

THIAGO AZEVEDO DE OLIVEIRA

**DESENVOLVIMENTO DE FILMES À BASE DE FÉCULA DE
MANDIOCA E ADITIVOS NATURAIS E SUA APLICAÇÃO NA
CONSERVAÇÃO DE MAMÃO**

MOSSORÓ-RN
2014

THIAGO AZEVEDO DE OLIVEIRA

**DESENVOLVIMENTO DE FILMES À BASE DE FÉCULA DE
MANDIOCA E ADITIVOS NATURAIS E SUA APLICAÇÃO NA
CONSERVAÇÃO DE MAMÃO**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal Rural
do Semi-Árido, para
obtenção do título de
Mestre em Agronomia:
Fitotecnia.

Orientadora: Profª D.Sc. EDNA MARIA MENDES AROUCHA

MOSSORÓ-RN
2014

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

O48d Oliveira, Thiago Azevedo De.

Desenvolvimento de filmes à base de fécula de mandioca e aditivos naturais e sua aplicação na conservação de mamão. / Thiago Azevedo De Oliveira -- Mossoró, 2014
111f.: il.

Orientadora: Prof^a. Dra. Edna Maria Mendes Aroucha.
Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Pós-Graduação.

1. *Carica papaya* L. 2. Opacidade. 3. PVA. 4. Qualidade.
I. Título.

RN/UFERSA/BCOT
634.651

CDD:

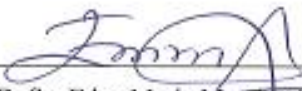
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB-15/120

THIAGO AZEVEDO DE OLIVEIRA


**DESENVOLVIMENTO DE FILMES À BASE DE FÉCULA DE
MANDIOCA E ADITIVOS NATURAIS E SUA APLICAÇÃO NA
CONSERVAÇÃO DE MAMÃO**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal Rural
do Semi-Árido, para
obtenção do título de
Mestre em Agronomia:
Fitotecnia.


APROVADA EM: 24/02/2014



D. Sc. Edna Maria Mendes Aroucha – UFERSA
Orientadora



D. Sc. Ricardo Henrique de Lima Leite – UFERSA
Co-orientador



D. Sc. Francisco Klebson Gomes dos Santos – UFERSA
Conselheiro



D. Sc. Adriano do Nascimento Simões – UFRPE
Conselheiro

A Paula Cristina de Medeiros Saldanha,
por todo amor e carinho a mim dedicado,
me fazendo tão feliz.

OFEREÇO

Aos meus pais e família pela confiança,
apoio e carinho que me deram suporte
para alcançar mais esse sonho de minha
vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, por tudo que tens me proporcionado viver e aprender e por estar sempre presente na minha vida.

À minha noiva Paula Saldanha, por todo apoio, amor, compreensão, carinho e pela disposição para me ajudar em muitos momentos, principalmente na minha vida acadêmica.

Aos meus pais, Francisco de Assis Oliveira e Núbia Azevedo, que me educaram e sempre estavam presentes e dispostos a me ajudar em todos os momentos de minha vida.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) pelas oportunidades de ensino e por toda estrutura para realização de pesquisas científicas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

À Pós-graduação em Fitotecnia, em especial a todos que compõem o corpo docente, pelos ensinamentos transmitidos durante o mestrado, contribuindo assim, para minha formação profissional.

À professora Edna Maria Mendes Aroucha, pelas prestimosas orientações, apoio, confiança e dedicação para a realização deste trabalho, minha sincera gratidão.

Ao professor Ricardo Henrique de Lima Leite, meu co-orientador, pela amizade, auxílio e as preciosas orientações na execução desse trabalho.

Aos colegas de laboratório, pela ajuda na execução desse trabalho. Aos meus colegas da pós-graduação. Finalmente, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

A todos vocês, muito obrigado!.

RESUMO

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

A busca por novos materiais de embalagem com o propósito de manter ou melhorar a qualidade dos alimentos e, ao mesmo tempo, reduzir a geração de lixo não biodegradável, tem encorajado a exploração de materiais comestíveis e/ou biodegradáveis. O presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de filmes à base de fécula de mandioca e aditivos naturais. O experimento foi realizado através de um planejamento central composto para 3 fatores, codificados como x1= concentração de cera de abelha; x2= concentração de tensoativo (OCS) e x3= concentração de glicerol, com intervalo de variação de x1= (20;40), x2= (5;15) e x3= (15;25) em % em relação à massa seca do polímero (fécula). Observou-se que os menores valores de PVA ocorrem quando se aumenta as concentrações de glicerol e cera de abelha, ocorrendo aumento da opacidade dos filmes com a elevação dos percentuais de cera de abelha. Verificou-se que a composição que resultou em melhores características de baixa PVA, foi o filme com as concentrações centrais de OCS de 10% e glicerol 20% com a maior concentração de cera de abelha. No experimento seguinte utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, em esquema de fatorial, com três tratamentos (T1: testemunha; T2: revestimento natural; T3: cera (cera comercial CITROSOL A (derivada do petróleo)) e seis períodos de armazenamento (0, 5, 10, 15, 20 e 25 dias) com seis repetições a 13 °C e 90% UR. Houve redução na firmeza de polpa e sólidos solúveis, açúcares solúveis totais, açúcares redutores e relação de SS/AT. Os frutos revestidos com o revestimento natural apresentaram maiores teores de açúcares totais e açúcares redutores. Houve aumento no teor de vitamina C com menores valores observados nos frutos revestidos com o revestimento natural. Durante o armazenamento houve aumento dos valores das coordenadas L e C da casca e H da polpa e redução da coordenada H da casca e L da polpa. Os revestimentos proporcionaram maior conservação dos frutos, através da redução da perda de massa, manutenção da aparência externa e interna por um período maior de tempo. O revestimento natural obtém vantagens socioambientais em relação à cera (derivada do petróleo), por ser um produto natural oriundo de fontes renováveis, biodegradável e facilmente encontradas no semiárido brasileiro.

Palavras-chave: Opacidade. PVA. *Carica papaya L.* Revestimento. Qualidade.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Thiago Azevedo de. **Development films of based on cassava starch and natural additives and their application in the conservation of papaya.** 2014. 111. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2014.

The search for new packaging materials with the purpose of maintaining or improving the quality of food and at the same time, reduce the generation of non-biodegradable garbage, has encouraged the exploration of edible and / or biodegradable materials . This study aimed to develop films based on cassava starch and natural additives. The experiment was conducted using a central composite design for three factors , coded as x1= concentration of beeswax; x2= surfactant concentration (OCS) and x3= concentration of glycerol , with variation interval x1= (20, 40) , x2= (5, 15) and x3= (15, 25) in% of the dry mass polymer (starch) . It was observed that the lowest values of PVA occur when increasing concentrations of glycerol and beeswax, with increased opacity of the films with increase in the percentage of beeswax. It was found that the composition resulting in improved characteristics of low PVA film was central to the OCS concentrations of 10% glycerol and 20% at the highest concentration of beeswax. In the following experiment we used a completely randomized design in a factorial design with three treatments (T1: control, T2: natural finish, T3: wax (wax commercial Citrosol A (derived from petroleum)) and six storage periods (0, 5, 10, 15, 20 and 25) with six repetitions at 13 ° C and 90% RH . was reduced in firmness and soluble solids , total soluble sugars , reducing sugars and ratio SS / TA . fruits coated with natural coating showed higher levels of total sugars and reducing sugars . was increased in vitamin C with lower values observed for fruit coated with natural finish . During storage there was an increase of the coordinate values of L and C H shell and the pulp and reduction of coordinated H and L bark pulp. coatings showed higher fruit preservation through reduction of weight loss, maintenance of external and internal appearance for a longer period of time. natural coat gets environmental advantages over wax (derived from petroleum), to be a natural product made from renewable, biodegradable and easily found in the Brazilian semiarid sources.

Key Words: Opacity. PVA. *Carica papaya* L. Coating. Quality.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 01 - Valores de a*, b* Hue e Cromo (a) e valor de L (b) no Sistema Hunter Lab Cromo Meter..... 21
- Figura 02 - Sequência Hue e orientação do ângulo Hue no diagrama CIELAB com sequencia das nuances de cores..... 22
- Figura 03 - Fenômenos de transporte que se estabelecem entre superfícies frescas e o ambiente externo..... 30

CAPÍTULO II

- Figura 01 - Distribuição dos pontos do planejamento central composto para o estudo dos efeitos relacionados à adição de cera de abelha, glicerol e OCS 48
- Figura 02 - Gráfico de pareto dos efeitos padronizados para os fatores e suas interações conforme o planejamento fatorial 2^3 completo para os resultados da PVA dos filmes..... 54
- Figura 03 - Comparação entre os valores observados e os previstos pelo modelo..... 55
- Figura 04 - Variação da PVA dos filmes de fécula de mandioca contendo 10% de OCS, em função dos percentuais de cera de abelha e glicerol..... 56
- Figura 05 - Gráfico de pareto dos efeitos padronizados para os fatores e suas interações conforme o planejamento fatorial 2^3 completo para os resultados da opacidade dos filmes..... 58
- Figura 06 - Comparação entre os valores observados e os previstos pelo modelo..... 59
- Figura 07 - Variação da opacidade dos filmes de fécula de mandioca contendo 10% de OCS, em função dos percentuais de cera de abelha e glicerol..... 60

CAPÍTULO III

Figura 01 -	Perda de massa (%) de mamão Formosa com diferentes revestimentos em função do tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	73
Figura 02 -	Aparência externa de mamão Formosa com diferentes revestimentos em função do tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	75
Figura 03 -	Aparência interna de mamão Formosa com diferentes revestimentos em função do tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	77
Figura 04 -	Firmeza (N) de mamão em função do tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	79
Figura 05 -	Sólidos Solúveis (%) de mamão Formosa em função do tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	90
Figura 06 -	Acidez titulável (% de ácido cítrico) de mamões Formosa com diferentes revestimentos em função do tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	81
Figura 07 -	pH de mamão Formosa em função do tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	84
Figura 08 -	Vitamina C (mg/100g) de mamão Formosa com diferentes revestimentos em função do tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	85
Figura 09 -	Açúcares rotais e redutores (%) de mamão Formosa em função do tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	88
Figura 10-	Relação de sólidos solúveis/acidez titulável de mamão Formosa em função do tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	89
Figura 11-	Luminosidade (coordenada L) da casca de mamão Formosa com diferentes revestimentos em função do tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	91
Figura 12-	Croma (coordenada C) da casca de mamão Formosa com diferentes revestimentos em função do tempo de	

	armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	93
Figura 13-	Ângulo hue (coordenada H (tonalidade) da casca de mamão Formosa com diferentes revestimentos em função do tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	94
Figura 14-	Luminosidade (coordenada L) da polpa de mamão Formosa com diferentes revestimentos em função do tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	96
Figura 15-	Ângulo hue (coordenada H) da polpa de mamão Formosa em função do tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	98

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela 01 - Composição dos filmes utilizando concentrações variadas de glicerol, cera de abelha e OCS, para formulação do filme de fécula de mandioca.....	48
Tabela 02 - Matriz de experimentos para o estudo dos efeitos relacionados à adição de cera de abelha, glicerol e OCS na PVA e opacidade de filmes de fécula de mandioca.....	52
Tabela 03 - Estimativa dos efeitos, erro-padrão, teste-t de Student e valor-p conforme o planejamento fatorial 2^3 completo para os resultados da PVA.....	53
Tabela 04 - Análise de variância para o ajuste do modelo (PVA).....	55
Tabela 05 - Estimativa dos efeitos, erro-padrão, teste-t de Student e valor-p conforme o planejamento fatorial 2^3 completo para os resultados da opacidade.....	57
Tabela 06 - Análise de variância para o ajuste do modelo (opacidade).....	59

CAPÍTULO III

Tabela 01 - Valores médios de pH de frutos de mamão Formosa, durante o tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	83
Tabela 02 - Valores médios de açúcares solúveis totais e açúcares redutores de frutos de mamão Formosa, durante o tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	87
Tabela 03 - Valores médios de coordenada H (ângulo hue) de frutos de mamão Formosa, durante o tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	97

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	15
1 REFERENCIAL TEÓRICO	15
1.1 Importância e características da cultura do mamoeiro	15
1.2 Fisiologia do amadurecimento.....	17
1.3 Alterações Fisiológicas durante o amadurecimento.....	17
1.4 Alterações Físicas durante o amadurecimento.....	19
1.5 Alterações Químicas durante o amadurecimento.....	23
1.6 Tecnologias de conservação pós-colheita.....	25
1.7 Biofilmes ou Coberturas biodegradáveis.....	27
REFERÊNCIAS	33
CAPÍTULO II – DESENVOLVIMENTO DE FILMES À BASE DE FÉCULA DE MANDIOCA E ADITIVOS NATURAIS.....	42
RESUMO.....	42
ABSTRACT.....	43
1 INTRODUÇÃO.....	44
2 MATERIAL E MÉTODOS	46
2.1 Síntese do surfactante.....	46
2.2 Planejamento experimental.....	47
2.3 Preparação dos filmes.....	47
2.4 Análise dos filmes.....	50
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
3.1 Efeito da adição de cera de abelha, glicerol e OCS na permeabilidade ao vapor de água dos filmes de fécula de mandioca.....	53
3.2 Efeito da adição de cera de abelha, glicerol e OCS na opacidade de filmes de fécula de mandioca.....	57
4 CONCLUSÃO.....	61
REFERÊNCIAS	62

CAPÍTULO III – CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MAMÃO FORMOSA REVESTIDO COM FÉCULA DE MANDIOCA E ADITIVOS NATURAIS.....	64
RESUMO.....	64
ABSTRACT.....	65
1 INTRODUÇÃO	66
2 MATERIAL E MÉTODOS	68
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	72
3.1 Perda de massa	72
3.2 Aparência externa	74
3.3 Aparência interna	76
3.4 Firmeza de polpa	78
3.5 Sólidos solúveis	79
3.6 Acidez titulável	81
3.7 pH	83
3.8 Vitamina C	84
3.9 Açúcares solúveis totais e redutores	86
3.10 Relação sólidos solúveis acidez titulável.....	89
3.11 Coloração da casca.....	90
3.12 Coloração da polpa.....	95
4 CONCLUSÃO	99
REFERÊNCIAS.....	100
APÊNDICE	106

CAPÍTULO I

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 IMPORTÂNCIA E CARACTERÍSTICAS DA CULTURA DO MAMOEIRO

O mamoeiro é uma planta frutífera originária da América Tropical, pertencente à família Caricaceae e ao gênero *Carica*. O mamão *Carica papaya L.* é mais cultivado comercialmente nas regiões tropicais (PAULL; DUARTE, 2011).

A base genética da cultura no Brasil é estreita, concentrando-se em poucas variedades pertencentes aos grupos Solo e Formosa, ambos comercializados no mercado interno e externo.

As cultivares do grupo Solo são geneticamente mais uniformes, consistindo de linhagens puras fixadas por sucessivas gerações de autofecundação, apresentando peso médio de seus frutos entre 425 a 625 g. Dentre essas cultivares destaca-se: Sunrise Solo e Improved Sunrise Solo cv. 72/12, Sunrise Golden, Kapoho Solo, Waimanalo, Higgins e Baixinho de Santa Amália (COSTA; PACOVA, 2003).

Os híbridos do grupo Formosa são importados de Formosa ou de Taiwan, sendo o mamão ‘Tainung 1’ o principal híbrido desse grupo. Este é resultante do cruzamento da linhagem Sunrise Solo com uma linhagem de mamão da Costa Rica de polpa vermelha. Os frutos comerciais são alongados com peso variando de 900 a 1100 g, casca de coloração verde-clara e polpa laranja-avermelhada (DANTAS; LIMA, 2001; FAGUNDES; YAMANISHI, 2001, QUEIROZ, 2009)

O mamoeiro vem ganhando importância no cenário mundial, pois seu consumo vem aumentando consideravelmente nos últimos anos. É a sexta fruta mais produzida e a nona fruta fresca mais exportada do país (AGRIANUAL, 2012). O Brasil é o segundo maior produtor e exportador mundial de mamão ficando apenas atrás da Índia, na produção e do México na exportação. O Brasil produziu, em 2011, o equivalente a 1,854 milhões de toneladas, com área de 35,9

mil hectares (FAO, 2013). Segundo dados do Ministério do Desenvolvimento e Comércio Exterior, em 2012 a exportação de mamão fresco pelo Brasil movimentou mais de 36 milhões de dólares com volume de 26,1 mil toneladas (MDIC/ALICEWEB, 2013).

Os estados maiores produtores brasileiros são, sequencialmente, Bahia, Espírito Santo, Ceará e Rio Grande do Norte, responsáveis por 90% da produção nacional no ano de 2011 (IBGE, 2013). Sendo o maior exportador o Estado do Espírito Santo, respondendo a 47,6% do volume exportado. O Rio Grande do Norte, em 2012, foi o terceiro estado que mais exportou mamão no Brasil ficando atrás do Espírito Santo e da Bahia (MDIC/ALICEWEB, 2013).

No Rio Grande do Norte 75% da produção de mamão está situada nas mesorregiões central e oeste potiguar, caracterizada por condições edafoclimáticas, de elevadas temperaturas e baixa pluviosidade o que propocionam o cultivo comercial do mamão do grupo formasa (IBGE, 2013). O município de Baraúna é o maior produtor de mamão do RN com área plantada em 2011 de 1100 hectares, com produção de 44 mil toneladas, o que corresponde a 63,4% da produção do estado. O município em 2011 obteve a sétima maior área plantada e decima terceira maior produção do país (IBGE, 2013).

O Rio Grande do Norte é considerado, pela Associação Brasileira de Exportadores de Papaya (BRAPEX), uma região promissora, pois vem consolidando a cada ano sua posição no mercado exportador de mamão. Além de sua grande importância econômica, deve ser ressaltado o aspecto social, como gerador de emprego e renda, absorvendo mão de obra durante o ano todo, pela constante necessidade de manejo, tratos culturais, colheita e comercialização, efetuadas de maneira contínua nas lavouras, além da renovação dos pomares a cada três anos, em média (BENASSI, 2006).

O mamão é um fruto bastante apreciado devido às suas qualidades organolépticas. É uma fruta excelente do ponto de vista nutricional, constitui uma fonte importante de carotenóides, vitamina C e sais minerais com ação antioxidante (DEMBITSKY et al., 2011; RODRIGUEZ-AMAYA, 2000). É bastante consumido *in natura*, mas pode ser utilizado na fabricação de polpa, compota, geleia e outros.

Do fruto imaturo é extraída a papaina, uma enzima alcalóide utilizada nas indústrias têxteis, farmacêuticas, de alimento e de cosmético (CENTEC, 2004).

Um dos maiores problemas na cultura do mamão é a susceptibilidade a danos durante o transporte, ocasionando elevadas perdas pós-colheita, que se distribuem da colheita à mesa do consumidor. O mamão é uma das frutas mais consumidas pelo brasileiro, porém é também uma das frutas nas quais se registram os maiores índices de perdas pós-colheita, podendo alcançar o índice de 40% (SANCHES, 2004).

1.2 FISILOGIA DO AMADURECIMENTO

O amadurecimento do fruto é um processo irreversível, que ocorre no final da maturação e início da senescência, marcado por mudanças físicas, químicas, bioquímicas e fisiológicas que afetam a sua qualidade sensorial (BRON, 2006). Após essa etapa, segue a senescência, processo que predomina os processos degradativos que resultam na morte dos tecidos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O período de desenvolvimento do mamão é variável conforme a cultivar, manejo cultural e ambiental (temperatura, umidade relativa do ar e solo) ((BERILLI et al., 2007). Segundo Queiroz (2009) o desenvolvimento do mamão ‘Tainung 1’, na região nordeste do Brasil é de 130 dias após a frutificação efetiva. E o amadurecimento, que ocorre na fase estacionária do desenvolvimento do fruto (QUEIROZ, 2009 e CALEGARIO, 1997), é a mais estudada na pós-colheita.

1.3 ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS DURANTE O AMADURECIMENTO

O mamão é um fruto climatérico, apresentando assim em determinada etapa de seu ciclo vital, um aumento rápido e acentuado na atividade respiratória e

produção de etileno, com amadurecimento imediato, podendo ocorrer na planta ou fora dela, se colhidos fisiologicamente maduros (CHITARRA; CHITARRA, 2005; REES; FARRELL; ORCHARD, 2012; THOMPSON, 2003).

A ocorrência de alta produção de etileno e taxa respiratória de moderada a alta nos frutos de mamão. Segundo Kader (2002), o mamão, de forma geral, apresenta taxas respiratórias e de liberação de etileno a 10 °C de 4 a 6 $\mu\text{L CO}_2 \text{ kg.h}^{-1}$ e de 0,2 a 4 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg.h}^{-1}$ e a 20 °C de 15-35 $\mu\text{L CO}_2 \text{ kg.h}^{-1}$ e de 1,0 a 15 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg.h}^{-1}$, respectivamente. Entretanto, nesse estudo não foi consideradas diferenças varietais ou de região de cultivo.

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

Após a colheita do fruto, a respiração e a transpiração são os principais processos fisiológicos responsáveis pela perda de qualidade do produto. Toda tecnologia que visa prolongar a vida-útil dos frutos, após a colheita, deve atentar para o controle destes dois processos (PAULL et al., 1997). A transpiração dos frutos implica em perda de massa, o que ocasionará danos na aparência e perdas econômicas, pois as frutas são comercializadas em peso. O controle da transpiração é conseguido pelo uso do resfriamento do fruto (redução do calor) ou com aumento da umidade relativa da atmosfera que envolve o fruto (PALIYATH, et al., 2008).

A respiração resulta em modificações profundas no perfil de diversos compostos orgânicos (proteínas, carboidratos, ácidos orgânicos, voláteis, etc.) de um fruto. Em condições não controladas, estas mudanças podem levar rapidamente à perda de firmeza da polpa, ao aumento no conteúdo de líquido extracelular e ao aumento na acidez da polpa, dentre outros (THOMPSON, 2003).

Para a conservação dos frutos é desejável a redução na atividade respiratória, porém nunca a supressão total, pois as consequências do metabolismo anaeróbico

frequentemente resultam na perda de qualidade dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os frutos, de um modo geral, podem ser classificados como climatérico ou não climatérico, de acordo com a ausência ou presença da produção autocatalítica do etileno durante a maturação (REES; FARRELL; ORCHARD, 2012). Frutos climatéricos são caracterizados pelo acentuado incremento da produção de etileno e atividade respiratória durante o amadurecimento.

A produção de etileno (C_2H_4), que é um hormônio de maturação e envelhecimento, ocorre naturalmente durante a fase de amadurecimento dos frutos, principalmente dos climatéricos. Esse hormônio, encontrado nos espaços intercelulares, tem como precursor o aminoácido metionina e dois intermediários chaves (SAM – S-adenosil-metionina e ACC – ácido carboxílico aminociclopropano) (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Em frutos climatéricos, como mamão, o nível fisiológico de etileno é de $15\mu L Kg.h^{-1}$ a uma temperatura de $20^\circ C$. Se a concentração de etileno no meio aumentar a 100 ppm ocorrerá uma rápida aceleração do amadurecimento (amarelecimento da casca e amolecimento da polpa, mas pouca ou nenhuma melhora no sabor). Por outro lado ocorrerá redução do amadurecimento, se for colocado no meio um inibidor (CO_2 , sulfato de prata, 2,5-Norbornadieno (NBD), aminoetoxivinilglicina (AVG) e 1-metilciclopropeno (1-MCP)), Estes agem inibindo a síntese e/ou ação do etileno respectivamente (NEVES, 2009).

1.4 ALTERAÇÕES FÍSICAS DURANTE O AMADURECIMENTO

Entre essas transformações destacam-se a mudança na coloração, devido à degradação das clorofilas e à síntese dos carotenoides (JAIN et al., 2003). A alteração do metabolismo dos carboidratos, o amaciamento da polpa, a modificação na textura e a síntese de voláteis (JAIN et al., 2003; FONSECA et al., 2007; CARA; GIOVANNONI, 2008; BOUZAYEN et al., 2009).

No mamão ‘Tainung 1’ entre os compostos coloridos destacam-se a clorofila e os carotenóides como os mais importantes (FAGUNDES; YAMANISHI, 2001, QUEIROZ, 2009). De acordo com Queiroz (2009) no nordeste brasileiro, o ponto ideal de colheita do mamão ‘Tainung 01’, ocorre quando a coloração da casca varia de 15 a 20% de pintas amarelas. Isso ocorre com 130 dias após a frutificação efetiva.

A cor é utilizada para seleção de muitos produtos em classes e categorias comerciais e relaciona-se com a percepção de aparência do consumidor (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Na maturação dos frutos de mamão a cor é uma característica para a escolha do ponto de colheita, sendo utilizadas escalas visuais subjetivas para avaliação dos estádios de maturação dos frutos, como o mamão tem por característica a mudança gradual e desuniforme na cor da casca de verde para amarelo, formando inicialmente estrias amarelas partindo da região estilar para a inserção peduncular do fruto (OLIVEIRA et al., 2002).

A utilização de parâmetros físicos objetivos para classificação da cor dos estádios de maturação do mamão é uma possibilidade que pode ser adotada para aumentar a eficiência da seleção e classificação. Atualmente também é empregada na determinação da cor a colorimetria que consiste na análise de medidas objetivas de cor observadas pelo olho humano, através dos parâmetros L, a*, b*, Croma e Hue (MINOLTA CORP., 2007).

O valor L representa a luminosidade variando de zero (negro) a cem (branco). Portanto, amostras que apresentam as mesmas cores, ou seja, os mesmos valores de a*, b*, Hue e Croma podem ser diferentes entre si pela variação da luminosidade (tom), apresentando-se cores claras ou pálidas, mais próximo de cem, ou escuras, mais próximas de zero (Figura 1b) (MINOLTA CORP., 2007). Segundo Basulto et al. (2009) ocorreu aumento de 40 a 56 nos valores de luminosidade da casca do mamão com o amadurecimento. Enquanto para a polpa com o amadurecimento ocorre redução nos valores de luminosidade de 70 para 48. Os valores a* e b* representam a cor propriamente dita; os valores da a* variam do vermelho quando negativo (-a*) ao verde quando positivo (+a*). Os valores de b* mudam de amarelo quando positivo (+b*) ao azul quando negativo (-b*) (Figura

1a). Segundo Basulto et al. (2009) os valores da variável a^* para casca e polpa de frutos de mamão aumentaram de -20 a 15 e 0 a 20, respectivamente com o amadurecimento. Para os valores da variável b^* o amadurecimento promove aumento de 25 a 50 para casca dos frutos e de 20 a 39 para polpa de mamão.

Neste círculo se encerra toda a gama de cores representativas do universo (Croma) (Figura 1a); sendo que, quanto mais se afastam do centro do círculo, mais vívidas ou mais fortes são as cores; ao contrário, quanto mais se aproximam do centro, mais mescladas estas se tornam, até que o conjunto se torne uma única tonalidade: cor cinza. Segundo Basulto et al. (2009) ocorreu aumento nos valores de croma para casca e da polpa de mamão com o amadurecimento de 30 a 50 e 22 a 45, respectivamente.

