



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E
NATURAIS

CURSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

JÔNATAS THIAGO GÓIS FERNANDES

**AVALIAÇÃO DE FORMULAÇÕES DE REVESTIMENTOS NA PRESERVAÇÃO
DO LIMÃO E DA MANGA**

MOSSORÓ-RN

2014

JÔNATAS THIAGO GÓIS FERNANDES

**AVALIAÇÃO DE FORMULAÇÕES DE REVESTIMENTOS NA PRESERVAÇÃO
DO LIMÃO E DA MANGA**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Departamento de Agrotecnologia e Ciências Sociais para a obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Henrique de Lima Leite – UFERSA.

MOSSORÓ-RN

2014

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

F363a Fernandes, Jônatas Thiago Góis.

Avaliação de formulações de revestimentos na preservação do limão e da manga / Jônatas Thiago Góis Fernandes -- Mossoró, 2014.

47f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Henrique de Lima Leite
Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia) –
Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de
Graduação.

1. Conservação. 2. Limão. 3. Manga. 4. Revestimento.
I. Título.

RN/UFERSA/BCOT/734-14

CDD: 634.334

Bibliotecária: Vanessa Christiane Alves de Souza Borba
CRB-15/452

JÔNATAS THIAGO GÓIS FERNANDES

**AVALIAÇÃO DE FORMULAÇÕES DE REVESTIMENTOS NA PRESERVAÇÃO
DO LIMÃO E DA MANGA**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Departamento de Agrotecnologia e Ciências Sociais para a obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

APROVADA EM: 08/08/2014

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ricardo Henrique de Lima Leite
Presidente

Msc. Thiago Azevedo de Oliveira
Membro

M.Sc. Francisco Leonardo Gomes de Menezes
Membro

AGRADECIMENTOS

A minha família, em especial Helenilda Alves, por ter se esforçado em proporcionar uma vida de muito amor, alegria e dedicação, apesar das adversidades encontradas no caminho.

A Jaíne Jôyce, pelo amor, pela dedicação, pelo apoio incondicional e por todas as experiências que passamos juntos, que ajudaram a lapidar a relação existente entre nós.

Aos amigos de ontem e sempre, em especial de Bruno Rocha, Pedro Arthur e Guilherme Sena pela presença na formação do meu caráter, a amizade foi essencial na minha vida.

Aos amigos de hoje e sempre, em especial Marcelo Virginio, Bruno de Oliveira, Leonardo Benevides, Thiago Sampaio, Hugo Araújo, Stéfferson Lucas e Almir Junior pela amizade e companheirismo que apesar do distanciamento permanecem fortes. São parte de uma família que eu escolhi participar.

Aos professores do colegial, por terem participado da labuta que é ensinar para jovens mentes.

Aos professores da graduação, por se engajarem na realização do ensino e da educação que o governo vigente pouco valoriza.

A minha banca avaliadora, composta pelo professor Dr. Ricardo Henrique, que aceitou o desafio de me orientar na realização deste trabalho acadêmico, Ms. Leonardo Menezes que deu todo apoio possível para a execução deste trabalho e Ms. Thiago Azevedo, cujos trabalhos desenvolvidos serviram de inspiração para a realização deste trabalho.

A Deus, pois sem ele nada disso seria possível.

RESUMO

As frutas são alimentos altamente perecíveis, para contornar esta situação várias técnicas de conservação foram desenvolvidas como a refrigeração, atmosfera controlada e o revestimento. O objetivo deste trabalho é avaliar os efeitos de revestimentos à base de fécula de mandioca, glicerol, cera de abelha e OCS na preservação do limão e da manga. Os tratamentos foram realizados levando em conta um planejamento central composto. Foram realizados nove experimentos com três repetições no ponto central (tratamento 9), além do experimento controle. Em seguida foram realizadas pesagens das frutas e análises colorimétricas para avaliar a evolução do amadurecimento dos frutos. Ao final dos tratamentos foi possível avaliar que o tratamento T7 (25% de cera + 5% de OCS) obteve os melhores resultados de percentual de redução de perda de massa em relação ao grupo de controle para ambas as frutas, sendo 33,49% para as mangas e 24,42% para os limões. Nas análises colorimétricas efetuadas utilizando o sistema CIELab, a coordenada a^* mostrou que todos os tratamentos foram capazes de preservar as tonalidades verde originais das frutas em relação ao grupo de controle. Nas mangas, as leituras da coordenada b^* não foram capazes de destacar os efeitos da conservação dos tratamentos, devido ao aparecimento de manchas na superfície dos frutos, no entanto, as análises dos limões demonstraram um retardamento no aumento dos valores medidos nessa coordenada. Ainda nas análises de b^* , os tratamentos T1 (0% de cera + 0% de OCS) e T3 (50% de cera + 0% de OCS) apresentaram comportamento inverso aos demais, demonstrando uma ligeira queda em seus valores. Para a coordenada L^* , que mede apenas tonalidade de claro e escuro, a análise apontou para a preservação da cor verde escura dos limões, onde os grupos tratados tiveram um leve aumento nos valores em relação ao controle e nas mangas a aparição das manchas causou uma diminuição nos valores mensurados, porém, sem apresentar diferenças significativas em relação ao grupo de controle.

.

Palavras-chave: Conservação. Revestimento. Tratamento. Limão. Manga.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Câmaras de conservação de maçã.....	12
Figura 2 - Sistema de coordenadas de cores CIELab	15
Figura 3 - Esquema de planejamento central composto realizado.	16
Figura 4 - Mangas no último dia de observação.....	26
Figura 5 - Limões no último dia de observação	29

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Superfície de isoresposta para a redução de perda de massa de mangas revestidas em relação ao experimento controle.....	19
Gráfico 2 - Gráfico de Pareto para o modelo de redução da perda de massa em mangas revestidas em comparação com o controle.....	20
Gráfico 3 - Superfície de isoresposta para a redução da perda de massa de limões revestidos em relação ao experimento controle.....	21
Gráfico 4 - Gráfico de Pareto para o modelo de redução da perda de massa em limões revestidos em comparação com o controle	22
Gráfico 5 - Gráfico das medidas de a^* para os tratamentos das mangas.....	23
Gráfico 6 - Gráfico das medidas de b^* para os tratamentos das mangas	24
Gráfico 7 - Gráfico das medidas de L^* para os tratamentos das mangas.....	25
Gráfico 8 - Gráfico das medidas de a^* para os tratamentos dos limões.....	27
Gráfico 9 - Gráfico das medidas de b^* para os tratamentos dos limões.....	28
Gráfico 10 - Gráfico das medidas de L^* para os tratamentos dos limões	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Planejamento experimental utilizado	17
Tabela 2 - Tabela de planejamento central com os resultados	18
Tabela 3 - Tabela contendo os valores das medidas de a^* para as mangas.....	23
Tabela 4 – Tabela contendo os valores das medidas de b^* para as mangas.....	24
Tabela 5 - Tabela contendo os valores das medidas de L^* para as mangas	25
Tabela 6 - Tabela contendo os valores das medidas de a^* para os limões	26
Tabela 7 - Tabela contendo os valores das medidas de b^* para os limões.....	27
Tabela 8 - Tabela contendo os valores das medidas de L^* para os limões	28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DA LITERATURA	10
2.1. MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FRUTAS E HORTALIÇAS	10
2.1.1. Refrigeração.....	11
2.1.2. Atmosfera Controlada	11
2.1.3. Atmosfera Modificada	12
2.2. RECOBRIMENTO NA CONSERVAÇÃO DE FRUTAS E HORTALIÇAS.....	13
2.3 PARÂMETROS UTILIZADOS NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA.....	14
2.3.1. Perda de Massa.....	14
2.3.2. Cor	15
3. METODOLOGIA.....	16
3.2. PREPARO E APLICAÇÃO DOS REVESTIMENTOS	17
3.3. ANÁLISES	18
4. RESULTADOS DISCUSSÕES	18
4.1. PERDA DE MASSA	18
4.2 COR	22
5. CONCLUSÕES.....	30
6. REFERÊNCIAS	31

