



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
ALIMENTOS

JESSICA CAROLINE CORREA DE OLIVEIRA SOUSA

**MÉTODOS COMBINADOS NA CONSERVAÇÃO DE MANGA 'UBÁ'**

ALEGRE – ES  
NOVEMBRO – 2019

JESSICA CAROLINE CORREA DE OLIVEIRA SOUSA

**MÉTODOS COMBINADOS NA CONSERVAÇÃO DE MANGA ‘UBÁ’**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Joel Camilo Souza Carneiro

Coorientador: Antonio Manoel Maradini Filho

Coorientador: Moises Zucoloto

ALEGRE – ES  
NOVEMBRO – 2019

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de  
Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

---

Sousa, Jessica Caroline Correa de Oliveira, 1991-  
S725m Métodos combinados na conservação de manga 'Ubá' /  
Jessica Caroline Correa de Oliveira Sousa. - 2019.  
71 f.  
Orientador: Joel Camilo Souza Carneiro.  
Coorientadores: Antonio Manoel Maradini Filho, Moises  
Zucoloto.  
Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de  
Alimentos) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de  
Ciências Agrárias e Engenharias.

1. Acondicionamento. 2. Conservação de alimentos. 3. Frutas  
tropicais. 4. Mangifera indica L.. I. Carneiro, Joel Camilo Souza.  
II. Maradini Filho, Antonio Manoel. III. Zucoloto, Moises. IV.  
Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências  
Agrárias e Engenharias. V. Título.

CDU: 664

---

**JESSICA CAROLINE CORREA DE OLIVEIRA SOUSA**

**MÉTODOS COMBINADOS NA CONSERVAÇÃO DE MANGA "UBÁ"**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Aprovada em 27 de novembro de 2019.



---

Prof. Dr. Joel Camilo Souza Carneiro  
Universidade Federal de Espírito Santo-UFES  
Orientador



---

Prof. Dr. Antonio Manoel Maradini Filho  
Universidade Federal do Espírito Santo-UFES  
Coorientador



---

Prof. Dr. Moisés Zucoloto  
Universidade Federal do Espírito Santo-UFES  
Coorientador



---

Prof. Dr. Luciano José Quintão Teixeira  
Universidade Federal do Espírito Santo-UFES  
Examinador

*A Deus,  
Aos meus pais, Lucas e Solange,  
Ao meu marido, Jânio,  
Aos meus irmãos, Bárbara e Lucas.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, que me sustentou todos os dias, me deu forças na caminhada e me permitiu chegar até aqui.

Aos meus pais Solange e Lucas pelo amor, por sempre acreditarem em mim e me apoiar, mesmo nas situações mais difíceis.

Ao meu amado marido Jânio, por sempre me apoiar, incentivar e participar dos meus sonhos e projetos.

Aos meus irmãos, pelas conversas, companhia, palavras de apoio e ajuda quando mais precisei.

A todos os meus familiares, padrinhos e amigos pelas orações, por toda ajuda, carinho e incentivo mesmo que de longe.

Aos amigos que o PCTA me proporcionou, que além de colegas de turma, foram parceiros, com os quais a convivência me ensinou muito.

Ao Professor Joel Camilo, por ser um orientador incrível, paciente, verdadeiro apoiador desse projeto, que não apenas me ajudou no projeto e na escrita, mas me deu a confiança que precisava para ir até o fim, sem desistir diante aos obstáculos.

Aos professores Antônio Maradini e Moises Zucoloto, pela coorientação, colaboração no projeto, instrução para a realização das análises, mentoria e auxílio durante todo este tempo.

Aos meus ajudantes Adrielle e Hygor pela dedicação e cooperação nas análises realizadas, e, ao Caio, voluntário na participação do projeto, por todo o auxílio e cooperação.

A todos os professores e funcionários do Departamento da Engenharia de Alimentos que, de alguma forma, compartilharam comigo seu conhecimento e contribuíram para minha formação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa (Código de Financiamento 001).

À DENVER – Especialidades Químicas, pela doação de amostras de carboximetilcelulose, e a MEGH – Indústria e Comércio, pela doação de cera de carnaúba, para a elaboração deste trabalho.

A colaboração de todos tornou possível a realização deste projeto, muito obrigada.

"Confia teus negócios ao Senhor e teus planos terão bom êxito."

Provérbios 16, 3.

“Mas todo aquele que vos honra tem a certeza de que sua vida, se for provada, será coroada; que depois da tribulação haverá a libertação, e que, se houver castigo, haverá também acesso à vossa misericórdia.”

Tobias 3, 21.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Perda de massa dos frutos (%), por revestimento, ao longo do armazenamento (dias). .....	29
Figura 2: Rendimento de polpa dos frutos (%), por revestimento, ao longo do armazenamento (dias). .....	31
Figura 3: Firmeza de polpa, por revestimento, ao longo do armazenamento (dias)..	33
Figura 4: Coordenada de cor L* para casca dos frutos, por revestimento, ao longo do armazenamento (dias). .....	34
Figura 5: Coordenada de cor a* da casca dos frutos, por revestimento, ao longo do armazenamento (dias). .....	35
Figura 6: Coordenada de cor b* da casca dos frutos, por revestimento, ao longo do armazenamento (dias). .....	36
Figura 7: Coordenada de cor L* da polpa dos frutos, por revestimento, ao longo do armazenamento (dias). .....	37
Figura 8: Coordenada de cor a* da polpa dos frutos, por revestimento, ao longo do armazenamento (dias). .....	38
Figura 9: Coordenada de cor b* da polpa dos frutos, por revestimento, ao longo do armazenamento (dias). .....	38
Figura 10: pH da polpa, por revestimento, em relação ao tempo de armazenamento (dias). .....	40
Figura 11: Acidez titulável (% de ácido cítrico) da polpa, por revestimento, ao longo do armazenamento (dias). .....	41
Figura 12: Sólidos Solúveis (°Brix) da polpa, por revestimento, ao longo do armazenamento (dias). .....	43
Figura 13: <i>Ratio</i> (SS/AT) da polpa, por revestimento, ao longo do armazenamento (dias). .....	45
Figura 14: Imagem da casca da manga 'Ubá' por revestimento ao longo do acondicionamento. ....	52
Figura 15: Imagem da polpa da manga 'Ubá' por revestimento ao longo do acondicionamento. ....	53

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tipos de revestimentos estudados em frutos. ....	11
Tabela 2: Médias de perda de massa para mangas revestidas e controle em cada tempo de armazenamento .....	54
Tabela 3: Médias de rendimento para mangas revestidas e controle em cada tempo de armazenamento. ....	54
Tabela 4: Médias de firmeza para mangas revestidas e controle em cada tempo de armazenamento. ....	54
Tabela 5: Médias de cor L* da casca para mangas revestidas e controle em cada tempo de armazenamento.....	54
Tabela 6: Médias de cor a* da casca para mangas revestidas e controle em cada tempo de armazenamento.....	55
Tabela 7: Médias de cor b* da casca para mangas revestidas e controle em cada tempo de armazenamento.....	55
Tabela 8: Médias de cor L* da polpa para mangas revestidas e controle em cada tempo de armazenamento.....	55
Tabela 9: Médias de cor a* da polpa para mangas revestidas e controle em cada tempo de armazenamento.....	55
Tabela 10 Médias de cor b* da polpa para mangas revestidas e controle em cada tempo de armazenamento.....	56
Tabela 11: Médias de pH para mangas revestidas e controle em cada tempo de armazenamento. ....	56
Tabela 12: Médias de acidez titulável (%) para mangas revestidas e controle em cada tempo de armazenamento.....	56
Tabela 13: Médias de sólidos solúveis (°Brix) para mangas revestidas e controle em cada tempo de armazenamento.....	56
Tabela 14: Médias de <i>ratio</i> para mangas revestidas e controle em cada tempo de armazenamento. ....	57

## SUMÁRIO

RESUMO.....	xi
ABSTRACT .....	xii
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. REFERÊNCIAS .....	4
2. OBJETIVOS .....	6
2.1. Objetivo geral .....	6
2.2. Objetivos específicos.....	6
3. ARTIGO DE REVISÃO.....	7
3.1. INTRODUÇÃO .....	8
3.2. ALIMENTOS REVESTIDOS.....	9
3.2.1. Uso de refrigeração.....	9
3.3. TIPOS DE SOLUÇÕES FILMOGÊNICAS.....	10
3.3.1. Cera de abelha.....	12
3.3.2. Carboximetilcelulose .....	13
3.3.3. Cera de Carnaúba.....	13
3.3.4. Fécula de mandioca.....	14
3.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	16
3.5. REFERÊNCIAS .....	17
4. ARTIGO ORIGINAL.....	20
4.1. INTRODUÇÃO .....	22
4.2. METODOLOGIA.....	24
4.2.1. Preparo das soluções filmogênicas.....	24
4.2.2. Colheita das mangas.....	25
4.2.3. Planejamento experimental e análise estatística dos dados .....	25

4.2.4.	Análises físico-químicas.....	26
4.3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.3.1.	Perda de massa .....	28
4.3.2.	Rendimento.....	30
4.3.3.	Firmeza da polpa .....	31
4.3.4.	Cor da casca e da polpa .....	33
4.3.5.	pH.....	39
4.3.6.	Acidez titulável .....	40
4.3.7.	Sólidos solúveis .....	42
4.3.8.	<i>Ratio</i> (relação SS/AT) .....	44
4.4.	CONCLUSÃO.....	46
4.5.	REFERÊNCIAS .....	47
5.	CONCLUSÃO GERAL.....	50
6.	APÊNDICE A – Registro digital dos frutos de manga ‘Ubá’ .....	52
7.	APÊNDICE B – Tabelas de teste de Tukey para comparação entre médias ...	54
8.	APÊNDICE C – Pré-testes das soluções filmogênicas.....	57
8.1.	Cera de abelha .....	57
8.2.	Carboximetilcelulose .....	57
8.3.	Cera de carnaúba.....	58
8.4.	Fécula de mandioca .....	58

## RESUMO

SOUSA, Jessica Caroline Correa de Oliveira. **Métodos combinados na conservação de manga 'Ubá'**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre – ES. Orientador: Prof. Dr. Joel Camilo Souza Carneiro. Coorientadores: Prof. Dr. Antonio Manoel Maradini Filho e Prof. Dr. Moises Zucoloto.

A busca por uma alimentação mais natural e mais saudável tem motivado a investigação em formas de se conservar alimentos frescos, pelo maior tempo possível. A utilização de revestimentos naturais vem sendo usada para a conservação pós-colheita de diversos tipos de frutas e hortaliças, inteiras ou processadas, com o objetivo de estender a vida útil e manter suas qualidades físicas, sensoriais e microbiológicas ao longo do armazenamento. É também muito utilizado o acondicionamento a frio em conjunto com esta técnica, principalmente em frutos climatéricos e em regiões de climas mais quentes. Este trabalho tem como objetivo estudar a conservação pós-colheita de manga 'Ubá' utilizando revestimentos naturais à base de cera de abelha, carboximetilcelulose, cera de carnaúba e fécula de mandioca, combinados com o armazenamento refrigerado. O controle (manga não revestida) e as mangas revestidas foram avaliadas em relação às características físico-químicas e reológicas, na colheita dos frutos (0 dias) e durante o armazenamento (7, 14, 21 e 28) dias a 15 °C, mais 3 dias, em cada intervalo, à 25 °C, totalizando o tempo de armazenamento em 3, 10, 17, 24, 28 e 31 dias. Os revestimentos utilizados provocaram efeitos positivos sobre a conservação dos frutos, em comparação aos frutos controle, retardando o amadurecimento do fruto, como a redução de acidez, aumento do pH e de sólidos solúveis e perda da firmeza de polpa. Os revestimentos que obtiveram melhor desempenho foram as soluções à base cera de abelha, carboximetilcelulose e fécula de mandioca. No entanto, frutos revestidos com cera de abelha não amadureceram de forma satisfatória. Assim, as soluções à base de carboximetilcelulose e fécula de mandioca foram as mais indicadas para as condições de acondicionamento propostas.

**Palavras-chave:** Revestimentos naturais; pós-colheita; características físico-químicas; refrigeração.

## ABSTRACT

The demand for a more natural and healthier eating has motivated the investigation of ways to preserve fresh food as long as possible. The use of natural coatings has been used for postharvest conservation of different types of fruits and vegetables, integers or processed, in order to extend shelf life and maintain their physical, sensory and microbiological qualities throughout storage. Cold storage is also widely used in conjunction with this technique, particularly in climatic fruits and warmer climates. This paper aims to study postharvest conservation of mango 'Ubá' using natural coatings based on beeswax, carboxymethylcellulose, carnauba wax and cassava starch combined with refrigerated storage. The control (mango without coating) and coated mangoes were evaluated for physicochemical and rheological characteristics at fruit harvest (0 days) and during storage (7, 14, 21 and 28) days at 15 ° C, plus 3 days, at each interval, at 25 ° C, totaling the storage time at 3, 10, 17, 24, 28 and 31 days. The coatings used had positive effects on fruit preservation, compared to control fruits, delaying fruit ripening, like acidity reduction, pH and soluble solids increasing and pulp firmness loss. The best performing coatings were beeswax, carboxymethylcellulose and cassava starch solutions. However, beeswax-coated fruits did not mature satisfactorily. The carboxymethylcellulose and cassava starch solutions were the most suitable for the proposed storage conditions.

**Key-Word:** Natural coatings; post-harvest; physicochemical characteristics; cold storage.

## 1. INTRODUÇÃO

A manga 'Ubá' é um fruto proveniente da mangueira (*Mangifera indica* L. cultivar Ubá), muito comumente encontrada na cidade de Ubá-MG, recebendo, por isso, o nome dessa cidade. Forma uma árvore vigorosa, muito produtiva quando não atacada pela antracnose, normalmente apresentando alternância de produção muito alta num ano e com baixa produção no próximo. O fruto é pequeno, de forma oblonga-oval, com o peso variando entre 85,0 a 170,9 g, comprimento de 6,6 cm, cor amarelada, polpa com fibras curtas, amarelada, suculenta, saborosa, com bom teor de açúcares (MANICA et al., 2001).

Na Zona da Mata Mineira, o cultivar de mangueira mais utilizado é o 'Ubá', o que tem gerado procura por informações não somente sobre as formas de cultivo, mas, também, sobre a qualidade dos frutos produzidos (SILVA et al., 2012).

Essa cultivar destaca-se pelos valores elevados de vitamina C, carotenoides e açúcares solúveis (SILVA et al., 2009). Sendo um fruto de clima tropical, apresenta rápida perecibilidade e, por isso, torna-se importante o desenvolvimento de métodos eficientes para sua conservação. Por ser um fruto climatérico, a colheita é feita antes do seu amadurecimento, atingindo o pico de produção de etileno durante o armazenamento (GOMES, 2007). Ao reduzir o metabolismo dos frutos durante esse armazenamento, prolonga-se o amadurecimento, tornando mais lentas as mudanças bioquímicas, fisiológicas e estruturais do fruto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A manga 'Ubá' possui grande aceitação para o consumo ao natural no mercado interno, e grande importância como matéria-prima no setor industrial, por meio da produção de polpa durante as épocas de safra. Além disso, pode ser utilizada para a fabricação de néctares, doces, iogurtes, biscoitos, bolos, sorvetes, refrescos e alimentos infantis (BENEVIDES et al., 2008; MANICA et al., 2001).

De acordo com o Anuário Brasileiro de Fruticultura, o estado de Minas Gerais é o 3º maior produtor brasileiro de frutas e o Espírito Santo, o 6º principal exportador brasileiro de frutas frescas, secas e processadas, mas com pouca participação no fornecimento de mangas devido a vários fatores, sendo citadas condições fitossanitárias e qualidade pós-colheita (CARVALHO et al., 2017).

Pesquisas recentes apresentam formas alternativas de conservação, utilizando diferentes métodos e materiais, como revestimento à base de goma gelana (DANALACHE et al., 2016), revestimento comestível à base de quitosana

(CHEVALIER et al., 2016), uso de óleos essenciais e revestimentos à base de plantas, como *Aloe vera*, capim limão e alecrim (HASSAN et al., 2018), atmosfera controlada em frutas (ALAMAR et al., 2017), diferentes revestimentos em alimentos frescos, além do uso de armazenamento à frio (YOUSUF et al., 2018).

Os revestimentos ou coberturas naturais são uma das alternativas para auxiliar na conservação de alimentos. Estes possuem excelentes propriedades de barreira, principalmente quanto à permeabilidade de gases e vapor de água, entre outros fatores, que contribuem para a manutenção da qualidade do fruto pós-colheita (GALUS; KADZIŃSKA, 2015).

No estudo realizado por Gonçalves, Passos e Biedrzycki (2008), percebeu-se a preocupação do consumidor com a conservação dos recursos naturais e minimização de impactos ambientais, por meio da utilização de embalagens ecologicamente corretas. Nesse contexto, o uso de revestimento comestível possui a vantagem em ser biodegradável, evitando a poluição ambiental (VILLADIEGO et al., 2005).

Outros benefícios relatados por Villadiego e colaboradores (2005), foram aumentar a vida útil dos alimentos, melhorar a aparência de frutas e hortaliças e proteger suas propriedades durante estocagem e manipulação, mantendo suas características sensoriais e propriedades de textura.

De acordo com Assis e Britto (2014) para o revestimento agir de maneira satisfatória como barreira, fatores como o material utilizado e a fisiologia do alimento a ser revestido são fundamentais.

Os compostos mais utilizados na elaboração de revestimentos comestíveis são proteínas, polissacarídeos, lipídeos ou uma combinação desses compostos, permitindo utilizar vantajosamente as distintas características funcionais de cada classe, conferindo benefícios como resistência a danos mecânicos, retenção de Vitamina C, redução de perda de massa e aumento do tempo de armazenamento (LUVIELMO; LAMAS, 2012; YOUSUF et al., 2018).

Já a refrigeração retarda as reações químicas, atividades enzimáticas, a multiplicação e a atividade dos microrganismos nos alimentos, o que permite controlar a perda de qualidade dos alimentos decorrente da atividade fisiológica ou de outras reações químicas, como degradação de pigmentos e vitaminas (GAVA et al., 2008). Portanto, na utilização do frio serão reduzidas ou inibidas a atividade microbiana e as reações enzimáticas, incluindo processos metabólicos normais da

matéria-prima, permitindo também o aumento do tempo de armazenamento dos alimentos.

A refrigeração é um recurso bastante utilizado dentre os métodos combinados na conservação de alimentos, assim como a atmosfera modificada e a radiação, em combinação com filmes e revestimentos comestíveis (DEHGHANI; HOSSEINI; REGENSTEIN, 2018).

O termo “métodos combinados” tem sido utilizado em pesquisas para designar mais de uma forma de conservação aplicada ao mesmo alimento (LEISTNER, 1992; MANTILLA et al., 2010).

Dessa forma, dada a importância de atingir um padrão de qualidade dos produtos da fruticultura, a fim de atender as exigências do mercado internacional, fator primário para melhorar o desempenho nacional nessa atividade, conforme observaram Adami e colaboradores (2016), essa pesquisa buscou avaliar a conservação pós-colheita de manga ‘Ubá’, armazenada sob refrigeração, submetida a diferentes tipos de revestimentos naturais.

## 1.1. REFERÊNCIAS

ADAMI, A. C. O.; SOUSA, E. P.; FRICKS, L. B.; MIRANDA, S. H. G.; Oferta de exportação de frutas do Brasil: O caso da manga e do melão, no período de 2004 a 2015. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 47, n. 4, p. 63-78, out./dez., 2016.

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

ALAMAR, M. C.; COLLINGS, E.; COOLS, K.; TERRY, L. A. Impact of controlled atmosphere scheduling on strawberry and imported avocado fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 134, p. 76-86, 2017.

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

CARVALHO, C.; FILTER, F.; KIST, B. B.; SANTOS, C. E.; TREICHEL, M. **Anuário Brasileiro da Fruticultura**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2017. 88 p.: il.

CHEVALIER, R. C.; SILVA, G.F.A.; SILVA, D. M.; PIZATO, S.; CORTEZ-VEGA, W. R. Utilização de revestimento comestível à base de quitosana para aumentar a vida útil de melão minimamente processado. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v. 3, n. 3, p. 130-138. 2016.