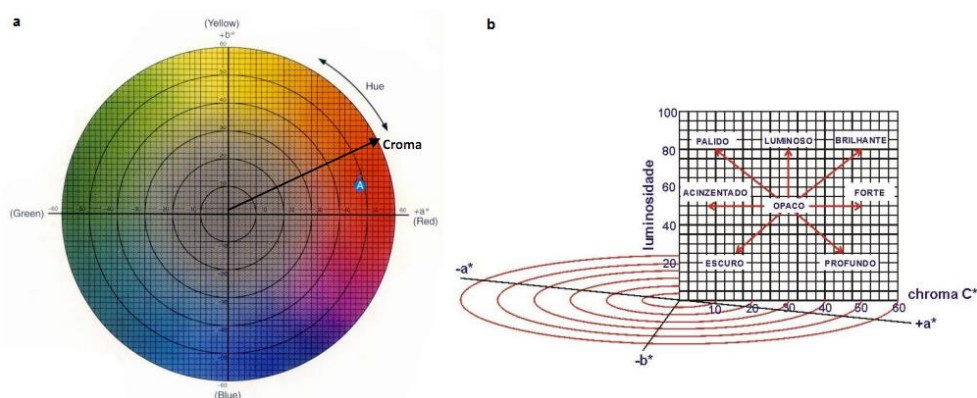


Figura 01 – Valores de a^* , b^* Hue e Croma (a) e valor de L (b) no Sistema Hunter Lab Croma Meter, Fonte: Minolta Corp, 2007.

O Hue se caracteriza pelo ângulo formado em relação ao eixo x, se iniciando no valor a^* positivo (vermelho), até atingir 360 graus. Esse ângulo indica as variações entre as cores: vermelho, amarelo, verde, azul e também suas nuances: alaranjado, avermelhado, etc. (Figura 2) (MINOLTA CORP., 2007). Ocorre mudança na cor da casca de mamões com o amadurecimento, de verde para laranja, com mudança no ângulo de cor de 125° para 74° ; já para a polpa dos frutos ocorre mudança na cor de amarelo para laranja avermelhado, durante o amadurecimento, com mudança no ângulo de 75° para 45° (BASULTO et al., 2009).

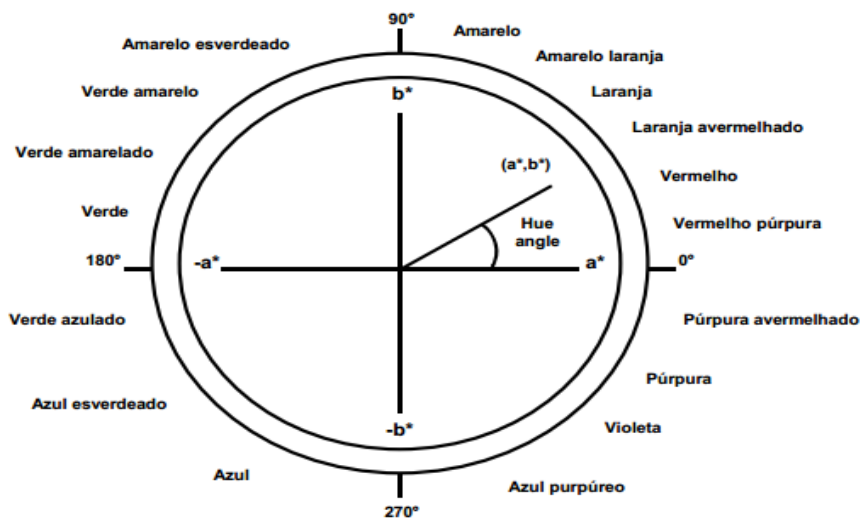


Figura 02 - Sequência Hue e orientação do ângulo Hue no diagrama CIELAB com sequência das nuances de cores (VOSS, 1992).

A mudança da cor da casca, de verde para amarela, deve-se à degradação da clorofila e à síntese e revelação de carotenóides. Quanto à cor da polpa, a criptoxantina é o principal pigmento encontrado no mamão de polpa amarela, enquanto nos mamões de polpa vermelha como ‘Sunrise Solo’, ‘Golden’ e ‘Tainung 1’, o pigmento predominante é o licopeno (65%), seguido da criptoxantina (33%) e β -caroteno (4%) (JACOMINO; BRON; KLUGE, 2003). Rodrigues–Amaya (2000) descreve que temperaturas elevadas resultam no aumento da biossíntese de carotenoides, sendo necessário o armazenamento na temperatura adequada para reduzir a degradação, e ao mesmo tempo, acentuar a biodisponibilidade dos carotenoides.

Nas frutas em geral, a textura é ditada pela maciez ou pela firmeza da polpa, na sua maioria, a perda progressiva da firmeza ou seu amaciamento ocorre como consequência do amadurecimento normal, um processo complexo que envolve diferentes mecanismos, como a perda do turgor celular, redução nos tamanhos e distribuição dos polímeros das paredes celulares, ação de enzimas hidrolíticas e outros mecanismos não enzimáticos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O amaciamento da polpa é um dos principais atributos de qualidade pós-colheita do mamão, pois o amadurecimento é normalmente acompanhado dessa

perda de firmeza (PALIYATH et al., 2008), o que determina se o fruto está no ponto ótimo para consumo. A firmeza de polpa tem importância comercial em relação a vida útil pós-colheita do fruto que pode ser extremamente reduzida pelo amolecimento acelerado, que se traduz em uma menor resistência a danos físicos no transporte e manuseio e numa maior suscetibilidade a fitopatógenos (PAULL et al., 2008; FERREIRA, 2008).

Ocorre variação na firmeza com base em fatores genéticos (cultivares) e práticas culturais (ponto de colheita). Na cultivar ‘Golden’, a firmeza da polpa, no estágio 2 de amadurecimento, foi acima de 66,6 N (PINTO et al., 2006), enquanto que na cultivar ‘Maradol’, no mesmo estágio, foi de 130 N (BASULTO et al., 2009). Frutos do cultivar ‘Tainung 1’, colhidos com 15% de coloração amarela, apresentaram valores de firmeza de 161 N (REBOUÇAS et al., 2013). Segundo Basulto et al. (2009) a redução da firmeza mais proeminente de 120 a 20 N é constatada entre os estádios de maturação 3 a 4.

As mudanças na firmeza que ocorrem durante o período da pós-colheita, são consequências das modificações dos polissacarídeos das paredes celulares, principalmente na pectina e na hemicelulose. A pectina, durante o amadurecimento, sofre solubilização, desmetoxilação e despolimerização, assim como a celulose e a hemicelulose, são suscetíveis à hidrólise química e/ou enzimática, com subsequente produção de oligossacarídeos de diferentes tamanhos e composição (PAULL; GROSS; QIU, 1999).

1.5 ALTERAÇÕES QUÍMICAS DURANTE O AMADURECIMENTO

O amadurecimento do mamão é caracterizado por mudanças químicas em seus constituintes, como o aumento no teor de ácidos orgânicos e vitamina C (DRAETTA et al., 1975; ROBERTS et al., 2008), degradação da clorofila e síntese de carotenoides (BIRTH et al., 1984; YAMANISHI; FAGUNDES; MACHADO FILHO, 2005).

A qualidade pós-colheita do fruto está diretamente relacionada com o teor de sólidos solúveis (SS) acumulados pelo fruto até o momento da colheita. Isso ocorre porque o mamão não possui reserva de carboidrato (KADER, 2002). Jacomino et al., (2003) afirmam que o mamão não acumula amido durante a maturação, como a banana, e deve ser mantido na planta para acumular açúcares. Por esse motivo, o teor de açúcares não sofre grandes variações na pós-colheita. Dessa forma é necessário averiguar, no momento de colheita, o estágio que melhor se relaciona com o teor de sólidos solúveis. Assim a instrução normativa Nº 9 estabelece no Regulamento Técnico do Mamão, que a colheita deve ser realizada quando os valores sejam maiores que 11 °Brix (BRASIL, 2010).

O teor de sólidos solúveis, propriedade que permite estimar indiretamente o conteúdo de açúcares do fruto (PALIYATH, et al., 2008), é um índice utilizado para a colheita e padronização de comercialização. Souza (2004) observou uma diferença significativa nos SS dos frutos entre os diferentes estádios de maturação estudados, os teores de SS mais elevados, para o híbrido ‘Tainung 1’ no estágio 2 de maturação. Assim quanto mais avançado o estágio de maturação do fruto na colheita, maior será o teor de SS do mamão. Tal observação foi confirmada por Queiroz (2009) Balbino e Costa (2003) e Oliveira (1999).

O conteúdo e a concentração de açúcares têm papel fundamental no sabor, sendo também indicadores do estágio de maturação do fruto. Os açúcares desempenham um papel importante no ‘flavor’ característico do mamão e também na avaliação comercial da qualidade do fruto fresco e de seus produtos processados (BICALHO, 1998). Chitarra e Chitarra (2005) relataram que o teor de açúcares nos frutos, normalmente, constitui 65 a 85% do teor de sólidos solúveis, sendo os principais açúcares presentes no mamão, a sacarose, glicose e frutose. Devido às transformações bioquímicas, os teores e tipos de açúcares são variáveis nos diferentes estádios de desenvolvimento do mamão.

A contribuição dos ácidos orgânicos para a qualidade sensorial dos frutos deve-se, principalmente, ao balanço entre seus conteúdos e os de açúcares, relação SS/AT. Esta relação elevada contribui com um sabor doce na fruta, o que pode ser verificado com os frutos de mamão, que tem de baixa acidez, geralmente

apresentando valores menores que 0,2% em ácido cítrico. No qual predomina os ácidos cítricos e málico, seguidos do alfa-cetoglutárico em quantidade bem menor, os quais contribuem com 85% do total de ácidos no fruto (BALBINO; COSTA, 2003).

Segundo Bicalho (1998) a acidez titulável do mamão aumenta com o amadurecimento até quando alcança aproximadamente 75% da coloração da casca amarela, e a partir daí os níveis decrescem, exceto no interior do mesocarpo, que a acidez aumenta até o fruto atingir completo amarelecimento. Segundo Thomas e Beyeres (1979), ligeiros aumentos de acidez titulável em mamão podem ser devido ao acúmulo de unidades de ácido galacturônico provenientes da enzima poligalacturonase sobre as pectinas da parede celular.

Dessa forma Fonseca (2002) trabalhando com mamão “Sunrise Solo” armazenado em refrigeração e atmosfera modificada encontrou resultados que combinam com esta argumentação: um valor mínimo de acidez titulável (0,11%) no estágio 5 de amadurecimento e um valor máximo (0,15%) no estágio 7. Enquanto a não obstante Souza (2004) encontrou valores de ácido cítrico variando de 0,16 a 0,18% nos frutos do híbrido ‘Tainung 1’ e de 0,17 a 0,19% na cv. ‘Golden’. Queiroz (2009) trabalhando com mamão Formosa constatou que a acidez titulável praticamente se manteve constante no período de 30 a 150 dias após a frutificação efetiva, com valores entre 0,09 e 0,15%.

1.6 TECNOLOGIAS DE CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA

Atualmente, várias tecnologias de conservação pós-colheita têm sido testadas com o objetivo de prolongar a vida útil dos frutos. O uso da cadeia de frio é bastante eficaz, pois diminui a intensidade respiratória, retardando a senescência do fruto. Por outro lado, as pesquisas têm associado o uso do frio a substâncias químicas (1-metil-ciclopropeno, aminoetoxivinilglicina, permanganato de potássio) e embalagens (polietileno de baixa densidade, ceras e biofilmes) visando aumentar

o período de conservação dos frutos (CORRÊA et al., 2005; MANENOI et al., 2007, SOUZA et al., 2009a; GÓIS, 2009).

Vale ressaltar que, a manutenção da qualidade pós-colheita dos produtos abrange outros fatores como o estágio de maturação adequado, colheita e manuseio cuidadoso, boa embalagem e condições de armazenamento (temperatura e umidade relativa específica). Molinari (2007) enfatiza que nenhuma tecnologia é capaz de melhorar a qualidade dos frutos após a colheita, somente produtos de boa qualidade devem ser armazenados. Assim, é necessário um bom manejo cultural e manuseio dos frutos, desde o cultivo até a comercialização, com o objetivo de aumentar a vida útil e reduzir as perdas pós-colheita.

A refrigeração é o método mais utilizado no armazenamento de frutos, entretanto outros métodos tais como o uso de atmosfera modificada ou de controle da atmosfera e a utilização de revestimentos na superfície do produto, têm sido usados, mas a sua eficiência está relacionada com a utilização de baixas temperaturas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Apesar da refrigeração minimizar a intensidade dos processos vitais dos frutos, reduzindo a taxa de respiração e o metabolismo normal, é importante atentar para a temperatura crítica dos produtos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). De acordo com Kader (2002) a faixa de temperatura de 7 a 13 °C aumenta a vida útil pós-colheita do mamão se associada à umidade relativa elevada (85-90%) que evita o enrugamento do fruto. A temperatura de armazenamento está associada ao estágio de maturação dos frutos com 15 a 20% de coloração amarela (estádio 2) o recomendado é 13 °C, entre os estádios 3 e 4, utilizam-se 10 °C e frutos com estágio de maturação mais avançados empregam-se a temperatura de armazenamento de 7 °C (KADER, 2002).

A atmosfera modificada associada à refrigeração é uma das alternativas de armazenamento utilizadas para reduzir a taxa respiratória em frutas, minimizando a perda de água, o crescimento de microrganismos patogênicos e reações enzimáticas, conferindo a esses frutos uma maior qualidade e maior vida útil ((JIA; ARAKI; OKAMOTO, 2005; SINGH; RAO, 2005; GONZALEZ-AGUILAR; BUTA; WANG, 2003).

Uma atmosfera modificada pode ser obtida pelo uso de filmes de polietileno de baixa densidade ou revestimentos baseados em cera de carnaúba, polissacarídeos, proteínas, lipídeos isolados ou compostos (REES; FARRELL; ORCHARD, 2012; PALIYATH et al., 2008; KADER, 2002). Quando usados corretamente, revestimentos podem aumentar a vida útil dos frutos, retardando os processos metabólicos associados ao amadurecimento e em alguns casos melhora a aparência do fruto, proporcionando-lhes um brilho superficial.

Assis e Leoni (2003) explicam que a atmosfera modificada criada por esses tipos de revestimentos gera um aprisionamento físico do gás carbônico (CO₂) dentro do fruto; e se a permeabilidade ao oxigênio (O₂) para o seu interior for reduzida, ocorrerá um prolongamento no período necessário para a o amadurecimento.

Embalagens e recobrimentos comestíveis criam uma barreira semipermeável à água e gases, diminuem a taxa respiratória e ritmo de senescência do produto hortifrutícola (FAKHOURI, 2009). Os materiais mais utilizados na composição desses revestimentos são os lipídios (óleo ou cera de parafina, cera de abelhas, cera de carnaúba, óleo vegetal, óleo mineral), polissacarídeos (celulose, pectina, amido/fécula, carragena) e proteínas (caseína, gelatina, albumina de ovo, etc.) (JIMÉNEZ et al., 2012).

Fernandes et al. (2010), avaliando a qualidade do mamão Formosa ‘Tainung 1’ produzido no RN e armazenado sob atmosfera passiva com diferentes embalagens a 10 °C verificaram que o uso da atmosfera modificada garantiu sete dias a mais na vida útil em comparação à testemunha, e que o filme plástico obteve maior eficiência em manter a qualidade do mamão que a cera de carnaúba.

1.7 BIOFILMES OU COBERTURAS BIODEGRADÁVEIS

Biofilmes são materiais finos e flexíveis produzidos a partir de biopolímeros, podem ser filmes comestíveis ou não e atuar como coberturas (revestimentos) de

alimentos. Nos biofilmes existe uma diferenciação entre filmes e revestimentos. Os filmes são estruturas utilizadas para envolver produtos. Diferentemente dos revestimentos, que são aplicados sobre o produto anteriormente à sua própria formação (FAKHOURI, 2009).

O uso de revestimentos e coberturas em frutas e vegetais com o objetivo de aumentar seu período de conservação não é uma prática recente. As coberturas comestíveis datam de muitos anos. Durante os séculos XII e XIII, praticou-se na China o recobrimento de laranjas e limões com ceras para retardar a perda de umidade (FAI et al., 2008). O estudo de filmes comestíveis para aplicação na indústria de alimentos foi desenvolvido como substituto aos filmes plásticos tradicionais, motivado por problemas relacionados à poluição ambiental (FAKHOURI, 2009).

Trata-se de um tipo de embalagem que tem despertado muito interesse devido as vantagens da sua utilização, dentre as quais podem ser destacadas o uso de polímeros naturais como matéria-prima, o baixo custo de produção, a não toxicidade e melhorias na aparência dos produtos revestidos (OLIVEIRA; NUNES, 2011; LEMOS, 2006; DAVANÇO; TANADA-PALMU; GROSSO, 2007) .

Atualmente, a população está mais consciente, favorecendo a escolha de produtos naturais, renováveis e biodegradáveis (JIMÉNEZ et al., 2012) Uma grande vantagem dos revestimentos comestíveis é a sua biodegradabilidade. Para que um material seja chamado de biodegradável ele deve ser degradado completamente por microrganismos em compostos naturais. Dessa forma, a utilização de revestimentos comestíveis poderá contribuir na redução do uso de fontes não-renováveis, ajustando-se perfeitamente no ecossistema e evitando a poluição ambiental, acrescentando melhorias a qualidade e não prejudicando o meio ambiente (PASCALL; LIN, 2013).

O uso de biofilmes como recobrimento em vegetais visa aumentar a vida útil pós-colheita, e isto depende das propriedades funcionais da película (barreira à umidade, gases e solutos; solubilidade em água ou lipídeo; propriedades óticas; características mecânicas e reológicas e propriedades térmicas) que em princípio, associada ao polímero, o processo de obtenção e modo de aplicação, do

condicionamento e a espessura do filme (FAKHOURI et al., 2007; FAKHOURI; GROSSO, 2003; HOJO et al., 2011).

Os biofilmes são classificados quanto aos materiais em hidrocolóides, lipídicos e compostos. Na sua aplicação como recobrimento são classificados como cobertura de tipo simples constituído de apenas um polímero; composta, com dois ou mais polímeros e de dupla camada, que consiste em o revestimento de um produto com dos biofilmes diferentes com duas camadas. (FAKHOURI, 2009).

As coberturas comestíveis podem ser de uma forma geral, classificadas em hidrofílicas e hidrofóbicas. As hidrofílicas são aquelas processadas a partir de materiais caracterizados por elevada afinidade por água, o que ocorre em função da predominância de grupos polares como as hidroxilas e do grupo amino em sua estrutura. Os grupos amino se dão por ligações covalentes (N-H), onde a eletronegatividade das ligações gera sítios de elevada polaridade, tornando assim, favoráveis o rearranjo e o estabelecimento de moléculas de água em torno desses sítios (ASSIS; SILVA, 2003).

Por sua vez, os revestimentos hidrofóbicos são geralmente à base de lipídeos ou proteínas e agem mais efetivamente como barreiras controladoras de umidade, e da permeação de oxigênio, dióxido de carbono, óleos e demais compostos voláteis, atuando eficientemente contra a deterioração natural. Essas coberturas são barreiras efetivas para o vapor de água, proporcionam brilho aos frutos, porém não apresentam resistência estrutural e durabilidade quando utilizadas isoladamente (HARDENBURG, 1967), sendo, muitas vezes, necessária a adição de plastificantes na composição (QUEIROZ; COLLARES-QUEIROZ, 2009).

Com a aplicação de revestimentos, tem-se a formação de uma cobertura com preenchimento parcial dos estômatos e das lenticelas, reduzindo-se, dessa forma, a transferência de umidade (transpiração) e as trocas gasosas (respiração) afetando os fenômenos de transporte entre a superfície fresca dos frutos e hortaliças e o ambiente externo (Figura 3). Como o início do processo de maturação está estreitamente associado ao aumento na produção de etileno e considerando-se que O_2 é necessário para a sua produção, a redução da permeação de O_2 para o interior do fruto gerará uma correspondente redução na produção de etileno (CHITARRA;

CHITARRA, 2005), o que permite, em princípio, prolongar a vida do fruto. Deve ser observado que uma redução significativa de O₂ pode acarretar uma mudança para a respiração anaeróbica, resultando, ao longo do tempo, num aumento de metabolismos indesejáveis, principalmente a ocorrência de fermentação (KADER, 2002).

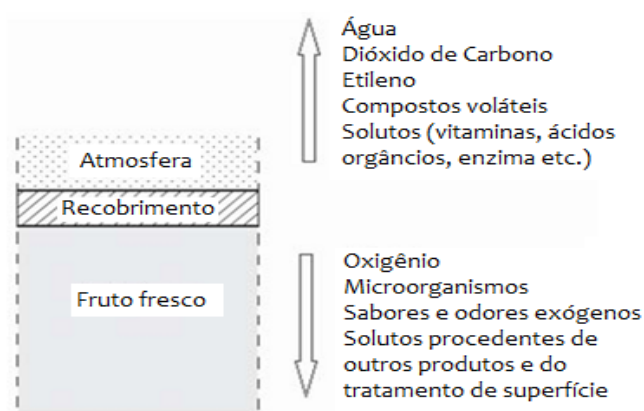


Figura 03 – Fenômenos de transporte que se estabelecem entre superfícies frescas e o ambiente externo (FERREIRA, 2008).

Diversos trabalhos foram realizados, utilizando película de fécula natural de mandioca, em várias concentrações e diferentes frutas e hortaliças: Berinjela (SOUZA et al., 2009b); Mamão grupo Solo (CASTRICINI, et al., 2009); Mamão grupo Formosa (PEREIRA et al., 2006); Pimentão (VICENTINI et al., 1999); Amora preta (FAKHOURI et al., 2005); Goiaba (FAKHOURI; GROSSO, 2003); banana (SILVA et al., 2011); Rosas (FERRAZ, 2000); Morango e Limão siciliano (HENRIQUE; CEREDA, 1999, 2007); uvas (VICENTINO et al., 2011). Nesses estudos a película sempre foi aplicada por imersão do produto em suspensão geleificada, substituindo às ceras comerciais embelezadoras. Os resultados mostraram que na maioria das matérias-primas onde a película de fécula natural de mandioca foi aplicada em concentração de 3%, obteve-se maior brilho aos frutos, mas não foi possível deter a perda de massa. Foi observada tendência de retenção da coloração verde, nas aplicações sobre limão siciliano, goiaba, laranja, pimentão, pepino e banana. Apesar do número de trabalhos, não foi possível uma conclusão sobre a viabilidade do uso da película.

Henrique (1999) estudou a conservação de frutos de limão Siciliano desverdecidos por recobrimento com película de fécula natural de mandioca nas concentrações 1, 3 e 5%, e verificou que a película não foi efetiva na retenção da perda de massa, provavelmente devido à alta permeabilidade ao vapor d'água. As evidências das manchas verdes, porém são de proporcionar barreira adequada ao CO₂, impedindo a ação do etileno, pois o CO₂ retido compete pelo mesmo sítio ativo. Por outro lado Souza et al, (2009b) verificaram que a película de fécula de mandioca proporcionava ótimo brilho aos frutos tratados, mas o atributo limitante ainda continuava a ser a perda de massa fresca.

Os hidrocolóides conferem melhores propriedades mecânicas para os filmes do que os lipídeos e as substâncias hidrofóbicas. Por essa razão, existe vantagem no uso conjunto de ambas as substâncias nos recobrimentos comestíveis (FAKHOURI, 2009). Oliveira et al. (2012) verificaram que a utilização de substâncias lipídicas, como os ácidos graxos, em filmes hidrofílicos reduzem a permeabilidade ao vapor de água, proporcionando a essas misturas uso potencial para revestimentos de frutas, garantindo aumento da vida útil pós-colheita.

Dentre os vários tipos de coberturas comestíveis, apenas alguns poucos são utilizados comercialmente e normalmente são resultantes de misturas de componentes de base lipídica, na forma de emulsões, feitas à base de ceras naturais como carnaúba, candelilla, cera de abelha, ceras derivadas de petróleo como polietileno, parafina e PVA (acetato de polivinila) e óleos vegetais e minerais. Esses compostos normalmente são misturados com resinas (goma laca e colofônia), que conferem brilho e diminuem as trocas gasosas (FERREIRA, 2008).

As ceras na realidade são misturas complexas de lipídeos não-polares, e podem ser classificadas, de acordo com a sua origem: (1) de origem animal: cera de abelha, cera de Shellac; (2) de origem vegetal: cera de carnaúba, cera de candelilla, cera de cana de açúcar, cera de palma e cera de oricuri; e (3) de origem mineral e sintética: Ozoquerita, cera montânica e cera de polietileno. Compostos sintéticos como a parafina, o polietileno e o PVA, também são empregados isolada ou conjuntamente em uma ou mais camadas, ou em camadas compostas pela combinação de componentes (FERREIRA, 2008).

Para biofilmes com substâncias hidrofóbicas é necessária a formação de uma emulsão com boas características para que ocorra um bom espalhamento sobre os frutos, fixação, secagem e estabilidade, sendo necessário utilizar emulsificantes, plastificantes, estabilizantes entre outros componentes (JIMÉNEZ et al., 2012). Assim, muitos compostos estão sendo pesquisados para melhorar as características das ceras, como a permeabilidade, brilho, resistência, flexibilidade e valor nutricional.

Um exemplo são os plastificantes adicionados aos filmes comestíveis, que atuam como facilitadores de processo, pois formam pontes de hidrogênio, enquanto aumentam o espaçamento intermolecular, gerando um filme menos frágil e mais flexível, aumentando a sua performance por reduzir as escamações e rachaduras, embora ocasionando uma maior permeabilidade à água (BALDWIN et al., 1995). Os plastificantes mais utilizados são os polióis, como o sorbitol e glicerol, mono, di ou oligosacarídeos, lipídeos e o ácido oléico (JIMÉNEZ et al., 2012).

Para solucionar esse problema com filmes e revestimentos hidrofílicos (fécula de mandioca, amidos em geral, gelatina e quitosana), têm sido utilizadas as combinações de polissacarídeos com lipídios (ceras e óleos vegetais) em diferentes concentrações para reduzir a taxa de permeabilidade ao vapor de água das películas, evitando assim a perda de massa e aumentando a vida útil pós-colheita de frutas e hortaliças (OLIVEIRA; CEREDA, 2003; VIEIRA et al., 2009; RIBEIRO et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2012).

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL 2012: **Anuário estatístico da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2012.

ASSIS, O. B. G.; SILVA, V. L. Caracterização estrutural e da capacidade de absorção de água em filmes finos de quitosana processados em diversas concentrações. **Polímeros**, São Carlos, v. 13, n. 4, p. 223-228, 2003.

ASSIS, O.B.G.; LEONI, A.M. Filmes comestíveis de quitosana: ação biofungicida sob frutas fatiadas. **Revista Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, n. 30, p. 33-38, 2003.