1. INTRODUÇÃO

As frutas são componentes essenciais na alimentação humana, elas fornecem calorias, vitaminas, proteínas, fibras e minerais, além de possuírem elevado teor de água em sua composição. O próprio termo fruta tem origem na palavra latina *fructa* que é derivado do verbo *fluor-eri*, que pode ser traduzido como desfrutar ou apreciar. A palavra fruta não deve ser confundida com “fruto”, no qual fruto se refere ao ovário (ou ovários) que envolve (ou não) sementes e se origina na flor, enquanto que frutas são um tipo específico de fruto doce e comestível. (AWAD, 1993)

Trata-se de uma estrutura viva, que possuem células metabolicamente ativas, que no final do seu desenvolvimento passa por um processo denominado maturação fisiológica (ou amadurecimento), que resultam em algumas alterações nas características organolépticas das frutas, como o sabor, acidez e coloração. (VILAS BOAS, 2002)

Com o fim da maturação, ocorre a senescência, em que a deterioração natural da fruta é percebida, em função de determinadas alterações como a perda de água, amolecimento e o aumento da vulnerabilidade à microorganismos. (AWAD, 1993).

As frutas podem ser classificadas como climatéricas e não climatéricas. Climatéricas são as frutas que apresentam elevado crescimento na taxa de respiração durante a maturação enquanto que as frutas não climatéricas não apresentam alterações significativas em suas taxa respiratórias no período na maturação (PORTAL EDUCAÇÃO, 2013).

Conhecer a fisiologia dos frutos é uma medida fundamental para saber como funcionam os métodos desenvolvidos de conservação pós colheita. O presente trabalho apresenta uma proposta de formulação para o revestimento da manga e do limão, abordando em seu desenvolvimento diversos métodos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FRUTAS E HORTALIÇAS

Da Silva et al. (2005 apud CHITARRA & CHITARRA, 2009) notam que:

“Para prolongar o período de armazenamento dos frutos, é necessário utilizar técnicas de conservação que interfiram nos processos fisiológicos, reduzindo as taxas de transpiração e respiração, por meio da diminuição da temperatura, elevação da umidade relativa do ar, uso de aditivos na

superfície e de embalagens adequadas, uma vez que a aparência é o critério mais utilizado pelo consumidor para avaliar a qualidade de frutas e hortaliças.”

As frutas são altamente perecíveis, para contornar esta situação, várias técnicas foram desenvolvidas para aumentar a vida útil das frutas após a sua colheita. Estas técnicas procuram retardar os efeitos da maturação e da senescência, aumentando o tempo de prateleira destes recursos.

2.1.1. Refrigeração

O resfriamento constitui um importante método de preservação pós colheita de frutas, mantendo a sua qualidade e aumentando sua vida de prateleira. Em temperaturas mais baixas, ocorre a diminuição de atividades das reações químicas, retardamento de ações enzimáticas e a desaceleração do desenvolvimento de microorganismo (HONÓRIO; MORETTI, 2002) e conseqüentemente o retardo no amadurecimento do fruto.

2.1.2. Atmosfera Controlada

Na técnica da atmosfera controlada (AC) os frutos e hortaliças são armazenados a uma atmosfera com concentrações alteradas dos gases que compõem o ar (SIGRIST; BLEINROTH; MORETTI, 2002). De forma simplificada a equação do metabolismo respiratório se dá através da reação: $\text{Glicose} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Energia}$, isso indica que alterando a concentração dos gases aos quais o fruto está submetido, ocorre o deslocamento do equilíbrio da reação, reduzindo a atividade metabólica (AWAD, 1993).

Este método, que normalmente é utilizado associado à técnica de refrigeração, caracteriza-se no aumento da pressão parcial do gás carbônico e na diminuição da pressão parcial do gás oxigênio, resultando na redução da produção de etileno e das taxas respiratórias e conseqüentemente aumentando a vida de prateleira da fruta (GORNÝ; KADER, 1996). Na figura 1, observam-se vários modelos de câmaras de conservação de maçãs cujas concentrações gasosas são delicadamente controladas.

Pinheiro (2011), afirma:

“A substituição do ar atmosférico ao redor do produto por uma mistura otimizada de CO_2 , N_2 e O_2 pode propiciar um aumento de vida útil, pois através da exposição dos alimentos a misturas gasosas específicas, controla o

desenvolvimento de microorganismos (crescimento de fungos e bactérias), a respiração, a ação enzimática e a oxidação, mecanismos esses que acarretam a deterioração de alimentos e, também, retardam o ataque de insetos. Durante a estocagem, os gases podem interagir com os alimentos ou com a flora microbiana a eles associada. Contudo, por meio da otimização da mistura gasosa, a velocidade dessa interação é minimizada em comparação com o ar atmosférico, o que significa uma vida útil mais longa. No acondicionamento de diferentes produtos em diferentes tipos de embalagens utilizam-se várias misturas de gases, sendo o CO₂, N₂ e O₂ os mais comuns.”

Figura 1 - Câmaras de conservação de maçã



Fonte: Pinheiro (2011)

2.1.3. Atmosfera Modificada

A atmosfera modificada (AM) baseia-se nos mesmos princípios que o regime de atmosfera controlada pelo fato de que as alterações da atmosfera ao redor do produto são alteradas. Porém, no regime de AM a atmosfera se altera devido às condições de armazenamento ao qual o fruto está submetido, em que os processos respiratórios do produto e a permeabilidade da embalagem promovem uma alteração nas concentrações gasosas influenciando na sua conservação (PINHEIRO, 2011).

A utilização da atmosfera modificada tem se mostrado eficaz na conservação de mangas, Sousa et al. (2002) obtiveram uma vida útil de 42 dias em mangas ‘Tommy Atkins’ submetidas à atmosfera modificada por filmes plásticos e sob condições controladas ($11 \pm 1^\circ\text{C}$; 85-90% Umidade Relativa (UR)). Pfaffenbach, Castro e Carvalho (2003) também

constatarem que as mangas espada vermelha apresentaram resultados positivos em relação à sua perda de massa e firmeza utilizando filmes de PVC e PEBD em condições controladas (12°C e 90% UR). Júnior, Fonseca e Pereira (2007) conseguiram uma vida útil de 12 dias contra 7 dias do grupo de controle, utilizando recobrimento a base de fécula de mandioca armazenados em condições ambientes ($\pm 29^{\circ}\text{C}$ e $\pm 87\%$ UR).