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

DANALACHE, F.; CARVALHO, C. Y.; ALVES, V. D.; MOLDÃO-MARTINS, M.; MATA, P. Optimisation of gellan gum edible coating for ready-to-eat mango (*Mangifera indica* L.) bars. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 84, p. 43-53, 2016.

DEHGHANI, S.; HOSSEINI, S. V.; REGENSTEIN, J. M. Edible films and coatings in seafood preservation: A review. **Food Chemistry**, v. 240, p. 505-513, 2018.

GALUS, S.; KADZIŃSKA, J. Food applications of emulsion-based edible films and coatings. **Trends in Food Science & Technology**, v. 45, n. 2, p. 273-283, 2015.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel, 2008. 512 p.

GOMES, R. P. **Fruticultura Brasileira**. São Paulo: Nobel. 13ª ed. 2007. 443 p.

GONÇALVES, A. A.; PASSOS, M. G.; BIEDRZYCKI, A. Percepção do consumidor com relação à embalagem de alimentos: tendências. **Estudos Tecnológicos**, v. 4, n. 3, p. 271-283, 2008.

HASSAN, B.; CHATHA, S. A. S.; HUSSAIN, A. I.; ZIA, K. M.; AKHTAR, N. Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 109, p. 1095-1107, 2018.

LEISTNER, L. Food Preservation by combined methods. **Food Research International**, v. 25, p. 151-158, 1992.

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

MANICA, I.; ICUMA, I. M.; MALAVOLTA, E.; RAMOS, V. H. V.; OLIVEIRA JUNIOR, M. E. O.; CUNHA, M. M.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Manga**: Tecnologia, produção, agroindústria e exportação. Porto Alegre: Cinco Continentes. 2001. 671 p.

MANTILLA, S. P. S.; SANTOS, E. B.; VITAL, H. C.; MANO, S. B.; FRANCO, R. M. Atmosfera Modificada e Irradiação: Métodos combinados de conservação e inocuidade alimentar. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v. 8, n. 15, 2010. 23 p.

SILVA, D. F. P.; SIQUEIRA, D. L.; PEREIRA, C. S.; SALOMÃO, L. C. C.; STRUIVING, T. B. Caracterização de frutos de 15 cultivares de mangueira na Zona da Mata mineira. **Revista Ceres**, v. 56, n. 6, nov-dez, p. 783-789, 2009.

SILVA, D. F. P.; SIQUEIRA, D. L.; ROCHA, A.; SALOMÃO, L. C. C.; MATIAS, R. G. P.; STRUIVING, T. B. Diversidade genética entre cultivares de mangueiras, baseada em caracteres de qualidade dos frutos. **Revista Ceres**, v. 59, n. 2, p. 225-232, abr. 2012.

VILLADIEGO, A. M. D.; SOARES, N. F. F.; ANDRADE, N. J., PUSCHMANN, R., MINIM, V. P. R.; CRUZ, R. Filmes e revestimentos comestíveis na conservação de produtos alimentícios. **Revista Ceres**, v. 5, n. 300, p. 221-244, 2005.

YOUSUF, B.; QADRI, O. S.; SRVASTAVA, A. K. Recent developments in shelf-life extension of fresh-cut fruits and vegetables by application of different edible coatings: A review. **Food Science and Technology**, v. 89, p. 198-209, 2018.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Avaliar a conservação pós-colheita de manga 'Ubá', armazenada sob refrigeração, submetida a diferentes tipos de revestimentos naturais.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Estudar o efeito da utilização de revestimentos à base de cera de abelha, carboximetilcelulose, cera de carnaúba e fécula de mandioca sobre as características físico-químicas de frutos de manga 'Ubá';
- Avaliar a conservação pós-colheita e tempo de vida útil dos frutos nos diferentes tratamentos utilizados;
- Determinar o melhor revestimento para a conservação das mangas da variedade 'Ubá' para as condições utilizadas neste trabalho.

### 3. ARTIGO DE REVISÃO

## REVESTIMENTOS NATURAIS NA CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS

### RESUMO

O uso de revestimentos em alimentos tem sido investigado e se intensificou ainda mais com a ampliação no mercado de alimentos frescos. Seu uso se estende a diversos tipos de frutas e hortaliças, inteira ou processada, com o objetivo de se estender a vida útil e manter suas qualidades físicas, sensoriais e microbiológicas durante o armazenamento. O presente artigo teve como objetivo descrever pesquisas relacionadas ao tema e relatar a utilização dessa tecnologia e seus efeitos nos alimentos. Foi observado que o uso de revestimentos é capaz de prolongar o tempo de vida útil dos alimentos, principalmente quando associado ao uso de refrigeração. O aumento do tempo de vida útil varia de acordo com a composição do revestimento e a temperatura de armazenamento.

**Palavras-chave:** Frutas; revestimentos naturais; pós-colheita.

### ABSTRACT

The use of coatings in foods has been investigated and it was intensified by the expansion of the fresh food market. Its use extends to a diversity of fruits and vegetables, whole or processed, with the aim to extend the shelf life and improve their physical, organoleptic and microbiologic qualities during the storage. The present review has the objective to bring researches related to the topic and describe the application of this technology and its effects on food. It has been observed that the use of coatings can prolong the shelf life of food, especially when associated with the use of cold storage. The increase in shelf life varies with coating composition and storage temperature.

**Key-Word:** Fruits; natural coatings; post-harvest.

### 3.1. INTRODUÇÃO

A qualidade de um alimento natural depende de vários fatores e o emprego de revestimentos, embora ainda em desenvolvimento, tem apresentado resultados bastante significativos para auxiliar na conservação de alimentos perecíveis como as frutas climatéricas e alimentos minimamente processados (ASSIS; BRITTO, 2014).

Os revestimentos ou coberturas naturais são uma das recentes alternativas estudadas para auxiliar na conservação de alimentos. Estes possuem excelentes propriedades de barreira, principalmente ao transporte de gases e vapor de água, que contribuem para a manutenção da qualidade do fruto pós-colheita (GALUS; KADZIŃSKA, 2015).

Revestimentos comestíveis são finas camadas de soluções filmogênicas aplicadas em alimentos para protegê-los e manter sua qualidade por mais tempo. São preparadas a partir de recursos naturais renováveis como polissacarídeos, lipídeos e compostos que são comestíveis (HASSAN et al., 2018).

A utilização de soluções filmogênicas como auxiliar na conservação pós-colheita de frutas têm sido considerada uma tecnologia com grande potencial, principalmente em frutas de origem tropical (LUVIELMO; LAMAS, 2012; ASSIS; BRITTO, 2014).

Com a aplicação dos revestimentos tem-se a formação de uma cobertura com preenchimento parcial dos estômatos e lenticelas, reduzindo a transferência de umidade e as trocas gasosas. A redução da permeação do O<sub>2</sub> para o interior do fruto reduz a produção de etileno, permitindo prolongar a vida útil do fruto (LUVIELMO; LAMAS, 2012).

Diferentes métodos podem ser utilizados para aplicar um revestimento em um produto alimentício para protegê-lo, prolongando sua vida útil e melhorando outros aspectos de qualidade, como atributos sensoriais ou de frescor (HASSAN et al., 2018).

Diversos biopolímeros têm sido avaliados em formulações de revestimentos e, nesta revisão, são apresentadas pesquisas relacionadas aos compostos utilizados em sua elaboração.

Dessa forma, o objetivo principal dessa revisão foi resumir as informações existentes sobre alimentos revestidos, que possam contribuir com a proposição de métodos de conservação de alimentos perecíveis.

## **3.2. ALIMENTOS REVESTIDOS**

A aplicação de revestimentos comestíveis e uma tecnologia cada vez mais divulgada e avaliada como um procedimento viável para aumentar o tempo de vida de frutas e hortaliças (ASSIS; BRITTO, 2014).

Em processo de desenvolvimento, esse tipo de revestimento tem apresentado resultados bastante significativos, como uma prática auxiliar na conservação de alimentos com curto prazo de vida útil (ASSIS; BRITTO, 2014).

No estudo realizado por Gonçalves, Passos e Biedrzycki (2008), percebeu-se a preocupação do consumidor com a conservação dos recursos naturais e minimização de impactos ambientais, por meio da utilização de embalagens ecologicamente corretas.

Nesse contexto, o uso de revestimento comestível possui vantagem em ser biodegradável, evitando a poluição ambiental (VILLADIEGO et al., 2005).

Outros benefícios observados na revisão de Villadiego e colaboradores (2005) foi de aumentar a vida de prateleira dos alimentos, melhorar sua aparência e proteger suas propriedades durante estocagem e manipulação, mantendo suas características sensoriais e propriedades de textura.

De acordo com Assis e Britto (2014), para cobertura agir de maneira satisfatória como barreira, depende tanto do material utilizado como da fisiologia do alimento a ser revestido.

Os compostos mais utilizados na elaboração de revestimentos comestíveis são proteínas, polissacarídeos, lipídeos ou uma combinação desses compostos, permitindo utilizar vantajosamente as distintas características funcionais de cada classe, conferindo benefícios como resistência a danos mecânicos, retenção de Vitamina C, redução de perda de massa e aumento do tempo de armazenamento (LUVIELMO; LAMAS, 2012; YOUSUF et al., 2018).

### **3.2.1. Uso de refrigeração**

Na deterioração de tecidos vegetais, as reações bioquímicas são predominantemente de decomposição, envolvem processos oxidativos, apresentando transformações como elevada taxa de respiração e atividade metabólica, perda de massa, amaciamento dos tecidos e perda do “flavor” e do valor nutritivo (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Em geral, a taxa de respiração é mais elevada nas primeiras 24 horas após a colheita. As perdas são maiores e a vida de armazenamento é menor, quando o produto é armazenado após a colheita em ambiente com temperatura elevada, sem refrigeração (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A refrigeração retarda as reações químicas, atividades enzimáticas, a multiplicação e a atividade dos microrganismos nos alimentos, o que permite controlar a perda de qualidade dos alimentos decorrente da atividade fisiológica ou de outras reações químicas, como degradação de pigmentos e vitaminas. Portanto, na utilização do frio serão reduzidas ou inibidas a atividade microbiana e as reações enzimáticas, incluindo processos metabólicos normais da matéria-prima, permitindo também o aumento do tempo de armazenamento dos alimentos (GAVA et al., 2008).

A refrigeração é um recurso bastante utilizado dentre os métodos combinados na conservação de alimentos, assim como a atmosfera modificada e a radiação, em combinação com filmes e revestimentos comestíveis (DEHGHANI; HOSSEINI; REGENSTEIN, 2018).

O termo “métodos combinados” tem sido utilizado em pesquisas para designar mais de uma forma de conservação aplicada ao mesmo alimento (LEISTNER, 1992; MANTILLA et al., 2010).

### **3.3. TIPOS DE SOLUÇÕES FILMOGÊNICAS**

A escolha do material apropriado para elaboração de soluções filmogênicas depende das características do fruto, do próprio material e dos objetivos desejados para o revestimento. Na Tabela 1 estão exemplificados alguns revestimentos aplicados em diferentes espécies de frutos.

Tabela 1. Tipos de revestimentos estudados em frutos.

<b>Fruto</b>	<b>Condição</b>	<b>Revestimento</b>	<b>Conservação pós-colheita</b>	<b>Autor</b>
<b>Manga</b>	Inteira	Fécula de mandioca 2%; Amido de milho 4%	21 dias 21 dias	SANTOS et al., 2011
	Inteira	Cera de abelha; Cera de carnaúba; Alginato de Sódio; Quitossana; CMC	30 dias	SILVA, 2015
<b>Mamão</b>	Inteiro	Fécula de mandioca	12 dias	PEREIRA et al., 2006
	Inteiro	CMC; CMC e timol	7 dias 9 dias	ZILLO et al., 2018
<b>Goiaba</b>	Cortada ao meio	Goma de caju e CMC	8 dias	FORATO et al., 2015
	Inteira	Cera de carnaúba	8 dias	RIBEIRO et al. 2005
<b>Maçã</b>	Minimamente processada	Extrato de nabo e goma xantana	13 dias	BORGES et al., 2016
<b>Melão</b>	Minimamente processado	Quitossana com montmorillonita e óleo essencial de cravo	6 dias	CHEVALIER et al., 2016
<b>Jujuba</b>	Inteira	Cera de carnaúba	10 dias	CHEN et al. 2019
<b>Berinjela</b>	Inteira	Cera de carnaúba	12 dias	SINGH et al. 2016
<b>Ameixa</b>	Inteira	Cera de abelha	28 dias	NAVARRO-TARAZAGA et al., 2011.

A fisiologia do fruto deve ser levada em consideração no tempo de conservação observado. Cada espécie tem um tempo de vida após a colheita e com a utilização de um mesmo material para a solução filmogênica a ação sobre o fruto é particular.

Em todos os casos citados na Tabela 1 houve algum aumento no tempo de conservação em relação ao fruto não revestido (controle). No entanto, em alguns casos isso foi possível com a utilização conjunta do armazenamento a frio dos frutos revestidos, como a ameixa (1 °C) e os minimamente processados (4 °C).

Frutas tropicais, especialmente as climatéricas, tem curta vida útil por apresentarem elevado teor de umidade, textura macia e altas taxas respiratórias - quando comparados aos produtos agrícolas duráveis como grãos e cereais (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Essas características geram desvantagens em relação ao manuseio pós-colheita, podendo resultar em perdas consideráveis até a comercialização ou o consumo.

A solução filmogênica para revestir o fruto deve ser capaz de limitar as trocas gasosas e a perda de água para o ambiente, reduzindo o metabolismo e prolongando sua vida pós-colheita.

Santos e colaboradores (2011) relataram que apenas foi possível um controle efetivo da perda de massa em frutos de manga 'Tommy Atkins' revestida associada à refrigeração.

Silva (2015) observou que, dentre os revestimentos testados (Tabela 1) em mangas 'Palmer', a aplicação de revestimentos à base de cera de abelha e de cera de carnaúba foram os mais eficientes na redução da perda de massa associado ao armazenamento refrigerado (21 dias a 10,3 °C e 81 de UR, mais nove dias a 25 °C e 73 de UR).

### **3.3.1. Cera de abelha**

Filmes formados por lipídeos, como o caso da cera de abelha, são mais opacos do que de outras fontes. Quanto maior a concentração de cera de abelha, maior é a opacidade e a perda de brilho do revestimento. Seu uso se justifica pela barreira contra a umidade, por ser comestível e de baixo custo (NAVARRO-TARAZAGA et al., 2011).

É possível melhorar a qualidade e aparência do revestimento, pela adição de agentes surfactantes, como span 80 e tween 80, que possuem propriedades emulsificantes (SILVA, 2015).

Na investigação de Navarro-Tarazaga e colaboradores (2011), a cera de abelha foi capaz de formar uma barreira semipermeável ao oxigênio em ameixas, reduzindo a perda de massa e o amolecimento da polpa, sem afetar a qualidade sensorial da fruta. Foi utilizado o acondicionamento dos frutos a 1°C, revestidos com a cera de abelha, promovendo sua conservação por 4 semanas.

Em estudos para conservação de manga com revestimentos à base de cera de abelha, azeite de oliva, amido e benzoato de sódio; foi observado um maior prolongamento da vida de prateleira e melhor redução da perda de massa no caso dos frutos revestidos com cera de abelha, enquanto que os frutos revestidos com amido apresentaram melhor qualidade de cor, sólidos solúveis e carotenoides (BIBI; BALOCH, 2014).

### **3.3.2. Carboximetilcelulose**

A carboximetilcelulose (CMC) é derivada da celulose, amplamente estudada em elaboração de revestimentos. Sua preparação consiste em diluição em água aquecida a 70 °C com agitação constante (SILVA, 2015).

Sua utilização combinada com quitosana conservou a firmeza em laranjas e toranjas, mas não reduziu significativamente a perda de massa dos frutos (ARNON et al., 2014).

Soluções filmogênicas à base de goma de caju e carboximetilcelulose foram analisadas como revestimentos comestíveis em frutos inteiros e cortados pela metade de goiaba vermelha. Foi observada a redução na perda de massa, preservação da firmeza e retardo na mudança da cor da casca dos frutos, prolongando o armazenamento por até 8 dias (FORATO et al., 2015).

Revestimento à base de CMC, acrescido de timol, foi efetivo no controle pós-colheita em mamão papaia, apresentando redução da antracnose, retardo das mudanças fisiológicas, podridão e murchamento dos frutos. Foi feito um estudo comparativo com controle, frutos revestidos com CMC e frutos revestidos com CMC e óleo essencial (timol), apresentando tempo de vida útil de cinco, sete e nove dias respectivamente (ZILLO et al., 2018).

### **3.3.3. Cera de Carnaúba**

A cera de carnaúba provém de uma palmeira brasileira (*Copernica cerifa*), utilizada como revestimento e foi capaz de reduzir perda de massa e manter a aparência brilhante em alguns frutos (RIBEIRO et al., 2005; CHEN et al., 2019).

Esta cera é interessante quando se pretende ter uma barreira à perda de água, devido à sua natureza hidrofóbica, os lipídios melhoram a resistência dos filmes à umidade. A sua opacidade se deve à concentração utilizada, podendo

comprometer a qualidade dos filmes quando a alta transparência é necessária. No entanto não é eficiente como barreira ao vapor de água em altas concentrações, tornando o revestimento rígido (RODRIGUES et al., 2014).

Chiumarelli e Hubinger (2014) sugerem a utilização de glicerol para obter melhor desempenho do filme ou revestimento, atuando como agente plastificante.

O glicerol é um plastificante usado para aumentar a flexibilidade dos revestimentos, mas pode afetar a permeabilidade ao vapor de água e aos gases, pois é muito hidrofílico e higroscópico (SOTHORNVIT; KROCHTA, 2001).

Resultados obtidos em análises de caracterização de formulações de revestimentos com amido de mandioca, glicerol, cera de carnaúba e ácido esteárico mostraram que alto teor de cera e baixa concentração de glicerol formam filmes ruins, com estrutura rígida, barreira de gases e vapor de água fraca. Obteve-se revestimento com boas propriedades de barreira e filmes com boas propriedades mecânicas, térmicas, físicas e estruturais, adequadas para uso como revestimentos, a partir de uma formulação com estes componentes balanceados (CHIUMARELLI; HUBINGER, 2014).

#### **3.3.4. Fécula de mandioca**

A mandioca é uma cultura de raízes amiláceas e é utilizada tanto para o consumo humano como em numerosas aplicações industriais. Tanto a amilose como a amilopectina são componentes do amido cujo conteúdo e estruturas contribuem para as suas propriedades únicas (TAPPIBAN et al., 2019).

Além de sua importância para a alimentação humana, a fécula de mandioca vem sendo bastante estudada como revestimento ou na formação de filmes para várias aplicações (RODRIGUES et al., 2014 ).

É um recurso renovável amplamente disponível e pode ser obtido a partir de diferentes sobras de colheita e industrialização de matérias-primas. É desejável devido à sua claridade, baixa temperatura de gelatinização e boa estabilidade do gel (FAKHOURI et al., 2012).

Os revestimentos à base de polissacarídeos têm baixa permeabilidade ao oxigênio, o que pode reduzir a taxa de respiração. O amido é o polissacarídeo mais importante usado na formulação de filmes biodegradáveis e revestimentos comestíveis. Os revestimentos à base de amido de mandioca são insípidos,

inodoros e transparentes, não alterando o sabor, aroma e aparência do produto (CHIUMARELLI; HUBINGER, 2014).

Em um estudo com mangas “Tommy Atkins” foi observado que a solução filmogênica à base de fécula de mandioca foi eficiente na manutenção da qualidade dos frutos em relação a perda de massa, o pH, a cor da casca e a relação sólidos solúveis/acidez titulável - SS/AT (VIEIRA et al, 2009).

A fécula de mandioca reduziu a perda de massa em mangas de forma inversamente proporcional à sua concentração (SCANAVACA JR et al., 2007).

Em um estudo com maçãs minimamente processadas, observou-se um melhor desempenho em formulação contendo 3% (m/m) de amido de mandioca, 1,5% (m/m) de glicerol, 0,2% (m/m) de cera de carnaúba e 0,8% (m/m) de ácido esteárico, que apresentaram melhor aproveitamento, boas propriedades mecânicas, térmicas, físicas, de barreira à umidade e troca de gás (CHIUMARELLI; HUBINGER, 2014).

### **3.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com base em estudos na literatura, observa-se que o uso de revestimentos prolongou o tempo de vida útil dos frutos, principalmente quando aliado à refrigeração.