BALBINO, J.M.S., COSTA, A.F.S. Crescimento e desenvolvimento dos frutos do mamoeiro do ‘Grupo Solo’ e padrão de qualidade In: Martins, D.S., COSTA, A.F.S. (eds.) **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção**. Vitória - ES, p. 389-401, 2003.

BALDWIN, E. A.; NISPEROS-CARRIEDO, M. O.; BAKER, R. A. Edible coatings for lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**, Alexandria, v. 30, n. 1, p. 35-38, 1995.

BASULTO, F. S.; DUCH, E. S.; GIL, F. E; PLAZA, R. D.; SAAVEDRA, A. L.; SANTAMARÍA, J.M. Postharvest ripening and maturity indices for maradol papaya. **Interciencia**, v. 34, n. 8, p. 583, 2009.

BENASSI, A. C. A economia do mamão: **informes sobre a produção do mamão**. Toda Fruta, 2006. Disponível em: < <http://www.todafruta.com.br> >. Acesso em: fev. 2013.

BERILLI, S.S., OLIVEIRA, J.G., MARINHO, A.B., LYRA, G.B., SOUZA, E.F., VIANA, A.P., BERNARDO, S., PEREIRA, M.G. Avaliação da taxa de crescimento de frutos de mamão (*Carica papaya* L.) em função das épocas do ano e graus-dias acumulados. **Revista Brasileira de Fruticultura** v.29, n.1, p.11-14, 2007.

BICALHO, U. de O. **Vida útil pós-colheita de mamão submetido a tratamento com cálcio e filme de pvc**. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). UFLA-Lavras/MG, 145p. 1998.

BIRTH, G.S., DULL, G.G., MAGEE, J.B., CHAN, H.T., CVALETTTO, C.G. An optical method for estimating papaya maturity. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.109, p.62-66, 1984.

BOUZAYEN, M.; LATCHÉ, A.; NATH, P.; PECH, J. C. Mechanisms of fruit ripening. In. **Plant Developmental Biology– Biotechnological Perspectives**. 1:319-339. 2009.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA DO ABASTECIMENTO. **Instrução Normativa nº 04/10**, de 22/01/1 Estabelecer o Regulamento Técnico do Mamão, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 22 jan. 2010, Seção I, p.3.

BRON, I. U. **Amadurecimento do mamão ‘Golden’: ponto de colheita, bloqueio da ação do etileno e armazenamento refrigerado**. Tese (Doutorado em Agronomia), 66p. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade Paulo, Piracicaba, 2006.

CALEGARIO, F. F. **Características físicas e químicas do fruto do mamão (Carica papaya L.) em desenvolvimento**, 1997. 54f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade de Viçosa-UFV, Viçosa, 1997.

CARA, B.; GIOVANNONI, J. J. Molecular biology of ethylene during tomato fruit development and maturation. **Plant Science**, v.175, n.2, p.106-113, 2008.

CASTRICINI, A.; CONEGLIAN, R. C. C.; VASCONCELLOS, M. A. S. Qualidade e amadurecimento de mamões ‘golden’ revestidos por película de fécula de mandioca. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v.4, p.32-36, 2009.

CENTEC – Instituto Centro de Ensino Tecnológico. **Produtor de mamão**. Fortaleza: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2004. 72 p. (Cadernos Tecnológicos).

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

CORRÊA, S. F.; FILHO, M. B.; DA SILVA, M. G.; OLIVEIRA, J. G.; AROUCHA, E. M. M.; SILVA, R. F.; PEREIRA, M. G.; VARGAS, H. Effect of the potassium permanganate during papaya fruit ripening: Ethylene production. **Journal of Physique IV**, Paris, v.25, p.869-871, 2005.

COSTA, A.F.S.; PACOVA, B.E.V. Caracterização de cultivares, estratégias e perspectivas do melhoramento genético do mamoeiro. In: Martins, D. S.; Costa, A F. S. **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção**. Vitória: Incaper. cap 3, p.59-102, 2003.

DANTAS, J. L. L.; LIMA, J. F. Seleção e recomendação de variedades de mamoeiro – avaliação de linhagens e híbridos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 617-621, 2001.

DAVANÇO, T.; TANADA-PALMU,P.; GROSSO, C. Filmes compostos de gelatina, triacetina, ácido esteárico ou capríco: efeito do pH e da adição de surfactantes sobre a funcionalidade dos filmes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 408-419, 2007.

DEMBITSKY, V. M.; POOVARODOM, S.; LEONTOWICZ , H.; LEONTOWICZ, M.; VEARASILP, S.; TRAKHTENBERG, S.; GORINSTEIN, S. The multiple nutrition properties of some exotic fruits: Biological activity and active metabolites. **Food Research International**, v.44, p.1671–1701, 2011.

DRAETTA, I. S.; SHIMOKOMAKI, M.; YOKOMIZO, Y.; FUJITA, J. T.; MENEZES, H. C.; BLEINROTH, E. W. 1975. **Transformações bioquímicas do mamão (Carica papaya) durante a maturação**. Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas. 6: 395-408.

FAGUNDES, G. R.; YAMANISHI, O. K. Características físicas e químicas em frutas de mamoeiro do grupo Solo comercializado em 4 estabelecimentos de Brasília – DF. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.3, p.541-545, 2001.

FAI, A. E. C.; STAMFORD, T. C. M.; STAMFORD, T. L. M. Potencial biotecnológico de quitosana em sistemas de conservação de alimentos. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, País Vasco, v. 9, n. 5, p. 435-451, 2008.

FAKHOURI F. M.; FONTES, L. C. B.; GONÇALVES, P. V. M.; MILANEZ, C. R.; COLLARES-QUEIROZ, F. P. Filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatina na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.27, p.369-375, 2007.

FAKHOURI, F. M. **Bioplásticos flexíveis e biodegradáveis à base de amido e gelatina**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas. 2009. 249p. Tese Doutorado.

FAKHOURI, F. M.; GROSSO, C. R. Efeito de coberturas comestíveis na vida útil de goiabas in natura (*Psidium Guajava* L.) mantidas sob refrigeração. **Brazilian Journal of food Technology**, v.6 p.203-2011, 2003.

FAKHOURI, Farayde Matta ; MONTEIRO, R. C.; COLLARES, F. P. Efeito de coberturas biodegradáveis à base de amido e gelatina na qualidade de amoras pretas (*Rubus*). **Anais In: Simpósio Brasileiro de Pós-colheita de Frutos Tropicais**, João Pessoa, 2005.

FERNANDES, P. L. O.; AROUCHA, E. M. M.; SOUZA, P. A.; SOUSA, A. E. D.; Fernandes, P. L. O. Qualidade de mamão 'Formosa' produzido no RN e armazenado sob atmosfera passiva1. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 4, p. 599-604, 2010.

FERRAZ, M. V. **Avaliação da utilização de películas amiláceas na conservação pós-colheita rosa**. Botucatu, 2000, 77p. (MESTRADO - UNESP - FCA).

FERREIRA, M. D. (Ed.). **Colheita e beneficiamento de frutas e hortaliças**. Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2008.

FONSECA, M. J. de O. **Conservação pós-colheita de mamão (Carica papaya L.): análise das cultivares sunrise, solo e golden, sob controle de temperatura e de atmosfera modificada**. 2002. 177 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes – RJ, 2002.

FONSECA, M. J. O.; LEAL, N. R.; CENI, S. A., CECON, P. R.; BRESSAN-SMITH, R. E.; BALBINO, J. M. S. Evolução dos pigmentos durante o amadurecimento de mamão 'Sunrise Solo' e 'Golden'. **Revista Brasileira de Fruticultura**. V.29, p.451-455, 2007.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO [2013]. **Production crops**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org> > Acesso em: 06/12/2013.

GÓIS, V. A. **Qualidade pós-colheita do mamão formosa 'tainung 01' em função da aplicação em pré-colheita de aminoetoxivinilglicina (avg)**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, 104p, 2009.

GOMEZ, M. L. P. A.; LAJOLO, F. M.; CORDENUNSI, B. R. Metabolismo de carboidratos durante o amadurecimento do mamão (Carica paaya L. Cv Solo): influência da gama radiação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 246-252, 1999.

GONZALEZ-AGUILAR, G. A.; BUTA, J. G.; WANG, C. Y. Methyl jasmonate and modified atmosphere packaging (MAP) reduce decay and maintain postharvest quality of papaya "Sunrise." **Postharvest Biology Technology**, v.28, p.361–370, 2003.

HARDENBURG, R. E. Wax and related coatings for horticultural products: A bibliography. **Agricultural Research Service Bulletin**, Washington, n. 15 p. 51-55, 1967.

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P.; Uso de ethephon e fécula de mandioca na conservação pós-colheita de limão siciliano. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.7, p.99-106, 2007.

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P. Utilização de biofilmes na conservação pós-colheita de morango (*Fragaria ananassa* Duch) cv IAC CAMPINAS. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.2, p.231-233, 1999.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. [2013]. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: < www.sidra.ibge.gov.br > Acesso em: 06/12/2013.

JACOMINO, A. P.; BRON, I. V.; KLUGE, R. A. **Avanços em tecnologia pós-colheita de mamão**. In: MARTINS, D.S. Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno. Vitória: Incaper, 2003. p.278-289. 2003.

JAIN, N.; DHAWAN, K.; MALHOTRA, S.; SINGH, R. Biochemistry of fruit ripening of guava (*Psidium guajava* L.): Compositional and enzymatic changes. **Plant Foods for Human Nutrition**. v.58, p.309-315, 2003.

JIA, H. J.; ARAKI, A.; OKAMOTO, G. Influence of fruit bagging on aroma volatiles and skin coloration of “Hakuho” peach (*Prunus persica* Batsch). **Postharvest Biology. Technology.**, v.35, p.61–68, 2005.

JIMÉNEZ, A.; FABRA, M. J.; TALENS, P.; CHIRALT, A. Edible and Biodegradable Starch Films: A Review. **Food Bioprocess Technology**. v.4, 2012.

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

LAZAN, H.; SELAMAT, M. K.; ALI, Z. M. β -galactosidase, polygalacturonase and pectinesterase in differential softening and cell wall modification during papaya fruit ripening. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 95, n. 1, p. 106-112, 1995.

LEMOS, O. L. **Utilização de biofilmes comestíveis na conservação pós-colheita do pimentão ‘Magali R’**. 2006. 115f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade estadual do Sudoeste da Bahia, 2006.

LOURENÇO, E. J.; CATUTANI, A. T. Purification and properties of pectinesterase from papaya. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 35, p. 1120-1127, 1984.

MANENOI, A.; BAYOGAN, E.R.V.; THUMDEE, S.; PAULL, R.E. Utility of 1-methylcyclopropene as a papaya postharvest treatment. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.44, p.55-62, 2007.

MANRIQUE, G. D.; LAJOLO, F. M. Cell-wall polysaccharide modifications during postharvest ripening of papaya fruit (*Carica papaya* L.). **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 33, p. 11–26, 2004.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR – MDIC/ALICEWEB2. **Exportações**. Brasília: MDIC, 2013. Disponível em <<http://aliceweb2.mdic.gov.br/>>. Acesso em: 06/12/2013.

MINOLTA CORP. **Precise Color Communication: Color Control from Feeling to Instrumentation**. Osaka: MINOLTA Corp. Ltda., 2007. 60p.

MOLINARI, A. C. F. **Métodos combinados para preservar a qualidade pós-colheita do mamão ‘Golden’ tipo exportação**. 2007. 64f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, 2007.

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

OLIVEIRA, B. S.; NUNES, M. L. Avaliação de quitosana de caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) como biofilme protetor em caju. **Scientia Plena**, Aracaju, v. 7, n. 4, p. 01-06, 2011.

OLIVEIRA, M. A. B.; VIANNE, R.; SOUZA, G.; ARAÚJO, T. M. R. Caracterização do estágio de maturação do papaia ‘golden’ em função da cor. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 2, p. 559-561, 2002.

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

OLIVEIRA, M. A. B. **Variações de Algumas Características Fisiológicas dos Frutos de Mamoeiro (*Carica papaya* L.) em Função de Diferentes Épocas de Colheita**. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual Norte do Fluminense - UENF, 73p, 1999.

OLIVEIRA, T. A.; LEITE, R. H. L.; AROUCHA, E. M. M.; NOBRE, D. M.; SANTOS, F. K. G. Biofilmes de gelatina: Efeito da adição de surfactante e ácidos graxos de óleo de coco na permeabilidade ao vapor de água. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 76-80, 2012.

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

PASCALL, M. A.; LIN, S. J. The Application of Edible Polymeric Films and Coatings in the Food Industry. **Journal Food Process Technology** 4: e116. doi:10.4172/2157-7110.1000e116. 2013.

PAULL, R. E.; DUARTE, O. **Tropical Fruits**, 2nd Edition, V1. London, UK. 2011.

PAULL, R. E.; IRIKURA, B.; WU, P.; TURANO, H.; CHEN, N.J.; BLAS, A.; FELLMAN, J.K.; GSCHWEND, A.R.; WAI, C.M.; YU, Q. PRESTING, G.; ALAM, M.; MING, R. Fruit development, ripening and quality related genes in the papaya genome. **Tropical Plant Biology** 2008, 1:246-277.

PAULL, R. E.; GROSS, K.; QIU, Y. Changes in papaya cell walls during fruit ripening. **Postharvest Biology and Technology**, v.16, p. 79-89, 1999.

PAULL, R.E.; NISHIJIMA, W.; REYES, M.; CAVALETTO, C. Postharvest handling and losses during marketing of papaya (*Carica papaya* L.). **Postharvest Biology and Technology**. v.11, p.165-179, 1997.

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

PINTO, L. K. DE A.; MARTINS, M. L. L.; RESENDE, E. D. DE; ALMEIDA, R. F. DE; VITORAZI, L.; PEREIRA, S. M. DE F. Influência da atmosfera modificada por filmes plásticos sobre a qualidade do mamão armazenado sob refrigeração. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, p.744-748, 2006.

QUEIROZ, A. U. B.; COLLARES-QUEIROZ, F. P. Innovation and industrial trends in bioplastics. **Polymer Reviews**, in press, 2009.

QUEIROZ, R. F. **Desenvolvimento de mamão Formosa ‘Tainung 01’ cultivado em russas-ceará**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, 83p, 2009.

REBOUÇAS, J. L.; MACHADO, F. L. C.; AFONSO, M. R. A.; COSTA, J. M. C. Post-Harvest Conservation of Papaya “Formosa Tainung 1” Conditioned Under Different Packaging Systems. **International Journal of Sciences**. v.2 , n.8, p.57-65. 2013.

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

RIBEIRO, T. P.; LIMA, M. A. C.; TRINDADE, D. C. G.; SANTOS, A. C. N.; AMARIZ, A. Uso de revestimentos à base de dextrina na conservação pós-colheita de manga 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.2, p.343-351. 2009.

ROBERTS, M., MINOTT, D. A., TENNANT, P. F., JACKSON, J. C. Assessment of compositional changes during ripening of transgenic papaya modified for protection against papaya ringspot virus. **Journal Science Food Agriculture**. V.88, n.1, p.911-1920, 2008.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Some considerations in generating carotenoid data for food composition tables. **Journal Food Composite Anal.**, Orlando, v. 13, p.641-647, 2000.

SILVA, A. A. L.; BONOMO, R. C. F.; CHAVES M. A. REBOUÇAS, K. H.; SANTOS, T. D. R.; OLIVEIRA, C. L. efeitos de revestimentos de amido gelatinizado no armazenamento refrigerado de banana prata (Musa AAB). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.13, n.3, p.235-241, 2011.

SINGH, S. P.; RAO, D. V. S. Quality assurance of papaya by shrink film wrapping during storage and ripening. **Journal Food Science Technology**.-Mysore, v.42, p.523-525, 2005.

SOUZA, L. M. de. **Algumas características físicas e químicas de mamões (Carica papaya L.) dos grupos "Formosa" (Tainung 1) e "SOLO" (Golden), com e sem mancha fisiológica, colhidos em diferentes estádios de maturação.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes – RJ, 82p. 2004.

SOUZA, M. S.; AZEVEDO, I. J.; CORRÊA, S. F.; SILVA, M. G.; PEREIRA, M. G.; OLIVEIRA, J. G. Resposta da Aplicação fazer 1-MCP em frutos de mamoeiro 'Golden' em Diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.3, p.693-700, 2009a.

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

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

THOMAS, C.; BEYERS, M. Gamma irradiation of subtropical fruits. III. A comparison of the chemical changes occurring during normal ripening of mangoes

and papaya with changes produced by gamma irradiation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 27, p. 157–163, 1979.

THOMPSON, A. K. **Fruit and vegetables : harvesting, handling, and storage**. 2003.

VICENTINI, N. M.; CEREDA, M. P.; CAMARA, F. L. A. Revestimentos de fécula de mandioca, perda de massa e alteração da cor de frutos de pimentão. **Scientia. agrícola.**, Piracicaba, v. 56, n. 3, July 1999 .

VICENTINO, S. L.; FLORIANO, P. A.; DRAGUNSKI, D. C.; CAETANO. J. Filmes de amido de mandioca modificados para recobrimento e conservação de uvas. **Química Nova**, v.34, p.1309-1314, 2011.

VIEIRA, E. L.; PEREIRA, M. E. C.; SANTOS, D. B.; LIMA, M. A. C. Aplicação de biofilmes na qualidade da manga ‘Tommy Atkins’. **Magistra**, v.21, n.3, p.165-170, 2009.

VOSS, D. H. Relating colorimeter measurement of plant color to the Royal Horticultural Society Colour Chart. **HortScience**, Alexandria, v.27, n.12, p.1256-1260, 1992.

YAMANISHI, O. K.; FAGUNDES, G. R.; MACHADO FILHO, J. A. Comportamento da maturação de mamão Tainung 1 cultivado em Brasília-DF. **Revista. Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v.27, n.2,p.314-316, 2005.

CAPÍTULO II
DESENVOLVIMENTO DE FILMES À BASE DE FÉCULA DE
MANDIOCA E ADITIVOS NATURAIS

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo o desenvolvimento de filmes à base de fécula de mandioca e aditivos naturais. O experimento foi realizado através de um planejamento central composto para $K=3$ fatores, codificados como x_1 = concentração de cera de abelha; x_2 = concentração de tensoativo (O. C. S.) e x_3 = concentração de glicerol, divididos em três partes: cúbica (ensaios de um fatorial 2^k), axial (formada por $n_{ax}=2K$) e ponto central ($x_1=x_2=x_3=0$), com intervalo de variação de x_1 (20,40), x_2 (5,15) e x_3 (15,25) em % em relação à massa seca do polímero (fécula). As variáveis analisadas foram a permeabilidade ao vapor de água (PVA) e opacidade. Observou-se que os menores valores de PVA ocorrem quando se aumenta as concentrações de glicerol e cera de abelha, com baixas concentrações de cera e aumento das concentrações de glicerol ocorrem os maiores valores de PVA. Houve aumento da opacidade dos filmes com a elevação dos percentuais de cera de abelha. Verificou-se que a composição do filme com melhores características (baixa permeabilidade ao vapor de água e opacidade) foi aquela com a concentração central de OCS (10%) e glicerol (20%) com a maior concentração de cera de abelha (46,83%).

Palavras chave: Opacidade. Biodegradabilidade. PVA. OCS.

DEVELOPMENT OF FILMS THE BASED OF STARCH CASSAVA AND ADDITIVES NATURAL

ABSTRAT

This study aimed to develop films based on cassava starch and natural additives. The experiment was conducted using a central composite design for $K = 3$ factors, coded as x_1 = concentration of beeswax; x_2 = surfactant concentration (OCS) and x_3 = concentration of glycerol, divided into three parts: Cubic ($2k$ factorial trials), axial (formed by $n_{ax} = 2K$) and central point ($x_1 = x_2 = x_3 = 0$), with variation interval $x_1 = (20,40)$, $x_2 = (5,15)$ and $x_3 = (15,25)$ in% by dry weight of the polymer (starch). The following variables permeability to water vapor (PVA) and opacity were examined. The following variables permeability to water vapor (PVA) and opacity were examined. Noted that the lowest values of PVA occur when increasing concentrations of glycerol and beeswax, with low concentrations of wax and increasing concentrations of glycerol occur higher values of PVA. There was an increased opacity of films raising the percentage of beeswax. It was found that the composition with better characteristics (low water vapor permeability and opacity) with the central film was concentrations of OCS (10%) and glycerol (20%) with the highest concentration of beeswax (46.83%)..

Keywords: Opacity. Biodegradable. PVA. OCS.

1 INTRODUÇÃO

A busca por novos materiais de embalagem com o propósito de manter ou melhorar a qualidade dos alimentos e, ao mesmo tempo, reduzir a geração de lixo não biodegradável, tem encorajado a exploração de materiais comestíveis e/ou biodegradáveis à base de recursos renováveis (FAKHOURI et al., 2007).

Os filmes e coberturas comestíveis são elaborados a partir de polissacarídeos (amido, carragenina, alginato), proteínas (gelatina, caseína, glúten de trigo), lipídios ou da combinação deles. Cada um destes componentes confere uma ou mais propriedades ao filme, dessa forma é possível manipular estes e elaborar misturas filmogênicas de acordo com as propriedades desejadas para cada finalidade (FAKHOURI, 2009; WOLF, 2007).

Os filmes de polissacarídeos, especialmente a fécula de mandioca têm boa barreira a oxigênio e dióxido de carbono (CO₂) devido a sua alta polaridade, além disso, os filmes são insípidos, inodoros e transparentes e, por ser um material abundante e de baixo custo, é uma matéria-prima interessante para produção dos filmes (CHIUMARELLI, et al., 2012; GARCIA, et al., 2010). No entanto, os revestimentos à base de fécula de mandioca têm elevada hidrofobicidade constituindo pobres barreiras ao vapor de água (VARGAS et al., 2008).

As ceras são as substâncias mais eficientes para reduzir a permeabilidade ao vapor de água quando comparados com outros lipídios (MORILLON et al., 2002). A eficiência das ceras está relacionada à sua alta hidrofobicidade e à sua organização molecular. Com o intuito de melhorar as propriedades dos filmes à base de polissacarídeos, a incorporação de material lipídico é uma alternativa, pois este tem a capacidade de reduzir a permeabilidade ao vapor de água e a resistência à umidade (FERREIRA, 2008; RHIM; SHELLHAMMER, 2005).

Porém, essa incorporação não ocorre de maneira homogênea devido à baixa solubilidade entre a matriz formadora de filme (polar) e os lipídios (apolar). Para melhorar a estabilidade das partículas de lipídios na matriz filmogênica se faz

necessário o uso de surfactantes e plastificantes (BARRETO, 2011; JIMÉNEZ et al., 2012).

Os surfactantes ou agentes tensoativos caracterizam-se por possuírem duas regiões distintas na mesma molécula: uma região polar, hidrofílica, e outra região não-polar, hidrofóbica. Esses compostos apresentam atividade na superfície da interface entre duas fases, tais como ar-água, óleo-água, e na superfície de sólidos (MINATTI, 2005).

Surfactantes iônicos obtidos através da saponificação de óleos vegetais são bastante atrativos por possuírem baixo custo e alta eficiência (SANTOS et al., 2007). A utilização desses compostos promove a formação de uma solução homogênea onde os compostos lipídicos são efetivamente incorporados à matriz filmogênica (BARRETO, 2011).

Os plastificantes, como o glicerol, são utilizados em filmes, devido a forte densidade energética e coesividade dos polímeros naturais que deixa-os muito quebradiços, sendo muitas vezes necessária a adição desses componentes na formulação para permitir manuseio e aumentar a flexibilidade (JIMÉNEZ et al., 2012; LU; XIAO; XU, 2009; ZHANG; HAN, 2006).

Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo o desenvolvimento de filmes à base de fécula de mandioca e aditivos naturais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Processos Químicos - LPQ do Centro Integrado de Inovação Tecnológica do Semiárido - CITED na Universidade Federal Rural do Semiárido – UFRSA. Os materiais utilizados na formulação dos filmes foram: fécula de mandioca (Marca Ki-Goma – Mossoró/RN), cera de abelha, glicerina branca bidestilada (Barbosa Irmãos Ltda. Mossoró – RN), e óleo de coco saponificado - OCS.

2.1 – SÍNTESE DO SURFACTANTE

O surfactante OCS (óleo de coco saponificado) foi elaborado em laboratório, onde primeiramente realizou-se a extração dos ácidos graxos livres da amostra de óleo de coco, utilizando-se 17,8 g de NaOH para 100 g de óleo determinado através do índice de saponificação do óleo de coco com 248 mg KOH/g. Após pesar, em um béquer, a massa de NaOH requerida, esta foi dissolvida na menor quantidade de água possível, logo após foram adicionados 70 mL de álcool etílico absoluto (C_2H_5OH) e em seguida a solução obtida foi transferida para um balão de fundo chato, em que se encontrava 100 g de óleo de coco.

Foi acoplado um condensador de refluxo no balão e disposto em um agitador magnético com aquecimento por duas horas contadas a partir do início da ebulição. Após este período, o balão foi resfriado até a temperatura ambiente, e em seguida transferiu-se o conteúdo para um funil de separação, onde este foi “lavado” com 100 mL de ácido clorídrico (HCl) a 6 mol/L. Após decantação descartou-se a fase mais densa.

Para a obtenção do óleo de coco saponificado (OCS), os ácidos graxos foram pesados em balão de fundo chato, transportados para um agitador magnético com aquecimento, com uma nova massa de base NaOH proporcional à massa de ácidos

graxos, mais a quantidade proporcional de álcool etílico, por duas horas contadas a partir da ebulição. Este processo teve por finalidade neutralizar os ácidos graxos formando um sabão livre de glicerina e outras impurezas.

O sabão (OCS) obtido foi deixado ao ar livre para secagem e macerado com a utilização do almofariz e do pistilo. Logo em seguida foi peneirado para a obtenção do sabão em pó utilizado na formulação dos filmes que tiveram OCS como surfactante.

2.2 – PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

O estudo do efeito da adição de cera de abelha, óleo de coco saponificado e glicerol em filmes de fécula de mandioca foram realizados através de um planejamento central composto para $K=3$ fatores, codificados como x_1 = concentração de cera de abelha; x_2 = concentração de tensoativo (O.C.S.) e x_3 = concentração de glicerol, divididos em três partes: cúbica (ensaios de um fatorial 2^k), axial (formada por $n_{ax} = 2k$) e ponto central ($x_1 = x_2 = x_3 = 0$), com intervalo de variação de $x_1 = (20;40)$, $x_2 = (5;15)$ e $x_3 = (15;25)$ em % em relação à massa seca do polímero (fécula), conforme Tabela 01 e Figura 01.

Tabela 01 – Composição dos filmes utilizando concentrações variadas de glicerol, cera de abelha e OCS, para formulação do filme de fécula de mandioca.

