura de ocorreu aumento de sólidos solúveis para todos os tratamentos, mas que o uso da cobertura de quitosana 1,5% apresentou valores durante o armazenamento menores que os demais tratamentos.

Silva et al. (2011) verificaram que o teor de sólidos solúveis de manga Palmer Tratados com 3% de quitosana chegou a 13,5%, Kugle e Miname (1997) afirmam que a variação dos SS durante o armazenamento e amadurecimento é composta em grande parte por açúcares que compõem o sabor dos frutos. Quando ocorre perda de massa há favorecimento no teor de sólidos solúveis, porque há concentração nos teores de açúcar no interior dos tecidos.

#### 4.6 ACIDEZ TITULÁVEL

O uso das coberturas influenciou a acidez titulável dos frutos durante o tempo de armazenamento (Tabela 3). Verifica-se que a acidez titulável dos frutos foi alterada conforme o tipo de revestimento e tempo de armazenamento.

Verificou-se que o tipo de cobertura não influenciou a acidez dos frutos até 14 dias de armazenamento. Porém, os frutos revestidos com fécula de mandioca e os frutos testemunha,

aos vinte e um dias e vinte e oito dias de armazenamento, apresentam valores estatisticamente superiores aos demais tratamentos. Fato que não se manteve aos 35 dias de armazenamento, quando os frutos diferiram entre os tratamentos.

Tabela 3 – Acidez titulável (% de ácido cítrico) de mangas ‘Tommy Atkins’ acondicionado com diferentes revestimentos em função do período de armazenamento. 13°C e 90%. Mossoró-RN, UFERSA, 2016.

Armazenamento Dias	Recobrimentos					
	FE	FE $\frac{3}{4}$ QI $\frac{1}{4}$	FE $\frac{1}{2}$ QI $\frac{1}{2}$	FE $\frac{3}{4}$ QI $\frac{1}{4}$	QI	Controle
0	0,745 aB	0,745 aB	0,745 aB	0,745 aB	0,745 aB	0,745 aC
7	0,783 aB	0,695 aB	0,748 aB	0,758 aB	0,650 aC	0,650 aC
14	1,103 aA	1,170 aA	1,173 aA	1,158 aA	1,205 aA	1,170 aA
21	1,028 bA	0,695 cB	0,700 cB	0,645 cA	0,735 cB	1,175 aA
28	0,830 aB	0,563 bC	0,623 bC	0,540 bC	0,553 bC	0,850 aB
35	0,500 aC	0,510 aC	0,545 aC	0,475 aC	0,613 aC	0,465 aD

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

A diminuição da acidez titulável dos frutos recobertos com quitosana e suas misturas com fécula de mandioca a partir de 21 de armazenamento e os recobertos com fécula de mandioca aos 28 dias, provavelmente está relacionada com o uso dos ácidos como esqueleto de carbono no processo respiratório como explica Kader (2002). Segundo Chitarra e Chitarra (2005) o teor de ácidos em vegetais pode diminuir com a maturação, para a transformação em substratos para biossíntese de compostos fenólicos, lipídeos e aromas vegetais.

Ao analisar os tratamentos ao longo do tempo de armazenamento observou-se aumento da acidez até o décimo quarto dia e redução após esse período de armazenamento para os frutos de manga independente do recobrimento utilizado. Os frutos não diferiram nos valores de acidez titulável entre os recobrimentos ao final do armazenamento. O aumento da acidez titulável dos frutos revestidos ao longo do tempo de armazenamento, indica uma possível síntese de ácidos orgânicos. Costa; Balbino (2002) relatam que o aumento da acidez dos frutos pode ser atribuído à formação do ácido galacturônico, proveniente da degradação das pectinas.

É tendência que ocorra redução da acidez nos frutos com o tempo de armazenamento, mas a utilização de revestimento de CMC atrasou o processo em peras (HUSSAIN et al., 2010). Porém, a redução na taxa de respiração decorrente do uso dos revestimentos pode diminuir a degradação de ácidos orgânicos explicam Miguel et al. (2009). Pois a utilização de revestimento em mangas, como a quitosana, tem reduzido a taxa respiratória dos frutos (ZHU



et al., 2008). Isso ocorre devido à permeabilidade dos revestimentos aos gases ( $O_2$  e  $CO_2$ ), tendo influência, desta forma, sobre o amadurecimento de frutas (PAUL; PANDEY, 2014).