Um mesmo material para a elaboração do revestimento pode proporcionar um resultado diferente em diferentes frutos. O tempo de vida útil variou de acordo com a fisiologia do fruto estudado, composição do revestimento e a temperatura do armazenamento.

O estudo prévio das soluções filmogênicas possibilita uma melhor escolha para pesquisa em pós-colheita de frutas e hortaliças. Tendo em vista a qualidade sensorial da fruta, é desejável que se escolha o revestimento que possibilite, além de sua conservação, uma melhora em seu aspecto visual para maior aceitação pelos consumidores.

É importante que se estude mais de um tipo de solução filmogênica para a formação do revestimento, visto que foram obtidos resultados diversos de uma mesma solução filmogênica em diferentes frutos e em alguns frutos as soluções estudadas não proporcionaram resultados efetivos.

Em produtos minimamente processados e em frutos muito perecíveis observa-se a necessidade de armazenamento refrigerado juntamente com o revestimento para obter resultado satisfatório.

### 3.5. REFERÊNCIAS

- ARNON, H.; ZAITSEV, Y.; PORAT, R.; POVERENOV, E. (2014). Effects of carboxymethyl cellulose and chitosan bilayer edible coating on postharvest quality of citrus fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 87, 21-26.
- ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. (2014). Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. *Brazilian Journal of Food Technology*, 17(2) 87-97. <https://dx.doi.org/10.1590/bjft.2014.019>.
- BIBI, F.; BALOCH, M. K. (2014). Quality and Shelf Life of Mango Fruits and Coatings. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38, 499–507. doi:10.1111/j.1745-4549.2012.00800.x
- BORGES, C. D.; MENDONÇA, C. R. B.; NOGUEIRA, D.; HARTWIG, E. S.; RUTZ, J. K. (2016). Conservation of minimally processed apples using edible coatings made of turnip extract and xanthan gum. *Brazilian Journal of Food Technology*, 19, e2015038. <https://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.3815>.
- CHEN, H.; SUN, Z.; YANG, H. (2019). Effect of carnauba wax-based coating containing glycerol monolaurate on the quality maintenance and shelf-life of Indian jujube (*Zizyphus mauritiana* Lamk.) fruit during storage. *Scientia Horticulturae*, 244, 157-164. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.09.039>.
- CHEVALIER, R. C.; SILVA, G. F. A.; SILVA, D. M.; PIZATO, S.; CORTEZ-VEGA, W. R. (2016). Utilização de revestimento comestível à base de quitosana para aumentar a vida útil de melão minimamente processado. *Journal of Bioenergy and Food Science*, 3(3), 130-138. Doi: 10.18067/jbfs.v3i3.101.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. (2005) Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2 ed. 785 p. Lavras: UFLA.
- CHIUMARELLI, M.; HUBINGER, M. D. (2014). Evaluation of edible films and coatings formulated with cassava starch, glycerol, carnauba wax and stearic acid. *Food Hydrocolloids*, 38, 20-27. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.11.013>.
- DEHGHANI, S.; HOSSEINI, S. V.; REGENSTEIN, J. M. (2018). Edible films and coatings in seafood preservation: A review. *Food Chemistry*, 240, 505-513. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.034>
- FAKHOURI, F. M.; MARTELLI, S. M.; BERTAN, L. C.; YAMASHITA, F.; MEI, L. H.; QUEIROZ, F. P. (2012). Edible films made from blends of manioc starch and gelatin – Influence of different types of plasticizer and different levels of macromolecules on their properties. *LWT - Food Science and Technology*, 49(1), 149-154. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.04.017>.
- FORATO, L. A.; BRITTO, D.; RIZZO, J. S.; GASTALDI, T. A.; ASSIS, O. B. G. (2015). Effect of cashew gum-carboxymethylcellulose edible coatings in extending the shelf-life of fresh and cut guavas. *Food Packaging and Shelf Life*, 5, 68–74. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fpsl.2015.06.001>.

- GALUS, S., KADZIŃSKA, J., (2015). Food applications of emulsion-based edible films and coatings. *Trends in Food Science & Technology*, 45(2), 273-283.
- GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. (2008). *Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações*. São Paulo: Nobel. 512 p.
- GONÇALVES, A. A.; PASSOS, M. G.; BIEDRZYCKI, A. (2008). Percepção do consumidor com relação à embalagem de alimentos: tendências. *Estudos Tecnológicos*, 4(3), 271-283.
- HASSAN, B.; CHATHA, S. A. S.; HUSSAIN, A. I.; ZIA, K. M.; AKHTAR, N. (2018). Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 109, 1095–1107. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.11.097>.
- LEISTNER, L. (1992). Food Preservation by combined methods. *Food Research International*, 25, 151-158.
- LUVIELMO, M. M.; LAMAS, S. V. (2012). Revestimentos comestíveis em frutas. *Estudos Tecnológicos em Engenharia*, 8(1), 8-15. doi: 10.4013/ete.2012.81.02.
- MANTILLA, S. P. S.; SANTOS, E. B.; VITAL, H. C.; MANO, S. B.; FRANCO, R. M. (2010). Atmosfera Modificada e Irradiação: Métodos combinados de conservação e inocuidade alimentar. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*, 8(15), 23 p.
- NAVARRO-TARAZAGA, M. L.; MASSA, A.; PÉREZ-GAGO, M. B. (2011). Effect of beeswax content on hydroxypropyl methylcellulose-based edible film properties and postharvest quality of coated plums (Cv. Angeleno). *LWT - Food Science and Technology*, 44(10), 2328-2334. doi:10.1016/j.lwt.2011.03.011.
- PEREIRA, M. E. C.; SILVA, A. S.; BISPO, A. S. R.; SANTOS, D. B.; SANTOS, S. B.; SANTOS, V. J. (2006). Amadurecimento de mamão formosa com revestimento comestível à base de fécula de mandioca. *Ciência e Agrotecnologia*, 30(6), 1116-1119.
- RIBEIRO, V. G.; ASSIS, J. S.; SILVA, F. F.; SIQUEIRA, P. P. X.; VILARONGA, C. P. P. (2005). Armazenamento de goiabas ‘Paluma’ sob refrigeração e em condição ambiente, com e sem tratamento com cera de carnaúba. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 27(2), 203-206.
- RODRIGUES, D. C.; CÁCERES, C. A.; RIBEIRO, H. L.; ABREU, R. F.; CUNHA, A. P.; AZEREDO, H. M. C. (2014). Influence of cassava starch and carnaúba wax on physical properties of cashew tree gum-based films. *Food Hydrocolloids*, 38, 147-151.
- SANTOS, A. E. O.; ASSIS, J. S.; BERBERT, P. A.; SANTOS, O. O.; BATISTA, P. F.; GRAVINA, G. A. (2011). Influência de biofilmes de fécula de mandioca e amido de milho na qualidade pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 6(3), 508-513. doi:10.5039/agraria.v6i3a755.

- SCANAVACA JR., L.; FONSECA, N.; PEREIRA, M. E. C. (2007). Uso da fécula de mandioca na pós-colheita de manga 'Surpresa'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 29(1), 67-71.
- SILVA, A. L. (2015). *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). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-SC.
- SINGH, S.; KHEMARIYA, P.; RAI, A.; RAI, A. C.; KOLEY, T. K.; SINGH, B. (2016). Carnauba wax-based edible coating enhances shelf-life and retain quality of eggplant (*Solanum melongena*) fruits. *LWT - Food Science and Technology*, 74, 420-426. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2016.08.004>.
- SOTHORNVIT, R.; KROCHTA, J. M. (2001). Plasticizer effect on mechanical properties of b-lactoglobulin films. *Journal of Food Engineering*, 50, 149-155.
- TAPPIBAN, P.; SMITH, D. R.; TRIWITAYAKORN, K.; BAO, J. (2019). Recent understanding of starch biosynthesis in cassava for quality improvement: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 83, 167-180. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.11.019>.
- VIEIRA, E. L.; PEREIRA, M. E. C.; SANTOS, D. B.; LIMA, M. A. C. (2009). Aplicação de biofilmes na qualidade da manga 'Tommy Atkins'. *Magistra*, 21(3), 165-170.
- VILLADIEGO, A. M. D.; SOARES, N. F. F.; ANDRADE, N. J.; PUSCHMANN, R.; MINIM, V. P. R.; CRUZ, R. (2005). Filmes e revestimentos comestíveis na conservação de produtos alimentícios. *Revista Ceres*, 5(300), 221-244. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=305242980005>
- YOUSUF, B.; QADRI, O. S.; SRIVASTAVA, A. K. (2018). Recent developments in shelf-life extension of fresh-cut fruits and vegetables by application of different edible coatings: A review. *Food Science and Technology*, 89, 198–209. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2017.10.051>
- ZILLO, R. R. ; SILVA, P. P. M.; OLIVEIRA, J.; GLÓRIA, E. M.; SPOTO, M. H. F. (2018). Carboxymethylcellulose coating associated with essential oil can increase papaya shelf life. *Scientia Horticulturae*, 239, 70–77. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.05.025>

#### 4. ARTIGO ORIGINAL

### APLICAÇÃO DE REVESTIMENTOS NATURAIS E DE REFRIGERAÇÃO NA CONSERVAÇÃO DE MANGA 'UBÁ'

#### RESUMO

A utilização de revestimentos naturais em combinação com a refrigeração é uma das técnicas muito utilizadas para a conservação pós-colheita da maioria das frutas. A manga, ainda que utilizada na produção de polpas, sucos e doces, é muito consumida *in natura*. Além disso, é interessante economicamente aumentar o volume de exportação dessa fruta por meio da melhoria da qualidade dos frutos e manejo pós-colheita. Portanto, estudar formas de prolongar seu período de armazenamento e comercialização é essencial. Esse trabalho teve como objetivo estudar a conservação pós-colheita de manga 'Ubá' utilizando revestimentos naturais à base de carboximetilcelulose, cera de abelha, fécula de mandioca e cera de carnaúba, combinados com o armazenamento refrigerado. O controle (manga não revestida) e as mangas revestidas foram avaliadas em relação às suas características físico-químicas e reológicas, na colheita dos frutos (0 dias) e durante o armazenamento (7, 14, 21 e 28) dias a 15 °C, mais 3 dias, em cada intervalo, à 25 °C, totalizando o tempo de armazenamento em 3, 10, 17, 24, 28 e 31 dias. Os revestimentos utilizados provocaram efeitos positivos sobre a conservação dos frutos, em comparação aos frutos controle, retardando processos fisiológicos do amadurecimento do fruto, como a redução de acidez, aumento do pH e de sólidos solúveis e perda da firmeza da polpa. Os revestimentos que obtiveram melhor desempenho foram as soluções à base cera de abelha, carboximetilcelulose e fécula de mandioca. No entanto, os frutos revestidos com cera de abelha não amadureceram de forma satisfatória. Assim, as soluções à base de carboximetilcelulose e fécula de mandioca foram as mais indicadas para as condições de acondicionamento propostas.

**Palavras-chave:** Amadurecimento; revestimentos naturais; pós-colheita; vida útil.

## ABSTRACT

The use of natural coatings combined with refrigeration is one of the most widely used techniques for post-harvest conservation of fruits. Mango, although used in the production of juices and sweets, is widely consumed *in natura*. In addition, it is economically interesting to increase the fruit export volume of this fruit by improving fruit quality and post-harvest management. Therefore, studying ways to extend storage and marketing period is essential. This work aims to study postharvest conservation of 'Ubá' mango using natural coatings based on beeswax, carboxymethylcellulose, carnauba wax and cassava starch, combined with refrigerated storage. The control (mango without coating) and coated mangoes were evaluated for physicochemical and rheological characteristics at fruit harvest (0 days) and during storage (7, 14, 21 and 28) days at 15 ° C, plus 3 days, at each interval, at 25 ° C, totaling the storage time at 3, 10, 17, 24, 28 and 31 days. The coatings used had positive effects on fruit preservation, compared to control fruits, delaying physiological processes of fruit ripening, like acidity reduction, pH and soluble solids increasing and pulp firmness loss. The best performing coatings were beeswax, carboxymethylcellulose and cassava starch based solutions. However, beeswax-coated fruits did not mature satisfactorily. The carboxymethylcellulose and cassava starch based solutions were the most suitable for the proposed storage conditions.

**Key-Word:** Ripening; natural coating; post-harvest; shelf life.

#### 4.1. INTRODUÇÃO

Originária do Sudoeste Asiático, a mangueira (*Mangifera indica* L.) disseminou-se para várias regiões do mundo. A manga é uma fruta tropical de grande aceitação pelos consumidores, por causa de suas características exóticas e composição nutricional. As principais variedades cultivadas comercialmente no Brasil são: “Tommy Atkins”, “Haden”, “Palmer”, “Keitt”, “Van Dyke”, “Rosa”, “Ubá”, entre outras. A variedade Ubá é bastante conhecida em algumas regiões do Brasil, sobretudo no Estado de Minas Gerais (FARAONI et al., 2009).

Essa cultivar destaca-se pelos valores elevados de vitamina C, carotenoides e açúcares solúveis (SILVA et al., 2009). Sendo um fruto de clima tropical, apresenta rápida perecibilidade e, por isso, torna-se importante o desenvolvimento de métodos eficientes para sua conservação. Por ser um fruto climatérico, a colheita é feita antes do seu amadurecimento, atingindo o pico de produção de etileno durante o armazenamento (GOMES, 2007). Ao reduzir o metabolismo dos frutos durante esse armazenamento, prolonga-se o tempo de amadurecimento, tornando mais lentas as mudanças bioquímicas, fisiológicas e estruturais do fruto.

A manga ‘Ubá’ possui grande aceitação para o consumo ao natural no mercado interno brasileiro, e grande importância como matéria-prima no setor industrial, por meio da produção de polpa durante as épocas de safra. Além disso, pode ser utilizada para a fabricação de néctares, doces, iogurtes, biscoitos, bolos, sorvetes, refrescos e alimentos infantis (MANICA et al., 2001; BENEVIDES et al., 2008).

Adami e colaboradores (2016) observaram a importância de atingir um padrão de qualidade dos produtos da fruticultura, a fim de atender as exigências do mercado internacional, fator primário para melhorar o desempenho nacional nessa atividade.

Alimentos em geral têm como característica sua fácil deterioração, que, no caso dos vegetais, começa imediatamente após a sua colheita (GAVA et al., 2008), e, especialmente no clima tropical, apresentam aceleração da maturação e deterioração em consequência das mudanças bioquímicas, fisiológicas e também de procedimentos de manuseio e acondicionamentos inadequados (LUVIELMO; LAMAS, 2012).

Os revestimentos ou coberturas naturais são uma das recentes alternativas

para auxiliar na conservação de alimentos. Estes possuem excelentes propriedades de barreira, principalmente ao transporte de gases e vapor de água, entre outros fatores que contribuem para a manutenção da qualidade do fruto pós-colheita (GALUS; KADZIŃSKA, 2015).

Benefícios relatados por Villadiego e colaboradores (2005) foram: aumentar a vida útil dos alimentos, melhorar a aparência de frutas e hortaliças e proteger suas propriedades durante estocagem e manipulação, mantendo suas características sensoriais e propriedades de textura.

De acordo com Assis e Britto (2014), para o revestimento agir de maneira satisfatória como barreira, fatores como o material utilizado e a fisiologia do alimento a ser revestido são fundamentais.

Os compostos mais utilizados na elaboração de revestimentos comestíveis são proteínas, polissacarídeos, lipídeos ou uma combinação desses compostos, permitindo utilizar vantajosamente as distintas características funcionais de cada classe, conferindo benefícios como resistência à danos mecânicos, retenção de Vitamina C, redução de perda de massa e aumento do tempo de armazenamento (LUVIELMO; LAMAS, 2012; YOUSUF et al., 2018).

Já a refrigeração retarda as reações químicas, atividades enzimáticas, a multiplicação e a atividade dos microrganismos nos alimentos, o que permite controlar a perda de qualidade dos alimentos decorrente da atividade fisiológica ou de outras reações químicas, como degradação de pigmentos e vitaminas (GAVA et al., 2008). Portanto, na utilização do frio serão reduzidas ou inibidas a atividade microbiana e as reações enzimáticas, incluindo processos metabólicos normais da matéria-prima, permitindo também o aumento do tempo de armazenamento dos alimentos.

A refrigeração é um recurso bastante utilizado dentre os métodos combinados na conservação de alimentos, assim como a atmosfera modificada e a radiação, em combinação com filmes e revestimentos comestíveis (DEHGHANI; HOSSEINI; REGENSTEIN, 2018).

Dessa forma, neste trabalho foram avaliados diferentes tipos de revestimentos, associados à refrigeração, para a conservação pós-colheita de manga 'Ubá'.

## **4.2. METODOLOGIA**

### **4.2.1. Preparo das soluções filmogênicas**

As soluções filmogênicas foram previamente testadas para o devido ajuste das formulações, utilizando-se os melhores resultados a partir de observações das aplicações nos frutos (Apêndice C).

#### **4.2.1.1. Cera de abelha (CA)**

Foi elaborada uma solução à base de cera de abelha a 4,0 % (m/v) de concentração. Solubilizou-se em um Becker sobre chapa aquecedora, 120 g cera de abelha, 200 mL de tween 80, 30 g de ácido cítrico e 30 g de ácido ascórbico em 3 L de água destilada (SILVA, 2015). A utilização de ácido cítrico (1,0 % m/v) e ácido ascórbico (1,0 % m/v) foi necessária para melhorar a textura e a aplicação das soluções filmogênicas nos frutos (PEREIRA JUNIOR, 2014).

#### **4.2.1.2. Carboximetilcelulose (CMC)**

Foi elaborada uma solução à base de CMC a 1,0% (m/v) de concentração, com óleo de girassol a 0,3% (v/v), tween 80 a 0,3% e glicerol a 5% (v/v) em aquecimento (50°C) sob agitação (SILVA, 2015). Foi adicionado ácido ascórbico 0,5% e ácido cítrico 0,5% (m/v) (PEREIRA JUNIOR, 2014).

#### **4.2.1.3. Cera de carnaúba (CC)**

A emulsão de cera de carnaúba foi pesada e solubilizada em água destilada na proporção 1:2 e homogeneizada (SILVA, 2015).

#### **4.2.1.4. Fécula de mandioca (FM)**

A solução de fécula de mandioca foi preparada na concentração de 4% (m/v), aquecendo a suspensão, sob agitação, até 70 °C até completa gelatinização do amido. Foi acrescentado óleo de girassol 0,3 % e glicerol 5 % como agente plastificante (SILVA, 2015).

#### **4.2.2. Colheita das mangas**

Em vários locais do Brasil, para diferentes cultivares e épocas do ano tem sido adotado como o ponto de colheita cerca de 90 a 120 dias após o florescimento da planta (MANICA et al., 2001). Em um estudo de cultivares de manga 'Ubá' foi observada a maturação fisiológica dos frutos 120 dias após a antese, ou 17ª semana (LIMA, 2018). Portanto, neste trabalho, os frutos foram colhidos observando-se esse período.

Os frutos da mangueira 'Ubá' foram colhidos na área experimental da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), localizada em Rive, município de Alegre – ES (20°45'00.4"S 41°29'14.1"W). Foram descartados aqueles com defeitos físicos, ataque de pragas e doenças.

Os frutos foram colhidos fisiologicamente maduros, transportados para a Planta Piloto do Departamento de Engenharia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, onde foram higienizados.

Após a higienização e secagem, as mangas foram caracterizadas sem a aplicação dos revestimentos. Foram analisadas a massa dos frutos e as características físico-químicas: firmeza de polpa, rendimento, pH, acidez titulável e sólidos solúveis. A análise de cor da casca e da polpa foi realizada após a etapa de revestimento dos frutos.

Os frutos foram submersos nas soluções filmogênicas, previamente preparadas, durante um minuto (exceto o controle). Em seguida, o excesso de solução foi drenado e os frutos foram armazenados de acordo com o planejamento experimental.

#### **4.2.3. Planejamento experimental e análise estatística dos dados**

O experimento foi conduzido em esquema fatorial, com dois fatores: revestimento e tempo de armazenamento.