Ensaio Nº	Fatores (valores codificados)			Variáveis (valores reais)		
	X ₁	X ₂	X ₃	% Cera	% glicerol	% OCS*
1	-1	-1	-1	20	5	15
2	+1	-1	-1	40	5	15
3	-1	+1	-1	20	15	15
4	+1	+1	-1	40	15	15
5	-1	-1	+1	20	5	25
6	+1	-1	+1	40	5	25
7	-1	+1	+1	20	15	25
8	+1	+1	+1	40	15	25
9	-1,682	0	0	13,15	10	20
10	1,682	0	0	46,83	10	20
11	0	-1,682	0	30	1,60	20
12	0	1,682	0	30	18,43	20
13	0	0	-1,682	30	10	11,62
14	0	0	1,682	30	10	28,45
15	0	0	0	30	10	20
16	0	0	0	30	10	20
17	0	0	0	30	10	20
18	0	0	0	30	10	20
19	0	0	0	30	10	20

*Óleo de coco saponificado.

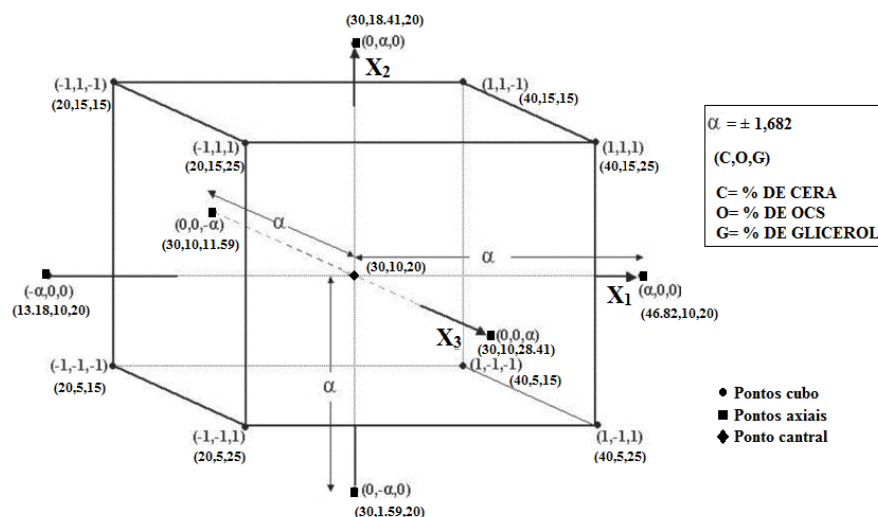


Figura 01 – Distribuição dos pontos do planejamento central composto para o estudo dos efeitos relacionados à adição de cera de abelha, glicerol e OCS.

A Figura 01 mostra o planejamento composto central para três fatores, onde os pontos das arestas do cubo são a parte cúbica – ensaios de um fatorial 2^3 . Os pontos fora do cubo representam a parte axial e o ponto cinza no centro do cubo representa o ponto central (0;0;0).

Para a construção do planejamento composto central foi montado um planejamento fatorial completo 2^3 , com os níveis codificados em -1 e +1; também foram realizados cinco experimentos no ponto central (com a concentração dos reagentes codificados nas coordenadas (0;0;0) para o cálculo do erro e, seis experimentos axiais com coordenadas $(\pm\alpha;0;0)$, $(0;\pm\alpha;0)$, $(0;0;\pm\alpha)$, onde $\alpha=(2^k)^{1/4}=(2^3)^{1/4}=1,682$.

As informações obtidas no planejamento central composto foram lançadas e tratadas no Programa Statistica 7.0., a fim de se obter a superfície de resposta, com y_1 = permeabilidade ao vapor d'água e y_2 = opacidade.

2.3 – PREPARAÇÃO DOS FILMES

Os filmes a base de fécula de mandioca com adição de cera de abelha, glicerol e óleo de coco saponificado, foram preparados de acordo com a técnica de “casting”, pela desidratação da solução filmogênica sobre placas de petri. Os filmes foram compostos por 3g de fécula/ 100mL de água, com concentrações variadas de glicerol, cera de abelha e OCS (Tabela 1). A solução obtida foi agitada e aquecida em banho-maria a 70°C durante 15 min utilizando um termo-agitador.

A solução filmogênica foi aplicada sobre placas de petri, com diâmetros de 55 mm mantidas em temperatura ambiente 29°C com 60% de UR, por 48 horas a fim de que ocorra a desidratação. A espessura foi controlada a partir da quantidade de solução depositada sobre as placas de petri. Os filmes foram elaborados em triplicata.

2.3 – ANÁLISE DOS FILMES

A determinação da espessura foi obtida com o auxílio de um micrômetro, através da média aritmética de três pontos aleatórios dos filmes formados. A análise da opacidade (Y) foi realizada com o auxílio de um colorímetro CR 10 minolta, em que seu valor é determinado de acordo com a relação entre a opacidade de cada amostra sobre um padrão preto (Yp) e branco (Yb), conforme a Equação (01):

$$Y = \frac{Y_p}{Y_b} \times 100 \quad (01)$$

O cálculo foi realizado automaticamente pelo programa Universal software 3.2 (HunterLab Associates Laboratory, 1997). A escala de opacidade varia de 0 a 100%. Os padrões de cores foram: branco L= 93,4; a=0,6; b=-2,5; c=2,6; h=284,7 e preto L= 26,4; a=1,2; b=1,0; c=1,6; h=41,7.

A permeabilidade ao vapor de água foi determinada com base no método gravimétrico. Os filmes foram selados em células de permeabilidade contendo em seu interior 1g de cloreto de cálcio (CaCl₂). As células foram, posteriormente, colocadas em dessecadores contendo água destilada à 29 °C e umidade relativa (UR) de 100% (ASTM, 1989). Foram realizadas pesagens periódicas das células em intervalos de 24 horas durante 7 dias. A taxa da permeabilidade ao vapor de água (PVA) foi obtida através da seguinte equação (02):

$$PVA = \frac{w}{t} \times \frac{x}{A \cdot \Delta p} \quad (02)$$

Onde PVA é a Permeabilidade ao Vapor d'água dada em g.mm⁻¹. d⁻¹.m⁻².kPa⁻¹, w/t é a relação obtida por meio de um regressão linear feita por meio de dados experimentais do ganho de massa (w) em função do tempo (t), x é a

espessura média do filme (mm), A é a área exposta (m^2) e Δp o diferencial de pressão de vapor de água através do filme (KPa).

A análise estatística dos efeitos individuais para os fatores experimentais e suas interações sobre as propriedades dos filmes de fécula de mandioca foi efetuada pelo Programa Statistica 7.0. (STATSOFT., 2004).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 02 mostra a matriz de experimentos utilizada com os valores dos fatores codificados e os resultados experimentais obtidos para as variáveis de resposta.

Tabela 02 – Matriz de experimentos para o estudo dos efeitos relacionados à adição de cera de abelha, glicerol e OCS na PVA e opacidade de filmes de fécula de mandioca.

Ensaio Nº	Fatores (valores codificados)			Variáveis (valores reais)			Respostas	
	X ₁	X ₂	X ₃	% Cera	% OCS	% Glicerol	Y ₁ (PVA)	Y ₂ (opacidade)
1	-1	-1	-1	20	5	15	7,49	10.33
2	1	-1	-1	40	5	15	4,56	15.81
3	-1	1	-1	20	15	15	6,62	10.33
4	1	1	-1	40	15	15	7,95	16.58
5	-1	-1	1	20	5	25	7,85	6.91
6	1	-1	1	40	5	25	5,76	16.02
7	-1	1	1	20	15	25	11,02	12.50
8	1	1	1	40	15	25	4,84	17.05
9	-	0	0	13,15	10	20	10,17	7.10
10	1,682	0	0	46,83	10	20	1,94	18.19
11	0	-	0	30	1,60	20	6,49	15.71
12	0	1,682	0	30	18,43	20	5,12	14.33
13	0	0	-	30	10	11,62	8,09	13.35
14	0	0	1,682	30	10	28,45	15,13	11.37
15	0	0	0	30	10	20	4,67	13.61
16	0	0	0	30	10	20	4,32	13.09
17	0	0	0	30	10	20	5,40	14.83
18	0	0	0	30	10	20	4,53	13.83
19	0	0	0	30	10	20	3,74	14.94

y1 – permeabilidade ao vapor de água (g.mm.m-2.d-1.kPa), y2 – Opacidade.

Obs. Temperatura = 29 °C, %Fécula de mandioca = 3%.

3.1 EFEITO DA ADIÇÃO DE CERA DE ABELHA, GLICEROL E OCS NA PERMEABILIDADE AO VAPOR DE ÁGUA DOS FILMES DE FÉCULA DE MANDIOCA

O ensaio 10, correspondente, dentre as condições estudadas, à de maior percentual de cera de abelha (46,83 %) e percentuais intermediários de OCS e glicerol (10 e 20%, respectivamente) foi o que resultou no menor valor de PVA, 1,94 g.mm.d⁻¹.m⁻².kPa⁻¹. A maior PVA observada nos experimentos foi para o ensaio 14, no qual o filme foi elaborado com 30% de cera de abelha, 10% de OCS e 28,45% de glicerol.

A Tabela 03 exhibe a análise dos efeitos, estimativa dos erros-padrão, teste de Student (teste t) para a PVA e o valor-p para os efeitos. A figura 02 apresenta um Gráfico de Pareto dos efeitos padronizados e suas interações sobre o valor da PVA.

Tabela 03 – Estimativa dos efeitos, erro-padrão, teste-t de Student e valor-p conforme o planejamento fatorial 23 completo para os resultados da PVA.

Fator	Efeito	Erro-padrão	Valores-t	P
Média/intercepto	4,52122	0,558230	8,09920	0,000002
% Cera(L) - (X ₁)	-3,47025	0,675933	-5,13401	0,000192 ^a
% Cera(Q) - (X ₁ ²)	1,20939	0,675129	1,79134	0,096536
% OCS(Q) - (X ₂ ²)	1,03294	0,675780	1,52851	0,150345
% Glicerol(Q) - (X ₃ ²)	2,48057	0,675750	3,67084	0,002823 ^a
%Cera*%Glicerol - (X ₁ *X ₃)	-1,66750	0,883629	-1,88711	0,081676

a (p < 0,05) – efeitos considerados estatisticamente significativos a um nível de confiança de 95%. Cera= Cera de abelha, OCS= Óleo de coco saponificado.

Dentro do domínio analisado, observou-se que o fator principal X1 (% de cera) apresentou o efeito mais importante (-3,47) e de alta significância (p < 0,01). O efeito do fator X3 (% Glicerol) quadrático é o segundo mais importante (2,48) e significativo a um nível de confiança de 95% (p < 0,05). O efeito da adição de OCS, fator X2, sobre a PVA foi pouco significativo. Nenhuma interação entre os fatores pode ser considerada significativa ao nível de confiança de 95% adotado.

Os resultados traduzem o fato de que a PVA dos filmes de fécula é reduzida pela adição de matéria hidrofóbica à matriz polimérica e que a adição glicerol como plastificante afeta a PVA dos filmes.

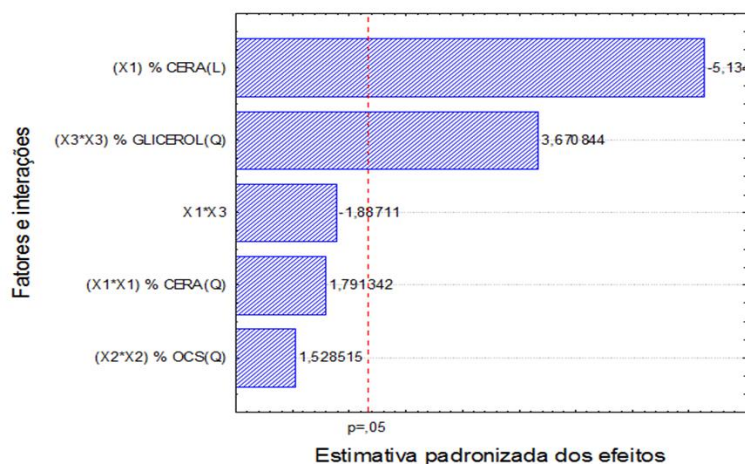


Figura 02 – Gráfico de Pareto dos efeitos padronizados para os fatores e suas interações conforme o planejamento fatorial 2^3 completo para os resultados da PVA.

Para avaliar quais fatores e interações devem ser descartados do modelo foi utilizado o Método dos Melhores Subconjuntos (Levine et al, 2008). Usou-se, como critério de seleção de fatores e interações que devem compor o modelo matemático, a maximização do valor de R^2 -ajustado. O R^2 -ajustado é calculado a partir do ajuste de R^2 de cada subconjunto do modelo considerando o número de variáveis do modelo e o tamanho da amostra. Esse coeficiente é calculado pelo programa estatístico quando do ajuste dos dados aos modelos propostos.

O modelo matemático representativo da variável de resposta (y_1 – Permeabilidade ao vapor de água) em função dos fatores pode ser expresso pela equação 03.

$$y_1 = 6,40194 + 0,06318X_1 + 0,004526X_{12} + 0,002673X_{22} + 0,020229X_{32} - 0,025412X_3 - 0,025412X_1.X_3 \quad (03)$$

A validade do modelo foi estabelecida por meio de análise de variância (Tabela 04), do coeficiente de determinação (R^2) e da comparação entre os valores previstos pelo modelo e os observados experimentalmente (Figura 03).

Tabela 04 – Análise de variância para o ajuste do modelo

Fonte de variação	Soma quadrática	Nº de graus de liberdade	Média quadrática	$F_{crítico}$ ($\alpha = 5\%$)	$F_{calculado}$	$F_{calculado}/F_{crítico}$
Regressão	76,42	5	15,284			
Resíduos	20,30	13	1,56	3,03	9,80	3,23
Falta de ajuste	18,86	9	2,10			
Erro puro	1,44	4	0,36			
Total	96,72	18				
$R^2 = 0,779$		% de variação explicada = 79,01 %				
R^2 -ajustado = 0,693		% máxima de variação explicável = 98,51 %				

A análise de variância (Tabela 04) mostra que a regressão é significativa ($F_{calculado} > F_{crítico}$). O modelo consegue explicar 79,01% da variância de um total explicável igual a 98,51% para os dados usados no ajuste. A concordância entre os valores preditos pelo modelo e os valores observados experimentalmente pode ser visualizada na figura 03.

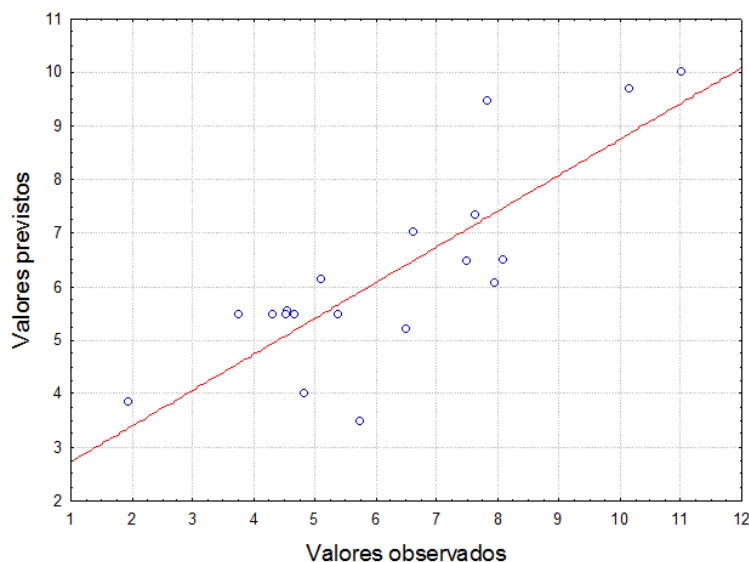


Figura 03 – Comparação entre os valores observados e os previstos pelo modelo.

A Figura 04 exibe a superfície de resposta para a PVA dos filmes de fécula de mandioca em função dos percentuais de cera de abelha e glicerol.

A análise desta figura mostra que os menores valores de PVA são obtidos para concentrações elevadas de cera e de glicerol. No entanto, a adição de glicerol em baixas concentrações de cera provoca um aumento da PVA. Uma explicação para este comportamento é que o glicerol, por ser um plastificante desestabiliza a matriz polimérica, devido capacidade de formação das ligações de pontes de hidrogênio.

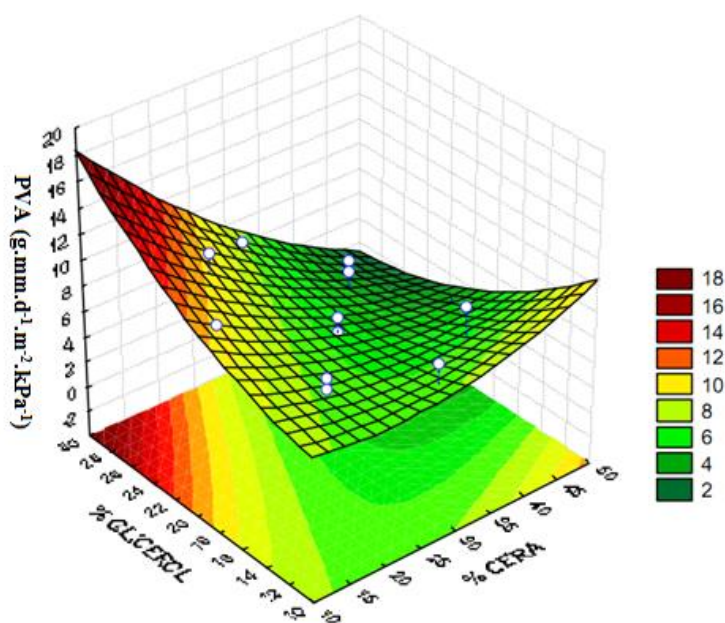


Figura 04 – Variação da PVA dos filmes de fécula de mandioca contendo 10% de OCS, em função dos percentuais de cera de abelha e glicerol.

Semelhantes resultados foram obtido por Ferreira (2012), com a adição de 5% ácido graxos de óleo de coco em filmes de gelatina, obtendo efeito positivo na redução de 27% dos valores de permeabilidade ao vapor de água de 16,8 para 13,2 g.mm.m-2.d-1.kPa. A eficiência das substâncias hidrofóbicas estão relacionadas à sua alta hidrofobicidade e à sua organização molecular.

Matta et al. (2011) verificou que com o aumento da concentração de glicerol ocorreu aumento na permeabilidade ao vapor d'água, devido à elevada afinidade do

glicerol pela água. Segundo Dole et al. (2004) a higroscopicidade dos plastificantes hidrofílicos (glicerol) facilita a difusão das moléculas de água através do filme.

3.2 EFEITO DA ADIÇÃO DE CERA DE ABELHA, GLICEROL E OCS NA OPACIDADE DE FILMES DE FÉCULA DE MANDIOCA

O ensaio 05, correspondente, dentre as condições estudadas, a um percentual de cera de abelha igual a 20% e percentuais de glicerol e OCS iguais a 5 e 25%, respectivamente, foi o que resultou no menor valor de opacidade dos filmes, 6,91%. A maior opacidade (18,19%) observada nos experimentos foi para o ensaio 10, no qual o filme foi elaborado com 46,83% de cera de abelha, 10% de OCS e 20% de glicerol.

A Tabela 05 exibe a análise dos efeitos, estimativa dos erros-padrão, teste de Student (teste t) para a opacidade e o valor-p para os efeitos. A figura 05 apresenta um gráfico de Pareto dos efeitos padronizados e suas interações sobre o valor da opacidade.

Tabela 05 – Estimativa dos efeitos, erro-padrão, teste-t de Student e valor-p conforme o planejamento fatorial 23 completo para os resultados da opacidade.

Fator	Efeito	Erro-padrão	Valores-t	P
Média/intercepto	14,07065	0,512951	27,43078	0,000000
% Cera(L) - (X_1)	6,44524	0,621106	10,37704	0,000001 ^a
% Cera(Q) - (X_1^2)	-1,04332	0,620368	-1,68177	0,120751
% OCS(L) - (X_2)	0,74025	0,621262	1,19153	0,258518
% OCS(Q) - (X_2^2)	0,62655	0,620969	1,00900	0,334657
% Glicerol(Q) - (X_3^2)	-1,25659	0,620938	-2,02369	0,067984
%Cera*%OCS - (X_1*X_2)	-0,95052	0,811955	-1,17066	0,266473
%OCS*%Glicerol (X_2*X_3)	1,46359	0,811955	1,80255	0,098893

a ($p < 0,05$) – efeitos considerados estatisticamente significativos a um nível de confiança de 95%. Cera= Cera de abelha, OCS= Óleo de coco saponificado.

Dentro do domínio analisado, observou-se que apenas o fator principal X1 (% de cera) apresentou o efeito mais importante (6,44) e de alta significância ($p <$

0,01). Os resultados traduzem o fato de que a opacidade dos filmes de fécula aumenta pela adição de matéria hidrofóbica à matriz polimérica.

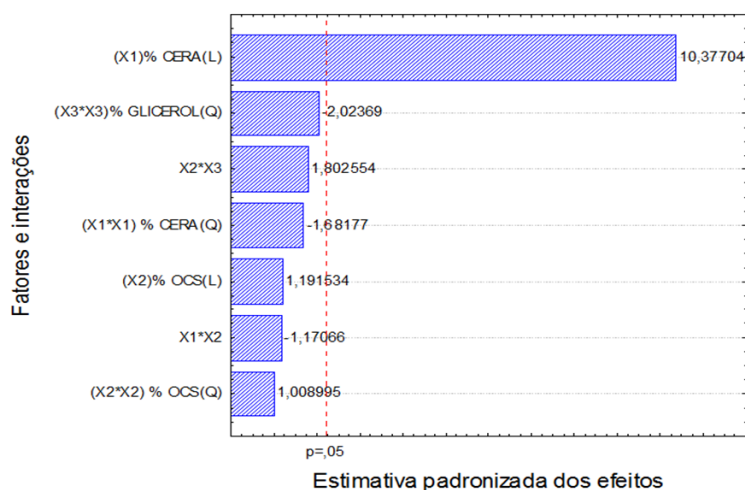


Figura 05 – Gráfico de Pareto dos efeitos padronizados para os fatores e suas interações conforme o planejamento fatorial 2^3 completo para os resultados da opacidade dos filmes.

Para avaliar quais fatores e interações devem ser descartados do modelo foi utilizado o Método dos Melhores Subconjuntos (Levine et al, 2008). Usou-se, como critério de seleção de fatores e interações que devem compor o modelo matemático, a maximização do valor de R^2 -ajustado. O R^2 -ajustado é calculado a partir do ajuste de R^2 de cada subconjunto do modelo considerando o número de variáveis do modelo e o tamanho da amostra

O modelo matemático representativo da variável de resposta (y_2 – Opacidade) em função dos fatores pode ser expresso pela equação 4.

$$Y_2 = 1,932329 + 0,698094X_1 - 0,004680X_1^2 - 0,643947X_2 + 0,014678X_2^2 - 0,010513X_3^2 - 0,009505X_1.X_2 + 0,035478X_2.X_3 \dots \dots \dots (4)$$

A validade do modelo foi estabelecida por meio de análise de variância (Tabela 6), do coeficiente de determinação (R^2) e da comparação entre os valores previstos pelo modelo e os observados experimentalmente (Figura 6).

Tabela 6 – Análise de variância para o ajuste do modelo

Fonte de variação	Soma quadrática	Nº de graus de liberdade	Média quadrática	$F_{\text{crítico}}$ ($\alpha = 5\%$)	$F_{\text{calculado}}$	$F_{\text{calculado}}/F_{\text{crítico}}$
Regressão	162,09	8	20,26			
Resíduos	13,43	10	1,34	3,07	15,12	4,93
Falta de ajuste	10,86	6	1,81			
Erro puro	2,57	4	0,64			
Total	175,52	18				
$R^2 = 0,923$		% de variação explicada = 92,35 %				
$R^2\text{-ajustado} = 0,862$		% máxima de variação explicável = 98,54 %				

A análise de variância (Tabela 6) mostra que a regressão é significativa ($F_{\text{calculado}} > F_{\text{crítico}}$). O modelo consegue explicar 92,35% da variância de um total de variância explicável igual a 98,54% para os dados usados no ajuste. A concordância entre os valores preditos pelo modelo e os valores observados experimentalmente pode ser visualizada na figura 6.

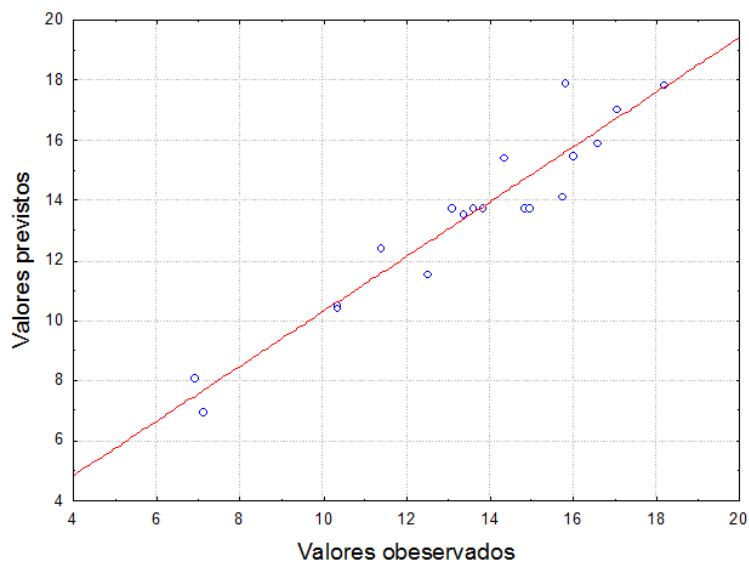


Figura 06 – Comparação entre os valores observados e os previstos pelo modelo.

A Figura 07 exhibe a superfície de resposta para a opacidade filmes de fécula de mandioca em função dos percentuais de cera de abelha e glicerol no corte de 10% de OCS.

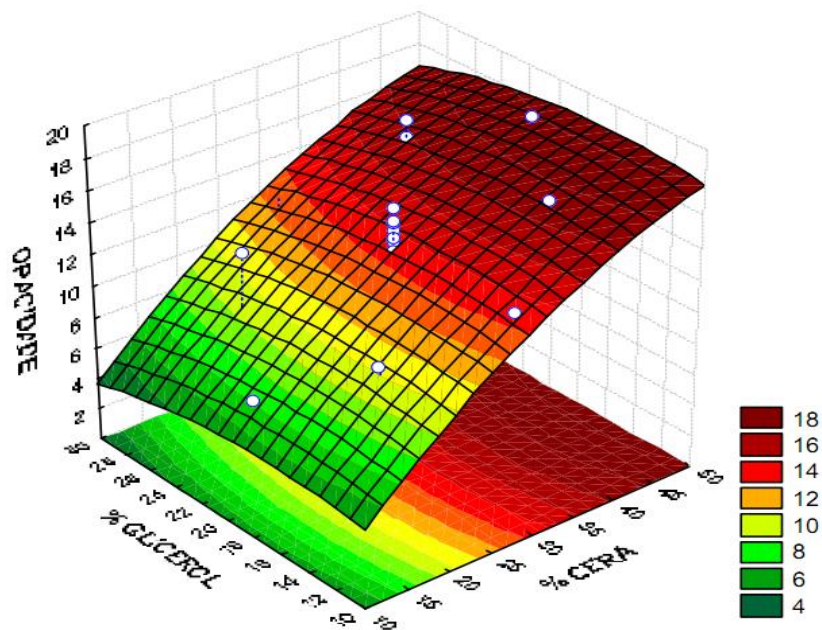


Figura 07 – Variação da opacidade dos filmes de fécula de mandioca contendo 10% de OCS, em função dos percentuais de cera de abelha e glicerol.