#### 4.7 RAZÃO SS/AT

Verificou-se interação significativa entre os fatores tratamentos e período de armazenamento (Figura 5). Levando em consideração os tratamentos dentro de cada tempo de armazenamento nota-se que só aos vinte e oito dias de armazenamento houve diferença significativa entre os tratamentos, os frutos recobertos com  $\frac{1}{2}$  FE +  $\frac{1}{2}$  QI (15,76) e os frutos controle (16,28) apresentaram valores de relação de sólidos solúveis acidez titulável inferiores aos demais tratamentos e não diferindo entre si, o primeiro por apresentar baixo valor de SS e o segundo por elevado valor de acidez no referente dia. No trigésimo quinto dia de armazenamento verifica-se que os frutos recobertos com  $\frac{1}{2}$  FE +  $\frac{1}{2}$  QI (19,17) e os recobertos com quitosana (20,31) obtiveram relação SS/AT inferiores aos demais tratamentos.

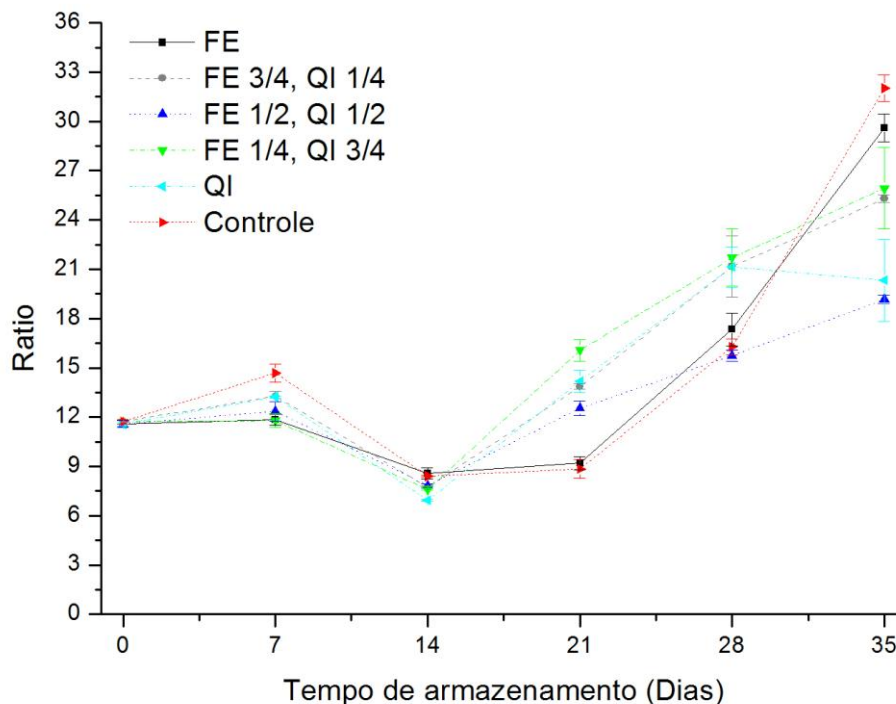


Figura 5 – Relação de sólidos solúveis acidez titulável de mangas ‘Tommy Atkins’ acondicionado com diferentes revestimentos em função do período de armazenamento. 13°C e 90%. Mossoró-RN, UFERSA, 2016.

Os aumentos nos teores de sólidos solúveis e a diminuição nos teores de acidez titulável durante a maturação, levaram a relação SS/AT a aumentar durante o período de armazenamento. A relação passou de 11,59 na colheita para valores de 15,76 a 21,76 aos 35

dias de refrigeração. Os valores encontrados por BORGES (2002) em mangas ‘Tommy Atkins’ refrigeradas a 12° C foram semelhantes a estas na época da colheita (10,28) e maiores aos 35 dias (44,02). Jerônimo e Kaneshiro (2000) obteve valores mais baixos que o deste trabalho na colheita, de 5,21, e após refrigeração de 20 dias a 13° C, de 14,28, para mangas ‘Tommy Atkins’ refrigeradas por 20 dias a 13° C.

A relação SS/AT é uma das formas mais utilizadas para avaliar o sabor de frutas, sendo mais representativo que a medida isolada de açúcares ou acidez titulável (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Tem grande importância no índice de maturação de frutas, porque é um valor de relevância que remete ao sabor destas, e quanto maior a relação SS/AT, maior é o grau de doçura.

#### 4.8 VITAMINA C

Verificou-se interação significativa entre os fatores tratamentos e período de armazenamento (Figura 6).