O fator revestimento com cinco níveis, sendo esses, quatro tipos de revestimentos e o controle (manga não revestida), e o tempo de armazenamento, seis níveis: na colheita dos frutos (0 dias) e durante o armazenamento (7, 14, 21 e 28) dias a 15 °C, mais 3 dias, em cada intervalo, à 25 °C, totalizando o tempo de armazenamento em 3, 10, 17, 24, 28 e 31 dias.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições, totalizando 90 unidades experimentais, e cada unidade experimental foi constituída de seis frutos.

Os dados obtidos foram submetidos à ANOVA, teste de comparação entre médias e análise de regressão, com o auxílio do programa GENES (CRUZ, 2013).

#### **4.2.4. Análises físico-químicas**

Cada unidade experimental continha seis frutos, separados aleatoriamente para as análises. Para a análise de firmeza, cor, perda de massa e rendimento foram utilizados frutos inteiros, sem triturar a polpa.

As mangas foram descascadas manualmente com faca, separando a polpa da semente e da casca. A polpa foi triturada com auxílio de um liquidificador. A polpa triturada foi direcionada às análises de pH, acidez titulável, sólidos solúveis e *ratio*.

##### **4.2.4.1. Perda de massa**

A perda de massa foi determinada por meio da diferença entre o peso inicial e final dos frutos em balança semi-analítica BALMAK modelo ELP- 25, ao longo de cada período de armazenamento e expressa em porcentagem.

##### **4.2.4.2. Rendimento**

Os frutos foram pesados e, em seguida, descascados e despolpados. A polpa foi então pesada. O rendimento foi obtido pela relação entre o peso da polpa e fruto inteiro, realizado em duplicata.

##### **4.2.4.3. Firmeza de polpa**

Para esta análise, as mangas foram descascadas e feitas duas medidas em cada face da manga, obtendo-se a média dos quatro valores. Ensaio de TPA foram realizados utilizando um analisador de textura (CT3 texture analyzer Brookfield). As seguintes condições experimentais foram selecionadas: velocidade de pré-teste: 1,0 mm/s, velocidade de teste: 2,0 mm/s, velocidade de pós teste: 2,0 mm/s (teste com dois ciclos de contagem), força de gatilho (trigger) 0,07N, ponta de prova (sonda) TA 44, dispositivo (base) TA-BT-KIT. Essas condições de configuração foram determinadas através de ensaios preliminares. O parâmetro Dureza (N) foi

automaticamente calculado pelo software do equipamento.

#### **4.2.4.4. Cor da casca e polpa**

A cor da casca e da polpa foram medidas na região central em lados opostos do fruto, para se obter um valor médio de cada medida. Para essas análises, utilizou-se o colorímetro (Konica Minolta modelo N/1800UV), onde foram avaliados os parâmetros L\*, a\* e b\* (LEMOS, 2014).

A coordenada L\* (luminosidade) varia de 0 (preto) a 100 (branco), a coordenada expressa o grau de variação a\* do verde (mais negativo = mais verde) ao vermelho (mais positivo = mais vermelho) e a coordenada b\* do azul (mais negativo = mais azul) ao amarelo (mais positivo = mais amarelo) (McGUIRE, 1992).

#### **4.2.4.5. pH**

A análise de pH da polpa foi realizada através de leitura direta realizada por potenciômetro, à temperatura ambiente, utilizando pHmetro (TEKNA modelo T-1000) calibrado com soluções-tampão de pH 4, 7 e 10 (IAL, 2008).

#### **4.2.4.6. Acidez titulável**

A acidez titulável foi feita seguindo a metodologia 312/IV do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008) e expressa em porcentagem de ácido cítrico, que é o ácido predominante na manga (Equação 1).

$$G_{ác\ cítrico} \% = \frac{V \cdot f \cdot M_{NaOH} \cdot PM}{10 \cdot P_{amostra} \cdot n} \quad \text{Equação 1}$$

#### **4.2.4.7. Sólidos Solúveis**

A análise de sólidos solúveis foi realizada por meio de leitura direta da polpa da manga, com auxílio de um refratômetro digital (Atago Abber DR-A1) (IAL, 2008).

#### **4.2.4.8. Ratio (SS/AT)**

Obtida através do quociente dos valores de sólidos solúveis e da acidez titulável (LEMOS, 2014).

### **4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Observou-se que a interação entre os fatores estudados foi significativa ( $p \leq 0,05$ ), ou seja, os fatores não atuam de forma independente sobre as variáveis respostas. Procedeu-se, então, ao desdobramento da interação, por meio da Análise de Regressão por tempo e Teste de Tukey por revestimento para comparação entre médias. As tabelas contendo os resultados para o teste de comparação entre médias estão apresentadas no Apêndice B.

Verificou-se que com 24 dias de acondicionamento os frutos já não estavam aptos ao consumo, e, aos 31 dias, todos os frutos estavam deteriorados, apresentando degradação da casca e da polpa e excessiva perda de massa (cerca de 33 % em 24 dias e 42 % em 31 dias). Por isso, serão discutidos os resultados referentes aos tempos de acondicionamento zero (colheita) até 17 dias, desconsiderando 24 e 31 dias de acondicionamento.

#### **4.3.1. Perda de massa**

Para os revestimentos e o controle, os modelos ajustados foram de grau 1 ( $p \leq 0,05$ ), mostrados na Figura 1, em que pode ser observada a perda de massa ao longo do armazenamento.

Embora não exista legislação específica que determine a perda de massa máxima aceitável para comercialização, Chitarra e Chitarra (2005) sugerem que alguns alimentos perecíveis ainda são comercializáveis com 10% de perda de umidade.

Esse valor foi destacado na Figura 1, como limite superior (LS) de perda de massa para avaliação do efeito dos revestimentos sobre os frutos de manga 'Ubá'.

Somente após 24 dias de acondicionamento é que foi observada diferença significativa entre os revestimentos. As mangas revestidas com CMC e CC apresentaram menor perda de massa que as mangas controle (CO). No entanto, as mangas com e sem revestimento já haviam atingido a perda de massa em torno de 10% quando acondicionadas por 10 dias (Figura 1).

Nenhum revestimento, portanto, foi capaz de reduzir a perda de massa de forma desejável em relação à vida útil do fruto.

Assis e colaboradores (2009) ressaltaram que a redução significativa de  $O_2$  pode provocar em uma mudança para respiração anaeróbica, resultando ao longo

do tempo no aumento de metabolismos indesejáveis, principalmente a ocorrência de fermentação.

Caso se utilizasse algum agente com maior potencial de barreira de umidade, poderia ser provocada a impermeabilização dos poros da casca dos frutos, impedindo a respiração e alterando o metabolismo dos frutos.

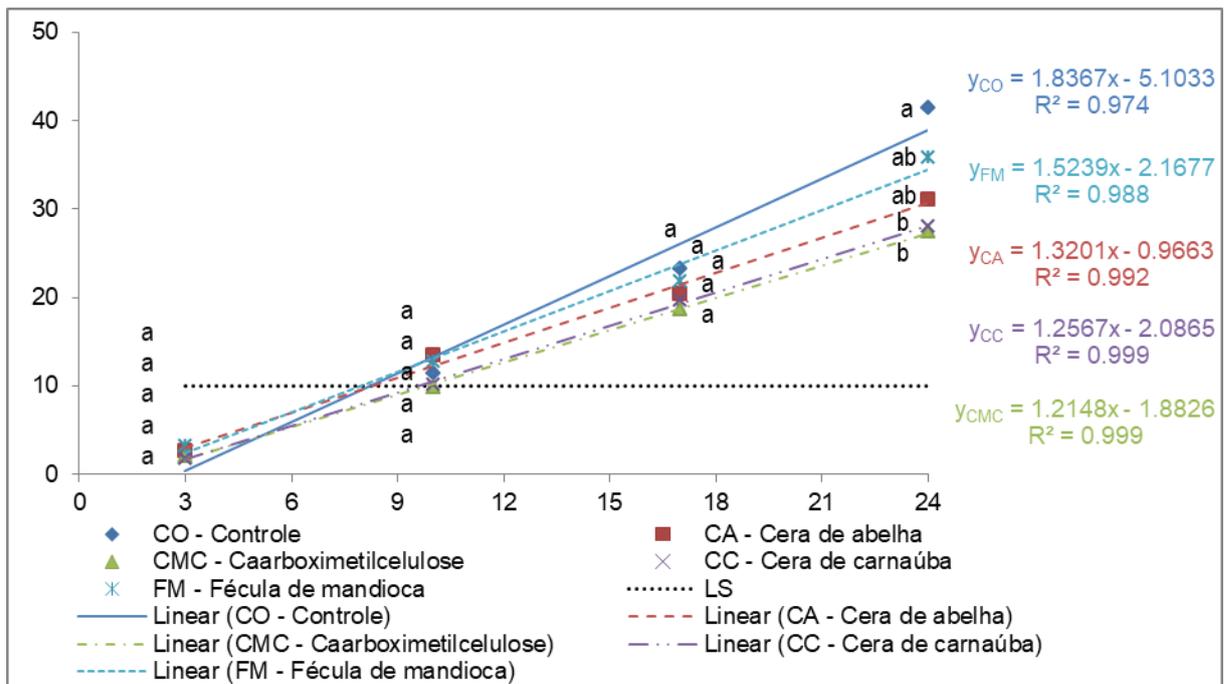


Figura 1: Perda de massa dos frutos (%), por revestimento, ao longo do armazenamento (dias).

Lima (2018) constatou que frutos de manga 'Ubá', colhidas a partir de 120 dias após a antese, apresentaram 10% de perda de massa em três dias de acondicionamento à temperatura ambiente.

Comparando a durabilidade dos frutos acondicionados em temperatura ambiente e os frutos deste experimento, constata-se que a refrigeração pode ter sido o fator responsável por estender esse período em todos os frutos, com revestimento e controle, em relação à perda de massa.

A partir das equações dos modelos ajustados, constatou-se que os frutos controle e os revestidos com CA e FM atingiram a perda de massa de 10 % em oito dias de acondicionamento, os frutos revestidos com CMC e CC atingiram esse valor em nove dias de acondicionamento.

Seria recomendável que se utilizasse de algum mecanismo de controle de umidade, a um baixo custo, em conjunto com o revestimento e a refrigeração, de forma a aumentar o tempo de acondicionamento em relação à perda de massa.

#### 4.3.2. Rendimento

Em relação ao rendimento, para os frutos CO e os revestidos com CC e FM os modelos ajustados foram de grau 1. Para os frutos revestidos com CA e CMC os modelos ajustados foram de grau 2 ( $p \leq 0,05$ ) (Figura 2).

Observou-se queda do rendimento ao longo do acondicionamento nos frutos revestidos e controle, exceto pelos frutos revestidos com CA (Figura 2).

O gasto energético do processo respiratório resulta em diferentes modificações na composição e características dos produtos, causando sua deterioração, devido a eventos fisiológicos como aumento da transpiração com o murchamento e perda de massa (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Esses eventos fisiológicos afetam diretamente o rendimento de polpa.

Observou-se, pelo teste de médias, que em até 10 dias de acondicionamento, os frutos revestidos não diferiram do controle (Figura 2), porque os revestimentos não produziram efeito significativo na perda de massa, fator que afeta diretamente no rendimento dos frutos.

Apenas nas análises do 17º dia de acondicionamento, observou-se que houve diferença entre os frutos revestidos com CA e CMC em relação ao controle, com rendimento significativamente superior.

É possível considerar que os frutos revestidos com CA e CMC tiveram a sua transpiração reduzida, fator que contribuiu para o controle do rendimento da polpa dos frutos.

No Apêndice A, estão dispostas fotos dos frutos testados, controle e revestidos, ao longo dos tempos de acondicionamento. Observou-se que os frutos revestidos com CA e CMC foram os que menos sofreram murchamento.

Silva e colaboradores (2009) encontraram, em relação à porcentagem de polpa, que para a variedade 'Ubá' o rendimento foi de 61,2%, em frutos colhidos fisiologicamente maduros (observando a cor da casca e formato dos frutos).

Segundo Benevides e colaboradores (2008) o rendimento industrial na ordem de 50% é considerado satisfatório para a industrialização de mangas. Dessa forma, no presente trabalho foi possível observar que todas as mangas estudadas tiveram porcentagem de rendimento de polpa superior a 50% até os 17 dias de acondicionamento. Em relação ao rendimento, todos os frutos estariam em condições satisfatórias de processamento e comercialização.

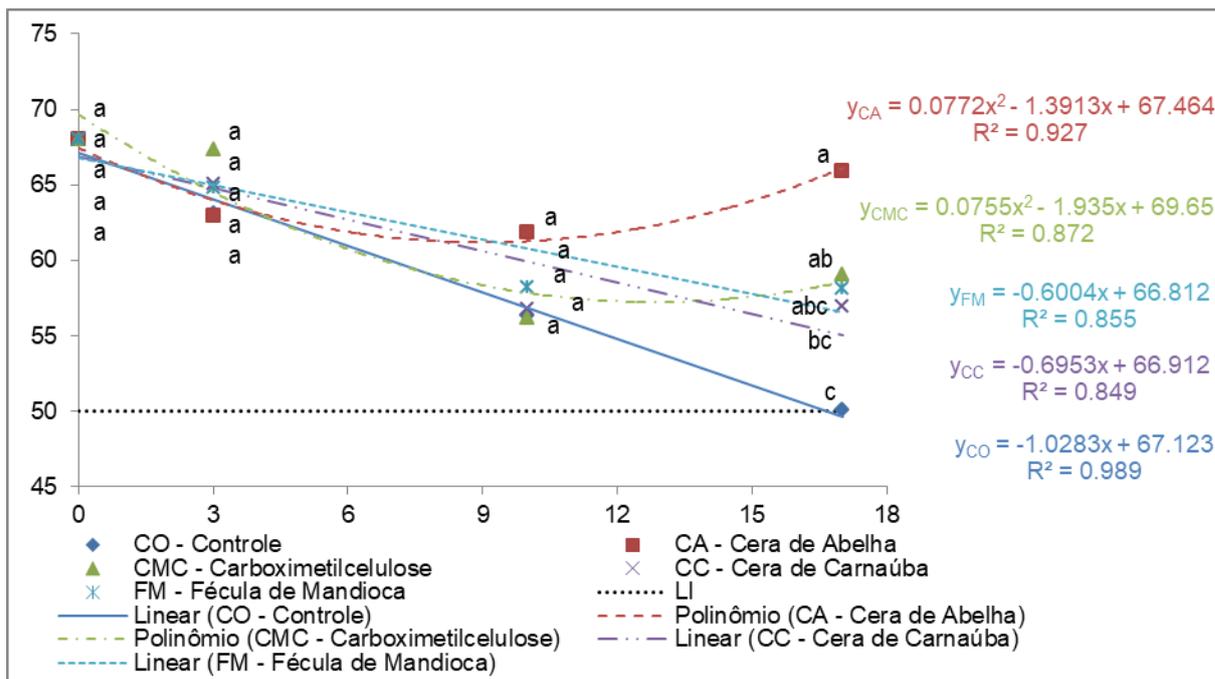


Figura 2: Rendimento de polpa dos frutos (%), por revestimento, ao longo do armazenamento (dias).

### 4.3.3. Firmeza da polpa

Para os frutos controle e revestidos com CMC, CC e FM, o modelo ajustado foi de grau 1, para os frutos revestidos com CA o modelo ajustado foi de grau 2 ( $p \leq 0,05$ ) (Figura 3).

Na Figura 3 é possível observar que a firmeza dos frutos diminuiu com o decorrer do tempo, de acordo com cada revestimento. Silva (2015) observou o mesmo comportamento ao longo do armazenamento de mangas ‘Palmer’, e destaca a importância de retardar o metabolismo de carboidratos na manga, uma vez que promove o amaciamento da polpa, que é um fator limitante para a comercialização da fruta.

Em três dias de acondicionamento, apenas os frutos revestidos com CA diferiram significativamente do controle; todos os frutos revestidos foram considerados iguais (pelo teste de médias, Figura 3). Em 10 dias de acondicionamento apenas os frutos revestidos com CA diferiram de todos os demais tratamentos. No 17º dia de acondicionamento, todos os frutos foram considerados iguais (Figura 3).

Em alguns casos, as ceras são eficientes na manutenção da firmeza, como foi o caso da cera de abelha que atrasou o amaciamento da polpa dos frutos durante 10 dias.

Os revestimentos CMC, CC e FM não foram efetivos na redução do amolecimento dos frutos durante o acondicionamento. A redução da firmeza destes frutos, ao longo do tempo, ocorreu de forma similar ao controle. Por outro lado, os frutos amadureceram.

A modificação da textura ocorre devido à solubilização das pectinas e hidrólise de polissacarídeos estruturais da parede celular (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Em frutos de manga a firmeza está relacionada ao etileno. O aumento da produção de etileno coincide com o aumento na respiração e com a diminuição da firmeza (KOSLANUND et al., 2005). A firmeza também está relacionada com a quantidade de água no interior das células, que diminui com o tempo de armazenamento (HUSSAIN et al., 2010).

Além disso, há a conversão das frações pécticas insolúveis em formas solúveis durante o amadurecimento. Durante o amadurecimento, 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).

O cálcio, assim como o nitrogênio, é o nutriente mais exigido pela mangueira. O cálcio influencia na firmeza do fruto e no tempo de prateleira. Os baixos teores de cálcio estão associados com o colapso interno. Os períodos críticos para a absorção de cálcio ocorrem durante o fluxo pós-colheita e o desenvolvimento inicial dos frutos. (COSTA et al., 2008). Os valores observados na firmeza dos frutos podem ser um indicativo de baixo teor de nutrientes disponíveis para as plantas.

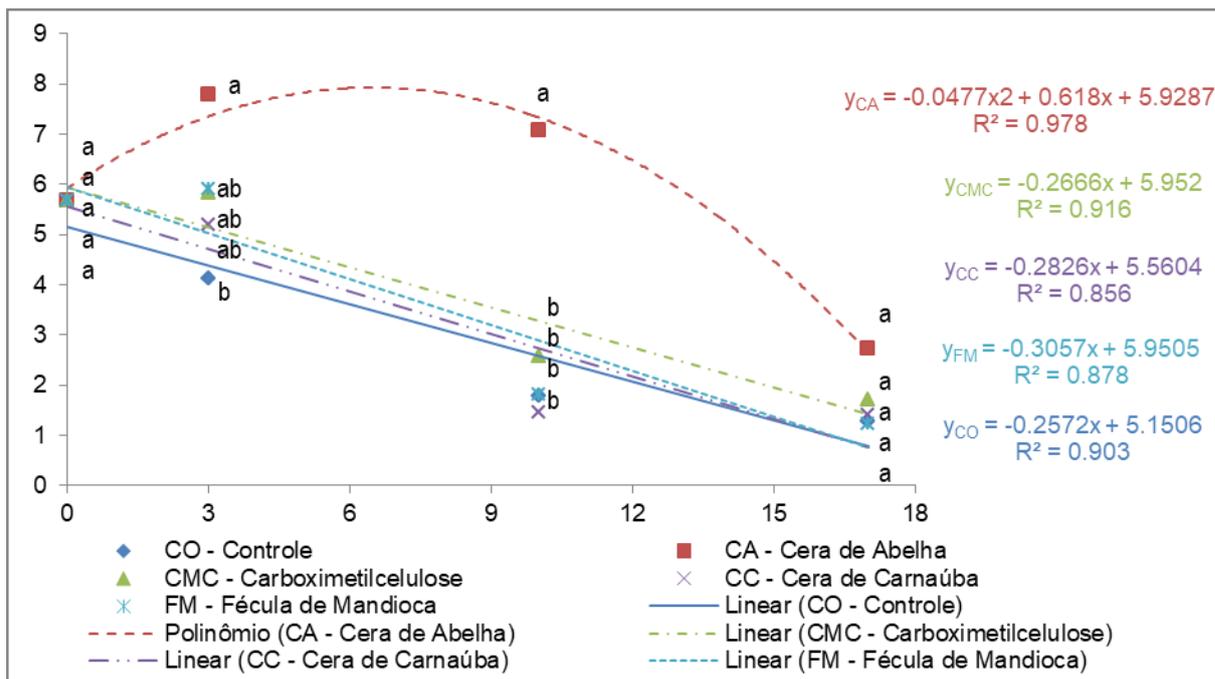


Figura 3: Firmeza de polpa, por revestimento, ao longo do armazenamento (dias).

#### 4.3.4. Cor da casca e da polpa

Os modelos ajustados para explicar o comportamento da luminosidade ( $L^*$ ) para a casca da manga, durante o armazenamento, para todos os frutos foram lineares ( $p \leq 0,05$ ).