Para estudar a conservação de limões Cayne, Ribeiro et al. (2010) utilizaram revestimento a base de fécula de mandioca e cera e filmes de PVC em condições ambientes, nos frutos cobertos com filmes houve um melhor rendimento em polpa, enquanto que naqueles tratados com cera Gacitrus a 5%, apresentaram acidez, teores de vitamina C e de sólidos solúveis totais superiores aos demais.

2.2. RECOBRIMENTO NA CONSERVAÇÃO DE FRUTAS E HORTALIÇAS

Falguera et al. (2011) descrevem:

“Filmes comestíveis são camadas finas de materiais comestíveis aplicadas em produtos alimentares que desempenham um papel importante na sua conservação, distribuição e comercialização. Algumas das suas funções são para proteger o produto contra danos mecânicos, atividades microbiológicas, físicas e químicas.”

Krochta et al. (1994) define que o filme comestível é aquele que é produzido e em seguida aplicado sobre um produto enquanto que a cobertura só é formada durante a sua aplicação. Segundo Azeredo, Faria e Azeredo (2000) os revestimentos comestíveis, filmes e coberturas, estão despertando o interesse dos cientistas devido as propriedades de barreira, a melhora na aparência, a manutenção da integridade estrutural e das propriedades mecânicas da fruta. Os biofilmes são produzidos utilizando em sua matriz proteínas, polissacarídeos, lipídios ou ainda da mistura entre estes componentes. (CUQ; GONTARD; GUILBERT, 1995)

A fécula de mandioca é um polímero biodegradável cujo uso na produção de revestimentos tem aumentado, devido a sua grande oferta mundial e aos baixos custos envolvidos na sua produção. A fécula de mandioca ainda apresenta outras vantagens como a baixa quantidade de impureza (AURAS; ARROYO; SELKE, 2009) e a formação de um filme transparente (HENRIQUE; CEREDA, 1999)

Surfactantes (ou tensoativos) são substâncias que possuem tanto características hidrofílicas quanto hidrofóbicas sendo bastante utilizadas para aumentar a estabilidade de filmes emulsificados.

O glicerol tem sido amplamente utilizado como agente plastificante para incrementar a qualidade de revestimentos, aumentando a flexibilidade do revestimento. O plastificante atua diminuindo a quantidade de pontes de hidrogênio formadas entre as cadeias dos polímeros, afetando diretamente o espaço molecular. No entanto, um efeito indesejado dos agentes plastificantes é a redução da efetividade da barreira ao vapor d'água. (MATTA JÚNIOR et al., 2011).

A utilização de ceras para o revestimento também tem sido estimulada graças as propriedades mecânicas e de barreiras que elas apresentam, dificultando as perdas de água e as trocas gasosas. Lipídios são substâncias hidrofóbicas que fazem parte da constituição de ceras naturais, a hidrofobia destes compostos é o principal fator que torna a cera interessante para o revestimento, pois evita a passagem de água (DEBEAUFORT; QUEZADA-GALLO; VOILLEY, 1998).

2.3 PARÂMETROS UTILIZADOS NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA

2.3.1. Perda de Massa

Quando colhidas, frutas e hortaliças passam a utilizar os próprios nutrientes para manter ativos os processos químicos que ocorrem em seu interior, dentre estes processos destacam-se a respiração e a transpiração.

A respiração trata-se da oxidação de substâncias complexas em compostos simples, como o gás carbônico e a água, gerando energia. Além disso, alguns subprodutos da respiração dão origem a substâncias fenólicas como a fitoalexina que impede a ação de fungos e a lignina que atua na cicatrização de ferimentos (KLUGE et al., 2002).

Na manga, que é um fruto climatérico, ocorre um aumento significativo nas taxas respiratórias provocada pela produção autocatalítica do etileno, apresentando um amadurecimento mais rápido. O limão, que se trata de uma fruta climatérica, apresenta um amadurecimento lento, devendo ser colhido quando a fruta atingir a melhor qualidade para o consumo.

A principal causa da perda de massa nos frutos se deve ao processo da transpiração. Os frutos possuem em sua constituição, entre 85% a 90% de água, o que representa uma pressão de vapor de 99% de umidade relativa (UR), logo, a transpiração é um fenômeno natural do fruto no qual ocorre a perda de vapor de água através dos tecidos (EMBRAPA, 2007).

2.3.2. Cor

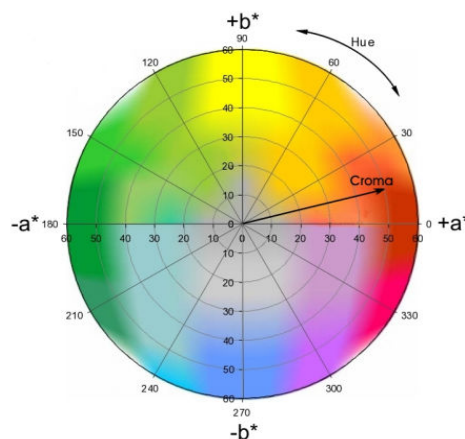
A cor é uma característica marcante nos frutos. É a primeira forma de percepção do fruto que o consumidor utiliza como ferramenta para a aceitação ou rejeição daquele produto. Por vezes, a coloração é o único critério de avaliação da qualidade a qual o consumidor tem acesso, como, por exemplo, quando o produto vem em embalagens lacradas, impedindo a sua manipulação. A coloração verde presente nos fruto ocorre devido a presença de clorofila, durante o amadurecimento ocorre a degradação deste pigmento, ocasionando o aparecimento de novas pigmentações. (TUCKER; SEYMOUR; TAYLOR, 1993)

Existem diversas maneiras de analisar a coloração das frutas, sendo os mais comuns a colorimetria e a espectrofotometria. A colorimetria estuda a medida das cores da perspectiva do olho humano, buscando quantificar essas percepções. Os colorímetros utilizam sensores para simular a visão humana e medem a diferenças entre uma cor padrão e uma amostra, sempre utilizando a mesma fonte de luz para que não haja mudanças nas condições de medida (CARRILHA, 2010) (ROCHA, 2009). Existem vários sistemas utilizados para a medição de cores, sendo o mais usual o sistema CIEL*a*b*, (ou sistema L*a*b*) que possui três coordenadas retangulares:

- Eixo L* representando a luminosidade entre o 0 (preto) e 100 (branco);
- Eixo a* representando as tonalidades de verde (-a, 0) e vermelho (0, +a);
- Eixo b* representando as tonalidade de azul (-b, 0) e amarelo (0, +b)

Na figura 2 está representado o sistema de coordenada de cores CIELab demonstrando as colorações compreendidas pelo sistema.