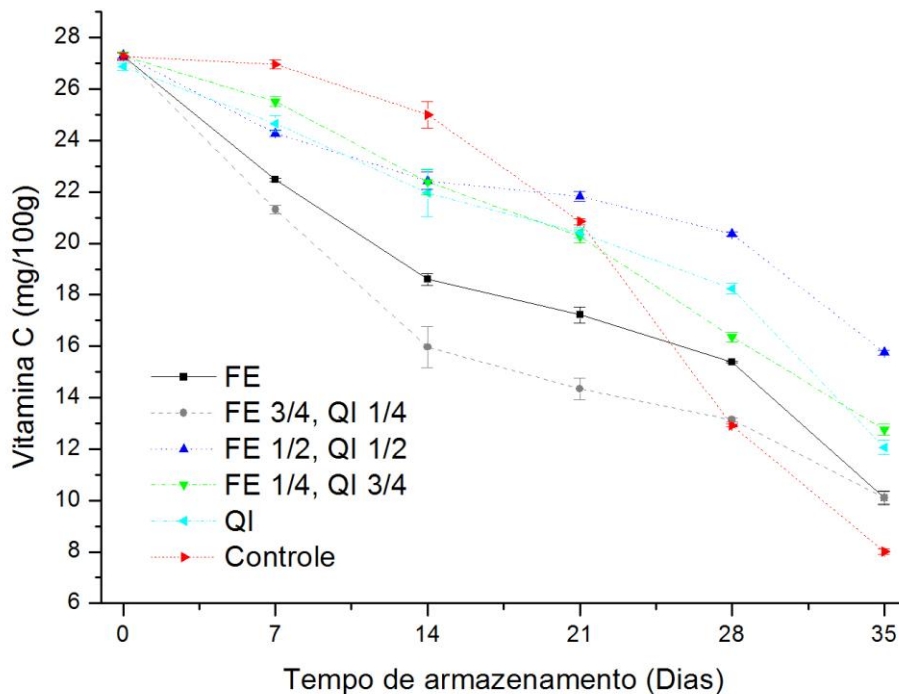


Figura 6 – Vitamina C (mg de ácido ascórbico/100g de polpa) de mangas ‘Tommy Atkins’ acondicionado com diferentes revestimentos em função do período de armazenamento. 13°C e 90%. Mossoró-RN, UFERSA, 2016.

Levando em consideração os tratamentos dentro de cada tempo de armazenamento nota-se que só aos sete e 14 dias de armazenamento houve diferença significativa entre os tratamentos, os frutos controle obtendo valores superiores de vitamina C.

A partir de 21 dias de armazenamento os frutos controle apresentam uma queda acentuada a cada período até o final do armazenamento, nesse mesmo período os frutos recobertos com quitosana e mistura  $\frac{1}{2}$  e  $\frac{3}{4}$  de quitosana com fécula de mandioca apresentaram manutenção dos valores de ácido ascórbico a cada período até o final do armazenamento.

Houve decréscimo no conteúdo de vitamina C dos frutos ao longo do período de armazenamento independente do tratamento. A diminuição no teor de vitamina C foi detectada, também, em trabalhos de conservação pós-colheita de manga 'Tommy Atkins' por Santos et al. (2011). Contudo, no final do armazenamento, os frutos ainda apresentaram teor de vitamina C mais elevado que os detectado neste trabalho (43,02 mg/100g de polpa).

Os teores de ácido ascórbico diminuem em algumas variedades de manga com a evolução da maturação (SOUZA et al., 2011). O uso de cobertura de quitosana nas concentrações de 1 a 2% garantem a conservação dos valores a ácido ascórbico durante o armazenamento (SOUZA et al., 2011).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005) perdas substanciais de nutrientes podem ocorrer com o armazenamento, especialmente de vitamina C, devido aos processos fisiológicos e bioquímicos. Assim, é importante ressaltar que a vitamina C é bastante instável, pode ser transformada enzimaticamente por reações oxidativas, na sua forma reversível (ácido hidroascórbico) e/ou irreversível (ácido 2,3 dicetogulônico), o que pode causar a diminuição da vitamina C.

#### 4.9 AMIDO

Verificou-se interação significativa entre os fatores tratamentos e período de armazenamento (Figura 7).

Levando em consideração os tratamentos dentro de cada tempo de armazenamento nota-se que só aos 14 dias de armazenamento houve diferença significativa entre os tratamentos, os frutos recobertos com quitosana (2,76%) e  $\frac{1}{2}$  FE  $\frac{1}{2}$  QI (2,66%) obtiveram valores superiores de amido aos demais tratamentos que não deferiram entre si. A partir de 21 dias de armazenamento foi observado o mesmo comportamento para os valores de amido a cada período até o final do armazenamento.