Observa-se que com o aumento das concentrações de cera de abelha (material hidrofóbico) adicionadas na matriz polimérica de fécula de mandioca promove aumento da opacidade dos filmes (Figura 07). Resultados semelhantes encontrados por Ferreira (2012) e Fakhouri et al. (2003) com a adição de ácidos graxos em filmes de gelatina.

5 CONCLUSÃO

Os filmes de fécula de mandioca reduzem a permeabilidade ao vapor de água com o aumento das concentrações de glicerol e cera de abelha, porém os valores de opacidade são elevados. Verificou-se que a composição com melhor característica a baixa permeabilidade ao vapor de água foi o filme com as concentrações centrais de OCS (10%) e glicerol (20%) com a maior concentração de cera de abelha (46,83%).

REFERÊNCIAS

ASTM. **Annual Book Standards**. Philadelphia, PA, 1989: American Society for Testing Material.

BARRETO, A. R. M. **Efeito da adição de misturas de carboxilatos nas propriedades de filmes de gelatina**. 2011. 64f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró – RN, 2011.

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

DOLE, P.; JOLY, C.; ESPUCHE, E.; ALRIC, I.; GONTARD, N. Gas transport properties of starch based films. **Carbohydrate Polymers**, v.3, p.1-9, 2004.

FAKHOURI, F. M. **Bioplásticos flexíveis e biodegradáveis à base de amido e gelatina**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas. 2009. 249p. Tese Doutorado.

FAKHOURI, F. M.; BATISTA, J. GROSSO, C. Efeito de coberturas comestíveis aplicadas em goiabas in natura (*Psidium guajava*). I. desenvolvimento e caracterização de filmes comestíveis de gelatina, triacetina e ácidos graxos. **Brasilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 301-308, 2003.

FAKHOURI, F.; FONTES, L.; GONÇALVES, P.; MILANEZ, R.; STELL, C.; COLLARES-QUEIROZ, F., Filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatina na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson, **Ciência e Tecnologia Alimentos**, Vol. 27, pp. 369-375, 2007.

GARCIA, L. C.; PEREIRA, L. M. R.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; HUBINGER, M. D. Selection of an edible starch coating for minimally processed strawberry. **Food Bioprocess and Technology**, v.3, p. 834 - 842, 2010.

JIMÉNEZ, A.; FABRA, M. J.; TALENS, P.; CHIRALT, A. **Edible and Biodegradable Starch Films: A Review**. *Food Bioprocess Technology*. v.4, 2012.

LU, D. R., XIAO, C. M., XU, S. J., Starch-based completely biodegradable polymer materials. **Journal of Polymer Science Part C: Polymer Letters** v.3, p.366–375, 2009.

MATTA, M. D., JUNIOR SARMENTO, S. B. S., SARANTÓPOULOS, C. G.L., ZOCCHI, S.S., Propriedades de barreira e solubilidade de filmes de amido de ervilha associado com goma xantana e glicerol. **Polímeros**, v.21, n.1, p.1–6. 2011.

MINATTI, E. **Um novo modelo para a interação entre polímeros neutros hidrossolúveis e surfactantes**. 2005. Tese (Doutorado em Ciências Físicas e Matemáticas), Departamento de Química - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MORILLON, V.; DEBEAUFORT, F.; BLOND, G.; CAPELLE, M.; VOILLEY, A. Factors affecting the moisture permeability of lipid-based edible films: A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 42, p. 67-89, 2002.

RHIM, J. W.; SHELLHAMMER, T. H. Lipid-based edible films and coatings. Innovations in food packaging. Amsterdam: **Elsevier Science & Technology Books**. In J. H. Han (Ed.), p. 362 - 483, 2005.

SANTOS, F. K. G.; ALVES, J. V. A.; DANTAS, T. N. C.; DANTAS NETO, A. A.; DUTRA JUNIOR, T. V.; BARROS NETO, E. L. Determinação da concentração micelar crítica de tensoativos obtidos a partir de óleos vegetais para uso da recuperação avançada de petróleo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS, 4., 2007. Campinas, **Anais...** Campinas: Associação Brasileira de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás, 2007. CD-ROM.

STATSOFT, INC. Programa computacional Statistica 7.0. E.A.U. 2004.

VARGAS, M.; PASTOR, C.; CHIRALT, A.; McCLEMENTS, D. J.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C. Recent advances in edible coatings for fresh and minimally processed fruits. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.48, p. 496 - 511, 2008.

WOLF, K. L. **Propriedades físico-químicas e mecânicas de biofilmes elaborados a partir de fibra de pós de colágeno**. 2007. 101f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual Paulista, 2007.

ZHANG, Y., HAN, J.H., Plasticization of pea starch films with monosaccharides and polyols. **Journal of Food Science**, v.71, n.6, p.253-261, 2006.

CAPÍTULO III
**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MAMÃO FORMOSA REVESTIDO
COM FÉCULA DE MANDIOCA E ADITIVOS NATURAIS**

RESUMO

A cultura do mamão possui grande importância econômica para o Rio Grande do Norte. Entretanto, os mamões por se tratarem de frutos climatéricos faz necessário o uso de tecnologias pós-colheita adequadas para prolongar a vida útil desses frutos. Tendo em vista a utilização de produtos mais naturais e saudáveis, este trabalho teve como objetivo estudar a conservação pós-colheita de mamão formosa revestido com fécula de mandioca e aditivos naturais. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema de fatorial, com três tratamentos (T1: testemunha; T2: revestimento natural de fécula de mandioca e aditivos; T3: cera (cera comercial CITROSOL A (derivada do petróleo)) e seis tempos de armazenamento (0, 5, 10, 15, 20 e 25 dias) com seis repetições a 13 °C e 90% UR. As seguintes características foram avaliadas: perda de massa, aparência externa e interna, firmeza da polpa, sólidos solúveis, acidez titulável, pH, vitamina C, açúcares solúveis totais e redutores, relação dos sólidos solúveis ácidos titulável, coloração da casca e polpa pelas coordenadas L, C e H. Houve redução na firmeza, teor de sólidos solúveis, açúcares solúveis totais, açúcares redutores e relação de SS/AT ao longo do armazenamento. Os frutos revestidos com revestimento natural apresentaram maiores teor de açúcares total e açúcares redutores. Houve aumento no teor de vitamina C com menores valores observados nos frutos revestidos com revestimento natural, ocorrendo aumento dos valores das coordenadas L e C da casca e H da polpa e redução da coordenada H da casca e L da polpa dos frutos ao longo do armazenamento, não ocorrendo diferença para cor da polpa. Observou-se que os revestimentos proporcionaram uma melhor conservação dos frutos de mamão, garantindo uma maior vida útil pós-colheita através redução da perda de massa, manutenção da aparência externa e interna dos frutos. O revestimento natural obtém vantagens socioambientais em relação à cera (derivada do petróleo), por ser um produto natural oriundo de fontes renováveis, biodegradável e facilmente encontradas no semiárido brasileiro.

Palavras chave: *Carica papaya L.* Revestimento. Qualidade.

POSTHARVEST OF PAPAYA FORMOSA COATED WITH STARCH CASSAVA AND ADDITIVES NATURAL

ABSTRAT

The papaya crop is of great economic importance to the Rio Grande do Norte. However, papayas because they are climacteric fruits is necessary to use appropriate post-harvest technologies to extend the life of these fruits. Given the use of more natural and healthy products, this study aimed to study the postharvest conservation of papaya coated with cassava starch and natural additives. The experiment was conducted in a completely randomized design in a factorial design with three treatments (T1: control, T2: natural finish of cassava starch and additives ; T3: wax (wax commercial Citrosol A (derived from petroleum)) and six times . storage (0, 5, 10, 15, 20 and 25) with six repetitions at 13 °C and 90% RH the following characteristics were evaluated weight loss, external appearance, flesh firmness, soluble solids, acidity titratable, pH, vitamin C, total soluble sugars and reducing sugars, soluble solids, titratable relationship of acidosis, peel color and pulp by the coordinates L, C and H. There was a reduction in firmness, soluble solids content, total soluble sugars, reducing sugars and ratio SS/AT during storage. fruits coated with natural coating showed higher levels of total sugars and reducing sugars. was increased in vitamin C with lower values observed for fruit coated with natural finish, with increased values of the coordinates L and C H and bark pulp and reduction of the coordinated H and L shell of the fruit flesh during storage , no difference chroma pulp. It was observed that the coatings provided better preservation of fruits of papaya, ensuring a longer life by reducing post-harvest loss of mass, maintaining the external appearance of the fruit. The natural finish gets environmental advantages over wax (derived from petroleum) , to be a natural product made from renewable , biodegradable and easily found in the Brazilian semiarid sources.

Keywords: *Carica papaya L.* coating. quality.

1 INTRODUÇÃO

O mamoeiro vem ganhando importância no cenário mundial, pois seu consumo vem aumentando consideravelmente nos últimos anos. É a sexta fruta mais produzida e a nona fruta fresca mais exportada do país (AGRIANUAL, 2012). O Brasil é o segundo maior produtor e exportador mundial, com produção aproximadamente em 2011 de 1,854 milhões de toneladas (FAO, 2013). Os principais pólos de produção no país estão localizadas nos Estados da Bahia (928 mil toneladas), Espírito Santo (560 mil toneladas), Ceará (112 mil toneladas) e Rio Grande do norte (69 mil toneladas), responsáveis por 90% da produção nacional (IBGE, 2013).

Por ser uma fruta climatérica, amadurece, também, após a colheita se colhida na maturidade fisiológica (REES; FARRELL; ORCHARD, 2012). Para que a qualidade pós-colheita seja mantida é necessário que seja efetuada de forma correta os tratamentos culturais a escolha do estágio de maturação na ocasião da colheita, os procedimentos corretos de colheita e manuseio pós-colheita, bem como as condições adequadas de armazenamento (REES; FARRELL; ORCHARD, 2012). Sendo um dos maiores problemas a susceptibilidade a danos após a colheita que ocasionam elevadas perdas pós-colheita, podendo alcançar o índice de 40% (SANCHES, 2004).

A atmosfera modificada associada à refrigeração é uma das alternativas de armazenamento utilizadas para reduzir a taxa respiratória em frutas, minimizando a perda de água, o crescimento de microrganismos patogênicos e reações enzimáticas, conferindo a esses frutos uma maior qualidade e maior vida útil ((JIA; ARAKI; OKAMOTO, 2005; SINGH; RAO, 2005; GONZALEZ-AGUILAR; BUTA; WANG, 2003). Atmosfera modificada pode ser obtida usando filmes de plástico ou revestimentos baseados em cera de carnaúba, polissacárido, proteínas, lipídeos isolados ou compostos (REES; FARRELL; ORCHARD, 2012; PALIYATH et al., 2008; KADER, 2002).

Atualmente, a população está mais consciente, favorecendo a escolha de produtos naturais, renováveis e biodegradáveis (JIMÉNEZ et al., 2012). Uma grande vantagem dos revestimentos comestíveis é a sua biodegradabilidade. Dessa forma, a utilização de revestimentos comestíveis poderá contribuir na redução do uso de fontes não-renováveis, ajustando-se perfeitamente no ecossistema e evitando a poluição ambiental (PASCALL; LIN, 2013).

Diversos trabalhos foram realizados, utilizando película de fécula natural de mandioca, em várias concentrações e diferentes frutas e hortaliças: Berinjela (SOUZA et al., 2009); Mamão grupo Formosa (PEREIRA et al., 2006); Pimentão (VICENTINI et al., 1999); Amora preta (FAKHOURI et al., 2005); Goiaba (FAKHOURI et al., 2003); Banana (SILVA et al., 2011); Limão siciliano (HENRIQUE et al., 2007); Uvas (VICENTINO et al., 2011). Nesses relatos a película sempre foi aplicada por imersão do produto em suspensão geleificada, em substituição às ceras comerciais embelezadoras. Os resultados mostraram que na maioria dos produtos que a película de fécula natural de mandioca foi aplicada em concentração de 3%, obteve-se maior brilho aos frutos, mas não foi possível deter a perda de massa.

Para solucionar esse problema com filmes e revestimentos hidrofílicos (fécula de mandioca, amidos em geral, gelatina e quitosana), têm sido utilizadas as combinações de polissacarídeos com lipídios (ceras e óleos vegetais) em diferentes concentrações para reduzir a taxa de permeabilidade ao vapor de água das películas, evitando assim a perda de massa e aumentando a vida útil pós-colheita de frutas e hortaliças (OLIVEIRA; CEREDA, 2003; VIEIRA et al., 2009; RIBEIRO et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2012).

Dessa forma, este trabalho teve por objetivo avaliar a conservação pós-colheita de mamão Formosa revestido com fécula de mandioca e aditivos naturais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utiliza frutos de mamão Formosa hibrido ‘Tainung 1’ tipo exportação, colhidos na maturidade fisiológica, na fazenda WG, localizada no município de Baraúnas – RN. Após serem transportados para o Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, foram selecionados e lavados, com água clorada a 100 ppm por 15 minutos, e secados em temperatura ambiente. Em seguida, procedeu-se a caracterização, no tempo zero, de uma amostra de 6 frutos.

Os frutos foram identificados e divididos em três grupos, constituindo assim os tratamentos: testemunha (sem revestimento), revestimento natural (frutos revestidos com revestimento natural de fécula de mandioca e aditivos naturais) e cera (cera comercial citrosol A). O revestimento natural foi obtido com 30 g de fécula de mandioca (3%), 6 g de glicerol (0.6%), 3 g de OCS (óleo de coco saponificado) (0.3%) e 14,05 g de cera de abelha (1.4%) em 1000 g de água destilada.

Em seguida, a solução foi agitada e aquecida a uma temperatura de 70 °C, durante 15 minutos, com o auxílio de um aquecedor-agitador. Após a solução ter sido resfriada 25 °C, os frutos foram imersos e colocados para secar em temperatura ambiente por duas horas. Em seguida os frutos foram pesados e colocados em caixas e transportados para a câmara fria regulada a $13\pm 2^{\circ}\text{C}$ e UR de $90\pm 1\%$ e posteriormente analisados em cinco tempos de armazenamento (0, 5, 10, 15, 20 e 25 dias).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema de fatorial 3 x 6, com três tratamentos (T1: testemunha; T2: revestimento natural; T3: cera comercial) e seis tempos de armazenamento (0, 5, 10, 15, 20 e 25 dias) com seis repetições à 13 °C e 905 UR. As seguintes análises físicas e físico-químicas foram avaliadas em cada intervalo de tempo: perda de massa, firmeza da polpa, aparência externa e interna, teor de sólidos solúveis, pH, acidez titulável,

vitamina C, açúcares solúveis totais, açúcares redutores, relação SS/AT e as coordenadas de cor.

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

Aparência externa (AE) e interna (AI): foram avaliados por três pessoas treinadas utilizando uma escala visual e subjetiva, com notas variando de 0 a 5, de acordo com a severidade dos defeitos na área externa (depressões, murcha, lesões fúngicas ou manchas) e interna (colapso interno, sementes soltas e/ou líquido na cavidade das sementes) do fruto. Dessa forma: 5 = ausência de defeito (< 1%); 4 = traços de defeito (1 – 10%); 3 = leve intensidade de defeito (11 – 30%); 2 = média intensidade de defeito (31 – 50%); 1 = severa intensidade de defeito (acima de 50% do fruto afetado); 0 = muito severa intensidade de defeito (> 60%), sempre utilizando as mesmas pessoas nas avaliações e, posteriormente, obtendo-se a média das notas (SANTOS, 2008). Frutos com nota inferior a 3,0 foram considerados inadequados para a comercialização.

Firmeza da polpa (FP): os frutos foram divididos longitudinalmente em duas partes e, em uma delas foram determinadas seis leituras na polpa, em locais aleatórios e equidistantes, com um penetrômetro da marca McCormick, modelo FT 327 analógico (ponteira de 8 mm de diâmetro), os resultados foram expressos em Newton.

Sólidos solúveis (SS): foi determinado com auxílio do refratômetro digital modelo PR-100 Palette (AttagoCo. Ltd., Japan), com correção automática de temperatura e leitura na faixa de 0 a 32%, os resultados expressos em porcentagem (%) (AOAC, 1992).

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

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

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

Açúcares solúveis totais (AST): foi determinado pelo método da Antrona, conforme Yemn e Willis (1954). Utilizou-se 1,0 gramas de polpa diluída com água destilada até 100 mL. Em seguida retirou-se uma alíquota de 100 µL para as leituras em espectrofotômetro com comprimento de onda de 620 nm, utilizando como padrão a glicose e resultados expressos em percentagem (%).

Açúcares redutores (AR): determinados usando o reagente ácido dinitrossalicílico (DNS). Foi utilizado 1 g da polpa, para diluir em balão volumétrico de 50 mL, com água destilada. Após filtragem, uma alíquota de 1,5 mL da amostra que foi transferida para tubo de ensaio e a este volume adicionou-se 1 mL de DNS. As amostras foram homogeneizadas e levadas ao banho-maria a 100° C por 5 minutos. Após o período de aquecimento, as amostras foram resfriadas em banho com gelo e receberam 7,5 mL de água destilada a fim de completar o volume final de 10 mL. Em seguida, foram novamente homogeneizados para a realização da leitura em espectrofotômetro, a 520 nm, sendo os resultados expressos em g 100 g⁻¹ (Miller, 1959).

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

Coloração da casca e polpa: foram determinadas por reflectometria, utilizando-se um colorímetro CR-10 (Konica Minolta®, Japão), calibrado em superfície de porcelana branca sob condições de iluminação. As leituras foram expressas no módulo L, c e °h que, segundo a CIE (Commission Internationale de L'Eclairage), definem a cor: L, que corresponde à luminosidade (brilho, claridade ou refletância; 0 = escuro/opaco e 100 = branco); C, o croma (saturação ou

intensidade da cor; 0 = cor impura e 60 = cor pura); e °h, o ângulo Hue (tonalidade; 0° = vermelha; 90° = amarelo; 180° = verde; 270° = azul) (MINOLTA CORP., 2007). As medidas determinadas em três pontos equidistantes, considerando a média das três leituras.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2003). Os níveis dos fatores qualitativos (tratamentos) foram comparados pelo teste de Scott - Knott a 5% de probabilidade, enquanto para o fator quantitativo (tempo de armazenamento) procedeu-se o ajuste de modelos de regressão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se, interação significativa dos fatores tratamentos e tempo de armazenamento para a perda de massa, aparência externa, aparência interna, acidez titulável, vitamina C, coloração da casca para Luminosidade (coordenada L), Croma (coordenada C) e ângulo hue (coordenada H), coloração da polpa para Luminosidade (coordenada L). Efeito isolado do tempo de armazenamento para as características de firmeza da polpa, sólidos solúveis, pH, açúcares totais, açúcares redutores, relação SS/AT e coloração da polpa para ângulo hue (coordenada H). Efeito simples de tratamento para as variáveis pH, açúcares totais, açúcares redutores e a coloração da polpa para ângulo hue (coordenada H).

3.1 PERDA DE MASSA

Observou-se durante o armazenamento diferença significativa de perda de massa entre os tratamentos (Figura 01). Em todos os tempos de armazenamento avaliados percebe-se menor perda de massa dos frutos revestidos quando comparado aos frutos testemunha, sem revestimento. Nesse sentido, o tratamento com o revestimento natural resultou em menor perda de massa quando comparado àqueles revestidos com cera nos 20 e 25 dias de armazenamento.

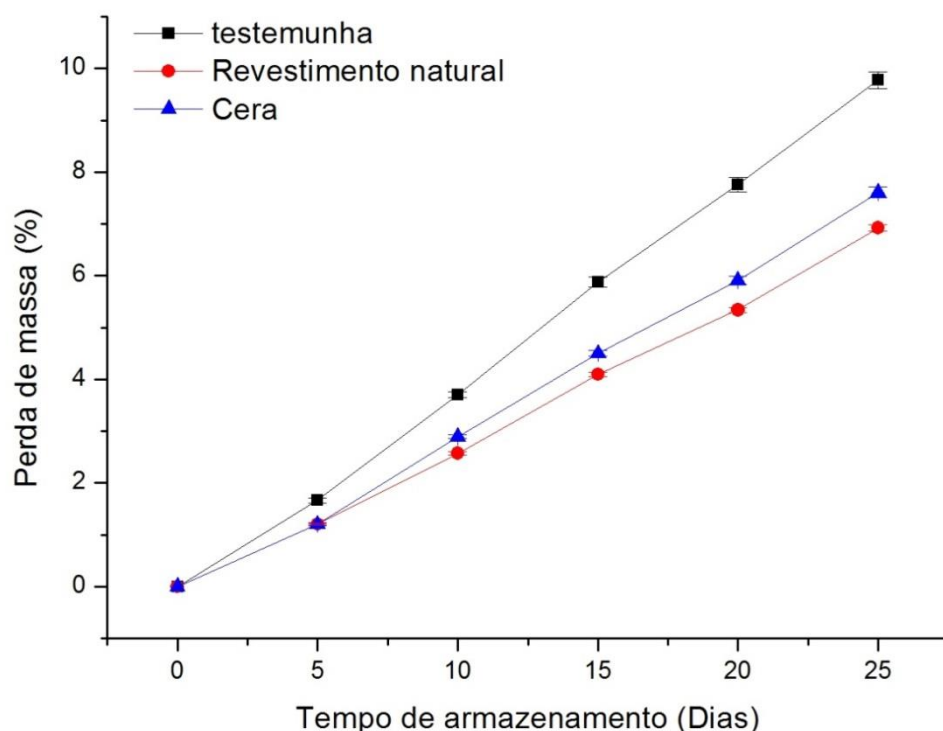


Figura 01 – Perda de massa (%) de mamão Formosa com diferentes revestimentos em função do tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

O uso do revestimento natural como recobrimento no mamão foi o mais positivo e conseguiu barrar 9,06% e 29,11% de perda de massa em relação à cera e testemunha, respectivamente. Resultado positivo também foi observado por Castricini et al. (2009) no recobrimento de mamão Golden, com filme a base de fécula de mandioca (concentrações 1, 3 e 5%) e armazenados durante 14 dias a 21°C, os mesmos relataram que a perda de massa dos frutos revestidos com a concentração de 3% foi inferior (10,34%) aos frutos sem revestimentos (14,10%).

O resultado positivo do uso do revestimento, neste trabalho está relacionado diretamente a sua composição, pois o uso apenas de fécula de mandioca, não reduz a perda de massa (VICENTINI et al., 1999; FAKHOURI; GROSSO, 2003; PEREIRA et al., 2006; HENRIQUE et al., 2007; SILVA et al., 2011; VICENTINO et al., 2011), a característica hidrofílica da fécula torna-a uma barreira pobre em

conter vapor de água, assim é necessário o uso de substâncias hidrofóbicas para reduzir a perda de massa dos frutos.

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

Verificou-se, ao longo do tempo de armazenamento, que independente do revestimento houve acréscimo na perda de massa dos frutos com o tempo de armazenamento. A transpiração natural do fruto, associado à perda de carbono pela respiração dos frutos (KADER, 2002) pode explicar a perda de massa durante o tempo de armazenamento.

Perdas de massa dos frutos de mamão ao longo do armazenamento foram observadas também por diversos autores (FERNANDES et al., 2010; ALI et al., 2011; REBOUÇAS et al., 2013).

Não obstante, os frutos recobertos com revestimento natural constituíram em melhor barreira a perda de massa, seguida de cera. Enquanto, Oliveira e Cereda (2003) verificaram que pêssegos revestidos com cera comercial “FruitWax” e com recobrimento composto de fécula e cera de abelha resultaram em perda de massa, aos 6 dias de armazenamento em temperatura ambiente, de 8,92 e 9,38%, respectivamente, inferiores aos valores detectados para os frutos testemunha e recobertos apenas com fécula de mandioca (10,61 e 11,52%).

3.2 APARÊNCIA EXTERNA

Observou-se uma redução nas notas da aparência externa dos frutos durante o armazenamento (Figura 02). Verifica-se que o acondicionamento dos frutos com revestimentos (revestimento natural e cera) foi mais promissor em manter a aparência externa quando comparada à testemunha, obtendo notas iguais

estatisticamente para a aparência externa até o final do armazenamento diferenciando dos frutos testemunhas que a partir do décimo quinto dia obteve valores inferiores para essa variável. A aplicação do revestimento natural e a cera proporcionaram brilho à casca dos mamões resultando em melhor aparência.

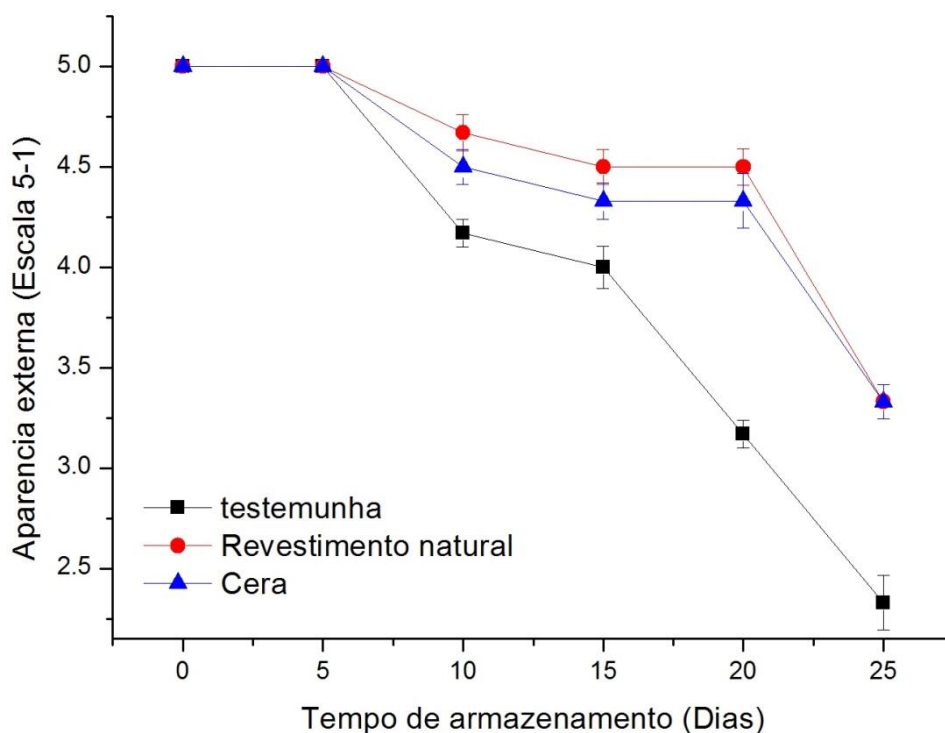


Figura 02 - Aparência externa de mamão Formosa com diferentes revestimentos em função do tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Resultados semelhantes foram detectados em berinjela revestidas com fécula de mandioca por Souza et al. (2009); mamão Formosa revestidos com cera de carnaúba por Fernandes et al. (2010) e em melões Charentais revestidos com filme à base de gelatina por Ferreira (2012), os quais observaram melhores notas de aparência externa durante o tempo de armazenamento quando comparados com os frutos testemunhas.