Figura 2 - Sistema de coordenadas de cores CIELab



Fonte: Rocha (2009)

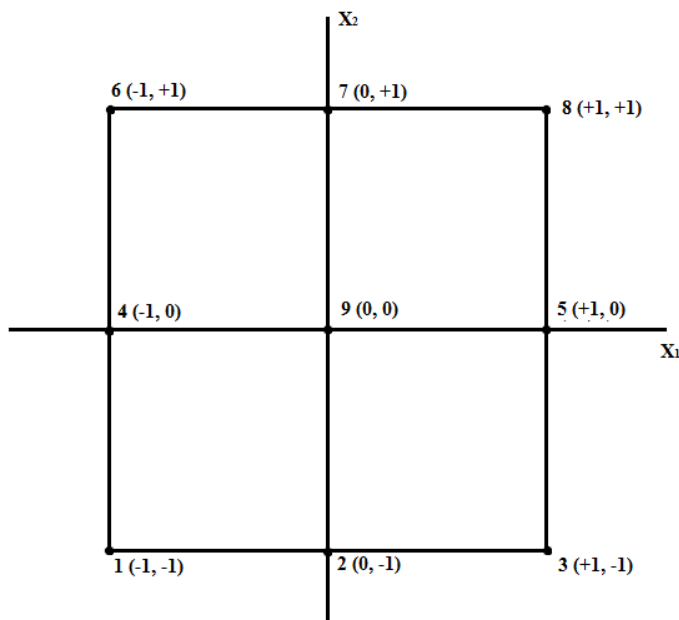
3. METODOLOGIA

3.1 – PLANEJAMENTO CENTRAL COMPOSTO

Os experimentos para avaliação do efeito da composição dos revestimentos na perda de massa dos frutos foram especificados seguindo-se um planejamento central composto com dois fatores X_1 (% de cera de abelha) e X_2 (% de tensoativo – OCS).

A figura 3 ilustra o esquema do planejamento central composto que foi usado para este trabalho.

Figura 3 - Esquema de planejamento central composto realizado.



Fonte: Autoria própria

Foram realizados nove misturas filmogênicas com três repetições no ponto central (tratamento 9), além do experimento controle (sem revestimento).

Os resultados para a perda de massa foram expressos em porcentagem de diminuição da perda de massa em relação à perda observada para o controle e os dados tratados através do programa STATISTICA 10.0. A tabela 1 apresenta o planejamento experimental utilizado.

Tabela 1 - Planejamento experimental utilizado

T	X₁	X₂	%Cera	%OCS	m_{cera}	m_{ocs}
1	-1	-1	0	0	0	0
2	0	-1	25%	0	0,75g	0
3	+1	-1	50%	0	1,5g	0
4	-1	0	0	2,5%	0	0,075g
5	+1	0	50%	2,5%	1,5g	0,075g
6	-1	+1	0	5,0%	0	0,15g
7	0	+1	25%	5,0%	0,75g	0,15g
8	+1	+1	50%	5,0%	1,5g	0,15g
9.1	0	0	25%	2,5%	0,75g	0,075g
9.2	0	0	25%	2,5%	0,75g	0,075g
9.3	0	0	25%	2,5%	0,75g	0,075g

Fonte: Autoria própria

3.2. PREPARO E APLICAÇÃO DOS REVESTIMENTOS

Para a preparação do tratamento 1 pesou-se 3,0g da fécula de mandioca e 0,6g de glicerol, adicionou-se 100mL de água a mistura, e em seguida esta foi submetida a agitação com aquecimento em um banho-maria improvisado à 70°C. No momento em que a solução atingiu a temperatura desejada, iniciou-se a contagem de 10 minutos mantendo a agitação e a temperatura constante. Em seguida esta foi armazenada para que a aplicação de todas as formulações ocorresse no mesmo horário.

Simultaneamente, foram efetuadas as pesagens das massas de cera de abelha e OCS correspondentes aos valores do planejamento para cada formulação. Para o tratamento 1, não houve adição desses aditivos na formulação, já nas demais, os aditivos de cada uma (no caso dos tratamentos com mais de um aditivo estes foram previamente misturados), receberam 50mL (do total de 100mL utilizados) de água e em seguida foram submetidos a um banho-maria à 70°C e adicionados a solução de fécula quando esta atingiu o período de 10 minutos para sua geleificação.

Quando todas as formulações estavam prontas, procedeu-se para a aplicação das mesmas sobre os frutos, aguardando a sua secagem com um ventilador.

3.3. ANÁLISES

As análises foram realizadas diariamente, no mesmo horário, por volta das 18h da tarde (horário local). Foi utilizada uma balança analítica *Marte*, modelo AY220 para a realização das pesagens dos limões.

Para medir a coloração das frutas utilizou-se um colorímetro *MINOLTA*. As leituras foram realizadas diariamente, em um período de sete dias para os limões e oito dias para as mangas. Em cada fruta foram realizadas duas leituras, uma em cada lado da sua superfície.

4. RESULTADOS DISCUSSÕES

4.1. PERDA DE MASSA

A tabela 2 apresenta os resultados obtidos para o planejamento central composto, referentes à perda de massa dos frutos submetidos aos tratamentos com revestimento.

Tabela 2 - Tabela de planejamento central com os resultados

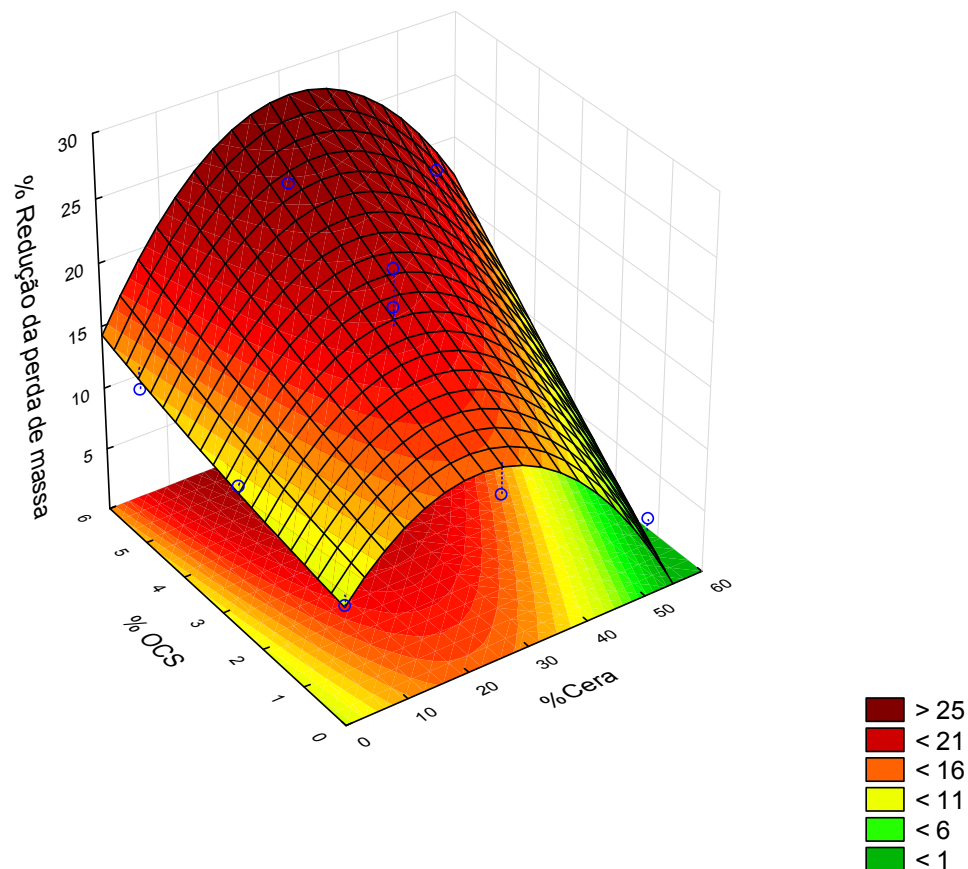
T	X ₁	X ₂	% Cera	% OCS	Y ₁	Y ₂
1	-1	-1	0	0	5,04	9,51
2	0	-1	25%	0	10,69	13,21
3	+1	-1	50%	0	19,67	6,26
4	-1	0	0	2,5%	4,65	11,63
5	+1	0	50%	2,5%	16,07	8,35
6	-1	+1	0	5,0%	10,12	12,56
7	0	+1	25%	5,0%	33,49	24,42
8	+1	+1	50%	5,0%	16,26	21,23
9.1	0	0	25%	2,5%	25,5	21
9.2	0	0	25%	2,5%	26,73	23,93
9.3	0	0	25%	2,5%	26,84	17,64

Fonte: Autoria própria

Na tabela 2, Y₁ se refere à porcentagem de diminuição da perda de massa de cada um dos grupos de tratamento das mangas em relação à perda observada para o grupo de controle, e Y₂ representa os resultados relacionados aos limões.