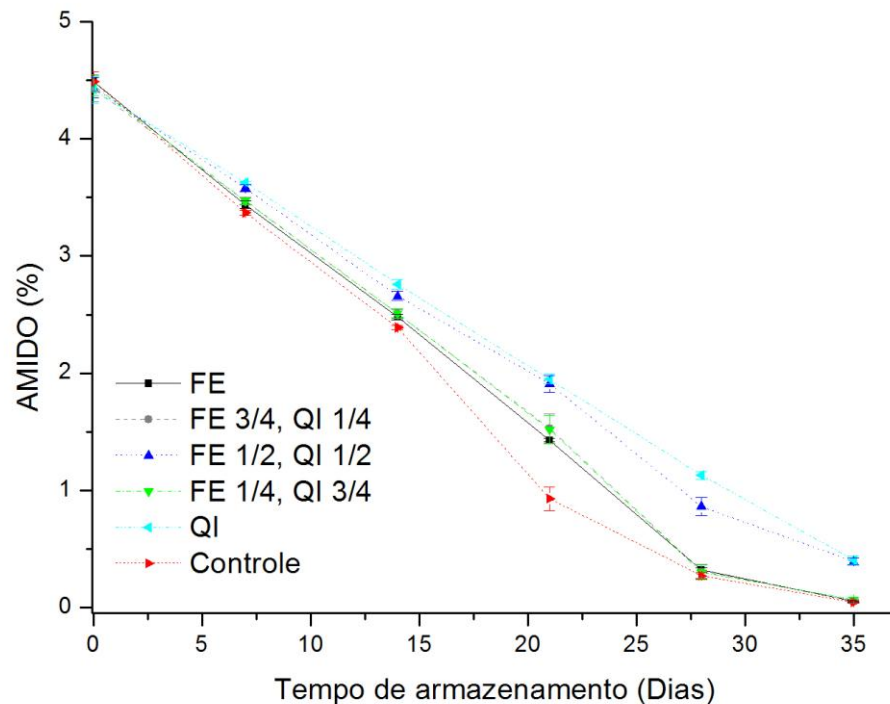


Figura 7 – Teor de amido (%) de mangas ‘Tommy Atkins’ acondicionado com diferentes revestimentos em função do período de armazenamento. 13°C e 90%. Mossoró-RN, UFERSA, 2016.

SUBRAMANYAM et al. (1975) acredita que durante o desenvolvimento do fruto da mangueira ocorre um pronunciado aumento no conteúdo de amido, de 1 a 13%. O amido acumulado na maturação dos frutos. Durante o amadurecimento, o amido é hidrolisado, havendo a formação de açúcares (MITRA; BALDWIN, 1997). A degradação do amido está relacionada principalmente à enzima  $\alpha$ -amilase, e em menor proporção, à  $\beta$ -amilase (SILVA et al., 2008). O resultado desta conversão é o aumento no teor de sólidos solúveis (BALOCH e BIBI, 2012). Além desta relação com o teor de sólidos solúveis, é possível que haja também uma relação direta entre a degradação do amido e o amaciamento da polpa.

Semelhantes resultados foram encontrados por de Silva (2015) cuja redução foi evidenciada na degradação de amido com os frutos de manga ‘Tommy Atkins’ durante armazenamento refrigerado recobertos com diferentes biopolímeros.

## 5 CONCLUSÃO

Houve efeito do uso de blendas de quitosana e fécula na qualidade e conservação de manga 'Tommy atkins'. Os frutos revestidos com coberturas de quitosana na forma isolada e em misturas 1/4, 1/2 e 3/4 com fécula de mandioca apresentaram maiores valores em aparência, firmeza, acidez, ácido ascórbico e amido durante o período de armazenamento. A cobertura com 1/2 quitosana e 1/2 fécula de mandioca foi mais efetivo em reduzir a perda de massa, e teor de amido; manter os sólidos solúveis e SS/AT dos frutos, e vitamina C ao longo do armazenamento. Essa proporcionou uma melhor conservação dos frutos de manga, garantindo uma maior vida útil pós-colheita dos frutos.

## REFERÊNCIAS

AMARIZ, A.; LIMA, M. A. C de; TRINDADE, D. C. G da; SANTOS, A. C. N dos; RIBEIRO, T. P. Recobrimentos à base de carboximetilcelulose e dextrina em mangas 'Tommy Atkins' armazenadas sob refrigeração. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.10, p.2199-2205, 2010.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 11. Ed. Washington: AOAC, 1992. 1115 p.

ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. de. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Brasilian Journal Food Technology**, v. 17, n. 2, p. 87-97, 2014.

ASSIS, O. B. G.; LEONI, A. M. Filmes comestíveis de quitosana: ação fungicida sobre frutas fatiadas. **Revista Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**. Ed. n. 30- jan/jun 2003.