Verifica-se que o revestimento dos frutos permitiu ganho de sete dias na comercialização dos frutos, pois no final do tempo de armazenamento a aparência externa dos frutos acondicionados com revestimento natural e cera apresentaram

notas médias 3,33 superiores aos frutos testemunha que obtiveram nota de 2,3 abaixo do considerado comercializável (nota 3,0).

Os revestimentos, cera e o revestimento natural, retardaram o processo de senescência natural dos frutos de mamão Formosa mantendo a aparência externa ao longo do armazenamento pela formação das películas sobre os frutos que proporcionaram uma maior barreira ao vapor de água e gases e como consequência resultou em menor perda de água e possivelmente retardou a ação do etileno pelo acúmulo de CO_2 e redução do O_2 na atmosfera do frutos.

A avaliação da aparência do fruto é extremamente útil para estimar o tempo de comercialização, pois o produto deve chegar aos grandes centros consumidores com qualidade visual aceitável para o consumo e comercialização.

3.3 APARÊNCIA INTERNA

Verifica-se que os revestimentos dos frutos com o revestimento natural e a cera foram mais efetivos em manter a aparência interna em relação à testemunha (Figura 03). No vigésimo quinto dia de armazenamento os frutos com revestimento natural obtiveram notas de aparência interna de 4,83 e com cera de 4,67, portanto superiores e estatisticamente diferentes dos frutos testemunhas 3,83. Com todos os tratamentos com valores aceitáveis para comercialização.

Os resultados evidenciam que o revestimento retardou o metabolismo do fruto, fato não constatado no fruto testemunha sem revestimento que apresentaram notas de aparência interna bem inferior aos frutos revestidos. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), o revestimento altera o metabolismo dos frutos devido à redução da quantidade de O_2 disponível e aumento de CO_2 ; a redução da permeação de O_2 para o interior do fruto gerará uma correspondente redução na produção de etileno, o que permite, em princípio, prolongar a vida do fruto.

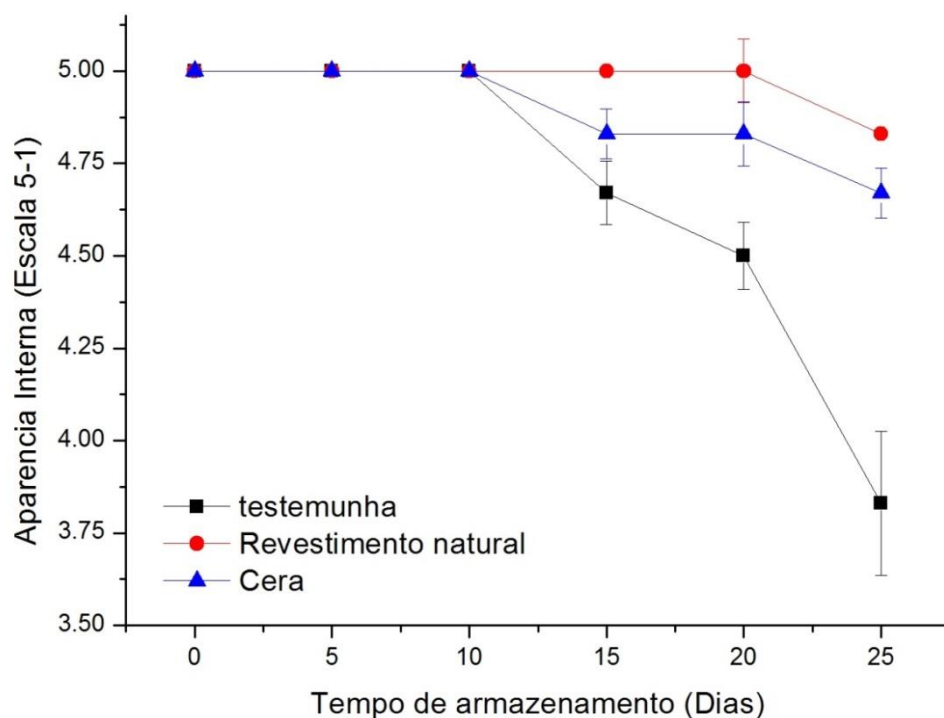


Figura 03 - Aparência Interna de mamão Formosa com diferentes revestimentos em função do tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Ribeiro (2002), estudando o mamão ‘Formosa’, híbrido ‘Tainung 1’, em temperatura ambiente, sem nenhum tratamento pós-colheita, observou que aos nove dias de armazenamento, os frutos estavam impróprios para o consumo, com nota inferior a 3,0 para aparência interna; sugerindo que o uso da refrigeração e com aplicação de revestimentos demonstra ser mais eficiente em conservar a qualidade do mamão Formosa.

Ao longo do tempo de armazenamento houve declínio nas notas de aparência interna em todos os tratamentos avaliados. Resultados semelhantes foram observados em mamão por Solon et al. (2005). Até o décimo dia de armazenamento não houve ganho no uso de revestimento dos frutos, fato observado a partir desse tempo quando o revestimento manteve notas de aparência interna dos frutos superiores.

O recobrimento com o revestimento natural foi mais eficiente em manter a aparência interna dos frutos que a cera. Uma boa característica do revestimento

natural, pois a manutenção da aparência interna, por maior período de tempo, é uma característica desejável do ponto de vista de comercialização, isto ocorre devido à característica específica da formulação do revestimento que evita a perda de água e reduz as trocas gasosas (O_2 e CO_2), também obtém uma vantagem socioambiental em relação à cera (derivada do petróleo), por ser um produto natural oriundo de fontes renováveis, biodegradável e facilmente encontradas no semiárido brasileiro.

3.4 FIRMEZA DE POLPA

Verificou-se que o revestimento dos frutos não impediu a diminuição da firmeza de polpa dos mamões com o tempo de armazenamento (Figura 04).

O decréscimo da firmeza de polpa dos frutos ocorre em função das reações químicas e bioquímicas durante a maturação dos frutos na qual há síntese e ativação de enzimas hidrolíticas que atuam na despolimerização das substâncias pécnicas que conferem rigidez à parede celular dos frutos (KAYS, 1991).

Por outro lado, resultados positivos do uso de revestimento foram evidenciados por Pereira et al. (2006) em mamão Formosa ‘Tainung 1’ revestido com biofilme de fécula de mandioca e armazenados por oito dias a 27 °C. Os mesmos relatam que os frutos com biofilme (3%) mantiveram maior firmeza de polpa em relação aos frutos testemunha.

Observou-se um decréscimo de 86,34% na firmeza de polpa, do tempo zero (59,88 N) aos 25 dias de armazenado 8,17 N, apesar da diminuição, os frutos ainda se apresentaram comercializáveis. Tentar conter as reações que diminuem a firmeza dos frutos, sendo um evento natural da senescência, é bastante estudado na tecnologia pós-colheita, por ser uma característica importante de qualidade que interfere o manuseio e transporte dos frutos. Semelhante a este trabalho, vários autores relatam o decréscimo da firmeza de polpa de mamão durante o armazenamento (ALI et al., 2011; REBOUÇAS et al., 2013; AZENE et al., 2011).

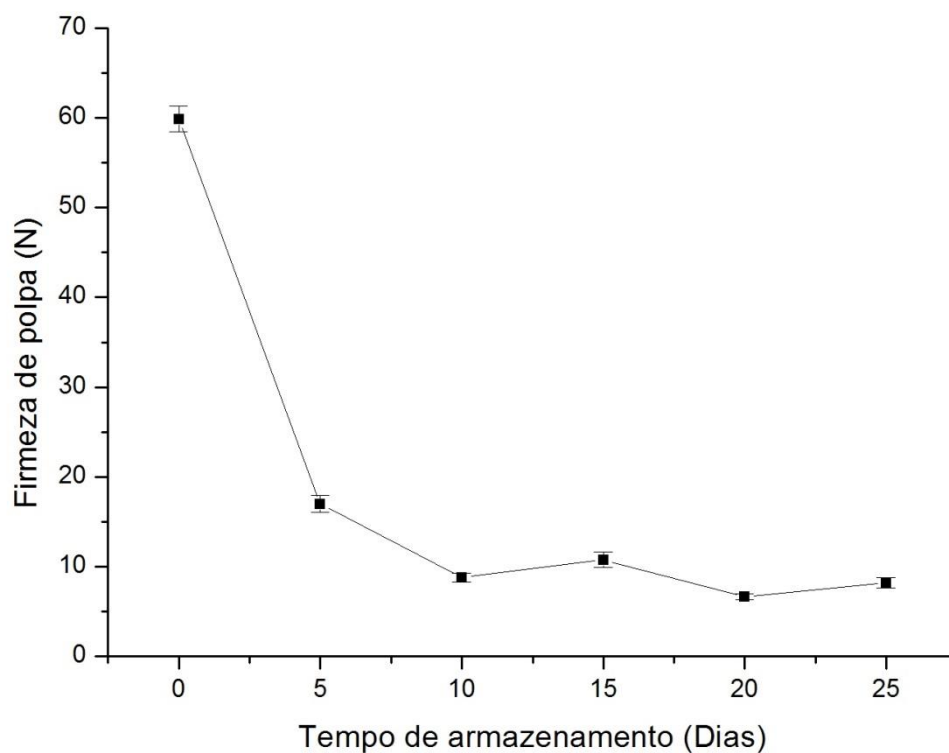


Figura 04 – Firmeza de polpa (N) de mamão em função do tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

3.5 SÓLIDOS SOLÚVEIS

Não foi constatado efeito do revestimento nos teores de sólidos solúveis dos frutos, não obstante verificou-se diminuição dos sólidos solúveis durante o tempo de armazenamento dos frutos (Figura 05). Apesar de ter ocorrido um decréscimo de 21,4 % no teor de sólidos solúveis no final do armazenamento, os frutos ainda apresentaram teores satisfatórios de SS 10%, para a comercialização dos frutos (BRASIL, 2000).

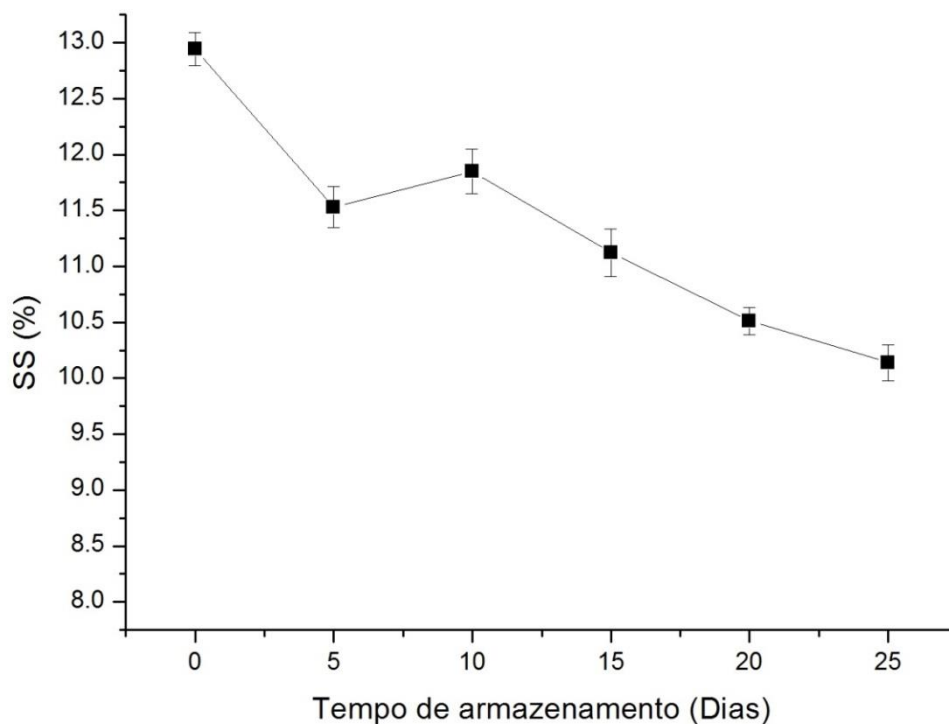


Figura 05 – Sólidos Solúveis (%) de mamão Formosa em função do tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Essa redução no teor de sólidos solúveis ocorre devido à respiração natural dos frutos, que utilizam a glicose como substrato para a produção de energia necessária à manutenção dos processos vitais do fruto após o desligamento da planta mãe (KAYS, 1991).

Resultados semelhantes ao presente estudo foram verificados em mamão Formosa ‘Tainung1’ produzidos no Rio Grande do Norte e em mamão produzidos na África do Sul durante armazenamento por Fernandes et al. (2010) e Azene et al. (2011), respectivamente. A qualidade do fruto é bastante influenciada pelo teor de sólidos solúveis que é uma medida indireta do teor de açúcares. Para os mamões, os açúcares solúveis situam-se em torno de 65 a 85% dos sólidos solúveis (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

3.6 ACIDEZ TITULÁVEL

O uso de revestimento influenciou a acidez titulável dos frutos durante o tempo de armazenamento (Figura 06). Verifica-se que a acidez titulável dos frutos foi alterada conforme o tipo de revestimento e tempo de armazenamento.

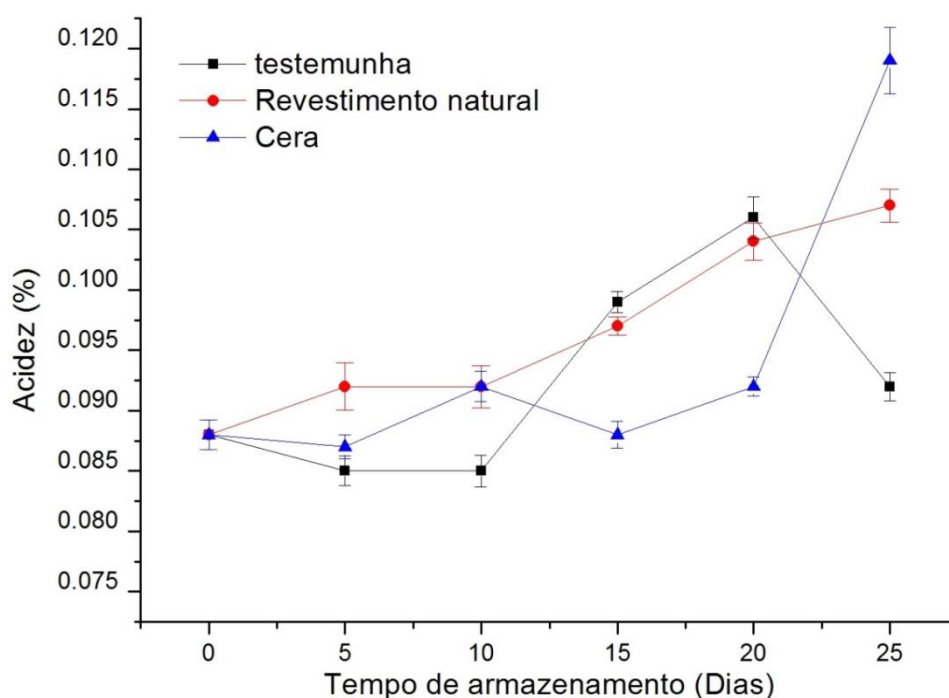


Figura 06 - Acidez titulável (% de ácido cítrico) de mamões Formosa com diferentes revestimentos em função do tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Verificou-se que o tipo de revestimento não influenciou a acidez dos frutos até 15 dias de armazenamento. Porém, os frutos revestidos com revestimento natural e os frutos testemunha, aos vinte dias de armazenamento, apresentam valores estatisticamente iguais e, portanto superiores de acidez em relação aos frutos revestidos com cera. Fato que não se manteve aos 25 dias de armazenamento, quando os frutos revestidos com cera apresentaram acidez

titulável superior aos frutos revestidos com o revestimento natural e os frutos testemunha.

A diminuição da acidez titulável dos frutos testemunha a partir do vigésimo dia de armazenamento, provavelmente está relacionada com o uso dos ácidos como esqueleto de carbono no processo respiratório como explica Kays (1991). Segundo Chitarra e Chitarra (2005) o teor de ácidos em vegetais pode diminuir com a maturação, para a transformação em substratos para biossíntese de compostos fenólicos, lipídios e aromas vegetais.

Ao analisar os tratamentos ao longo do tempo de armazenamento observou-se aumento da acidez durante o armazenamento para os frutos independente do revestimento. Os frutos revestidos com o revestimento natural e a cera apresentaram valores de acidez titulável significativamente superior (16,13 e 26,88%) à testemunha, ao final do armazenamento. O aumento da acidez titulável dos frutos revestidos ao longo do tempo de armazenamento, indica uma possível síntese de ácidos orgânicos. Costa; Balbino (2002) relatam que o aumento da acidez dos frutos pode ser atribuído à formação do ácido galacturônico, proveniente da degradação das pectinas, o teor de CO₂ que foi se acumulando na interface dos frutos com os revestimentos.

Segundo Bicalho (1998) a acidez titulável do mamão aumenta com o amadurecimento até atingir aproximadamente 75% da coloração da casca amarela, e a partir daí os níveis decrescem até o fruto atingir completo amarelecimento.

Comportamento semelhantes para acidez titulável foram detectados por Rebouças et al. (2013) modificando a atmosfera de frutos do híbrido 'Tainung 1' sob refrigeração, com aumento dos valores de acidez de 0,06% para 0,12% ao longo do armazenamento, seguido de redução para 0,06% no vigésimo dia para o tratamento testemunha. Ao contrário, Fernandes et al. (2010) verificaram que os valores de acidez dos frutos testemunha de mamão 'Tainung 01' foram superiores aos detectados nos frutos revestidos com cera e filme plástico (com atmosfera modificada), aos 35 dias de armazenamento.

3.7 pH

Verificou-se efeito simples do revestimento e do tempo de armazenamento no pH dos frutos (Tabela 01;Figura 07). Os frutos revestidos com cera comercial apresentaram valores de pH superior aos frutos testemunha e frutos com o revestimento natural. Este resultado mostra que ocorreu mudança na atmosfera ao redor do fruto, provocada pelo uso da cera que promove uma cobertura semipermeável na superfície do fruto modificando a concentração endógena de CO₂ e O₂ dos frutos, retardando assim a maturação.

Tabela 01 Valores médios de pH de frutos de mamão Formosa “Tainung 1”, durante o tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

pH	Tratamento		
	Testemunha	Revestimento natural	Cera
	5,08±0,01 b	5,08±0,01 b	5,12±0,01 a

* Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Comportamento semelhantes para a variável pH foram detectados por Pinto et al. (2006) modificando a atmosfera de frutos de mamão cv. Golden sob refrigeração com filmes plásticos, com valores de pH superiores para frutos embalados com filmes plásticos. Dada mesma forma Oliveira e Cereda (2003) verificaram que os frutos de pêssego sem revestimento apresentaram valores de pH inferiores aos recobertos por revestimentos comestíveis.

Por outro lado, verifica-se acréscimo no pH até o décimo dia de armazenamento com posterior redução. Esses valores de pH foram semelhantes aos encontrados por Castro et al. (2011) que estudava mamões cobertas com películas de amido armazenados a 8 °C, encontraram variações entre 5,03 e 5,50 durante o tempo de armazenamento.

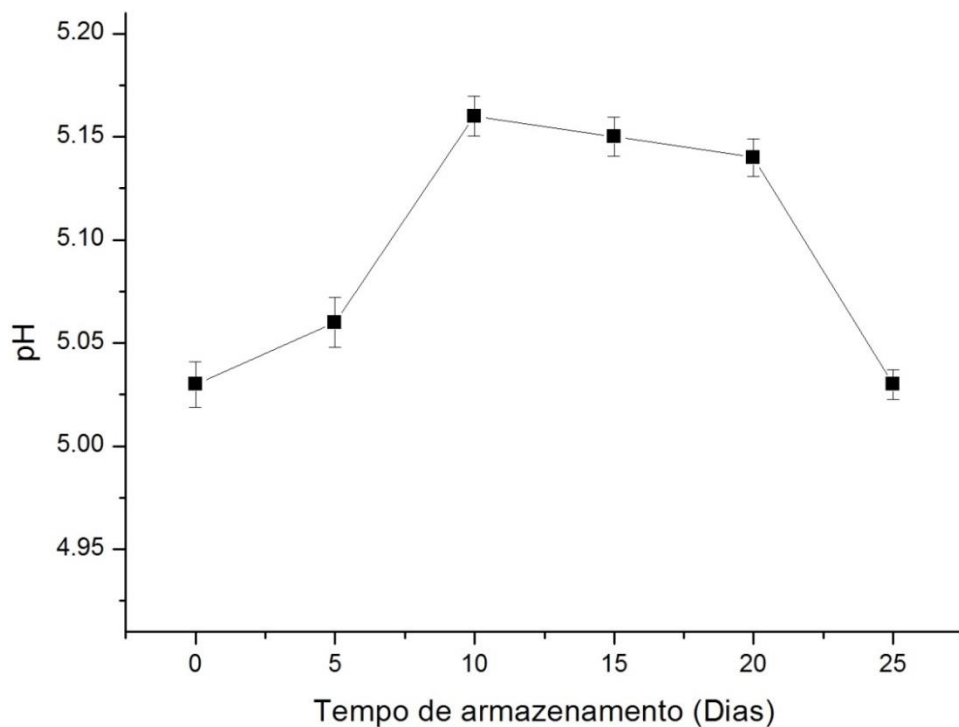


Figura 07 – pH de mamão Formosa em função do tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

3.8 VITAMINA C

O tipo de revestimento influenciou o teor de vitamina C dos frutos durante o tempo de armazenamento (Figura 08). Aos 15 dias os frutos revestidos com cera e testemunha apresentam valores superiores de vitamina C aos frutos com o revestimento natural. Já aos 20 dias de armazenamento os frutos testemunha apresentaram maior teor de vitamina C em relação aos frutos revestidos. Entretanto, no final do armazenamento os frutos testemunha apresentam valores de vitamina C inferiores aos frutos com o revestimento natural e frutos revestidos com cera. Sendo mantidos o conteúdo de vitamina C por maior tempo nos frutos com

revestimento. Verifica-se que o revestimento retarda mais não cessa por completo a síntese de ácido ascórbico durante a maturação.

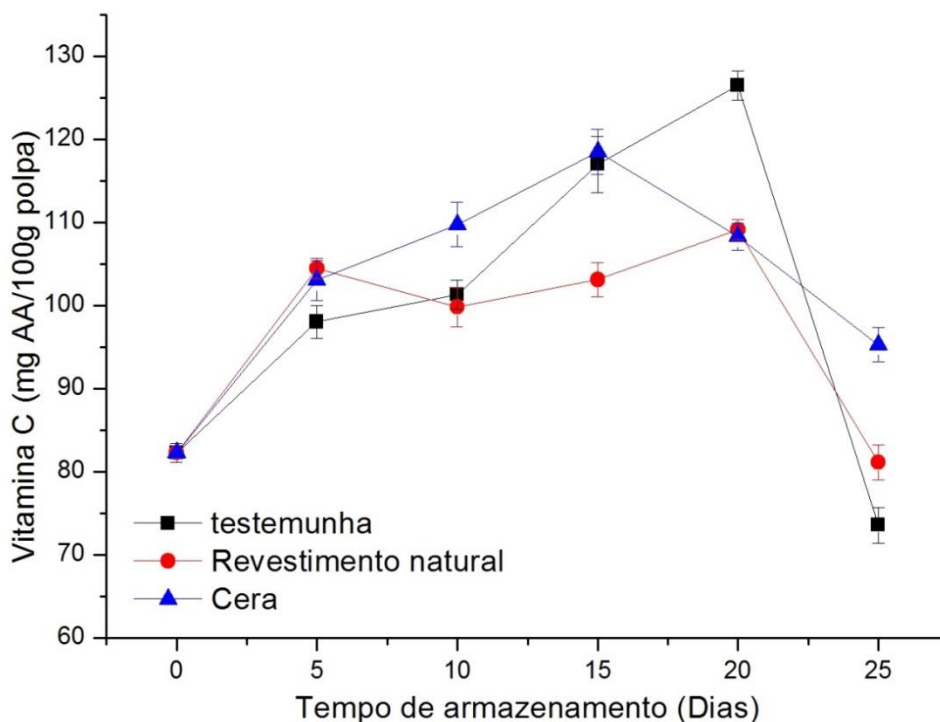


Figura 08 – Vitamina C (mg ácido ascórbico(AA)/100g de polpa) de mamão Formosa com diferentes revestimentos em função do tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

O ácido ascórbico em mamão aumenta durante o amadurecimento, mas diminui durante a senescência, pois ele atua como substância antioxidante, sendo observado que em frutos de mamão amadurecidos uma diminuição no conteúdo de ácido ascórbico (CHEN e PAULL, 1986).

Rebouças et al. (2013) verificaram em frutos de mamão Formosa ‘Tainung 1’ com atmosfera modificada, em que os valores de vitamina C dos frutos revestidos foram inferiores aos frutos testemunha durante todo o tempo de armazenamento.

A desaceleração da perda de vitamina C pelo revestimento pode ser atribuída à baixa permeabilidade ao O₂ dos revestimentos, pois se mantendo baixo teor de oxigênio os frutos tem retardado a reação de oxidação da vitamina C (AYRANCI;

TUNC, 2003). Ali et al. (2011) observaram em mamões Eksotika II, revestidos com biofilme de quitosana a 2% uma inibição dos processos metabólicos de tal forma que a síntese de ácido ascórbico ficou paralisada não ocorrendo aumento no conteúdo de ácido ascórbico, mesmo durante a fase de maturação.

Ao analisar os tratamentos ao longo do tempo de armazenamento observou-se aumento da vitamina C até o vigésimo dia de armazenamento com uma diminuição logo após esse período. Os frutos acondicionados com revestimento natural e a cera no vigésimo dia apresentaram valores de vitamina C de respectivamente inferiores aos frutos testemunha. Entretanto, no final do armazenamento houve redução de vitamina C para os tratamentos de cera, revestimento natural e testemunha.

Resultados semelhantes foram observados por Fernandes et al. (2010), em que um aumento no teor de ácido ascórbico ocorreu até o vigésimo dia de armazenamento, com uma diminuição dos valores após esse período. Santos et al. (2008) argumentam que há aumento no conteúdo de ácido ascórbico em mamões durante seu amadurecimento.

3.9 AÇÚCARES SOLÚVEIS TOTAIS E REDUTORES

Para ambos, açúcares totais e açúcares redutores houve efeito isolado do tipo de revestimento e tempo de armazenamento (Tabela 02; Figura 09). Analisando o efeito isolado dos tratamentos verificou-se que os frutos testemunha apresentaram teor de açúcares solúveis totais (AST) estatisticamente inferiores aos frutos revestidos com cera e revestimento natural que não diferiram entre si.