O gráfico 1 mostra os resultados para a redução da perda de massa de mangas revestidas com coberturas à base de fécula de mandioca, cera de abelha e OCS em comparação com os frutos sem revestimento (controle).

Gráfico 1 - Superfície de isoresposta para a redução de perda de massa de mangas revestidas em relação ao experimento controle

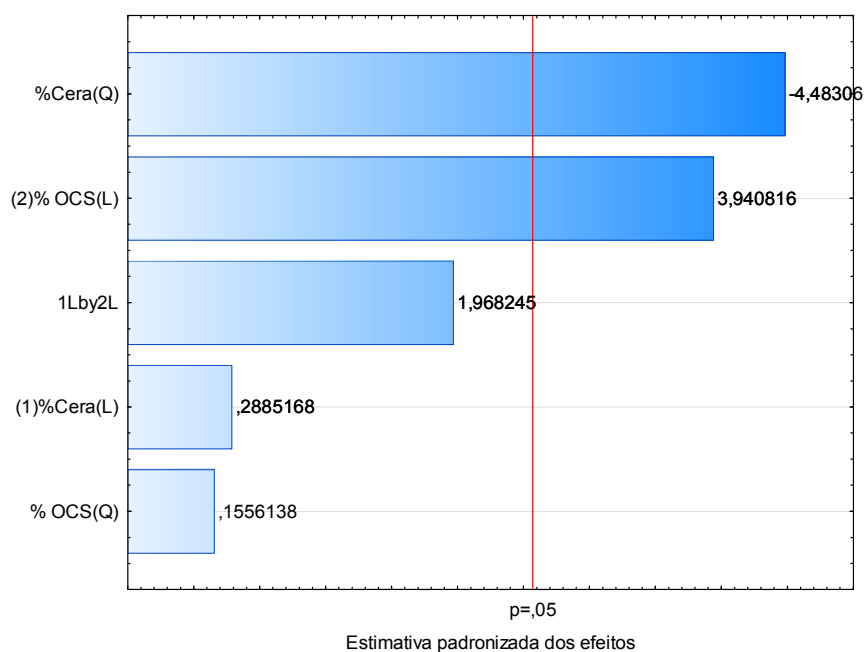


Fonte: Autoria própria

Analisando-se a superfície de isoresposta do Gráfico 1 observa-se que a redução na perda de massa das mangas aumenta com o aumento da concentração de cera de abelha até um valor máximo e então decai. A influência da concentração de OCS na redução da perda de massa foi menor que a de cera e existe também um valor ótimo para essa variável.

O gráfico 2 representa o gráfico de Pareto para o modelo proposto. Observa-se que apenas o termo quadrático para a cera e o termo linear para o OCS podem ser considerados significativos em um nível de 95%.

Gráfico 2 - Gráfico de Pareto para o modelo de redução da perda de massa em mangas revestidas em comparação com o controle



Fonte: Autoria própria

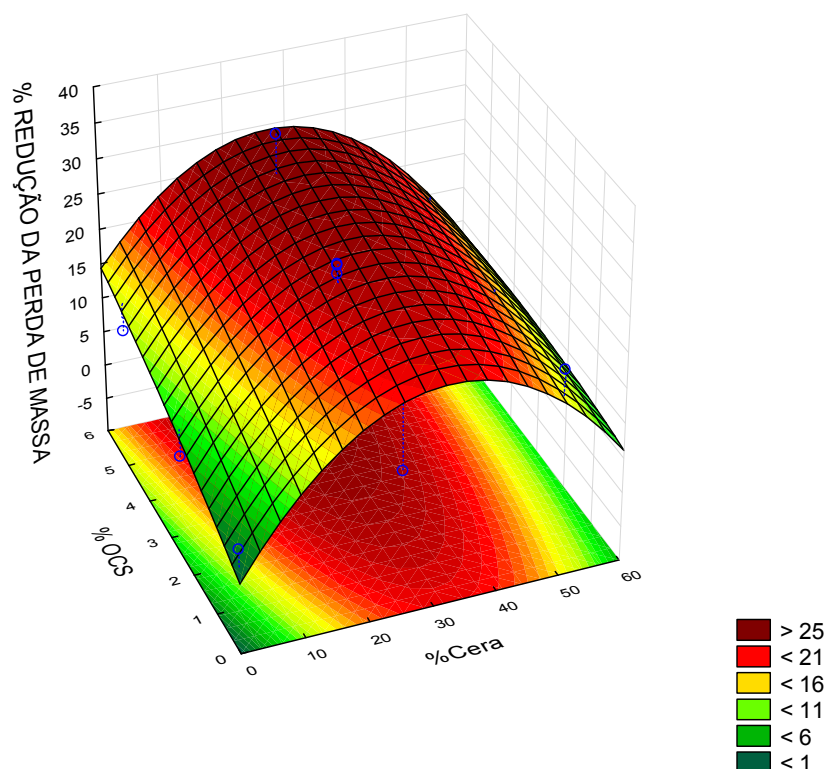
A Equação 1 mostra o modelo matemático proposto para a redução da perda de massa em mangas em função das concentrações de cera e OCS.

$$Y = 9,44 + 0,58 * X_1 - 0,01 * X_1^2 + 0,52 * X_2 + 0,05 * X_2^2 + 0,05 * X_1 * X_2 \quad (\text{Eq. 1})$$

O modelo apresentou um R^2 igual a 0,89 podendo ser considerado satisfatório para descrever o fenômeno estudado.

O gráfico 3 mostra os resultados para a redução da perda de massa de limões revestidos com coberturas à base de fécula de mandioca, cera de abelha e OCS em comparação com os frutos sem revestimento (controle).