AZERÊDO, L. P. M. SILVA, S. M., LIMA, M. A. C., DANTAS, R. L., PEREIRARA, W. E. Qualidade de manga 'tommy atkins' da produção integrada com recoberta fécula de mandioca associada a óleos essenciais e quitosana. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 38, n. 1, p. 141-150, fevereiro de 2016.

BALOCH, M. K.; 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.

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**. Campinas, v.28, n.3, p.571-578, jul.-set, 2008.

BEZERRA, T. S.; COSTA, J. M. C. da.; AFONSO, M. R. A.; MAIA, G. A.; CLEMENTE, E. Avaliação físico-química e aplicação de modelos matemáticos na predição do comportamento de polpas de manga desidratadas em pó. **Revista Ceres**, Viçosa, v.8, n.3, p.278-283, mai/jun, 2011.

BORGES, M.T.T. **Efeito da irradiação gama, cera e embalagens na conservação pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’**. Ituverava, 228 f. Trabalho de graduação (Engenheiro Agrônomo), Faculdade de Agronomia Dr. Francisco Maeda, Ituverava - SP. 2002.

BRANDÃO, V. B.; NUNES, E. S.; COUTO, F. A. A.; LELIS, F. M. V. Efeito da época de colheita e do tempo de armazenamento na qualidade pós-colheita de mangas cv. Palmer. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 2, p. 263-268, 2003.

BRECHT, J. K. **Manual de práticas para melhor manejo pós-colheita da manga**. São Paulo: National Mango Board, 2011.

CAMPOS, R. P.; KWIATKOWSKI, A.; CLEMENTE, R. Post-harvest conservation of organic strawberries coated with cassava starch and chitosan. **Revista Ceres**, Viçosa, v.58, n.5, p.554-560, 2011.

CARVALHO, C. R. L.; ROSSETTO, C. J.; MANTOVANI, D. M. B.; MORGANO, M. A.; CASTRO, J. V. de; BORTOLETTO, N. Avaliação de cultivares de mangueiras selecionadas pelo Instituto Agrônomo de Campinas comparado a outras de importância comercial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.2, p.264-271, 2004.

CASTAÑEDA, L. M. F. **Avaliação da quitosana e da fécula de mandioca, aplicada em pós-colheita no recobrimento de maçãs**. 2013. 130. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do SUL (UFRGS), Porto Alegre, 2013.

CHEN, C. H.; KUO, W. S.; LAI, L. S. Effect of surfactants on water barrier and physical properties of tapioca starch/decolorized hsian-tsoo leaf gum films. **Food Hydrocolloids**. v.23, p. 714–721, 2009.

CHIEN, P.; SHEU, F.; YANG, F. Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. **Journal of Food Engineering**, v. 78, n. 1, p. 225-229, 2007.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. D. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed. Lavras: UFLA: 2005. 785 p.

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

COHEN, G.; AGUIRRE, C.; VERA, B. F. **Cultivos subtropicales palta y mango: producción y análisis de mercado**. Buenos Aires: INTA, 2001. 38p.

CORDENUNSI. Starch mobilization and sucralose accumulation in the pulp of Keitt mangoes during postharvest ripening. **Journal of Food Biochemistry**. v. 32, p. 384-395, 2008.

COSTA, A. F. S.; BALBINO, J. M. S. **Características da fruta para exportação e normas de qualidade**. In: FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, F. C. A. U. (Ed.). Mamão: pós-colheita. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 12-18. (Série Frutas do Brasil, 21).

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

CUNHA, G. A. P. da; PINTO, A. C. de Q.; FERREIRA, F. R. Origem, dispersão, taxonomia e botânica. In: GENUÍ, P. J. de C.; PINTO, A. C. de Q. **A cultura da mangueira**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. cap. 2, p. 31-36.

DIAS, A. **Seleção multivariada e identidade de modelos não lineares para o crescimento e acúmulo de nutrientes em frutos de mangueira**. Lavras, UFLA, 138p, 2014.

DJIOUA, T.; CHARLES, F.; FREIRE JR, M.; FILGUEIRAS, H.; DUCAMP-COLLIN, M.; SALLANON, H. Original article Combined effects of postharvest heat treatment and chitosan coating on quality of fresh-cut mangoes (*Mangifera indica* L.). **International Journal of Food Science and Technology**. p. 849-855, 2010.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Semi-Árido **Cultivo da Mangueira**- Cultivares, 2004.

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

FERREIRA, D. F. SISVAR versão 4.3 (buld 45). Lavras: DEX/UFLA, 2003.