Observa-se na Figura 4, uma redução da luminosidade da casca em todos os revestimentos testados, o que evidencia que houve escurecimento da casca (Figura 14 – Apêndice A). Quanto menor o valor de  $L^*$ , mais escuro é o produto.

A incidência de manchas negras foi notada nos frutos, na colheita e durante o acondicionamento. Algumas doenças e desordens fisiológicas pós-colheita em manga são responsáveis pelo escurecimento, tanto da casca como da polpa, como antracnose, podridão negra e podridão apical, e representam uma das fontes mais severas de perdas de frutas e hortaliças (CHITARRA; CHITARRA, 2005), sendo uma das possíveis causas do escurecimento da casca dos frutos.

Comparando a inclinação das retas, observou-se escurecimento mais lento nas mangas revestidas quando comparadas às do controle.

Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os frutos revestidos, em cada um dos intervalos de tempo testados. Em relação ao controle, os frutos revestidos com CMC, CC e FM diferiram em 10 dias de acondicionamento, e, em 17

dias de acondicionamento, apenas os frutos revestidos com CA diferiram, apresentando-se mais claros que o controle, mas considerados iguais aos demais frutos revestidos (Figura 4).

Dessa forma, é possível afirmar que os frutos revestidos apresentaram algum retardo no escurecimento durante o tempo de acondicionamento, em especial a solução à base de CMC, CC e FM em 10 dias de acondicionamento.

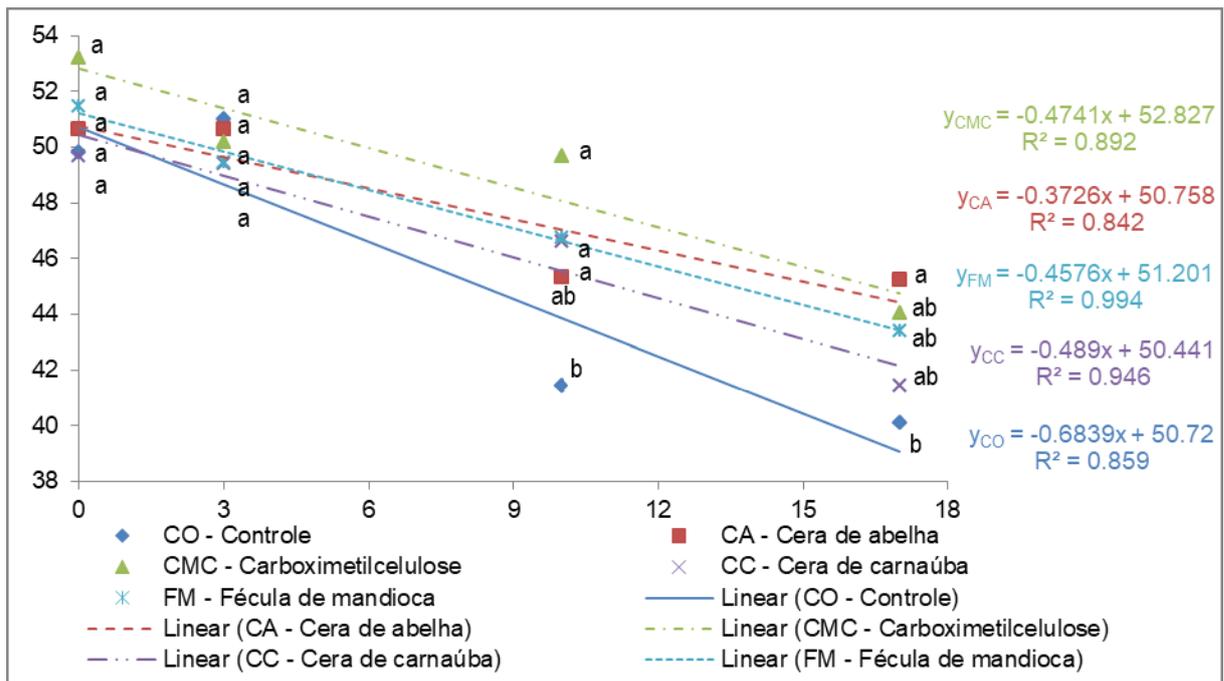


Figura 4: Coordenada de cor L\* para casca dos frutos, por revestimento, ao longo do armazenamento (dias).

Os modelos ajustados para explicar o comportamento de a\* para casca da manga, durante o armazenamento, para todos os revestimentos foram de grau 1 ( $p \leq 0,05$ ), como pode ser observado na Figura 5. Houve aumento do valor de a\* da casca em todos os revestimentos testados, indicando a mudança de coloração, evidenciando uma redução da coloração verde.

Os modelos ajustados para explicar o comportamento de b\* para casca da manga, durante o armazenamento, para todos os revestimentos foram de grau 1 ( $p \leq 0,05$ ) (Figura 6).

Observa-se na Figura 6 um decréscimo do valor de b\* da casca em todos os revestimentos testados, indicando a mudança de coloração, evidenciando uma modificação na tonalidade da coloração amarelada.

Analisando o comportamento das curvas nas Figura 5 e Figura 6,

simultaneamente, percebe-se o amadurecimento dos frutos por meio da evolução da coloração da casca dos frutos, que mudaram do verde para o verde amarelado, característico dessa cultivar.

Nos dias zero e três de acondicionamento não foi observada diferença de cor entre os frutos, com e sem revestimento. Em 10 dias de acondicionamento, foi observada diferença entre os frutos revestidos com CMC e FM em relação ao controle para a cor  $a^*$ ; e diferença entre os frutos revestidos com CMC, CC e FM em relação ao controle para a cor  $b^*$  (Figura 5 e Figura 6).

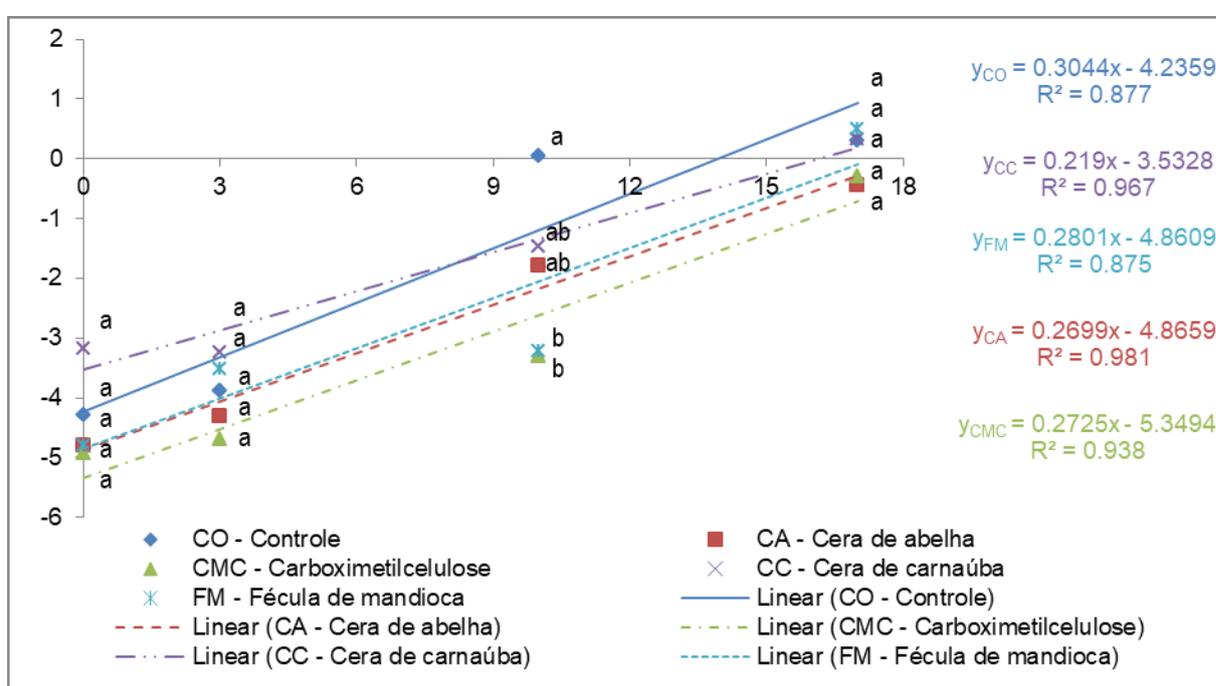


Figura 5: Coordenada de cor  $a^*$  da casca dos frutos, por revestimento, ao longo do armazenamento (dias).

A modificação na pigmentação ocorre devido a degradação da clorofila, com aparecimento de pigmentos pré-existent, com síntese de carotenoides e flavonoides (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Todos os revestimentos reduziram, em algum grau, as modificações na cor da casca dos frutos e foi possível notar, na análise de regressão, que o avanço da modificação na pigmentação dos frutos controle foi maior que os demais.

Aos 10 dias, frutos revestidos com CC e FM também se destacaram do controle, em relação às componentes de cor  $a^*$  e  $b^*$ .

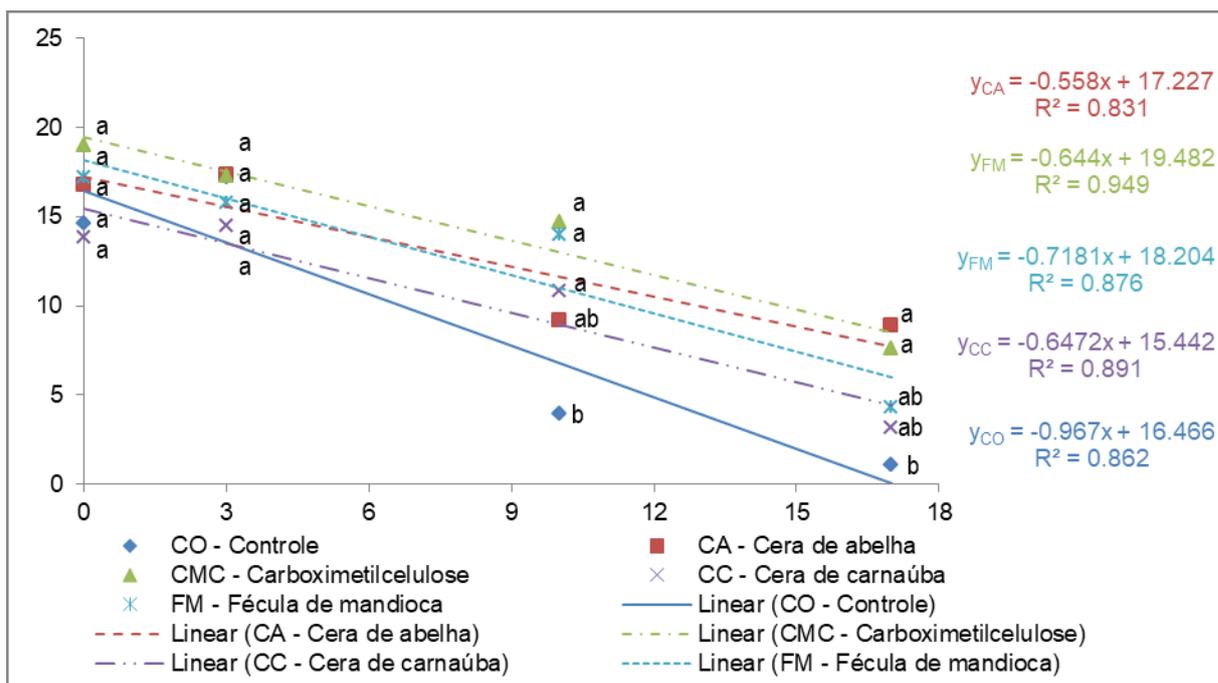


Figura 6: Coordenada de cor  $b^*$  da casca dos frutos, por revestimento, ao longo do armazenamento (dias).

Em relação à polpa dos frutos, os modelos ajustados para a componente  $L^*$  para todos os frutos, exceto os revestidos com CA, foram de grau 1 ( $p \leq 0,05$ ). Não houve modelo que se ajustou para a componente  $L^*$  dos frutos revestidos com CA (Figura 7).

Observou-se a redução da luminosidade da polpa dos frutos, sendo que para os frutos revestidos a redução da luminosidade foi mais lenta que para os frutos do controle. Assim os revestimentos retardaram o amadurecimento dos frutos, principalmente CMC e FM.

Silva (2015) associou a redução do brilho ( $L^*$ ) da polpa ao amadurecimento dos frutos, principalmente quando foram retirados da refrigeração e mantidos a temperatura ambiente.

Ao longo do amadurecimento observou-se que as manchas provocadas pela antracnose, e o aparecimento de podridão negra, penetraram na polpa, comprometendo a qualidade da cor da polpa dos frutos (Figura 15, Apêndice A).

Em 17 dias de acondicionamento, observou-se que os frutos revestidos com CA, CMC e FM diferiram do controle com maior intensidade de brilho (Figura 7). Seriam, a partir desta análise, os revestimentos recomendados para a melhor conservação dos frutos.

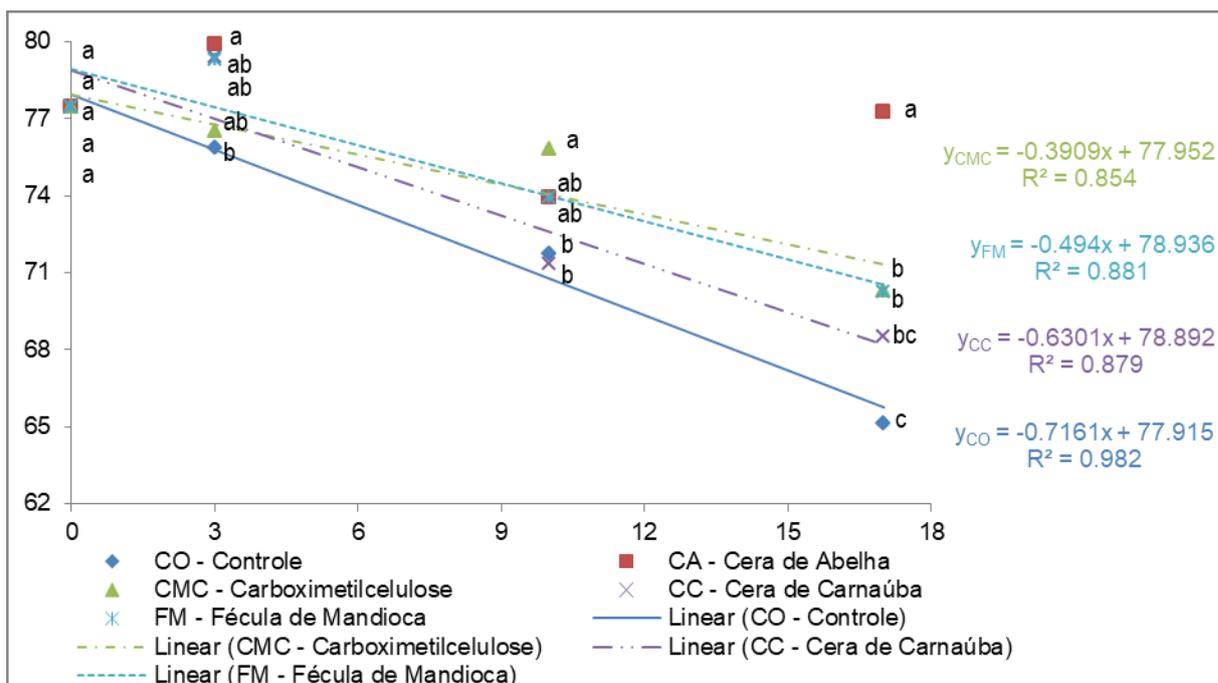


Figura 7: Coordenada de cor L\* da polpa dos frutos, por revestimento, ao longo do armazenamento (dias).

Em relação a componente a\*, para os frutos CO e os revestidos com CC e FM, os modelos ajustados foram de grau 1. Para os frutos revestidos com CA e CMC os modelos ajustados foram de grau 2 ( $p \leq 0,05$ ) (Figura 8).

Em relação ao componente b\*, para os frutos revestidos com CMC, CC e FM, os modelos ajustados foram de grau 1. Para os frutos CO e revestidos com CA, os modelos ajustados foram de grau 2 ( $p \leq 0,05$ ) (Figura 9).

Houve aumento dos valores das componentes a\* e b\* da polpa em todos os frutos, após o período de acondicionamento. No tempo zero não houve diferença entre nenhum dos frutos, revestidos e controle. No tempo de acondicionamento de três dias, não houve diferença significativa entre os frutos revestidos e apenas os frutos revestidos com CC diferiram dos frutos controle em relação a componente a\*. Já em relação a componente b\* não houve diferença significativa entre nenhum dos frutos, revestidos e controle com dias de acondicionamento (Figura 8 e Figura 9).

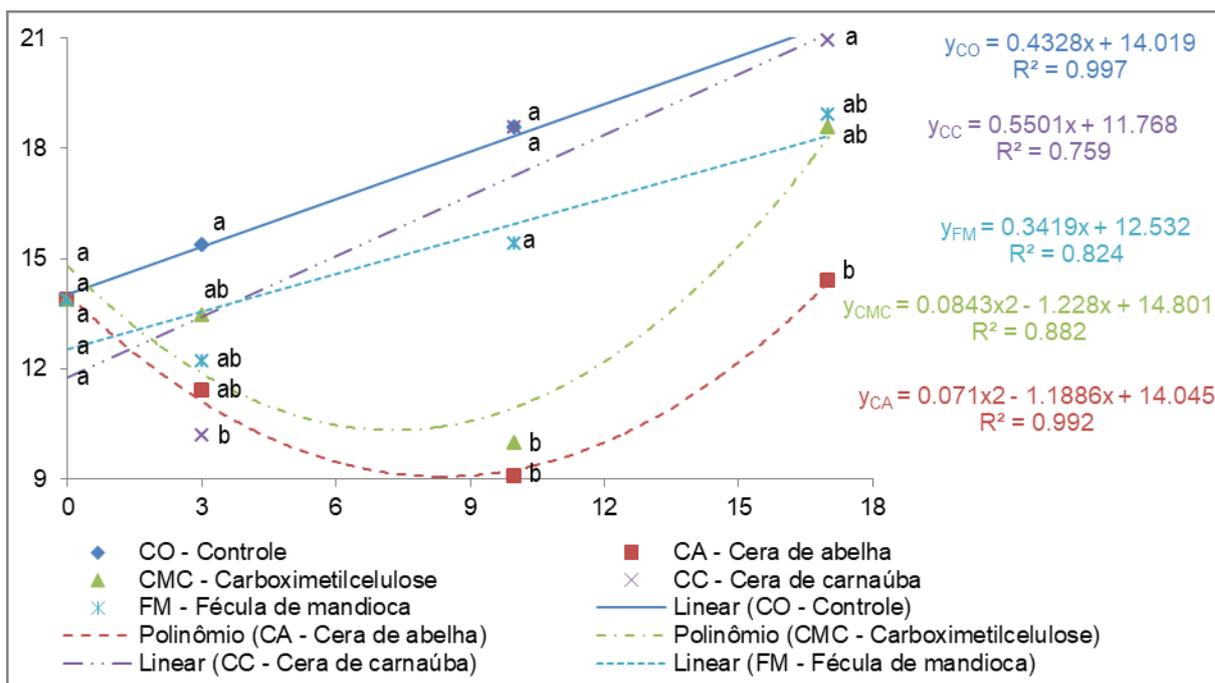


Figura 8: Coordenada de cor  $a^*$  da polpa dos frutos, por revestimento, ao longo do armazenamento (dias).