Os açúcares totais são utilizados como substratos na respiração, que consiste em um processo relacionado com a oxidação predominante de substâncias orgânicas em três fases: quebra ou hidrólise de polissacarídeos em açúcares simples; Oxidação dos açúcares a ácido pirúvico (ciclo glicolítico); transformação

aeróbica do ácido pirúvico em outros ácidos orgânicos em CO₂, água e energia (ciclo de Krebs) (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os revestimentos de cera e revestimento natural provocaram redução da concentração de O₂ e elevação da concentração de CO₂ ao redor dos frutos, promovendo um menor consumo dos substratos pela respiração dos frutos (KADER, 2002; NEVES, 2009).

Verificou-se que os frutos com revestimento natural apresentaram teor de açúcares redutores (AR) estatisticamente superior aos frutos testemunha e revestidos com cera que não diferiram entre si. Isto ocorre devido à característica específica da formulação do revestimento natural que promoveu uma barreira mais eficiente para O₂ e CO₂, retardando a senescência do fruto, obtendo um menor consumo dos monossacarídeos, que são substratos essenciais para a respiração. Costa et al (2010) trabalhando com diferentes temperaturas na qualidade de mamão verificaram uma tendência dos valores ficarem mais baixos ao final do armazenamento independente da temperatura estudada, os valores de açúcares totais tenderam a ficar mais baixos à medida que o tempo de armazenamento foi chegando ao final.

Tabela 02 – Valores médios de açúcares solúveis totais e açúcares redutores de frutos de mamão Formosa, durante o de tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Açúcares	Tratamento		
	Testemunha	Revestimento natural	Cera Comercial
Totais	9,55±0,24 b	10,25±0,20 a	10,13±0,27 a
Redutores	7,29±0,33 b	8,34±0,28 a	7,79±0,32 b

* Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

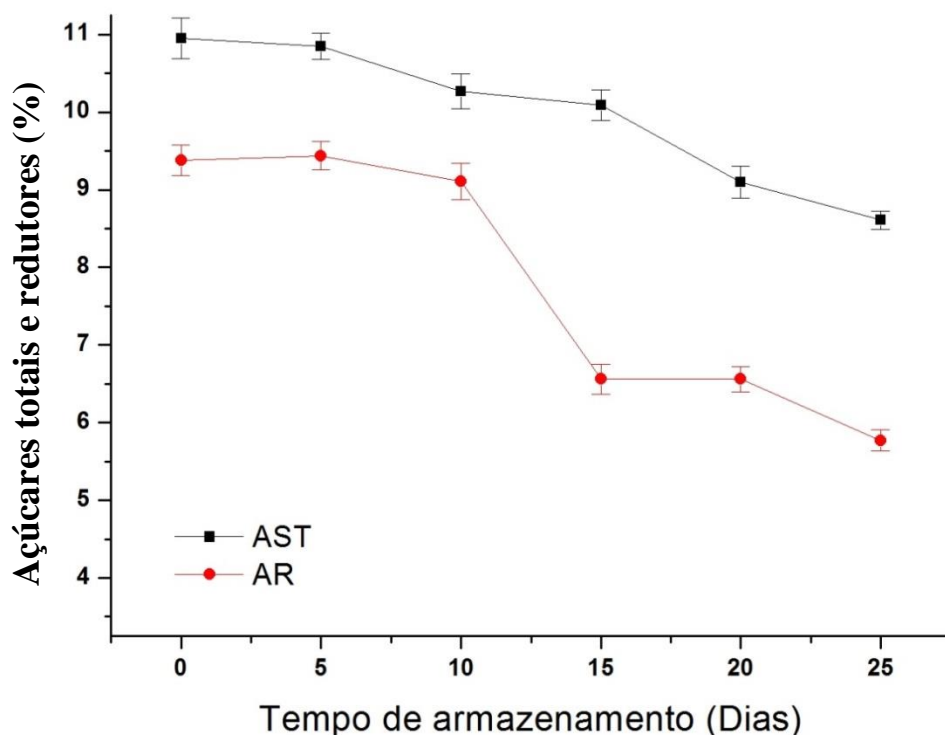


Figura 09 – Açúcares Totais e Redutores (%) de mamão Formosa em função do tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Por outro lado, observa-se decréscimo na concentração de AT e AR ao longo do armazenamento. É importante frisar que os açúcares tendem a diminuir durante o amadurecimento por ser eles os principais substratos da respiração (TAIZ; ZEIGER, 2004; KADER, 2002).

Essa redução nos teores de açúcares totais e açúcares redutores, ao longo do armazenamento, também foi verificada em mamão Havaí e mamão Formosa por Costa et al. (2010) e Rocha et al. (2007), respectivamente. Observa-se durante o armazenamento que os valores de açúcares totais em relação aos sólidos solúveis variaram de 85 a 89%.

3.9 RELAÇÃO SÓLIDOS SOLÚVEIS ACIDEZ TITULÁVEL

O tempo de armazenamento influenciou a relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) também conhecida como *ratio* (Figura 10). Verifica-se um declínio da relação SS/AT, afetado principalmente pelo acréscimo da acidez titulável ao longo do tempo de armazenamento, uma vez que no mamão não se verificou acréscimo significativo dos teores de sólidos solúveis com o amadurecimento do fruto.

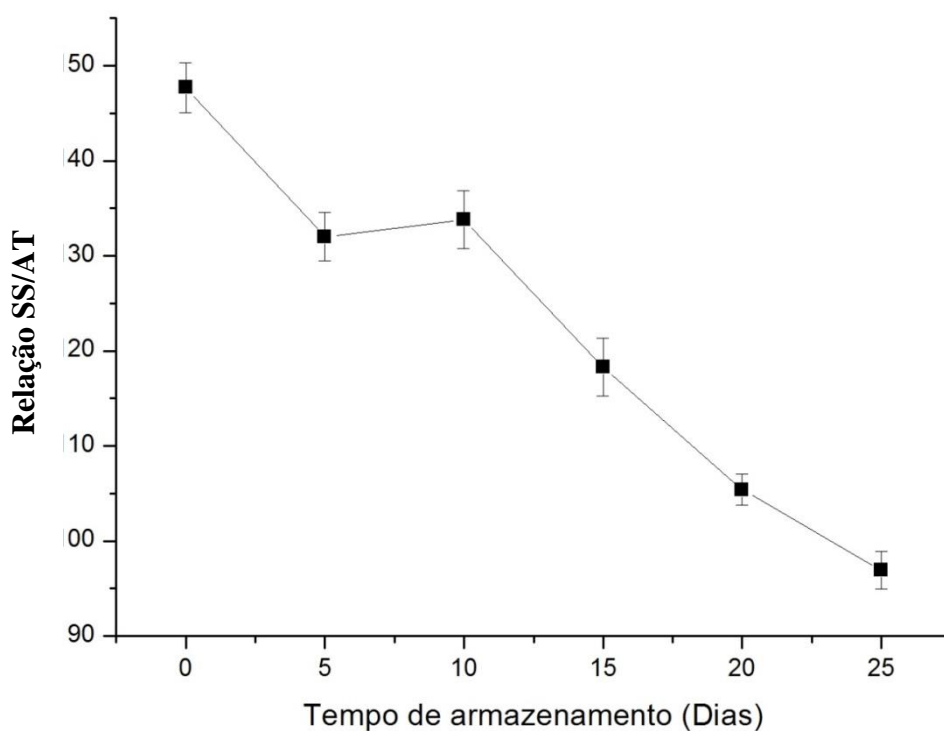


Figura 10 – Relação de sólidos solúveis acidez titulável de mamão Formosa em função do tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

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

Resultados diferentes foram encontrados por Pinto et al. (2006), em mamão durante o armazenamento, em que o aumento da relação SS/AT, com o amadurecimento justificada pelo aumento no teor de SS e diminuição na AT, em virtude da degradação dos polissacarídeos e a oxidação dos ácidos no ciclo dos ácidos tricarbóxicos na respiração, respectivamente. Contrário aos resultados observados nesse trabalho em que os valores de sólidos solúveis reduziram e os de acidez aumentaram com o armazenamento.

3.10 COLORAÇÃO DA CASCA

A luminosidade (coordenada L) da casca ou brilho dos frutos, pode variar do zero (preto) ao 100 (branco) e os mamões, neste estudo, apresentaram luminosidade variando com o tipo de revestimento e o tempo de armazenamento (Figura 11).

Os frutos revestidos com cera apresentaram valores de luminosidade de 51,40 no quinto dia de armazenamento superiores aos demais, no entanto os frutos sem revestimento (testemunha) apresentaram luminosidade equivalente a 46,23 valor superior ao observado para frutos com o revestimento natural (43,06).

A partir do décimo quinto até o final do armazenamento observa-se que os frutos revestidos com cera e o revestimento natural apresentaram valores inferiores aos frutos testemunha. No final do tempo de armazenamento, os mamões revestidos com o revestimento natural apresentaram-se mais claros, com valores médios maiores de luminosidade que os frutos revestidos com cera.

Semelhante resultados foram detectados por Rebouças et al. (2013), em frutos de mamão Formosa armazenados com e sem atmosfera modificada, tendo os frutos com atmosfera modificada apresentados valores de luminosidade inferiores aos frutos testemunha.

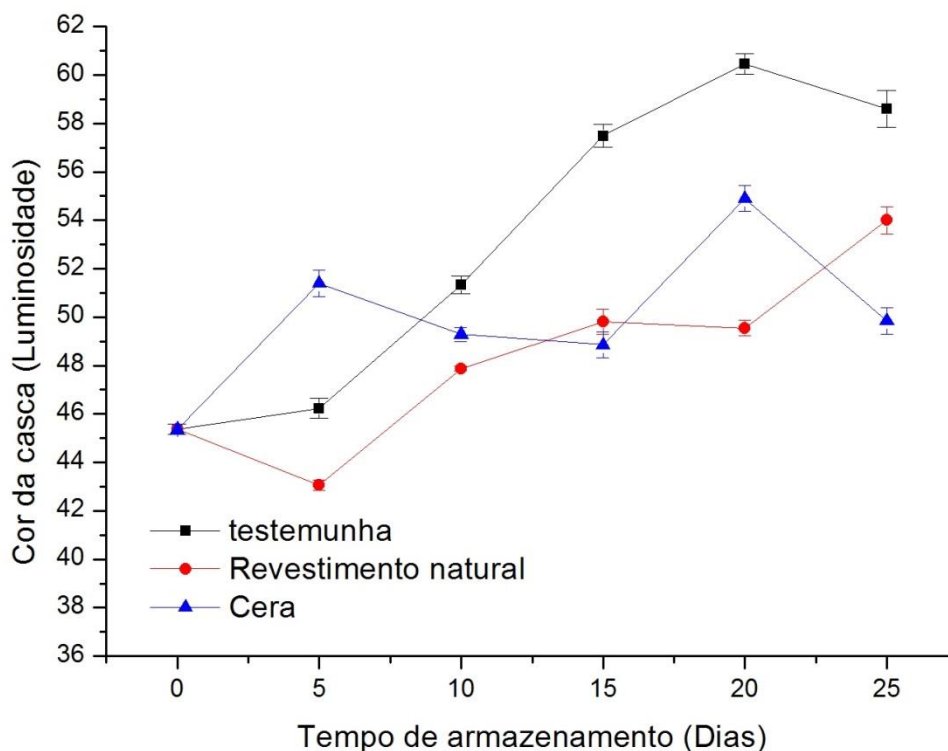


Figura 11 – Luminosidade (coordenada L) da casca de mamão Formosa com diferentes revestimentos em função do tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

O tempo de armazenamento afetou significativamente a luminosidade dos mamões, conforme o tipo de tratamento (Figura 11). Observou-se aumento da luminosidade até o vigésimo dia de armazenamento dos frutos, com uma diminuição logo após esse período, exceto para os frutos revestidos com o revestimento natural.

Pode-se observar que durante o tempo de armazenamento os frutos com revestimentos apresentaram valores inferiores de luminosidade, ou seja, menos claros que os frutos testemunha. Isso significa que retardaram mais a degradação da clorofila do fruto. Segundo Basulto et al. (2009) a mudança de cor da casca do mamão de verde para o amarelo-alaranjado se deve à degradação da clorofila no tecido epidérmico.

Durante o tempo de mudança de cor da casca, a taxa de respiração e a produção de etileno aumentam rapidamente, atingindo o máximo em plena

maturação, sendo esses dois fatores afetados pelos revestimentos dos frutos (CASTRICINI et al., 2009) Assim pode-se compreender os valores inferiores de luminosidade da casca dos frutos com revestimento em relação aos frutos testemunha detectados neste estudo.

Basulto et al. (2009) e Rebouças et al. (2013) detectaram, também, aumento nos valores de luminosidade dos mamões conforme o tempo de armazenamento. Pereira et al. (2006), observaram que os revestimentos de 1% e 3% de fécula retardaram a pigmentação alaranjada da casca de mamão Formosa em quatro dias, o que, segundo os autores indica redução na degradação da clorofila na casca, mas sem prejuízo na coloração final dos frutos.

O croma (coordenada C) da casca ou intensidade da cor dos frutos de mamão foi influenciado pelo tipo do revestimento e tempo de armazenamento (Figura 12). Levando em consideração os tratamentos dentro de cada tempo de armazenamento nota-se que aos cinco dias de armazenamento houve diferença significativa entre os tratamentos, nesse tempo os frutos revestidos com cera apresentaram valores de croma superiores aos frutos sem revestimento (testemunha) e frutos com revestimento natural.

A partir do decimo quinto dia até o final do armazenamento os frutos revestidos com cera e revestimento natural obtiveram valores de croma inferiores aos frutos testemunham ocorrendo diferença significativa entre esses tratamentos. Os frutos revestidos diferenciaram entre si no vigésimo e vigésimo quinto dia de armazenamento, os frutos com revestimento natural obtiveram valores de croma inferiores no vigésimo dia e superiores no vigésimo quinto dia quando comparados com os frutos revestidos com cera.

O croma (coordenada C) é toda a gama de cores representativa do universo sendo que, quanto maior valor, mais vivida ou mais forte é a cor. A coloração verde encontradas nos frutos nos estádios iniciais de maturação de mamão evidencia o tom mais opaco do que as cores fortes e vivas do amarelo e alaranjado encontrado ao final da maturação do mamão.

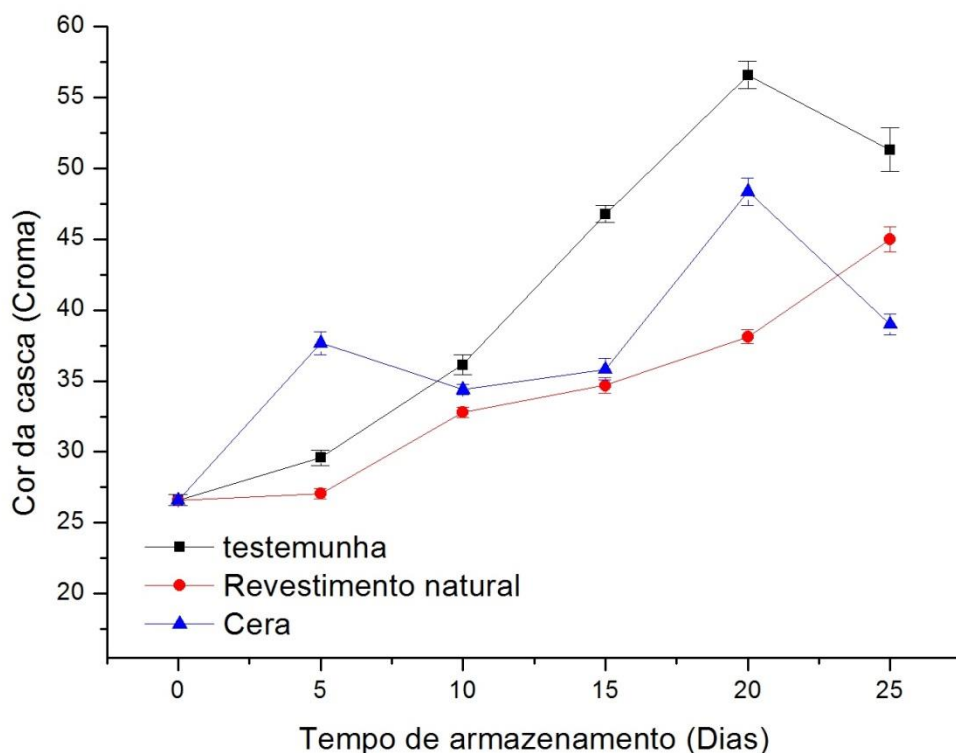


Figura 12 – Croma (coordenada C) da casca de mamão Formosa com diferentes revestimentos em função do tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Pelos resultados os menores valores encontrados para croma, foram os frutos recobertos (revestimento natural e cera), pois promoveram uma degradação e síntese mais lentas de clorofila e carotenoides presentes nas cascas dos frutos de mamão. Também evidenciado em mamão por Castricini et al. (2010) com o uso de fécula de mandioca a 3 e 5%, onde esses revestimento diminuíram a taxa respiratória do fruto e resultou em menor degradação da clorofila com uma menor síntese dos carotenoides da casca.

Corroborando com os resultados evidenciados neste estudo, Rebouças et al. (2013), também observaram diferença nos valores de croma com o uso da atmosfera modificada, os frutos de mamão Formosa apresentaram cromaticidade inferiores com atmosfera modificada que os frutos testemunha.

Ao analisar os tratamentos ao longo do tempo de armazenamento observou-se que os frutos com revestimento natural e cera apresentaram croma

significativamente inferiores aos frutos testemunha (Figura 12). Esses apresentaram aumento de cromaticidade até vigésimo dia de armazenamento com uma diminuição logo após esse período, exceto para os frutos com revestimento natural. Os frutos com o revestimento natural e a cera, no vigésimo quinto dia, apresentaram valores de croma inferiores aos frutos testemunha. Semelhante resultados foram observados por Basulto et al. (2009) em mamão durante armazenamento.

O ângulo hue (coordenada H) da casca dos frutos de mamão foi influenciado pela interação entre os tratamentos (revestimentos) e o tempo de armazenamento (Figura 13).

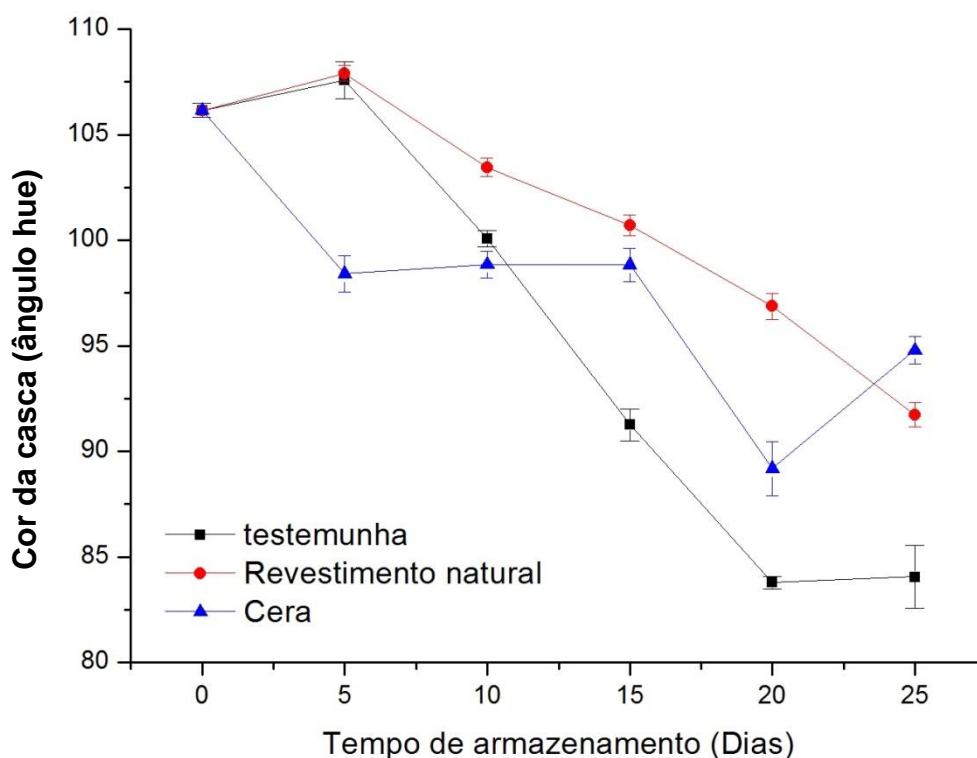


Figura 13 – Ângulo hue (coordenada H (tonalidade)) da casca de mamão Formosa com diferentes revestimentos em função do tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Levando em consideração os tratamentos dentro de cada tempo de armazenamento nota-se que aos cinco dias de armazenamento houve diferença significativa 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott entre os tratamentos,

os frutos revestidos com cera apresentaram valores do ângulo hue de 98,41 inferiores aos frutos sem revestimento (testemunha) e os frutos com revestimento natural que apresentaram ângulos hue equivalente a 107,58 e 107,90 respectivamente.

A partir do décimo quinto dia até o final do armazenamento observa-se que os frutos revestimento apresentaram valores do ângulo hue superiores aos frutos testemunha. Não obstante os frutos revestidos diferenciaram entre si no vigésimo dia de armazenamento, os frutos com o revestimento natural obtiveram valores do ângulo hue superiores quando comparados aos frutos revestidos com cera.

Ao analisar os tratamentos ao longo do tempo de armazenamento observou-se redução do ângulo hue até o final do armazenamento (Figura 13). Durante o armazenamento os frutos com revestimento natural e cera apresentaram valores de ângulo hue superiores aos frutos testemunha. Segundo a tabela Hunter, os frutos apresentaram valores de ângulo hue de 120 correspondendo a uma cor verde para esverdeada e ao final do tempo de armazenamento obtiveram valores entre 85 a 95, que corresponde às cores de amarelo para amarelo alaranjado (VOSS, 1992)

A evolução da cor amarela da casca é decorrente da quebra estrutural da molécula de clorofila, envolvendo a atividade da enzima clorofilase e a síntese de carotenoides. A elevação da atividade desta enzima está associada com a produção de etileno durante o amadurecimento do fruto (PALIYATH et al., 2008). Assim essa evolução da cor verde, resultante do processo normal de amadurecimento, pode ser retardada com aplicação revestimentos.

3.10 COLORAÇÃO DA POLPA

A luminosidade (coordenada L) da polpa dos frutos de mamão foram influenciado pela interação entre os tratamentos (revestimentos) e o tempo de armazenamento (Figura 14). Levando em consideração os tratamentos dentro de cada tempo de armazenamento nota-se que aos cinco dias de armazenamento

houve diferença significativa 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott entre todos os tratamentos, os frutos com revestimento natural apresentaram valores de luminosidade da polpa superiores aos demais tratamentos.

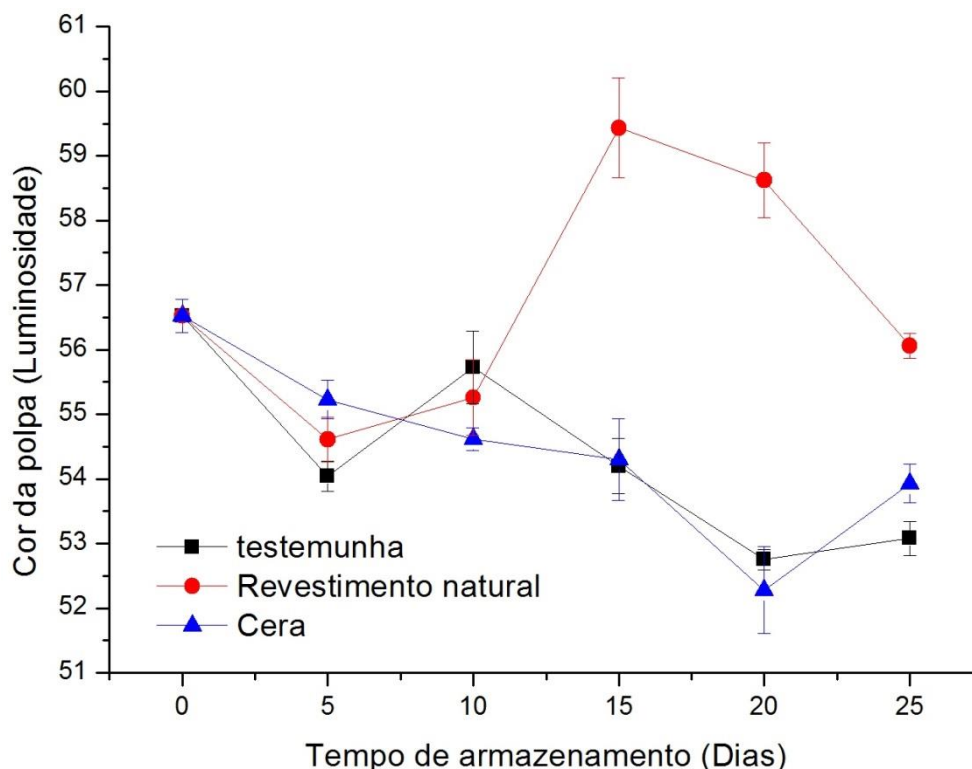


Figura 14 – Luminosidade (coordenada L) da polpa de mamão Formosa com diferentes revestimentos em função do tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

O parâmetro L^* (luminosidade) está relacionado com o brilho, que varia de 0% negro a 100% branco (FERREIRA, 2008). Os frutos com revestimento natural apresentaram as maiores médias de luminosidade a partir do décimo quinto dia, ou seja, mamões mais claros que os demais tratamentos. Semelhantes resultados foram encontrados por Pimentel et al (2011) utilizando diferentes películas em mamão Havaí onde frutos com revestimento apresentaram valores de luminosidade de polpa superior.

Ao analisar os tratamentos ao longo do tempo de armazenamento observou-se redução da luminosidade para os frutos testemunha e os revestidos com cera enquanto os frutos com o revestimento natural apresentaram uma redução do início

até o quinto dia armazenamento seguidos de um aumento até o vigésimo dia com redução após esse tempo (Figura 14).

Semelhante resultados foram observados por Basulto et al. (2009), relataram redução nos valores de luminosidade de polpa de mamão com o amadurecimento durante o tempo de armazenamento. Entretanto, Pimentel et al (2011) verificaram que o uso de revestimentos comestíveis afeta a luminosidade da polpa de mamão Havaí proporcionando aumento dos valores de luminosidade com o armazenamento.

O croma (coordenada C) da polpa dos frutos de mamão Formosa ‘Tainung 1’ não foi influenciada pelo tipo do revestimento e o tempo de armazenamento, apresentado uma média equivalente a 49,64, com variação entre os tratamento de 48,50 a 50,25 e variação entre os tempos de armazenamento de 47,30 a 50,44.

Observou-se para a variável coordenada H (ângulo hue) efeito significativo isolado para o fator tratamento e tempo de armazenamento (Tabela 03 e Figura 15). Analisando o efeito isolado dos tratamentos verificou-se que os frutos com o revestimento natural apresentaram valores da coordenada H (Ângulo hue) estatisticamente superiores aos frutos testemunha e revestidos com cera que não diferiram entre si (Tabela 03).