FERREIRA, R. M. A. **Modificação de filmes de gelatina por adição de surfactantes e ácidos graxos de coco e sua aplicação na conservação de melão Charentais sob**



**refrigeração.** Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 108f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). 2012.

FIGUEIRA, J. A. **Determinação e caracterização de amido de cana-de-açúcar e adequação de metodologia para determinação de alfa-amilase em açúcar bruto.** 2009. 105 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2009.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO [2015]. **Production crops.** Acesso em: 04 de fevereiro de 2016.

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, 586-596, 2010.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 3. Ed. São Paulo: IAL, 1985, v. 1, p. 533.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. [2016]. Produção Agrícola Municipal. Disponível em: < [www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br) > Acesso em: 30/10/2016.

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

KADER A. A. **Postharvest Technology of Horticultural Crops** (3rd Edition), 2002.

LIMA, A. B.; SILVA, S. M.; ROCHA, A.; NASCIMENTO, L. C.; RAMALHO, F. S. Conservação pós-colheita de manga 'Tommy Atkins' orgânica sob recobrimentos bio-orgânicos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 3, p. 704-710, set. 2012.

LIMA, A. M.; CERQUEIRA, M. A.; SOUZA, B. W. S.; SANTOS, E. C. M.; TEIXEIRA, J. A.; MOREIRA, R. A.; VICENTE, A. A. New edible coating composed of galactomannans and collagen blends to improve the postharvest quality of fruits gas transfer rate. **Journal of food Engineering**, v. 97, p. 101 a 109, 2010.

MALIK, A.V.; AGREZ, V. ; SINGH, Z. Fruit set abscission of mango in relation to ethylene. In: **INTERNATIONAL MANGO SYMPOSIUM**, 7., Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. p.167 (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos; 46).

MEDEIROS, B. G. S.; PINHEIRO, A. C.; CARNEIRO-DA-CUNHA, M. G.; VICENTE, A. A. Development and characterization of a nanomultilayer coating of pectin and chitosane Evaluation of its gas barrier properties and application on 'Tommy Atkins' mangoes. **Journal of Food Engineering**. v.110, p.457-464. 2012.

MIGUEL, A. C. A.; DIAS, J. R. P. S.; ALBERTINI, S.; SPOTO, M. H. F. Postharvest of grape involved with films of sodium alginate and cold storage. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n. 2, p. 277-282, 2009.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR – MDIC/ALICEWEB2. Exportações. Brasília: MDIC, 2016. Disponível em <<http://aliceweb2.mdic.gov.br/>>. Acesso em: 04/02/2016.

MITRA, S. K.; BALDWIN, E. A. Mango. In: Postharvest physiology and storage of tropical fruits. MITRA, S. K. (ed.), **CAB International**, Índia, p. 85-122, 1997.

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.

MÜLLER, C.M.O.; LAURINDO, J. B.; YAMASHITA, F. Effect of nanoclay incorporation method on mechanical and water vapor barrier properties of starch-based films. **Industrial Crops and Products (Print)**, v. 33, p. 605-610, 2011.

NAVARRO-TARAZAGA, M. L.; MASSA, A.; PÉREZ-GAGO, M. B. Effect of beeswax content on hydroxypropyl methylcellulose-based edible film properties and postharvest quality of coated plums (cv. Angeleno). **Food Science and Technology**. v. 44, p. 2328- 2334, 2011.

NEVES, L. C. **Manual pós-colheita da fruticultura brasileira**. Londrina: EDUEL, 494p. 2009.

OLIVEIRA, T. A. **Desenvolvimento de filmes à base de fécula de mandioca e aditivos naturais e sua aplicação na conservação de mamão**. 2014. 111. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2014.

OTONI, B. DA S.; MOTA, W. F.; DIAS, T. C.; MIZOBUTSI, G. P.; SANTOS, M. G. P. Aplicação de películas de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de mamão. **Revista Brasileira de Armazenamento**. p. 164-170, 2011.

PALIYATH, G.; MURR, D. P.; HANDA, A. K.; LURIE, S. **Postharvest biology and technology of fruits, vegetables, and flowers**. 2008.

PARK, H. J. Edible coatings for fruits. In: JONGEN, W. W. F. (Ed.). **Fruit and vegetable processing: improving quality**. Boca Raton: CRC Press, p. 331-345. 2005.

PAUL, V.; PANDEY, R. Role of internal atmosphere on fruit ripening and storability - a review. **Journal Food Science and Technology**. v. 51, p. 1223–1250, 2014.

PELISSARI, F. M.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F.; PINEDA, E. A. G. Antimicrobial, mechanical, and barrier properties of cassava starch-chitosan films incorporated with oregano essential oil. **Journal of Agricultural and Food chemistry**, v. 57, n. 16, p. 7499-504, 26 ago. 2009.