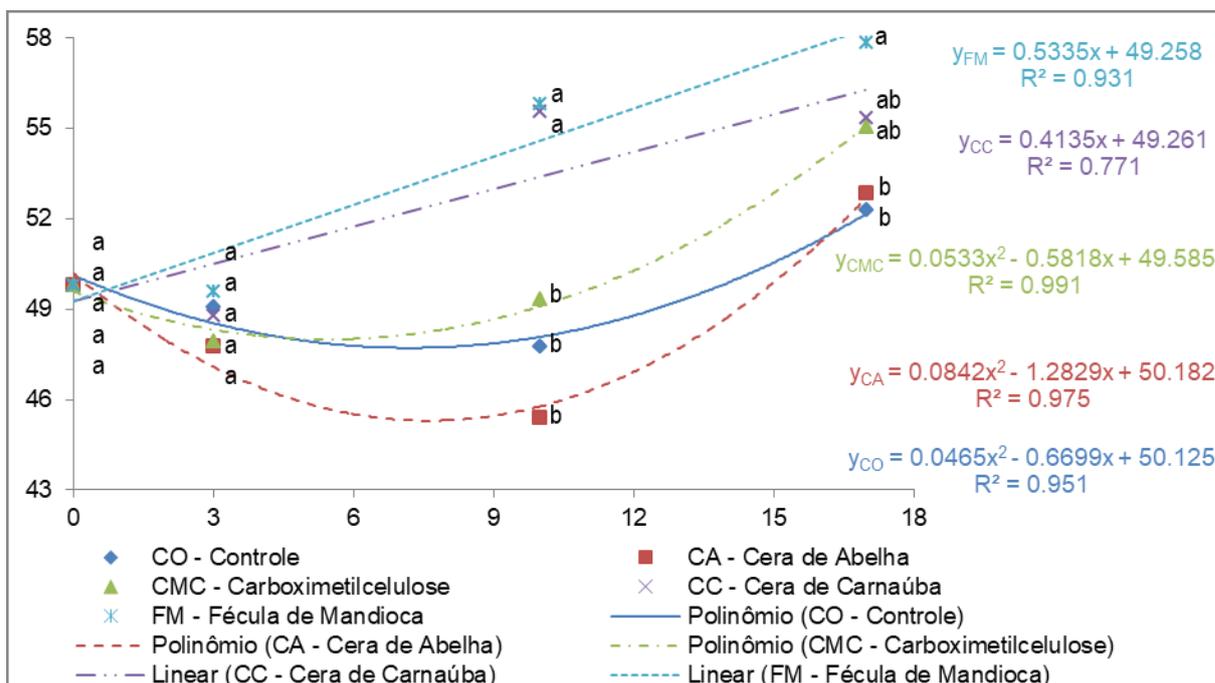


Figura 9: Coordenada de cor  $b^*$  da polpa dos frutos, por revestimento, ao longo do armazenamento (dias).

Em 10 dias de acondicionamento, os frutos revestidos com CA e CMC diferiram dos demais, com menor intensidade de tonalidade amarelo ( $+a^*$ ) e vermelho ( $+b^*$ ) (Figura 8 e Figura 9), evidenciando uma possível redução do metabolismo dos frutos e, por consequência, uma diminuição de seu

amadurecimento, uma vez que o processo fisiológico de amadurecimento sugere degradação de clorofilas e síntese de carotenoides e flavonoides.

Em 17 dias de acondicionamento, os frutos revestidos com CA, CMC e FM foram significativamente iguais, mas apenas os revestidos com CA diferiram dos frutos controle em relação a componente  $a^*$  (Figura 8). Em relação a componente  $b^*$ , os frutos revestidos com CMC, CC e FM foram significativamente iguais, mas apenas os revestidos com FM diferiram dos frutos controle (Figura 9).

Todos os revestimentos apresentaram algum efeito sobre os frutos em relação à cor (componentes:  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), retardando o processo fisiológico de amadurecimento. Por isso, em relação a essa análise, qualquer um dos revestimentos seria recomendável para a manutenção da qualidade em relação aos frutos controle.

No entanto, para se eleger um em destaque aos demais, é necessário comparar em relação ao desempenho em outras análises físico-químicas.

#### **4.3.5. pH**

Para os frutos controle o modelo ajustado foi o linear e para os frutos revestidos com CMC, CC e FM os modelos ajustados foram de grau 2 ( $p \leq 0,05$ ). Não houve modelo que se ajustou para o pH dos frutos revestidos com CA ao longo do tempo (Figura 10).

Os valores de pH para os frutos revestidos com CA permaneceram muito próximos ao longo do período de acondicionamento (Figura 10).

De acordo com Benevides e colaboradores (2008), valores de pH para mangas 'Ubá' destinadas a processamento, devem estar entre 3,7 a 4,3. A legislação estabelece valores entre 3,3 a 4,5 para polpa de manga (BRASIL, 2000).

Na Figura 10 estão fixados os limites inferior e superior para a faixa de pH da polpa de manga, de acordo com a Instrução Normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000. Observando esses limites, seria possível determinar um período máximo ideal para consumo dos frutos em cada grupo de frutos revestidos e controle.

Nenhum fruto estava abaixo do limite inferior, indicando que os frutos foram colhidos no estágio de maturação fisiológico adequado. Por meio das equações obtidas na análise de regressão, foi possível estimar o período máximo ideal para consumo. Para os frutos controle foi de sete dias, para os frutos revestidos com

CMC 16 dias, para os frutos revestidos com CC 13 dias, para os frutos revestidos com FM 14 dias, e, para os frutos revestidos com CA, 17 dias ou mais - visto que ao final desse período o pH médio dos frutos ainda estava abaixo do limite máximo estabelecido pela IN n°01 de 2000 (Figura 10).

Após 10 dias de acondicionamento, os frutos revestidos com CA e CMC diferiram dos frutos controle, mas não diferiram dos frutos revestidos com CC e FM (Figura 10).

Dessa forma, o uso dos revestimentos retardou o aumento do pH ao longo do armazenamento, ou seja, o amadurecimento dos frutos revestidos foi mais lento do que os do controle, o que é desejável.

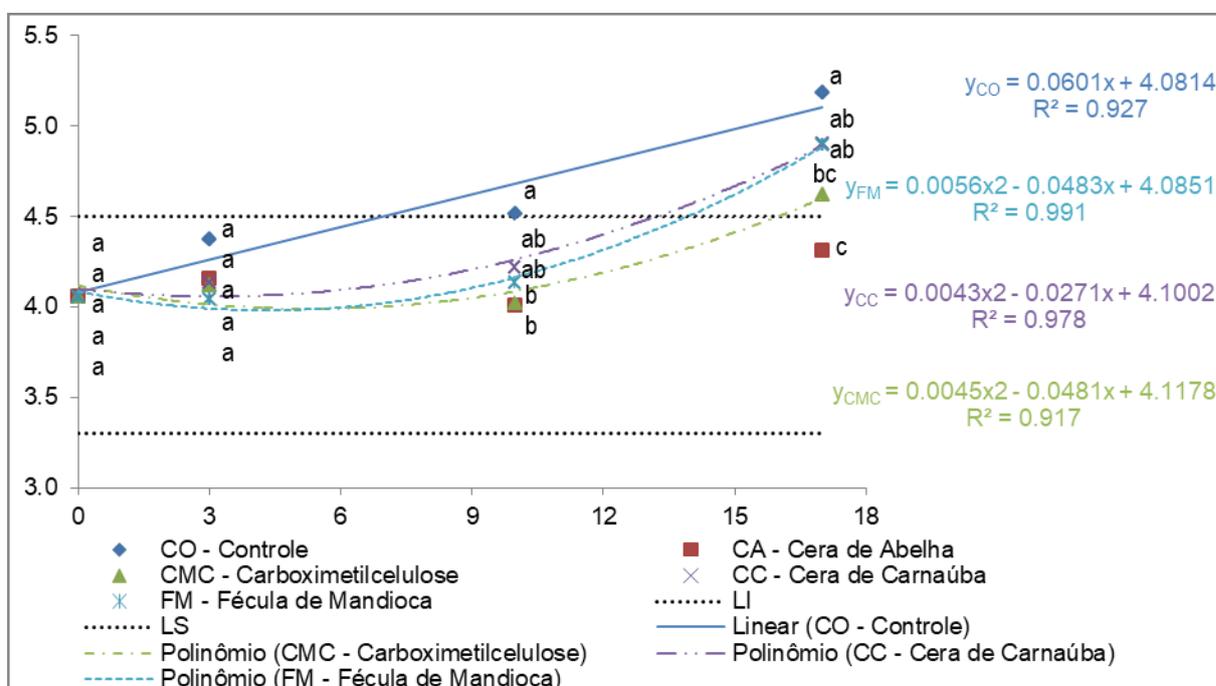


Figura 10: pH da polpa, por revestimento, em relação ao tempo de armazenamento (dias).

#### 4.3.6. Acidez titulável

Para os frutos controle e os revestidos com FM, os modelos ajustados foram de grau 2, para os frutos revestidos com CMC e CC os modelos ajustados foram de grau 1 ( $p \leq 0,05$ ). Não houve modelo que se ajustou para a acidez dos frutos revestidos com CA ao longo do tempo (Figura 11).

Os valores de acidez para os frutos revestidos com CA permaneceram muito próximos ao longo do período de acondicionamento.

Na Figura 11 é possível observar que as médias de acidez dos frutos revestidos de CA diferiram dos frutos controle aos 3, 10 e 17 dias de acondicionamento. Em 10 dias, os frutos revestidos com CMC e FM também diferiram do controle.

De acordo com a IN nº 01 de 2000 (BRASIL, 2000), a acidez titulável em polpa de manga deve ser igual ou superior a 0,32%. Nesse caso, apenas os frutos controle após 17 dias de acondicionamento não atenderiam ao valor exigido.

Os frutos revestidos com CA não atingiram a acidez característica de manga madura até o final dos 17 dias de acondicionamento.

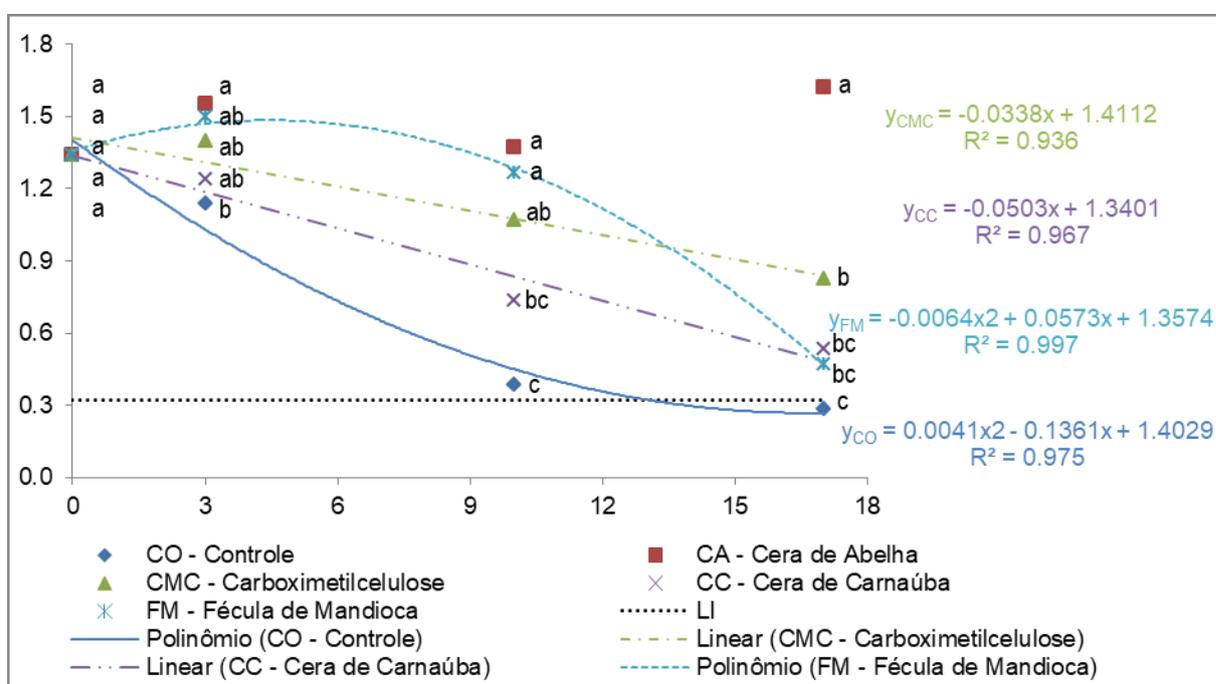


Figura 11: Acidez titulável (% de ácido cítrico) da polpa, por revestimento, ao longo do armazenamento (dias).

Lima (2018) encontrou valores de acidez para frutos de manga 'Ubá', colhidos após 120 dias da antese, de 2,0 a 0,6 % de acidez (avaliando de 0 a 12 dias de acondicionamento). Pacheco e colaboradores (2015) obtiveram média de acidez em manga 'Ubá' de 0,42 a 1,03 %. Oliveira e colaboradores (2013) observaram acidez em frutos de manga 'Ubá', colhidos fisiologicamente maduros, de 0,28 a 0,86 %.

De acordo com Pacheco e colaboradores (2015) o manejo pré e pós-colheita adotado pelos produtores de manga podem provocar variações nas características físico-químicas dos frutos, como pH, acidez e sólidos solúveis.

Os ácidos orgânicos encontram-se em constante estado de fluxo nos tecidos

vegetais pós-colheita e tendem a diminuir durante a senescência. Grande parte da perda é atribuída a sua oxidação no metabolismo respiratório (DAMODARAN et al., 2010).

Os revestimentos que melhor retardaram esse processo nos frutos foram CA, CMC e FM. Entretanto, considerando que o acúmulo de ácidos orgânicos gera aumento de sabor ácido ou azedo (DAMODARAN et al., 2010), seria recomendável que se utilizasse o revestimento à base de CMC e FM, que possibilitaram uma redução na acidez ao longo do tempo de acondicionamento. O revestimento à base de CC também permitiu a redução da acidez, no entanto não diferiu do controle em nenhum tempo de acondicionamento testado.

A acidez é um componente importante na qualidade sensorial dos frutos e é tendência natural que ocorra redução da acidez nos frutos com o tempo de armazenamento. É interessante que ocorra a redução da acidez de forma lenta e, possivelmente, este comportamento tenha sido provocado pela redução na respiração decorrente do uso dos revestimentos, levando à menor degradação de ácidos orgânicos.

#### **4.3.7. Sólidos solúveis**

Para os frutos CO e os revestidos com CMC os modelos ajustados foram de grau 2. Para os frutos revestidos com CA, CC e FM, os modelos ajustados foram de grau 1 ( $p \leq 0,05$ ) (Figura 12).

O teor de sólidos solúveis (SS) aumentou gradativamente ao longo dos dias de acondicionamento (Figura 12), como também observado por Silva (2009) em seu estudo sobre amadurecimento de manga 'Ubá'.

Oliveira e colaboradores (2013) observaram teores de SS variando entre 14,3 e 20,5 °Brix em frutos de manga 'Ubá'. Pacheco e colaboradores (2015) obtiveram média de 16,32 °Brix em frutos de manga 'Ubá'.

A instrução normativa nº 01 de 2000 (BRASIL, 2000) estabelece os padrões de identidade e qualidade para polpas de frutas, incluindo polpa de manga em geral, de qualquer cultivar. O teor mínimo de SS para manga estar apta para o consumo é de 11 °Brix.

No entanto, os valores encontrados na literatura são superiores ao estabelecido pela normativa e os estabelecidos para agroindústria, no trabalho

desenvolvido por Pacheco e colaboradores (2015), são de 15 a 22 °Brix, como padrão de segurança para garantir a qualidade da polpa de manga 'Ubá'.

Foram destacados, no gráfico da Figura 12, os valores de 14 e 22 °Brix. Frutos maduros geralmente se apresentam dentro desta faixa.

Observou-se que os frutos, no dia da colheita, estavam abaixo dessa faixa. Ao 3º dia de acondicionamento somente o controle atingiu o mínimo desejável para considerar o fruto amadurecido. Todos os revestimentos utilizados nos frutos retardaram, em algum grau, o desenvolvimento dos frutos, visto que o valor de 14 °Brix foi atingindo mais tardiamente. (Figura 12),

No 10º dia de acondicionamento todos os frutos revestidos diferiram do controle, mas os frutos revestidos com CA diferiram dos demais, e não atingiram o valor de 14 °Brix.

Em 17 dias de acondicionamento apenas os frutos revestidos com CA diferiram significativamente do controle, e o valor médio de SS permaneceu baixo, enquanto os outros frutos revestidos e o controle se aproximaram do teor de SS desejável para processamento industrial.

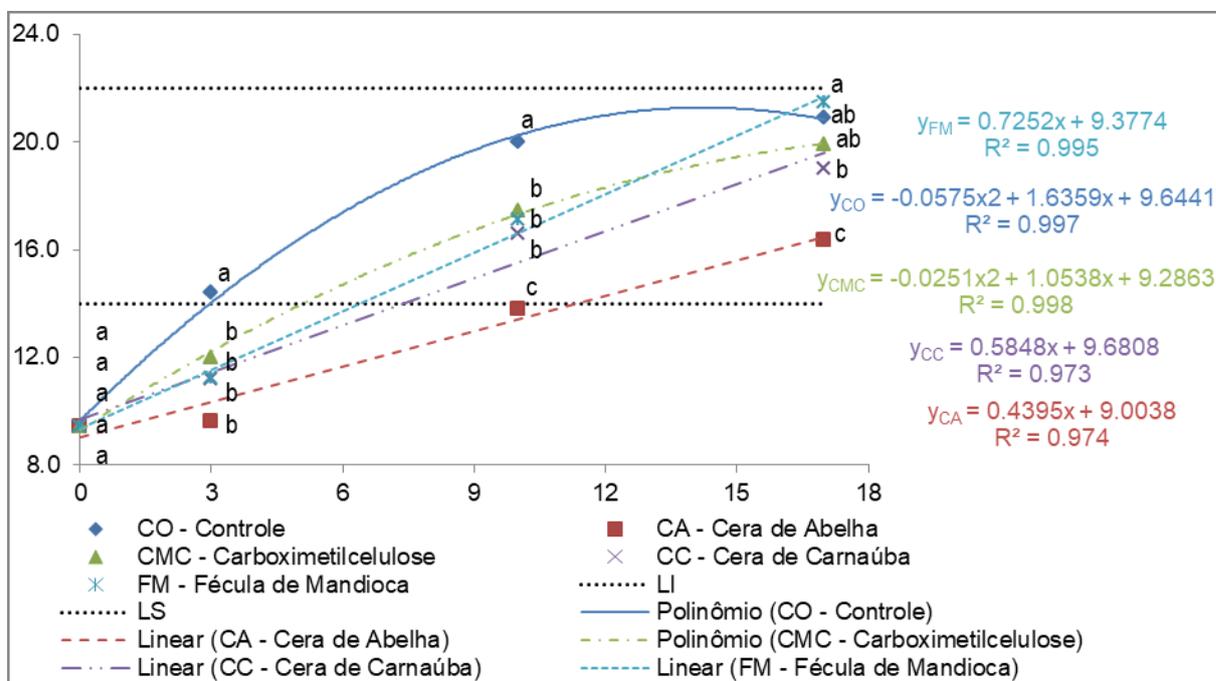


Figura 12: Sólidos Solúveis (°Brix) da polpa, por revestimento, ao longo do armazenamento (dias).

Esses resultados mostram como a utilização das soluções filmogênicas pode ser efetiva para a manutenção da qualidade dos frutos, uma vez que se gastou mais

tempo de acondicionamento para aproximar o teor de SS desejável para o processamento de polpa, prolongando a vida útil dos frutos de manga 'Ubá'.

No amadurecimento, ocorrem reações de síntese e de degradação. A modificação de sabor e aroma de frutas ocorre por meio da hidrólise de polissacarídeos de reserva, interconversão de açúcares, síntese e/ou degradação de ácidos orgânicos, polimerização de fenólicos e síntese de compostos voláteis aromáticos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Durante a senescência dos frutos, ocorre concentração de sólidos devido a perda de massa excessiva dos frutos. Mesmo que o teor de SS seja alto, a qualidade de polpa não é garantida. O período ideal para comercialização e consumo em relação ao teor de SS deve ser o tempo em que se permanece com esse parâmetro dentro da faixa recomendada.

Em relação ao teor de sólidos solúveis, as soluções filmogênicas recomendáveis, para o revestimento de manga 'Ubá', são à base de CMC, CC e FM.

#### **4.3.8. *Ratio* (relação SS/AT)**

O *ratio* que é a relação entre sólidos solúveis e acidez é utilizado para avaliar a aceitação sensorial do alimento, mostrando o equilíbrio entre esses dois parâmetros (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Para os frutos controle e frutos revestidos com CMC e CC, o modelo ajustado foi de grau 1. Para os frutos revestidos com FM, os modelos ajustados foram de grau 2 ( $p \leq 0,05$ ). Não houve modelo que se ajustou para os frutos revestidos com CA ao longo do tempo (Figura 13).