Gráfico 3 - Superfície de isoresposta para a redução da perda de massa de limões revestidos em relação ao experimento controle

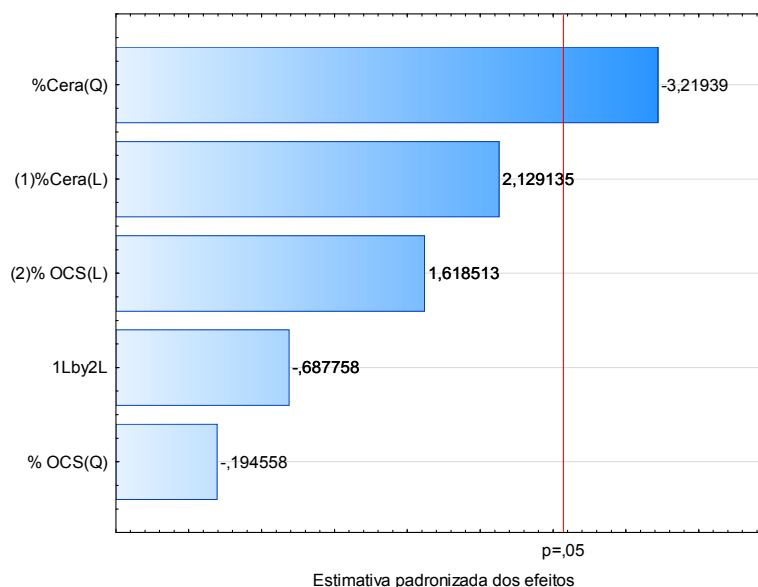


Fonte: Autoria própria

Analisando-se a superfície de isoresposta do gráfico 3 observa-se que a redução na perda de massa dos limões aumenta com o aumento da concentração de cera de abelha até um valor máximo e então decai, comportamento semelhante ao observado para as mangas. A influência da concentração de OCS na redução da perda de massa foi menor que a de cera e existe também um valor ótimo para essa variável.

A seguir, o gráfico 4, ilustra o gráfico de Pareto para o modelo proposto. Observa-se que apenas o termo quadrático para a cera pode ser considerado significativo em um nível de 95%.

Gráfico 4 - Gráfico de Pareto para o modelo de redução da perda de massa em limões revestidos em comparação com o controle



Fonte: Autoria própria

A Equação 2 mostra o modelo matemático proposto para a redução da perda de massa em limões em função das concentrações de cera e OCS.

$$Y = 0,15 + 1,30 * X_1 - 0,02 * X_1^2 + 3,08 * X_2 - 0,12 * X_2^2 - 0,03 * X_1 * X_2 \quad (\text{Eq. 2})$$

O modelo apresentou um R^2 igual a 0,79 podendo ser considerado adequado para descrever o fenômeno estudado.

4.2 COR

A seguir estão representados as tabelas e os gráficos que representam as leituras colorimétricas das frutas tratadas e do grupo de controle. Para melhor demonstração dos resultados, os valores dos tratamentos T9.1, T9.2 e T9.3 foram representados através da média entre estes valores como em um único tratamento T9.

Nas tabelas 3, 4 e 5 estão representados os valores médios de cada tratamento obtidos para as leituras colorimétricas realizadas nas mangas relacionadas com os dias decorridos após a aplicação do tratamento (o dia 0 corresponde as leituras realizadas antes da aplicação).

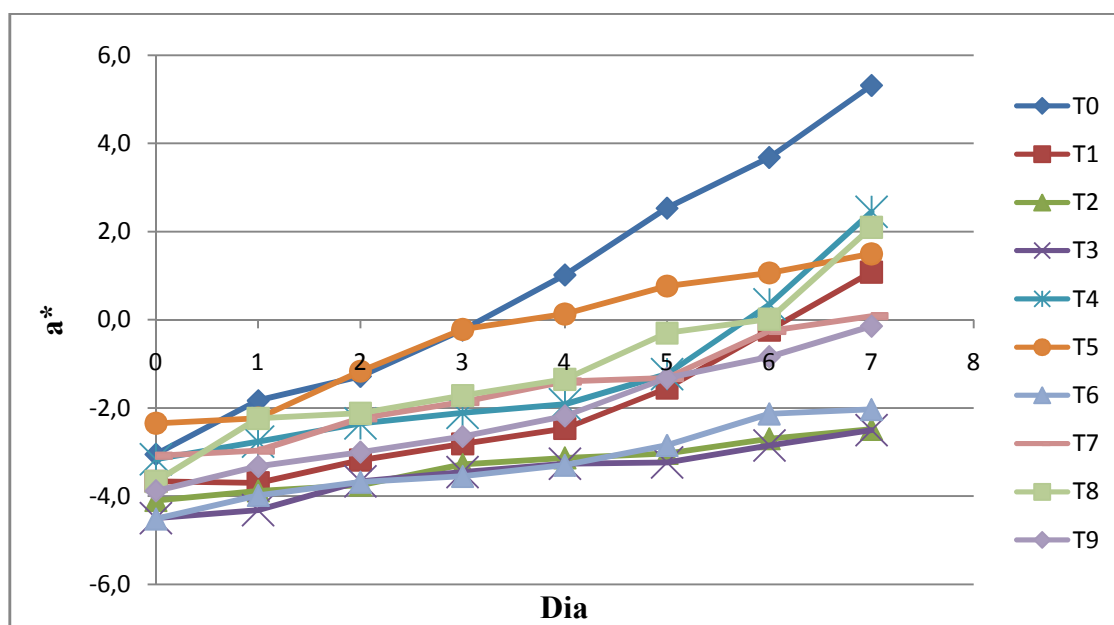
Nos gráficos 5, 6 e 7 estão representados, os valores exibidos nas tabelas 3,4 e 5, respectivamente, permitindo uma melhor visualização da evolução dos resultados obtidos.

Tabela 3 - Tabela contendo os valores das medidas de a^* para as mangas

Dia	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
0	-3,1	-3,7	-4,1	-4,5	-3,2	-2,4	-4,5	-3,1	-3,7	-3,9
1	-1,8	-3,7	-3,9	-4,3	-2,8	-2,2	-4,0	-3,0	-2,2	-3,3
2	-1,3	-3,2	-3,8	-3,7	-2,4	-1,2	-3,7	-2,2	-2,1	-3,0
3	-0,2	-2,8	-3,3	-3,5	-2,1	-0,2	-3,6	-1,9	-1,7	-2,7
4	1,0	-2,5	-3,1	-3,3	-1,9	0,1	-3,3	-1,4	-1,4	-2,2
5	2,5	-1,6	-3,0	-3,2	-1,2	0,8	-2,9	-1,3	-0,3	-1,3
6	3,7	-0,2	-2,7	-2,9	0,4	1,1	-2,1	-0,3	0,0	-0,8
7	5,3	1,1	-2,5	-2,5	2,5	1,5	-2,0	0,1	2,1	-0,1