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

PETRICCIONE, M., DE SANCTIS, F., PASQUARIELLO, M. S., MASTROBUONI, F., REGA, P., SCORTICHINI, M. The effect of chitosan coating on the quality and nutraceutical traits of sweet cherry during postharvest life. **Food and Bioprocess Technology**, 8, 394e408. 2015.

PFÄFFENBACH, L. B.; CASTRO, J. V.; CARVALHO, C. R. L.; ROSETTO, C. J. Efeito da atmosfera modificada e da refrigeração na conservação pós-colheita de manga espada vermelha. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 25, n. 3, p. 410, dezembro 2003.

PINHEIRO, A. C.; BOURBON, A. I.; MEDEIROS, B. G. de S.; SILVA, L. H. M. da; CARNEIRO-da-CUNHA, M. das G.; COIMBRA, M. A.; VICENTE, A. A. Interactions between k-carrageenan and chitosan in nanolayered coatings – structural and transport properties. **Carbohydrate Polymers**. 87, p. 1081– 1090, 2012.

REES, D.; FARRELL, G.; ORCHARD, J. **Crop Post-Harvest: Science and Technology Perishables**. University of Greenwich – UK. 2012.

RIBEIRO, T. P.; LIMA, M. A. C. de; TRINDADE, D. C. G. da; SANTOS, A. C. N. dos; AMARIZ, A. Uso de revestimentos à base de dextrina na conservação pós-colheita de manga „tommy atkins“. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v. 31, n. 2, p. 343-351, Junho 2009.

SANE, C. A.; CHOURASIA, A.; NATH, P. Softening in mango (*Mangifera indica* cv. Dashehari) is correlated with the expression of an early ethylene responsive, ripening related expansin gene, MiExpA1. **Postharvest Biology and Tecnology**, Amsterdam, v. 3, n 38, p. 223-230, 2005.

SANE, C. A.; CHOURASIA, A.; NATH, P. Softening in mango (*Mangifera indica* cv. Dashehari) is correlated with the expression of an early ethylene responsive, ripening related expansin gene, MiExpA1. **Postharvest Biology and Tecnology**, Amsterdam, v. 3, n 38, p. 223-230, 2005.

SANTOS, A. E. O.; ASSIS, J. S.; BERBERT, P. A.; SANTOS, O. O.; BATISTA, P. F.; GRAVINA, G. A. Influência de biofilmes de fécula de mandioca e amido de milho na qualidade pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** - Brazilian Journal of Agricultural Sciences, v. 6, n. 3, p. 508-531, 19 set.2011.

SANTOS, N. S. DOS T.; AGUIAR, A. J. A. A.; OLIVEIRA, C. E. V.; SALES, C. V.; SILVA, S. M.; SILVA, R. S.; STAMFORD, T. C. M.; SOUZA, E. L. Efficacy of the application of a coating composed of chitosan and *Origanum vulgare* L. essential oil to control *Rhizopus stolonifer* and *Aspergillus niger* in grapes (*Vitis labrusca* L.). **Food microbiology**, v. 32, n. 2, p. 345-53, dez. 2012.

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, abr. 2007.

SILVA, A. L. **Revestimentos comestíveis em mangas: propriedades e efeitos sobre a qualidade e conservação pós-colheita da fruta**. 2015. 153 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Alimentos – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, 2015.

SILVA, A. P. F. B.; NASCIMENTO, J. R. O. do; LAJOLO, F. M.; SILVA, A. V. C. da; MENEZES, J. B. Caracterização físico-química da manga 'Tommy Atkins' submetida a aplicação de cloreto de cálcio pré-colheita e armazenamento refrigerado. **Scientia Agricola**, v.58, n.1, p.67, jan./mar. 2001.

SINGH, Z.; SINGH, S. P. Mango. In: Rees, D., Orchard, J. (Eds.), **Crop Post-harvest: Science and Technology. Volume 3: Perishables**. Blackwell Pub, UK, pp. 108–142. 2012.

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

SOARES, N. F. F.; SILVA, D. F. P.; CAMILLOTO, G. P.; OLIVEIRA, C. P.; RPINHEIRO, N. M.; MEDEIROS, E. A. A. revestimento comestível antimicrobiano na conservação pós-colheita de goiaba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 33: 281-289. 2011.

SOUZA, M. L.; MORGADO, C. M. A.; MARQUES, K. M.; MATTIUZ, C. F. M.; MATTIUZ, B. H. Pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins' recobertas com quitosana. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.33 n.spe 1: 337-343. 2011.