Segundo a tabela descrita por Voss (1992) os frutos testemunha e os revestidos com cera comercial apresentaram valores de ângulo hue de 44,5 correspondendo a uma cor laranja avermelhado, enquanto os frutos com revestimento natural apresentaram valores correspondendo a uma cor laranja, demonstrando que uso deste retarda a síntese de carotenoides da polpa, mantendo os frutos revestidos em um estágio de maturação mesmo avançado dos demais.

Tabela 03 – Valores médios de coordenada H (ângulo hue) de frutos de mamão Formosa, durante o de tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Cor da polpa (H)	Tratamento		
	Testemunha	Revestimento natural	Cera
	44,55±0,08 b	46,32±0,04 a	44,59±0,03 b

* Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Por outro lado, considerando tempo de armazenamento observa-se aumento dos valores da coordenada H (ângulo hue) ao longo do armazenamento de 42,36 para 48 (Figura 15), demonstrando que ocorreu mudança da cor avermelhada para alaranjada. Esse resultado divergem dos encontrados por Basulto et al. (2009) onde ocorre redução dos valores de ângulo hue com o tempo de armazenamento.

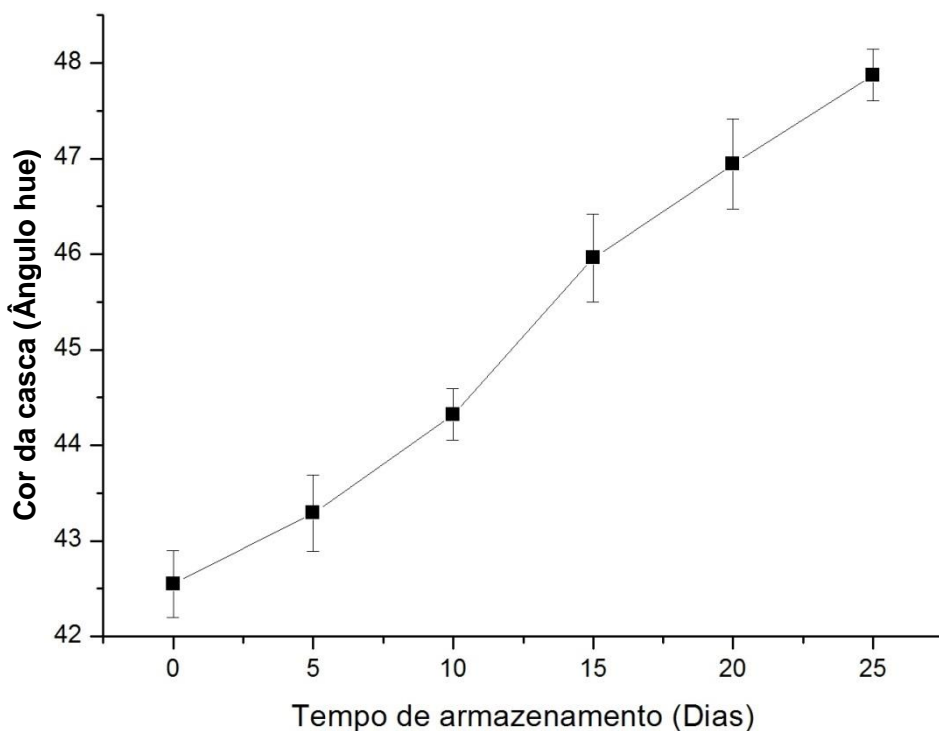


Figura 15 – Ângulo hue (coordenada H) da polpa de mamão Formosa em função do tempo de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

5 CONCLUSÃO

O revestimento natural foi mais eficiente em conter a perda de massa, os frutos revestidos mantiveram a aparência externa e interna com qualidade para a comercialização no final do armazenamento.

Houve redução na firmeza de polpa ao longo do armazenamento para todos os tratamentos, não diferenciando entre si. Os teores de sólidos solúveis, açúcares solúveis totais, açúcares redutores e relação de SS/AT diminuíram ao longo do armazenamento e, os frutos recobertos com o revestimento natural apresentaram maiores valores de açúcares totais e redutores.

O teor de vitamina C dos frutos aumentou ao longo do armazenamento, com menores valores observados para os frutos recobertos com o revestimento natural. Os valores das coordenadas L e C da casca e H da polpa aumentaram e os valores das coordenada H da casca e L da polpa diminuíram ao longo do armazenamento.

O revestimento natural proporcionou melhor conservação dos frutos de mamão Formosa por um período de 25 dias de armazenamento nas condições de 13 °C e 85% e, possui vantagens socioambientais em relação à cera comercial derivada do petróleo, por ser um produto natural oriundo de fontes renováveis, biodegradável e facilmente encontradas no semiárido brasileiro.

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL 2012: **Anuário estatístico da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2012.

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

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

AYRANCI, E.; TUNC, S. A method for the measurement of oxygen permeability and development of edible films to reduce the rate of oxidative reactions in fresh foods. **Food Chemistry**, v. 80, n. 3, p. 423-431, 2003.

AZENE M.; WORKNEH T. S.; WOLDETSADIK K. Effects of different packaging materials and storage environment on postharvest quality of papaya fruit. **Journal Food Science Technology**. DOI 10.1007/s13197-011-0607-6, 2011.

BASULTO, F. S.; DUCH, E. S.; GIL, F. E; PLAZA, R. D.; SAAVEDRA, A. L.; SANTAMARÍA, J.M. Postharvest ripening and maturity indices for maradol papaya. **Interciencia**, v. 34, n. 8, p. 583, 2009.

BICALHO, U. de O. **Vida útil pós-colheita de mamão submetido a tratamento com cálcio e filme de pvc**. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). UFLA-Lavras/MG, 145p. 1998.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA DO ABASTECIMENTO. **Instrução Normativa nº 04/10**, de 22/01/1 Estabelecer o Regulamento Técnico do Mamão, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 22 jan. 2010, Seção I, p.3.

CASTRICINI, A.; CONEGLIAN, R. C. C.; VASCONCELLOS, M. A. S. Qualidade e amadurecimento de mamões ‘golden’ revestidos por película de fécula de mandioca. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v.4, p.32-36, 2009.

CASTRO, A. A.; PIMENTEL, J. D. R.; SOUZA, D. S.; OLIVEIRA T. V.; OLIVEIRA M. C. Estudio de la conservación de la papaya (Carica papaya L.) asociado a la aplicación de películas comestibles. **Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos**, v.2 p.49-60. 2011.

CHEN, N. M.; PAULL, R. E. Development and prevention of chilling injury in papaya fruit. **Journal of American Society for Horticultural Science**, .111, p.639–643. 1986.

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

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

COSTA, F. B.; MENEZES, J. B.; ALVES, R. E.; NUNES, G. H. S., & MARACAJÁ, P. B. Armazenamento refrigerado do mamão havaí ‘golden’ produzido na chapada do Apodi–RN-Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 4, p.37-54 2010.

FAKHOURI, F. M.; GROSSO, C. R. Efeito de coberturas comestíveis na vida útil de goiabas in natura (*Psidium Guajava* L.) mantidas sob refrigeração. **Brazilian Journal of food Technology**, v.6 p.203-211, 2003.

FAKHOURI, F. M.; MONTEIRO, R. C.; COLLARES, F. P. Efeito de coberturas biodegradáveis à base de amido e gelatina na qualidade de amoras pretas (*Rubus*). **Anais**. In: Simpósio Brasileiro de Pós-colheita de Frutos Tropicais, João Pessoa, 2005.

FERNANDES, P. L. O.; AROUCHA, E. M. M.; SOUZA, P. A.; SOUSA, A. E. D.; FERNANDES, P. L. O. Qualidade de mamão ‘Formosa’ produzido no RN e armazenado sob atmosfera passiva. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 4, p. 599-604, 2010.

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

FERREIRA, R. M. A. **Modificação de filmes de gelatina por adição de surfactantes e ácidos graxos de coco e sua aplicação na conservação de melão Charentais sob refrigeração**. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2012. 108f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia).

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO [2013]. **Production crops**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>> Acesso em: 06/12/2013.

GONZALEZ-AGUILAR, G. A.; BUTA, J. G.; WANG, C. Y. Methyl jasmonate and modified atmosphere packaging (MAP) reduce decay and maintain postharvest quality of papaya “Sunrise.” **Postharvest Biology Technology**., v.28, p.361–370, 2003.

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P.; Uso de ethephon e fécula de mandioca na conservação pós-colheita de limão siciliano. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.7, p.99-106, 2007.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. [2008]. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: < www.sidra.ibge.gov.br > Acesso em: 06/12/2013.

JIA, H. J.; ARAKI, A.; OKAMOTO, G. Influence of fruit bagging on aroma volatiles and skin coloration of “Hakuho” peach (*Prunus persica* Batsch). **Postharvest Biology Technology**., v.35, p.61–68, 2005.

JIMÉNEZ, A.; FABRA, M. J.; TALENS, P.; CHIRALT, A. Edible and Biodegradable Starch Films: A Review. **Food Bioprocess Technology**. v.4, 2012.

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

KAYS, S.J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: Avi Book, 1991. 532 p.

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

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR – MDIC/ALICEWEB2. Exportações. Brasília: MDIC, 2013. Disponível em <<http://aliceweb2.mdic.gov.br/>>. Acesso em: 06/12/2013.

MINOLTA CORP. **Precise Color Communication: Color Control from Feeling to Instrumentation**. Osaka: MINOLTA Corp. Ltda., 2007. 60p.

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

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

OLIVEIRA, T. A.; LEITE, R. H. L.; AROUCHA, E. M. M.; NOBRE, D. M.; SANTOS, F. K. G. Biofilmes de gelatina: Efeito da adição de surfactante e ácidos graxos de óleo de coco na permeabilidade ao vapor de água. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 76-80, 2012.

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

PASCALL, M. A.; LIN, S. J. The Application of Edible Polymeric Films and Coatings in the Food Industry. **Journal Food Process Technology** 4: e116. doi:10.4172/2157-7110.1000e116. (2013).

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

PIMENTEL, J. D. R.; SOUZA, D. S.; OLIVEIRA, T. V. OLIVEIRA, M. C.; BASTOS, V. S.; CASTRO. Estudo da conservação de mamão Havaí utilizando películas comestíveis a diferentes temperaturas. **SCIENTIA PLENA**, v.7, n.10. p.1-6. 2011.

PINTO, L. K. DE A.; MARTINS, M. L. L.; RESENDE, E. D. DE; ALMEIDA, R. F. DE; VITORAZI, L.; PEREIRA, S. M. DE F. Influência da atmosfera modificada por filmes plásticos sobre a qualidade do mamão armazenado sob refrigeração. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, p.744-748, 2006.

QUEIROZ, R. F. **Desenvolvimento de mamão formosa ‘tainung 01’ cultivado em russas-ceará**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, 83p, 2009.

REBOUÇAS, J. L.; MACHADO, F. L. C.; AFONSO, M. R. A.; COSTA, J. M. C. Post-Harvest Conservation of Papaya “Formosa Tainung 01” Conditioned Under Different Packaging Systems. **International Journal of Sciences**. v.2 , n.8, p.57-65. 2013.

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

RIBEIRO, M. D. **Estudos preliminares do comportamento do mamão ‘Formosa’ armazenado em condições ambientais**. 2002. 39 f. Monografia

(Graduação em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró, 2002.

RIBEIRO, T. P.; LIMA, M. A. C.; TRINDADE, D. C. G.; SANTOS, A. C. N.; AMARIZ, A. Uso de revestimentos à base de dextrina na conservação pós-colheita de manga 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.2, p.343-351. 2009.

ROCHA, R. H. C.; MENEZES, J. B.; NASCIMENTO, S. R. C.; NUNES, G. H. S. Qualidade do mamão 'formosa' submetido a diferentes temperaturas de refrigeração. **Revista Caatinga**, v.20, n.1, p.75-80, 2007.

SANCHES, J. (2003) Pós-colheita de mamão, In: **Informe-on-line Toda Fruta**. Edição de 24/09/2003, disponível em: <<http://www.todafruta.com.br>>. Acesso em: 24 de janeiro de 2009.

SANTOS, E.C. **Vida útil pós-colheita de mamão formosa 'Tainung 01' tratado com 1-metilciclopropeno**. Tese de Doutorado. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2008, 95f.

SILVA, A. A. L.; BONOMO, R. C. F.; CHAVES M. A. REBOUÇAS, K. H.; SANTOS, T. D. R.; OLIVEIRA, C. L. efeitos de revestimentos de amido gelatinizado no armazenamento refrigerado de banana prata (Musa AAB). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.13, n.3, p.235-241, 2011.

SINGH, S. P.; RAO, D. V. S. Quality assurance of papaya by shrink film wrapping during storage and ripening. **Journal Food Science. Technology.-Mysore**, v.42, p.523-525, 2005.

SOLON, K. N.; MENEZES J.B.; MEDEIROS, M.K.M. de; AROUCHA, E.M.M.; MENDES, M. O. Conservação pós-colheita do mamão Formosa produzido no Vale do Assu sob atmosfera modificada. **Revista Caatinga**, Mossoró. v.18, n.2, p.105-111, 2005.

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

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

VICENTINI, N. M.; CEREDA, M. P.; CAMARA, F. L. A. Revestimentos de fécula de mandioca, perda de massa e alteração da cor de frutos de pimentão. **Sci. agric.**, Piracicaba, v. 56, n. 3, July 1999.

VICENTINO, S. L.; FLORIANO, P. A.; DRAGUNSKI, D. C.; CAETANO, J. Filmes de amido de mandioca modificados para recobrimento e conservação de uvas. **Química Nova**, v.34, p.1309-1314, 2011.

VIEIRA, E. L.; PEREIRA, M. E. C.; SANTOS, D. B.; LIMA, M. A. C. Aplicação de biofilmes na qualidade da manga 'Tommy Atkins'. **Magistra**, 21(3):165-170, 2009.

VOSS, D. H. Relating colorimeter measurement of plant color to the Royal Horticultural Society Colour Chant. **HortScience**, Alexandria, v.27, n.12, p.1256-1260, 1992.

YEMN, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by antrona. **The Biochemical Journal**, Cambridge, v. 57, n. 2, p. 504-541, 1954.

APÊNDICE

Tabela 01A. Valores do quadrado médio da análise da variância para as características de qualidade do mamão Formosa analisadas: perda de massa (PM), Aparência externa (AE), aparência interna (AI) e firmeza de polpa, Mossoró-RN, 2014.

FV	GL	PM	AE	AI	FP
Trat ¹	2	21.08**	3.23**	0.78**	25.62ns
Armaz ²	5	162.72**	9.96**	0.76**	7626.92*
Trat*Armaz	10	1.93**	0.56**	0.37*	26.58ns
Residuo	90	0.19	0.22	0.16	25.11
CV ³ (%)		11.08	11.04	8.16	27.06
MG ⁴		3.94	4.29	4.83	18.52

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

Tabela 02A. Valores do quadrado médio da análise da variância para as características de qualidade do mamão Formosa analisadas: sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável (AT), relação sólidos solúveis totais acidez (SS/AT), açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR) e vitamina C (Vit C), Mossoró-RN, 2014.

Fonte de variação	GL	SS	pH	AT	SS/AT	AST	AR	Vit C
Trat ¹	2	1.83 ^{ns}	0.015*	0.0002 ^{ns}	105.04 ^{ns}	4.95*	9.95**	344.86 ^{ns}
Armaz ²	5	18.13**	0.069**	0.0010**	6538.5**	15.94**	50.69**	3562.51**
Trat*Armaz	10	0.46 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.0003**	295.82 ^{ns}	0.73	0.63 ^{ns}	336.00*
Residuo	90	1.14	0.003	0.00017	226.91	1.47	1.12	150.09
CV ³ (%)		9.4	1.11	9.09	12.31	12.13	13.54	12.28
MG ⁴		11.35	5.1	0.09	122.34	9.98	7.81	99.77

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

Tabela 03A. Valores do quadrado médio da análise da variância para as características de cor da casca e polpa do mamão Formosa analisadas: luminosidade (L), croma (C) e ângulo hue (H) , Mossoró-RN, 2014.

Fonte de variação	GL	Cor externa			Cor interna		
		L	C	h	L	C	H
Trat ¹	2	221.60**	462.06**	291.83**	64.85**	36.64ns	38.86**
Armaz ²	5	268.89**	1183.59**	882.21**	13.71ns	25.17ns	79.87**
Trat*Armaz	10	63.41**	149.72**	101.93**	16.52**	13.4ns	4.53ns
Residuo	90	6.86	18.61	18.62	6.69	12.74	4.53
CV ³ (%)		5.19	11.54	4.4	4.68	7.19	4.72
MG ⁴		50.46	37.39	98.11	55.21	49.64	45.15

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

Tabela 04A – Perda de massa (%) de mamão Formosa com diferentes revestimentos em função do período de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Tempo	Tratamento		
	Testemunha	Revestimento natural	Cera
0	0,00±0,00 fA	0,00±0,00 fA	0,00±0,00 fA
5	1,66±0,05 eA	1,03±0,02 eB	1,20±0,02 eB
10	3,71±0,05 dA	2,57±0,04 dB	2,89±0,03 dB
15	5,88±0,09 cA	4,10±0,04 cB	4,51±0,06 cB
20	7,76±0,14 bA	5,33±0,05 bC	5,91±0,08 bB
25	9,77±0,17 aA	6,92±0,07 aC	7,61±0,11 aB

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

Tabela 05A – Aparência externa (escala 5 – 1) de mamão Formosa com diferentes revestimentos em função do período de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Tempo	Tratamento		
	Testemunha	Revestimento natural	Cera
0	5,00±0,00 aA	5,00±0,00 aA	5,00±0,00 aA
5	5,00±0,00 aA	5,00±0,00 aA	5,00±0,00 aA
10	4,17±0,07 bA	4,50±0,09 aA	4,33±0,09 bA
15	4,00±0,11 bB	4,66±0,09 aA	4,50±0,09 bA
20	3,17±0,07 cB	4,50±0,09 aA	4,33±0,14 bA
25	2,33±0,15 cB	3,33±0,09 bA	3,33±0,09 cA

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

Tabela 06A – Aparência interna (escala 5 – 1) de mamão Formosa com diferentes revestimentos em função do período de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Tempo	Tratamento		
	Testemunha	Revestimento natural	Cera
0	5,00±0,00 aA	5,00±0,00 aA	5,00±0,00 aA
5	5,00±0,00 aA	5,00±0,00 aA	5,00±0,00 aA
10	5,00±0,00 aA	5,00±0,00 aA	5,00±0,00 aA
15	4,67±0,09 bA	5,00±0,00 aA	4,83±0,07 aA
20	4,50±0,09 bA	5,00±0,00 aA	4,83±0,09 aA
25	3,83±0,19 cB	4,83±0,09 aA	4,67±0,07 aA

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

Tabela 07A – Acidez titulável (% de ácido cítrico) de mamão Formosa com diferentes revestimentos em função do período de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Tempo	Tempo		
	Testemunha	Revestimento natural	Cera Comercial
0	0,088±0,001 bA	0,088±0,001 bA	0,088±0,001 bA
5	0,085±0,001 bA	0,092±0,002 bA	0,087±0,001 bA
10	0,085±0,001 bA	0,092±0,002 bA	0,092±0,001 bA
15	0,099±0,001 aA	0,097±0,001 bA	0,088±0,001 bA
20	0,106±0,002 aA	0,104±0,002 aA	0,092±0,001 bB
25	0,092±0,001 bC	0,107±0,001 aB	0,119±0,003 aA

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

Tabela 08A – Vitamina C (mg de ácido ascórbico/100g) de mamão Formosa com diferentes revestimentos em função do período de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Tempo	Tratamento		
	Testemunha	Revestimento natural	Cera Comercial
0	82,30±1,16 cA	82,30±1,16 bA	82,30±1,16 bA
5	98,04±1,98 bA	104,48±1,26 aA	103,05±2,44 aA
10	101,33±1,73 bA	99,81±2,38 aA	109,78±2,68 aA
15	117,00±3,39 aA	103,13±2,08 aB	118,53±2,73 aA
20	126,51±1,75 aA	109,12±1,25 aB	108,33±1,61 aB
25	73,58±2,15 cB	81,15±2,10 bB	95,30±2,04 bA

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

Tabela 09A – Luminosidade (coordenada L) da casca de mamão Formosa com diferentes revestimentos em função do período de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Tempo	Tratamento		
	Testemunha	Revestimento natural	Cera Comercial
0	45,37±0,21 cA	45,37±0,21 cA	45,37±0,21 dA
5	46,23±0,41 cB	43,06±0,22 cC	51,40±0,55 bA
10	51,34±0,36 bA	47,88±0,11 bA	49,28±0,29 cA
15	57,49±0,46 aA	49,81±0,53 bB	48,85±0,53 cB
20	60,45±0,43 aA	49,54±0,32 bC	54,90±0,54 aB
25	58,60±0,76 aA	54,00±0,57 aB	49,85±0,56 cC

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

Tabela 10A – Cromo (coordenada C) da casca de mamão Formosa com diferentes revestimentos em função do período de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Tempo	Tratamento		
	Testemunha	Revestimento natural	Cera Comercial
0	26,60±0,38 dA	26,60±0,38 dA	26,60±0,38 cA
5	29,58±0,56 dB	27,03±0,37 dB	37,67±0,83 bA
10	36,15±0,71 cA	32,77±0,37 cA	34,40±0,36 bA
15	46,78±0,59 bA	34,69±0,54 cB	35,82±0,75 bB
20	56,57±0,97 aA	38,13±0,50 bC	48,35±0,98 aB
25	51,31±1,52 bA	45,00±0,87 aB	39,00±0,72 bC

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

Tabela 11A – Ângulo hue (coordenada H (tonalidade) da casca de mamão Formosa com diferentes revestimentos em função do período de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Tempo	Tratamento		
	Testemunha	Revestimento natural	Cera Comercial
0	106,15±0,33 aA	106,15±0,33 aA	106,15±0,33 aA
5	107,58±0,88 aA	107,90±0,37 aA	98,41±0,85 bB
10	100,07±0,38 bA	103,45±0,44 bA	98,85±0,64 bA
15	91,26±0,75 cB	100,71±0,50 bA	98,83±0,80 bA
20	83,78±0,28 dC	96,87±0,62 cA	89,18±0,29 dB
25	84,06±1,50 dB	91,73±0,68 dA	94,79±0,65 cA

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

Tabela 12A – Luminosidade (coordenada L) da polpa de mamão Formosa com diferentes revestimentos em função do período de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Tempo	Tempo		
	Testemunha	Revestimento natural	Cera Comercial
0	56,52±0,25 aA	56,52±0,25 bA	56,52±0,25 aA
5	54,04±0,24 aA	54,61±0,35 bA	55,23±0,29 aA
10	55,73±0,56 aA	55,26±0,58 bA	54,62±0,17 aA
15	54,20±0,43 aB	59,43±0,77 aA	54,30±0,64 aB
20	52,75±0,16 aB	58,62±0,58 aA	52,28±0,67 aB
25	53,08±0,26 aA	56,06±0,20 bA	53,93±0,30 Aa

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

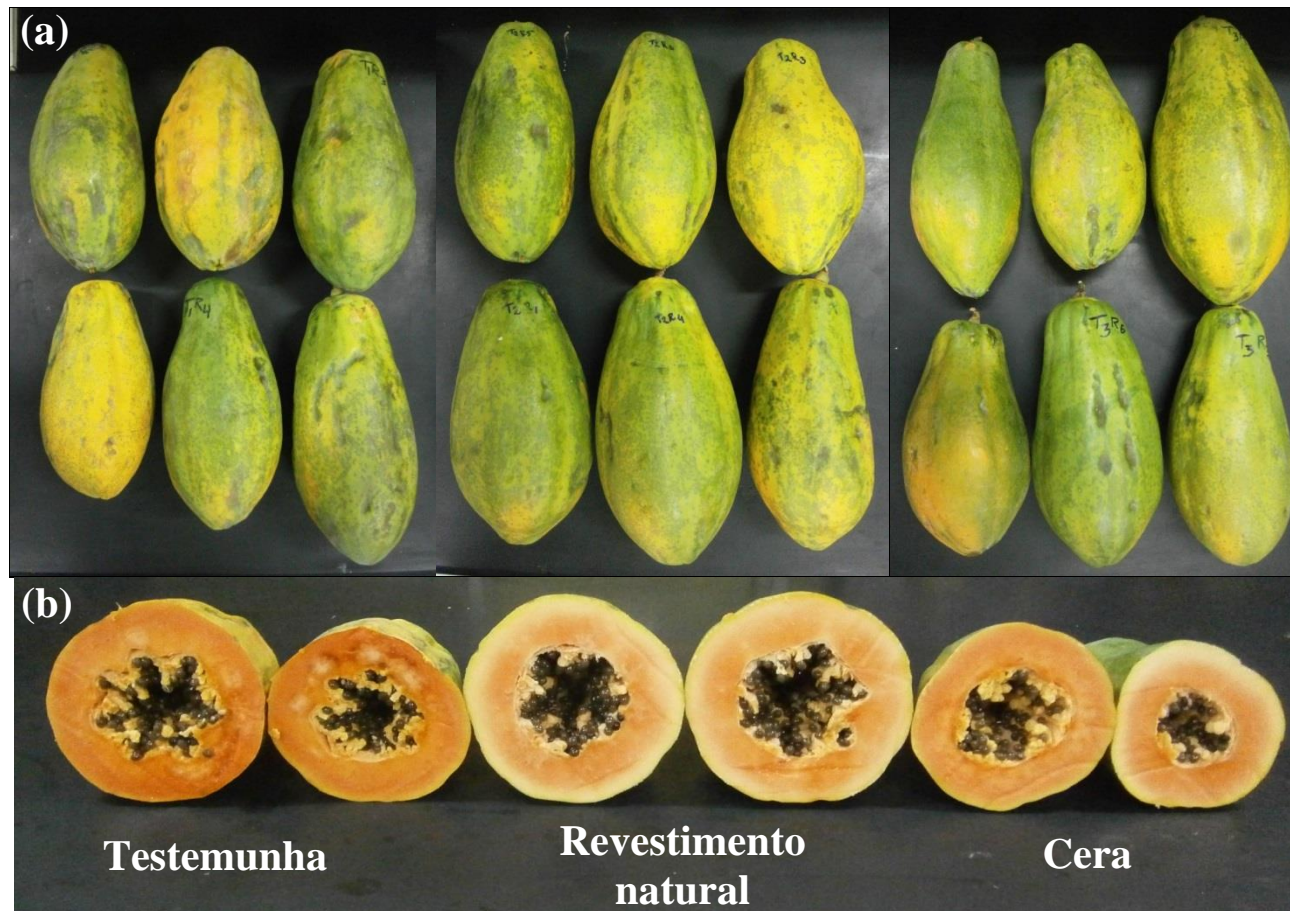


Figura 01A – Aparência externa (a) e interna (b) de mamão Formosa com diferentes revestimentos após 25 dias de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.