Houve diferença entre os frutos revestidos e o controle a partir do 10<sup>o</sup> dia de acondicionamento, sendo que os frutos do controle apresentaram a relação SS/AT mais alta. Não houve diferença entre os frutos revestidos com CMC, CC e FM (Figura 13).

Por meio desta comparação, observou-se que os revestimentos afetaram significativamente o desenvolvimento dos frutos, retardando seu amadurecimento e proporcionando maior tempo de vida útil.

Em 17 dias de acondicionamento, todos os frutos revestidos diferiram do controle, com menor *ratio*. Dentre os frutos revestidos, os com solução à base de CA diferiu dos demais, com menor *ratio*, e os frutos revestidos com FM apresentaram o

maior valor em relação aos demais frutos revestidos (Figura 3).

Ao longo do período de acondicionamento (0 a 17 dias) foram encontrados valores entre 7,10 a 72,94 para os frutos controle. Oliveira e colaboradores (2013) encontraram, para manga 'Ubá', a relação SS/AT entre 18,8 e 65,0. Rufini e colaboradores (2011) encontraram valores entre 5,08 e 57,7.

A relação SS/AT é muito importante na avaliação do sabor dos frutos, pois esta aumenta com o amadurecimento, devido ao decréscimo na acidez, fato que permite uma relação elevada em frutas contendo alto teor de sólidos solúveis e baixos teores de acidez titulável, como é o caso da manga (CHITARRA; CHITARRA, 2005). O aumento do *ratio* é um indicativo de que o fruto está mais doce, menos ácido, portanto, mais agradável ao paladar.

É desejável que se apresente valores de *ratio* mais elevados em frutos amadurecidos, dentro dos limites estabelecidos como desejáveis para a qualidade de polpa de manga. Observando os limites de pH durante o acondicionamento (item 4.3.5), nota-se que os frutos que mantiveram o pH dentro deste limite foram os revestidos com CA, CMC, FM e CC. Dentre estes, os frutos que apresentaram maior relação SS/AT, foram os revestidos com FM e CC. Portanto, as soluções filmogênicas mais indicadas em relação à razão SS/AT foram à base de FM e CC, para maior tempo de conservação dos frutos e, ao mesmo tempo, melhor qualidade.

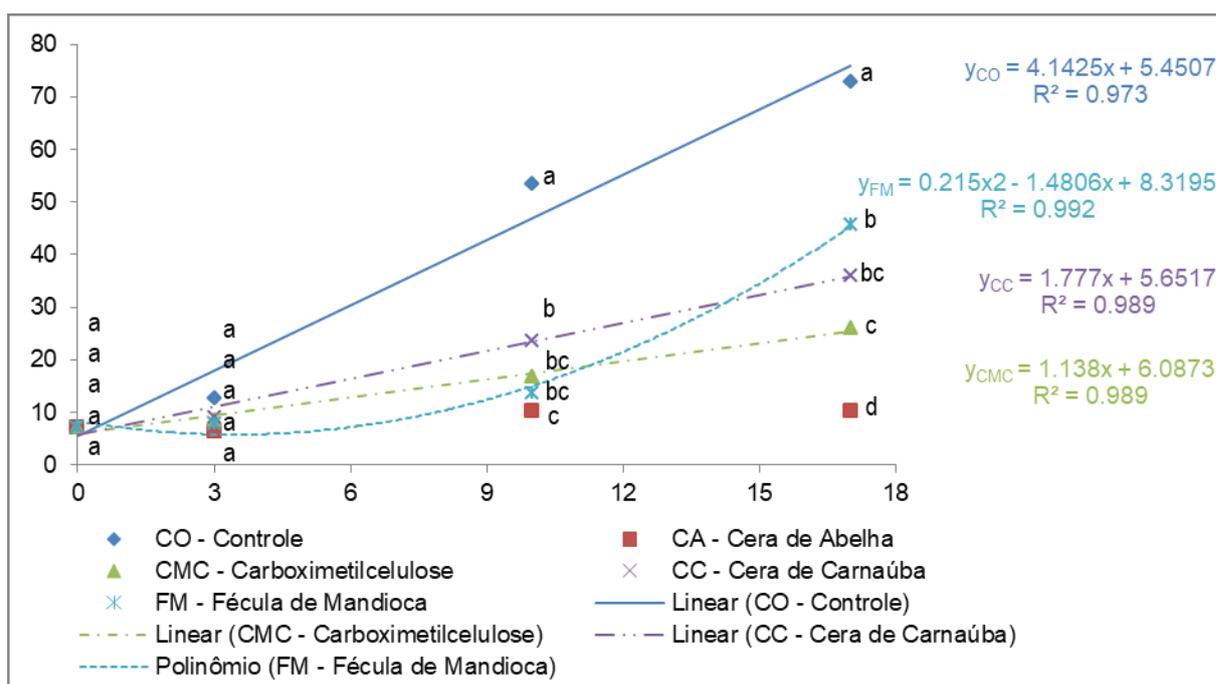


Figura 13: *Ratio* (SS/AT) da polpa, por revestimento, ao longo do armazenamento (dias).

#### 4.4. CONCLUSÃO

Não foi observada alteração na cor da casca dos frutos na caracterização (zero dias) com a aplicação dos revestimentos naturais à temperatura ambiente, evitando alterações na aparência dos frutos, mantendo-a natural. Ao longo do tempo, observou-se que, em relação ao pH, AT, *Ratio*, SS e firmeza de polpa, o uso de revestimento apresentou efeitos positivos na conservação pós-colheita dos frutos, retardando os processos fisiológicos e prolongando o tempo de vida útil da manga 'Ubá'.

É importante salientar que o uso de refrigeração também influenciou positivamente na conservação, mais nitidamente observado nas análises de rendimento e perda de massa, onde, mesmo com os frutos revestidos não diferindo do controle, os frutos tiveram melhor resultado em relação à literatura, em avaliações de frutos de manga à temperatura ambiente.

Um dos fatores limitantes para se estimar o tempo de vida útil dos frutos de manga 'Ubá' testados foi a perda de massa, visto que nenhum revestimento foi capaz de retardar a perda de massa. Como não existe norma estabelecida de um limite máximo para perda de massa, não se pode afirmar um período em dias de armazenamento, apenas que a perda se tornou extremamente severa em 24 e 31 dias de acondicionamento.

Em relação aos parâmetros em que os revestimentos tiveram alguma influência, para cada solução filmogênica utilizada observou-se um retardo do metabolismo dos frutos em relação ao controle, em algumas características, como: a CA em rendimento, cor da casca e polpa, pH e SS; a CMC em rendimento, cor da casca e polpa, pH, AT e SS, apresentando o melhor desempenho na conservação dos frutos e permitindo que amadurecessem de forma satisfatória; a CC em rendimento, cor da polpa, SS e *ratio*, no entanto os frutos não mantiveram sua qualidade nas outras características por mais tempo que o controle como nos demais revestimentos; e a FM em rendimento, cor da casca e polpa, AT, SS e *ratio*, apresentando bom desempenho na conservação dos frutos.

Entre estes revestimentos, o mais indicado seria utilizar a solução à base de carboximetilcelulose ou à base de fécula de mandioca, visto que no período de avaliação obtiveram melhores resultados em relação aos parâmetros estudados.

#### 4.5. REFERÊNCIAS

- ADAMI, A. C. O.; SOUSA, E. P.; FRICKS, L. B.; MIRANDA, S. H. G.; (2016). Oferta de exportação de frutas do Brasil: O caso da manga e do melão, no período de 2004 a 2015. *Revista Econômica do Nordeste*, Fortaleza, 47(4), 63-78.
- ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. (2014). Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, 17(2), 87-97.
- ASSIS, O. B. G.; BRITO, D.; FORATO, L. A. (2009). O uso de biopolímeros como revestimentos comestíveis protetores para conservação de frutas *in natura* e minimamente processadas. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, São Carlos, Embrapa Instrumentação Agropecuária. 23 p.
- BENEVIDES, D.; RAMOS, A. M.; STRINGHETA, P. C.; CASTRO, V. C. (2008). Qualidade da manga e polpa de manga Ubá. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, 28(3), 571-578.
- BRASIL (2000). Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Leis, Decretos, etc. Instrução Normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de frutas. *Diário Oficial da União*, n. 6, Brasília, 10 de janeiro de 2000, Seção 1, p. 54-58.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. (2005). Pós colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: UFLA, 2 ed. 785 p.
- COSTA, A. N.; COSTA, A. F. S; CAETANO, L. C. S; VENTURA, J. A. (2008). Recomendações técnicas para a produção de manga. Vitória, ES: Incaper, documento Nº 155.
- COSTA, J. D. S.; NETO, A. F.; ALMEIDA, F. A. C.; COSTA, M. S. (2018). Conservation of 'Tommy Atkins' mangoes stored under passive modified atmosphere. *Revista Caatinga*, Mossoró, 31(1), 117-125.
- CRUZ, C. D. GENES. (2013). A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum*, 35(3), 271-276.
- DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. (2010). *Química de alimentos de Fennema*. Porto Alegre: Artmed, 4ª ed. 900 p.
- DEHGHANI, S.; HOSSEINI, S. V.; REGENSTEIN, J. M. (2018). Edible films and coatings in seafood preservation: A review. *Food Chemistry*, 240, 505-513.
- FARAONI, A. S.; RAMOS, A. M.; STRINGHETA, P. C. (2009). Caracterização da manga orgânica cultivar 'Ubá'. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, 11(1), p. 9-14.
- GALUS, S., KADZIŃSKA, J. (2015). Food applications of emulsion-based edible films and coatings. *Trends in Food Science & Technology*, 45(2), 273-283.

- GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. (2008). Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações. São Paulo: Nobel. 512 p.
- GOMES, R. P. Fruticultura Brasileira. (2007). São Paulo: Nobel, 13ª ed. 443 p.
- HUSSAIN, P. R.; MEENA, R. S.; DAR, M. A.; WANI, A. M. (2010). 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*, 75(9), 586-596.
- IAL. Instituto Adolfo Lutz. (2008). Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos. 4 ed. (1ª ed. digital), São Paulo. 1002 p.
- KOSLANUND, R.; ARCHBOLD, D. D.; POMPER, K. W. (2005). Pawpaw (*Asimina triloba L. Dunal*) fruit ripening: ethylene biosynthesis and production. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 130(4), 638-342.
- LEMOES, L. M. C. (2014). Controle do amadurecimento e de antracnose na pós-colheita da manga 'Ubá'. 2014. 133f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG.
- LIMA, R. R. (2018). Determinação do ponto de colheita da manga 'Ubá' para amadurecimento em condição ambiente. 2018. 61f. il. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES.
- LUVIELMO, M. M.; LAMAS, S. V. (2012). Revestimentos comestíveis em frutas. *Estudos Tecnológicos em Engenharia*, 8(1), 8-15.
- MANICA, I.; ICUMA, I. M.; MALAVOLTA, E.; RAMOS, V. H. V.; OLIVEIRA JUNIOR, M. E. O.; CUNHA, M. M.; JUNQUEIRA, N. T. V. (2001). Manga: Tecnologia, Produção, Agroindústria e Exportação. Porto Alegre: Cinco Continentes. 671 p.
- McGUIRE, R. G. (1992). Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27(12), 1254-1260.
- OLIVEIRA, G. P.; SIQUEIRA, D. L.; SILVA, D. F. P.; MATIAS, R. G. P.; SALOMÃO, L. C. C. (2013). Caracterização de acessos de mangueira Ubá na Zona da Mata Mineira. *Ciência Rural*, Santa Maria, 43(6), 962-969.
- PACHECO, A. L. V.; BORGES, K. S.; VIEIRA, G.; FREITAS, B. (2015). Qualidade da manga 'Ubá' orgânica e convencional ofertada a uma agroindústria da Zona da Mata de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)*, 5(1), 130-136.
- PEREIRA JUNIOR, P. C. S. (2014). Revestimentos comestíveis na conservação pós-colheita de morangos cultivar Camarosa produzidos em sistema orgânico e convencional. 2014. 56 f.: il. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES.

- RUFINI, J. C. M.; GALVÃO, E. R.; PREZOTTI, L.; SILVA, M. B.; PARRELLA, R. A. C. (2011). Caracterização biométrica e físico-química dos frutos de acessos de manga 'Ubá'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal - SP, 33(2), 456-464.
- SILVA, A. L. (2015). Revestimentos comestíveis em mangas: propriedades e efeitos sobre a qualidade e conservação pós-colheita da fruta. 2015. 153 f. Tese (Doutorado em Engenharia de alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-SC.
- SILVA, D. F. P. (2009). Crescimento, acúmulo de graus-dia e controle de amadurecimento de manga 'Ubá'. 2009. 106f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.
- SILVA, D. F. P.; SIQUEIRA, D. L.; PEREIRA, C. S.; SALOMÃO, L. C. C.; STRUIVING, T. B. (2009). Caracterização de frutos de 15 cultivares de mangueira na Zona da Mata mineira. *Revista Ceres*, 56(6), 783-789.
- VASCONCELOS, O. C. M.; DUARTE, D.; SILVA, J. C.; MESA, N. F. O.; MEDEROS, B. J. T.; FREITAS, S. T. (2019). Modeling 'Tommy Atkins' mango cooling time based on fruit physicochemical quality. *Scientia Horticulturae*, 244, 413-420.
- VILLADIEGO, A. M. D.; SOARES, N. F. F.; ANDRADE, N. J., PUSCHMANN, R., MINIM, V. P. R.; CRUZ, R. (2005). Filmes e revestimentos comestíveis na conservação de produtos alimentícios. *Revista Ceres*, 5(300), 221-244.
- YOUSUF, B.; QADRI, O. S.; SRVASTAVA, A. K. (2018). Recent developments in shelf-life extension of fresh-cut fruits and vegetables by application of different edible coatings: A review. *Food Science and Technology*, 89, 198-209.

## 5. CONCLUSÃO GERAL

A partir da revisão de literatura, observou-se que o estudo prévio das soluções filmogênicas possibilita uma melhor escolha para pesquisa em pós-colheita de frutas e hortaliças. Tendo em vista a qualidade sensorial da fruta, é desejável que se escolha o revestimento que possibilite, além de sua conservação, uma melhora em seu aspecto visual para maior aceitação pelos consumidores.

É importante que se avalie o tipo de solução para o revestimento do fruto, observando os fatores mais relevantes para a conservação pós-colheita, visando obter o melhor método para o acondicionamento.

Observou-se a necessidade de armazenamento refrigerado juntamente com o revestimento para obter resultado satisfatório em relação à perda de massa e rendimento.

Na caracterização dos frutos (tempo zero), em relação à cor da casca, os frutos revestidos foram significativamente iguais, não houve alteração na aparência dos frutos, mantendo sua aparência natural e desejável. Uma vez que os frutos foram submersos nas soluções filmogênicas à temperatura ambiente, os revestimentos não provocaram alterações sobre os frutos.

Ao longo do tempo, observou-se que em relação ao pH, AT, *Ratio*, SS e firmeza de polpa, o uso de revestimento apresentou efeitos positivos na conservação pós-colheita dos frutos, retardando os processos fisiológicos e prolongando o tempo de vida útil da manga 'Ubá'.

É importante salientar que o uso de refrigeração também influenciou positivamente na conservação, mais nitidamente observado nas análises de rendimento e perda de massa, onde, mesmo com os revestimentos menos eficientes, os frutos tiveram melhor resultado em relação a outros trabalhos semelhantes, em avaliações de frutos de manga à temperatura ambiente.

Um dos fatores limitantes para se estimar o tempo de vida útil dos frutos de manga 'Ubá' testados foi a perda de massa, visto que nenhum revestimento foi capaz de retardar a perda de massa como o pH, AT, SS e firmeza de polpa. Como não existe norma estabelecida de um limite máximo para perda de massa, não se pode afirmar um período em dias de armazenamento, apenas que a perda se tornou extremamente severa em 24 e 31 dias de acondicionamento.

Em relação aos parâmetros em que os revestimentos tiveram alguma

influência, para cada solução filmogênica utilizada observou-se um retardo do metabolismo dos frutos em relação ao controle, em algumas características, como: a CA em rendimento, cor da casca e polpa, pH e SS; a CMC em rendimento, cor da casca e polpa, pH, AT e SS, apresentando o melhor desempenho na conservação dos frutos e permitindo que amadurecessem de forma satisfatória; a CC em rendimento, cor da polpa, SS e *ratio*, no entanto os frutos não mantiveram sua qualidade nas outras características por mais tempo que o controle como nos demais revestimentos; e a FM em rendimento, cor da casca e polpa, AT, SS e *ratio*, apresentando bom desempenho na conservação dos frutos, mas não melhor que a CMC.

Poderia se afirmar que o período de conservação utilizando solução filmogênica à base de CMC se estenderia em até 16 dias, e, com a solução a base de FM em até 14 dias. Entre estes revestimentos, o mais indicado seria utilizar a solução à base de carboximetilcelulose ou à base de fécula de mandioca, visto que no período de avaliação obtiveram melhores resultados em relação aos parâmetros estudados.

## 6. APÊNDICE A – Registro digital dos frutos de manga ‘Ubá’

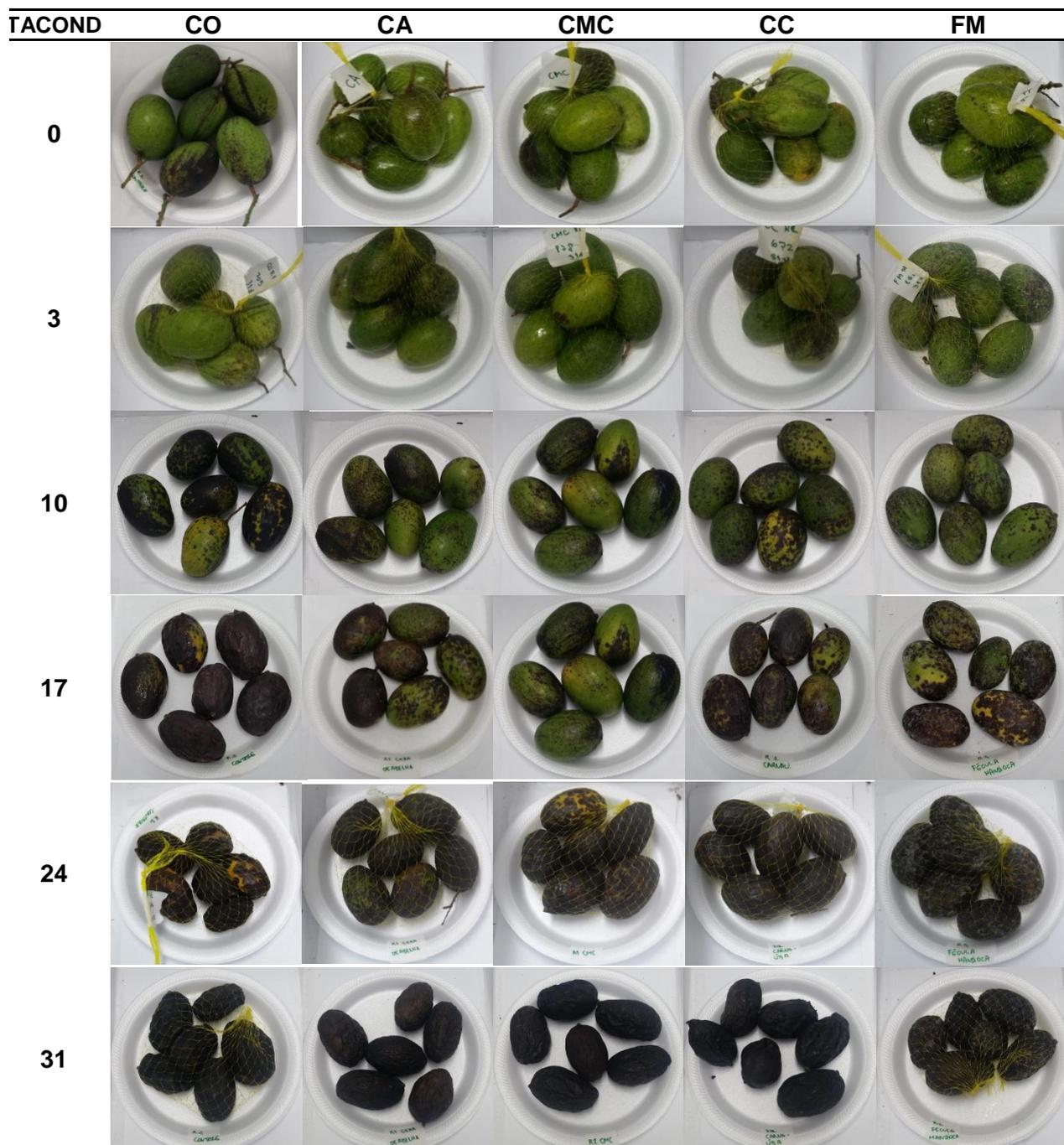


Figura 14: Imagem da casca da manga ‘Ubá’ por revestimento ao longo do acondicionamento.