Fonte: Autoria própria

Gráfico 5 - Gráfico das medidas de a^* para os tratamentos das mangas



Fonte: Autoria própria

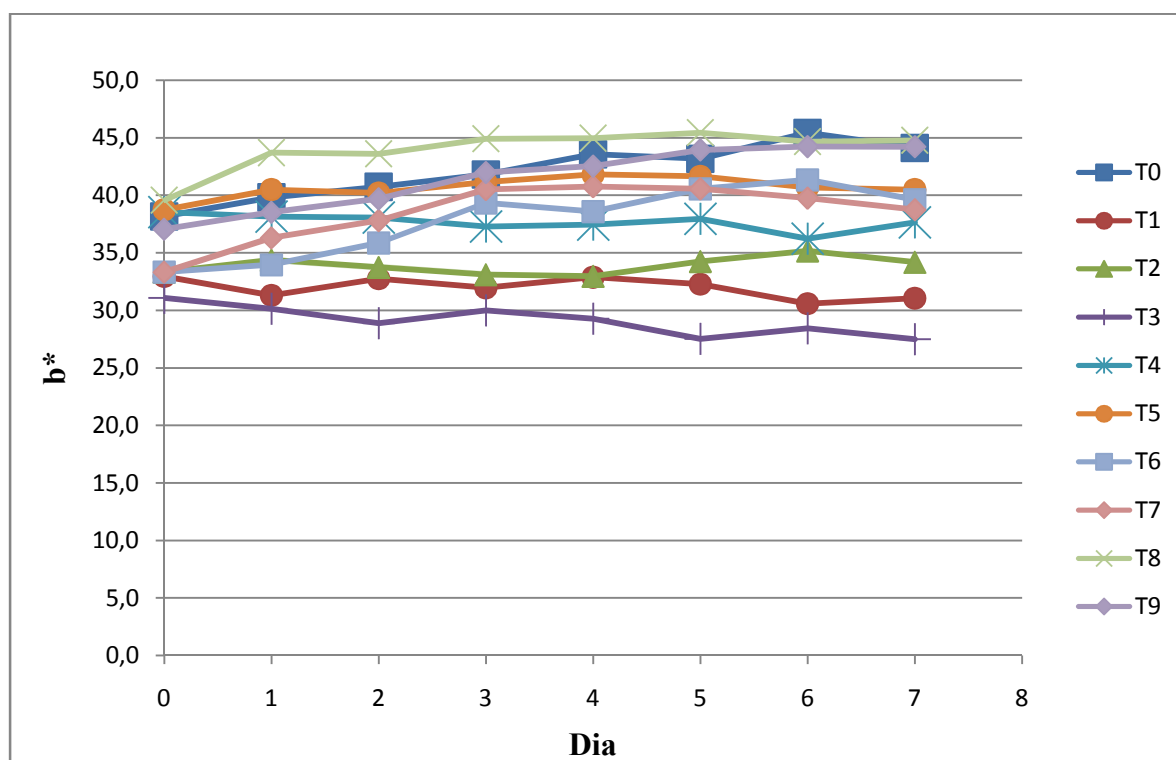
As medidas de a^* demonstram que os tratamentos foram capazes de retardar o amadurecimento das mangas visto que a despigmentação sofrida pelo controle ocorreu de maneira visivelmente mais elevada em relação aos demais grupos, pois, o crescimento da variável a^* indica a diminuição de tonalidades esverdeadas.

Tabela 4 – Tabela contendo os valores das medidas de b* para as mangas

Dia	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
0	38,2	33,0	33,3	31,1	38,6	38,8	33,3	33,3	39,6	37,1
1	39,8	31,3	34,4	30,2	38,2	40,5	34,0	36,3	43,7	38,5
2	40,8	32,8	33,7	28,9	38,1	40,2	35,9	37,8	43,6	39,7
3	41,8	32,0	33,1	30,0	37,3	41,2	39,3	40,5	44,9	42,0
4	43,6	32,9	33,0	29,3	37,5	41,8	38,6	40,8	45,0	42,5
5	43,2	32,3	34,3	27,5	38,0	41,7	40,6	40,6	45,5	43,9
6	45,4	30,6	35,2	28,5	36,2	40,7	41,4	39,8	44,7	44,2
7	44,1	31,1	34,2	27,5	37,7	40,5	39,6	38,8	44,8	44,2

Fonte: Autoria própria

Gráfico 6 - Gráfico das medidas de b* para os tratamentos das mangas



Fonte: Autoria Própria

Pelas leituras de b* não é possível averiguar se houve, retardo no amadurecimento, pois todas as frutas apresentaram uma variação muito pequena na tonalidade que a componente b* compreende (do azul para o amarelo). Na maioria dos tratamentos e no grupo de controle ocorreu um aumento na tonalidade de b* que indica que a coloração da fruta

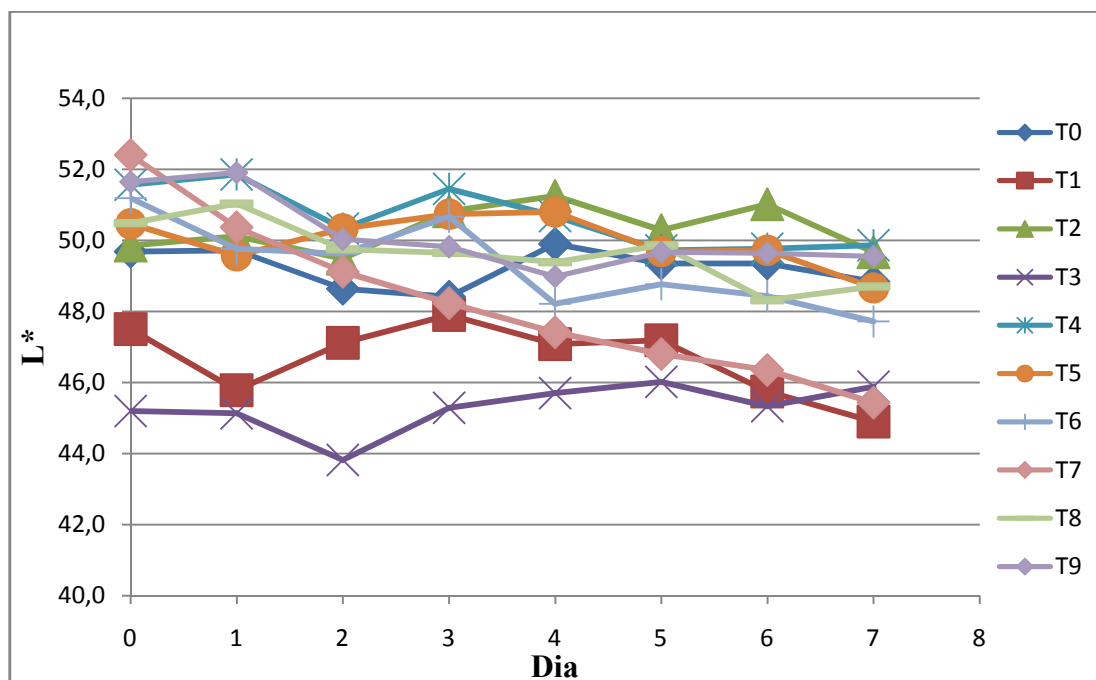
passou de tons azulados para tonalidades mais amareladas. Curiosamente, os tratamentos T1 e T3 apresentaram comportamento oposto aos demais, onde ocorre uma diminuição nos valores medidos de b^* indicando uma ligeira mudança de coloração amarelada na fruta para uma mais azulada.