SOUZA, P. A.; AROUCHA, E. M. M.; SOUZA, A. E. D.; COSTA, A. R. F. C.; FERREIRA, G. S.; BEZERRA NETO, F. Conservação pós-colheita de berinjela com revestimentos de fécula de mandioca ou filme de PVC. **Horticultura Brasileira**. v.27, p.235-239, 2009.

STROHECKER, R., HENNING, H.M. 1967. *Análisis de vitaminas: métodos comprobados*: Paz Montalvo, Madrid.428p.

SUBRAMANYAM, H. KRISNAMURTY, S.; PARPIA, H. A. B. Physiology and biochemistry of mango fruit. **Advances in Food Research**. v. 21. p. 223-305, 1975

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TEZOTTO-ULIANA, J. V.; FARGONI G. P.; GEERDINK, G. M. KLUGE, R. A. Chitosan applications pre-or postharvest prolong raspberry shelf-life quality. **Postharvest Biology and Technology** 91(1): 72-77. 2014.

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.

TURHAN, K. N. Is edible coating an alternative to MAP for fresh and minimally processed fruits? *Acta Horticulturae*, Leuven, v. 876, n. 1, p. 299-305, 2010.

VILA, M. T. R.; LIMA, L. C. O.; VILAS BOAS, E. V. B.; HOJO, E. T. D.; RODRIGUES, L. J.; PAULA, N. R. F. Caracterização química e bioquímica de goiabas armazenadas sob refrigeração e atmosfera modificada. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1435-1442, 2007.

VILAS BOAS, B. M., NUNES, E. E., FIORINI, F. V. A., LIMA, L. C. O., VILAS BOAS, E. V. B., COELHO, A. H. R. Avaliação da qualidade de mangas ‘Tommy Atkins’ minimamente processadas. *Revista Brasileira de Fruticultura* 26: 540-543. 2004.

WILLS, R. B. H.; GOULDING, J. B. **Advances in Postharvest Fruit and Vegetable Technology**. CRC Press. U.S. 2015.

YAMASHITA, F.; TONZAR, A.C.; FERNANDES, J.G.; MORIYA, S.; BENASSI, M. de T. Embalagem individual de mangas cv. Tommy Atkins em filme plástico: efeito sobre a vida de prateleira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal- SP, v. 23, n. 3, p. 288-292, 2001

ZHU, X.; WANG, Q.; CAO, J.; JIANG, W. Effects of chitosan coating on postharvest quality of mango (*Mangifera indica* L. Cv. Tainong) fruits. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 32, n. 5, p.770-784, 2008.

**APÊNDICE**

Tabela 1A - Valores do quadrado médio da análise da variância para as características de qualidade de manga Tommy Atknis analisadas: perda de massa (PM), Aparência externa (AE), firmeza de polpa e pH, Mossoró-RN, 2016.

FV	GL	PM	AE	FP	pH
Trat <sup>1</sup>	5	4,93**	6,19**	452,74*	0,1092**
Armaz <sup>2</sup>	5	71,66**	37,24**	37471,75**	0,2193**
Trat*Armaz	25	0,427**	1,192**	505,485**	0,0356**
Residuo	108	0,021	0,087	178,366	0,0073
CV <sup>3</sup> (%)		6,21	3,67	17,55	2,41
MG <sup>4</sup>		2,34	8,03	76,08	3,54

\*\* : Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; \* : Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ns: Não significativo a 5% de probabilidade; 1: tratamento; 2: período de armazenamento; 3: coeficiente de variação; 4: média geral dos tratamentos.

Tabela 2A - Valores do quadrado médio da análise da variância para as características de qualidade de manga Tommy Atknis analisadas: sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação de sólidos solúveis acidez titulável (SS/AT), Vitamina C (VIT C) e Amido (AM), Mossoró-RN, 2016.

FV	GL	SS	AT	SS/AT	VIT C	AM
Trat <sup>1</sup>	5	10,35**	0,0660**	20,99 <sup>ns</sup>	77,00**	0,7792**
Armaz <sup>2</sup>	5	67,93**	1,1398**	942,17**	766,64**	68,08**
Trat*Armaz	25	3,106**	0,0468**	29,87**	15,155**	0,1112**
Residuo	108	0,693	0,0103	9,465	1,393	0,0325
CV <sup>3</sup> (%)		8,19	13,15	20,71	5,94	8,49
MG <sup>4</sup>		10,16	0,77	14,85	19,86	2,12

\*\* : Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; \* : Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ns: Não significativo a 5% de probabilidade; 1: tratamento; 2: período de armazenamento; 3: coeficiente de variação; 4: média geral dos tratamentos.