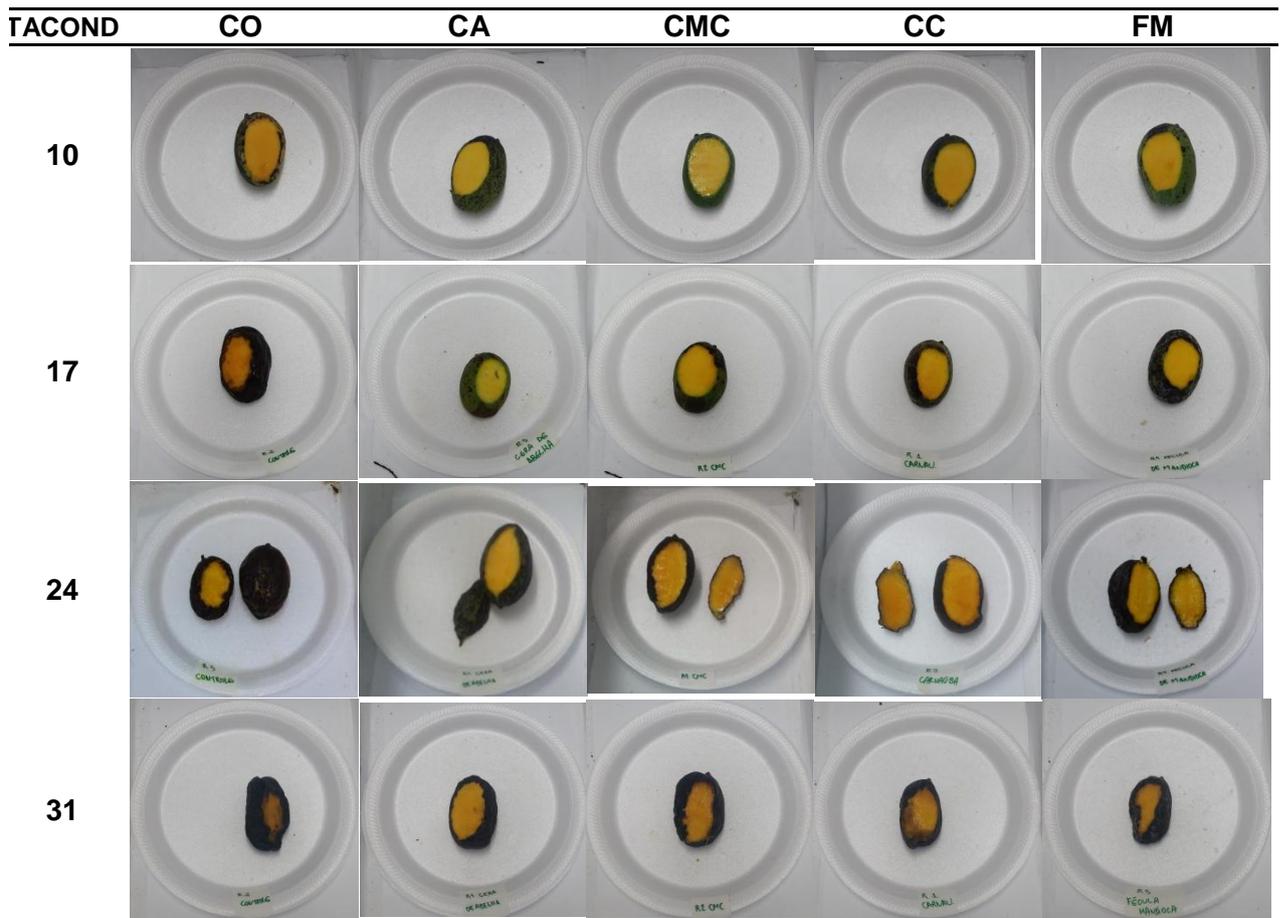


Figura 15: Imagem da polpa da manga 'Ubá' por revestimento ao longo do acondicionamento.

## 7. APÊNDICE B – Tabelas de tese de Tukey para comparação entre médias

Tabela 2: Médias de perda de massa para mangas revestidas e controle em cada tempo de armazenamento

	3 dias	10 dias	17 dias	24 dias
<b>CO</b>	2,54 <sup>a</sup>	11,46 <sup>a</sup>	23,31 <sup>a</sup>	41,45 <sup>a</sup>
<b>CA</b>	2,57 <sup>a</sup>	13,44 <sup>a</sup>	20,33 <sup>a</sup>	31,08 <sup>ab</sup>
<b>CMC</b>	2,07 <sup>a</sup>	9,87 <sup>a</sup>	18,64 <sup>a</sup>	27,49 <sup>b</sup>
<b>CC</b>	1,82 <sup>a</sup>	10,11 <sup>a</sup>	19,62 <sup>a</sup>	27,97 <sup>b</sup>
<b>FM</b>	3,27 <sup>a</sup>	12,76 <sup>a</sup>	21,75 <sup>a</sup>	35,83 <sup>ab</sup>

Pares de médias seguidas por pelo menos uma mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ).

Tabela 3: Médias de rendimento para mangas revestidas e controle em cada tempo de armazenamento.

	0 dias	3 dias	10 dias	17 dias
<b>CO</b>	68,04 <sup>a</sup>	63,16 <sup>a</sup>	56,37 <sup>a</sup>	50,07 <sup>c</sup>
<b>CA</b>	68,04 <sup>a</sup>	62,99 <sup>a</sup>	61,86 <sup>a</sup>	65,94 <sup>a</sup>
<b>CMC</b>	68,04 <sup>a</sup>	67,32 <sup>a</sup>	56,17 <sup>a</sup>	59,06 <sup>ab</sup>
<b>CC</b>	68,04 <sup>a</sup>	65,05 <sup>a</sup>	56,77 <sup>a</sup>	56,93 <sup>bc</sup>
<b>FM</b>	68,04 <sup>a</sup>	64,81 <sup>a</sup>	58,24 <sup>a</sup>	58,15 <sup>abc</sup>

Pares de médias seguidas por pelo menos uma mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ).

Tabela 4: Médias de firmeza para mangas revestidas e controle em cada tempo de armazenamento.

	0 dias	3 dias	10 dias	17 dias
<b>CO</b>	5,68 <sup>a</sup>	4,14 <sup>b</sup>	1,79 <sup>b</sup>	1,29 <sup>a</sup>
<b>CA</b>	5,68 <sup>a</sup>	7,79 <sup>a</sup>	7,08 <sup>a</sup>	2,72 <sup>a</sup>
<b>CMC</b>	5,68 <sup>a</sup>	5,84 <sup>ab</sup>	2,58 <sup>b</sup>	1,71 <sup>a</sup>
<b>CC</b>	5,68 <sup>a</sup>	5,21 <sup>ab</sup>	1,46 <sup>b</sup>	1,42 <sup>a</sup>
<b>FM</b>	5,68 <sup>a</sup>	5,90 <sup>ab</sup>	1,81 <sup>b</sup>	1,24 <sup>a</sup>

Pares de médias seguidas por pelo menos uma mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ).

Tabela 5: Médias de cor L\* da casca para mangas revestidas e controle em cada tempo de armazenamento.

	0 dias	3 dias	10 dias	17 dias
<b>CO</b>	49,80 <sup>a</sup>	51,01 <sup>a</sup>	41,44 <sup>b</sup>	40,12 <sup>b</sup>
<b>CA</b>	50,65 <sup>a</sup>	50,62 <sup>a</sup>	45,34 <sup>ab</sup>	45,25 <sup>a</sup>
<b>CMC</b>	53,18 <sup>a</sup>	50,18 <sup>a</sup>	49,68 <sup>a</sup>	44,05 <sup>ab</sup>
<b>CC</b>	49,66 <sup>a</sup>	49,39 <sup>a</sup>	46,61 <sup>a</sup>	41,43 <sup>ab</sup>
<b>FM</b>	51,47 <sup>a</sup>	49,44 <sup>a</sup>	46,74 <sup>a</sup>	43,42 <sup>ab</sup>

Pares de médias seguidas por pelo menos uma mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ).

Tabela 6: Médias de cor a\* da casca para mangas revestidas e controle em cada tempo de armazenamento.

	0 dias	3 dias	10 dias	17 dias
<b>CO</b>	-4,29 <sup>a</sup>	-3,88 <sup>a</sup>	0,05 <sup>a</sup>	0,31 <sup>a</sup>
<b>CA</b>	-4,81 <sup>a</sup>	-4,31 <sup>a</sup>	-1,79 <sup>ab</sup>	-0,45 <sup>a</sup>
<b>CMC</b>	-4,93 <sup>a</sup>	-4,70 <sup>a</sup>	-3,30 <sup>b</sup>	-0,29 <sup>a</sup>
<b>CC</b>	-3,19 <sup>a</sup>	-3,23 <sup>a</sup>	-1,47 <sup>ab</sup>	0,38 <sup>a</sup>
<b>FM</b>	-4,80 <sup>a</sup>	-3,51 <sup>a</sup>	-3,21 <sup>b</sup>	0,49 <sup>a</sup>

Pares de médias seguidas por pelo menos uma mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ).

Tabela 7: Médias de cor b\* da casca para mangas revestidas e controle em cada tempo de armazenamento.

	0 dias	3 dias	10 dias	17 dias
<b>CO</b>	14,66 <sup>a</sup>	17,19 <sup>a</sup>	3,93 <sup>b</sup>	1,07 <sup>b</sup>
<b>CA</b>	16,74 <sup>a</sup>	17,37 <sup>a</sup>	9,18 <sup>ab</sup>	8,87 <sup>a</sup>
<b>CMC</b>	19,02 <sup>a</sup>	17,29 <sup>a</sup>	14,67 <sup>a</sup>	7,61 <sup>a</sup>
<b>CC</b>	13,84 <sup>a</sup>	14,51 <sup>a</sup>	10,86 <sup>a</sup>	3,15 <sup>ab</sup>
<b>FM</b>	17,23 <sup>a</sup>	15,76 <sup>a</sup>	13,97 <sup>a</sup>	4,32 <sup>ab</sup>

Pares de médias seguidas por pelo menos uma mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ).

Tabela 8: Médias de cor L\* da polpa para mangas revestidas e controle em cada tempo de armazenamento.

	0 dias	3 dias	10 dias	17 dias
<b>CO</b>	77,44 <sup>a</sup>	75,85 <sup>b</sup>	71,74 <sup>b</sup>	65,15 <sup>c</sup>
<b>CA</b>	77,44 <sup>a</sup>	79,91 <sup>a</sup>	73,95 <sup>ab</sup>	77,27 <sup>a</sup>
<b>CMC</b>	77,44 <sup>a</sup>	76,51 <sup>ab</sup>	75,82 <sup>a</sup>	70,31 <sup>b</sup>
<b>CC</b>	77,44 <sup>a</sup>	79,38 <sup>ab</sup>	71,36 <sup>b</sup>	68,49 <sup>bc</sup>
<b>FM</b>	77,44 <sup>a</sup>	79,29 <sup>ab</sup>	73,95 <sup>ab</sup>	70,24 <sup>b</sup>

Pares de médias seguidas por pelo menos uma mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ).

Tabela 9: Médias de cor a\* da polpa para mangas revestidas e controle em cada tempo de armazenamento.

	0 dias	3 dias	10 dias	17 dias
<b>CO</b>	13,88 <sup>a</sup>	15,37 <sup>a</sup>	18,57 <sup>a</sup>	21,23 <sup>a</sup>
<b>CA</b>	13,88 <sup>a</sup>	11,40 <sup>ab</sup>	9,08 <sup>b</sup>	14,39 <sup>b</sup>
<b>CMC</b>	13,88 <sup>a</sup>	13,47 <sup>ab</sup>	9,99 <sup>b</sup>	18,57 <sup>ab</sup>
<b>CC</b>	13,88 <sup>a</sup>	10,20 <sup>b</sup>	18,57 <sup>a</sup>	20,92 <sup>a</sup>
<b>FM</b>	13,88 <sup>a</sup>	12,20 <sup>ab</sup>	15,40 <sup>a</sup>	18,91 <sup>ab</sup>

Pares de médias seguidas por pelo menos uma mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ).

Tabela 10 Médias de cor b\* da polpa para mangas revestidas e controle em cada tempo de armazenamento.

	<b>0 dias</b>	<b>3 dias</b>	<b>10 dias</b>	<b>17 dias</b>
<b>CO</b>	49,81 <sup>a</sup>	49,09 <sup>a</sup>	47,75 <sup>b</sup>	52,28 <sup>b</sup>
<b>CA</b>	49,81 <sup>a</sup>	47,74 <sup>a</sup>	45,39 <sup>b</sup>	52,83 <sup>b</sup>
<b>CMC</b>	49,81 <sup>a</sup>	47,94 <sup>a</sup>	49,33 <sup>b</sup>	55,03 <sup>ab</sup>
<b>CC</b>	49,81 <sup>a</sup>	48,77 <sup>a</sup>	55,53 <sup>a</sup>	55,34 <sup>ab</sup>
<b>FM</b>	49,81 <sup>a</sup>	49,59 <sup>a</sup>	55,80 <sup>a</sup>	57,84 <sup>a</sup>

Pares de médias seguidas por pelo menos uma mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ).

Tabela 11: Médias de pH para mangas revestidas e controle em cada tempo de armazenamento.

	<b>0 dias</b>	<b>3 dias</b>	<b>10 dias</b>	<b>17 dias</b>
<b>CO</b>	4,06 <sup>a</sup>	4,38 <sup>a</sup>	4,51 <sup>a</sup>	5,18 <sup>a</sup>
<b>CA</b>	4,06 <sup>a</sup>	4,16 <sup>a</sup>	4,01 <sup>b</sup>	4,31 <sup>c</sup>
<b>CMC</b>	4,06 <sup>a</sup>	4,12 <sup>a</sup>	4,02 <sup>b</sup>	4,62 <sup>bc</sup>
<b>CC</b>	4,06 <sup>a</sup>	4,13 <sup>a</sup>	4,22 <sup>ab</sup>	4,90 <sup>ab</sup>
<b>FM</b>	4,06 <sup>a</sup>	4,04 <sup>a</sup>	4,13 <sup>ab</sup>	4,89 <sup>ab</sup>

Pares de médias seguidas por pelo menos uma mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ).

Tabela 12: Médias de acidez titulável (%) para mangas revestidas e controle em cada tempo de armazenamento.

	<b>0 dias</b>	<b>3 dias</b>	<b>10 dias</b>	<b>17 dias</b>
<b>CO</b>	1,34 <sup>a</sup>	1,14 <sup>b</sup>	0,38 <sup>c</sup>	0,29 <sup>c</sup>
<b>CA</b>	1,34 <sup>a</sup>	1,55 <sup>a</sup>	1,37 <sup>a</sup>	1,62 <sup>a</sup>
<b>CMC</b>	1,34 <sup>a</sup>	1,34 <sup>ab</sup>	1,07 <sup>ab</sup>	0,82 <sup>b</sup>
<b>CC</b>	1,34 <sup>a</sup>	1,24 <sup>ab</sup>	0,74 <sup>bc</sup>	0,54 <sup>bc</sup>
<b>FM</b>	1,34 <sup>a</sup>	1,50 <sup>ab</sup>	1,27 <sup>a</sup>	0,47 <sup>bc</sup>

Pares de médias seguidas por pelo menos uma mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ).

Tabela 13: Médias de sólidos solúveis (°Brix) para mangas revestidas e controle em cada tempo de armazenamento.

	<b>0 dias</b>	<b>3 dias</b>	<b>10 dias</b>	<b>17 dias</b>
<b>CO</b>	9,4 <sup>a</sup>	14,4 <sup>a</sup>	20,0 <sup>a</sup>	20,9 <sup>ab</sup>
<b>CA</b>	9,4 <sup>a</sup>	9,6 <sup>b</sup>	13,8 <sup>c</sup>	16,4 <sup>c</sup>
<b>CMC</b>	9,4 <sup>a</sup>	12,0 <sup>b</sup>	17,5 <sup>b</sup>	19,9 <sup>ab</sup>
<b>CC</b>	9,4 <sup>a</sup>	11,2 <sup>b</sup>	16,6 <sup>b</sup>	19,0 <sup>b</sup>
<b>FM</b>	9,4 <sup>a</sup>	11,2 <sup>b</sup>	17,1 <sup>b</sup>	21,5 <sup>a</sup>

Pares de médias seguidas por pelo menos uma mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ).

Tabela 14: Médias de *ratio* para mangas revestidas e controle em cada tempo de armazenamento.

	<b>0 dias</b>	<b>3 dias</b>	<b>10 dias</b>	<b>17 dias</b>
<b>CO</b>	7,10 <sup>a</sup>	12,06 <sup>a</sup>	53,44 <sup>a</sup>	72,94 <sup>a</sup>
<b>CA</b>	7,10 <sup>a</sup>	6,26 <sup>a</sup>	10,17 <sup>c</sup>	10,16 <sup>d</sup>
<b>CMC</b>	7,10 <sup>a</sup>	8,57 <sup>a</sup>	16,88 <sup>bc</sup>	25,94 <sup>c</sup>
<b>CC</b>	7,10 <sup>a</sup>	9,10 <sup>a</sup>	23,68 <sup>b</sup>	36,04 <sup>bc</sup>
<b>FM</b>	7,10 <sup>a</sup>	7,94 <sup>a</sup>	13,74 <sup>bc</sup>	45,67 <sup>b</sup>

Pares de médias seguidas por pelo menos uma mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ).

## 8. APÊNDICE C – Pré-testes das soluções filmogênicas

### 8.1. Cera de abelha

Foram realizados testes com 4 % (m/v) de cera de abelha e concentrações de 10 %, 15 % e 20 % (v/v) de tween 80, sendo verificado melhor controle de perda de massa dos frutos de manga revestidos na formulação contendo 20 % (v/v) de tween 80 em relação aos frutos revestidos com as outras formulações.

Essa formulação foi testada em comparação a outras duas, acrescentando 0,3 % (v/v) de óleo de girassol em uma e 0,5 % (m/v) ácido ascórbico e 0,5 % (m/v) ácido cítrico na outra. Foi observado que a formulação contendo 4 % (m/v) de cera de abelha, 20 % (v/v) de tween 80, 0,5 % (m/v) ácido ascórbico e 0,5 % (m/v) ácido cítrico foi a melhor formulação em relação ao tempo de secagem, brilho da casca dos frutos e perda de massa, sendo escolhida para a formulação de solução filmogênica à base de cera de abelha.

### 8.2. Carboximetilcelulose

Foram testadas formulações com duas fontes de carboximetilcelulose diferentes codificadas como CMC 1808 e CMC 2804. Foram testadas em 1 % (m/v), acrescidas de 5 % glicerol e 0,3 % de tween 80 a partir do trabalho realizado por Silva (2015). Frutos revestidos com solução a base de CMC 1808 tiveram perda de massa reduzida em relação aos demais frutos (revestidos com CMC 2804 e controle). Os frutos revestidos com CMC 2804 tiveram perda de massa superior ao controle, por isso, foi descartado do experimento.

### **8.3. Cera de carnaúba**

Foi realizado teste a partir do trabalho realizado por Silva (2015), com diluição 1:2 de solução de cera de carnaúba. Foi observado que a perda de massa foi menor que a dos frutos não revestidos.

### **8.4. Fécula de mandioca**

Foi realizado teste de solução filmogênica com 3 % (m/v) de fécula de mandioca, observando-se perda de massa superior ao controle e pouca aderência do revestimento na superfície dos frutos.

Foi, então, testado a solução filmogênica com 4 % (m/v), com 5 % de glicerol e 0,3 % de óleo de girassol. Verificou-se que a perda de massa dos frutos revestidos foi menor que os frutos não revestidos.