Tabela 5 - Tabela contendo os valores das medidas de L^* para as mangas

Dia	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
0	49,7	47,5	49,9	45,2	51,6	50,5	51,2	52,4	50,5	51,7
1	49,7	45,8	50,1	45,1	51,9	49,6	49,8	50,4	51,0	51,9
2	48,6	47,1	49,5	43,8	50,3	50,3	49,6	49,1	49,8	50,0
3	48,4	47,9	50,8	45,3	51,5	50,7	50,7	48,2	49,7	49,8
4	49,9	47,1	51,3	45,7	50,7	50,8	48,2	47,4	49,4	49,0
5	49,4	47,2	50,3	46,0	49,7	49,7	48,8	46,8	49,9	49,7
6	49,4	45,8	51,0	45,3	49,8	49,7	48,4	46,4	48,3	49,6
7	48,8	44,9	49,7	45,9	49,9	48,7	47,7	45,4	48,7	49,5

Fonte: Autoria própria

Gráfico 7 - Gráfico das medidas de L^* para os tratamentos das mangas



Fonte: Autoria própria

Através da análise do gráfico 7 referente as leituras de L^* não é possível perceber os efeitos de conservação desejados dos tratamentos. L^* é uma medida da luminosidade da cor

da fruta, percebe-se que no fim do experimento todos os tratamentos, exceto o tratamento T3, apresentavam colorações mais escuras do que no início das análises, devido à aparição de manchas escuras na superfície da fruta, no qual T7 apresentou uma incidência de manchas mais acentuada que os demais. Pfaffenbach, Castro e Carvalho (2003) também relataram o aparecimento de manchas em suas mangas. Na figura 5 é possível observar o estado das mangas após oito dias de observação.

Figura 4 - Mangas no último dia de observação



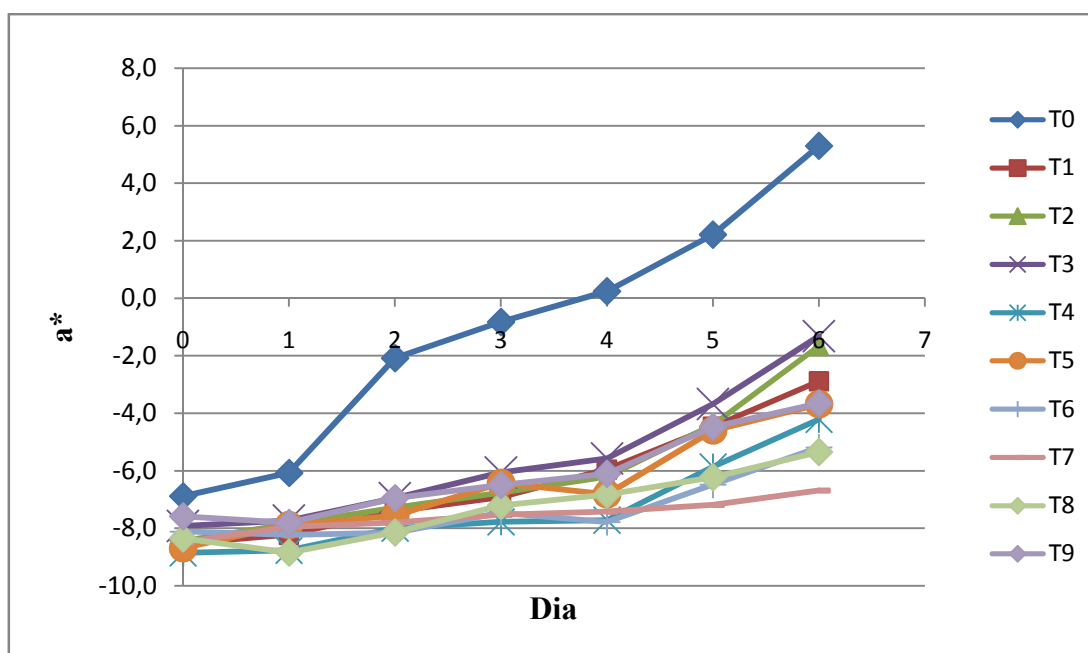
Fonte: Autoria própria

Nos limões o resultado dos tratamentos se tornou mais evidente. As tabelas 6, 7 e 8 contêm os dados médios obtidos das leituras colorimétricas para os limões e os gráficos 8, 9 e 10, ilustram, respectivamente, o comportamento dessas medidas ao longo do experimento.

Tabela 6 - Tabela contendo os valores das medidas de a^* para os limões

Dia	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
0	-6,9	-8,5	-8,5	-7,9	-8,9	-8,7	-8,1	-8,5	-8,4	-7,6
1	-6,1	-8,2	-7,9	-7,7	-8,8	-7,9	-8,2	-8,0	-8,9	-7,8
2	-2,1	-7,4	-7,3	-7,0	-8,0	-7,6	-8,2	-7,8	-8,2	-7,0
3	-0,8	-6,9	-6,8	-6,1	-7,8	-6,4	-7,5	-7,5	-7,2	-6,5
4	0,2	-6,0	-6,2	-5,6	-7,7	-6,8	-7,8	-7,4	-6,8	-6,1
5	2,2	-4,5	-4,4	-3,7	-5,9	-4,6	-6,5	-7,2	-6,2	-4,5
6	5,3	-2,9	-1,7	-1,3	-4,2	-3,7	-5,2	-6,7	-5,4	-3,7

Fonte: Autoria própria

Gráfico 8 - Gráfico das medidas de a^* para os tratamentos dos limões

Fonte: Autoria Própria

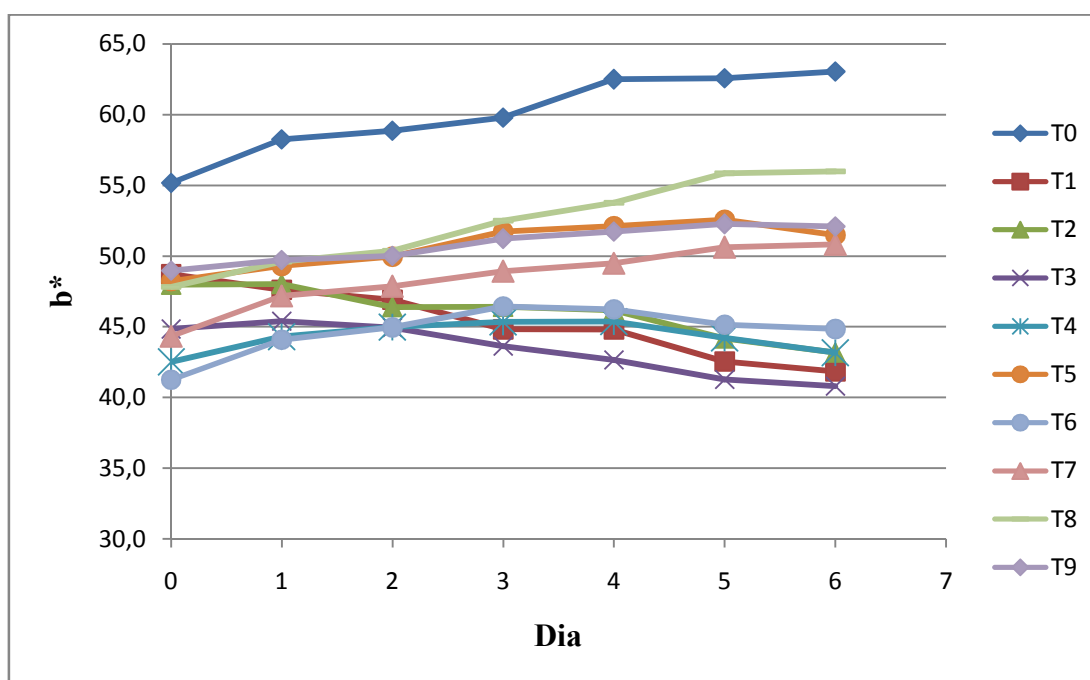
Observando o gráfico da componente retangular a^* , é notável o crescimento verificado no grupo de controle e o retardamento na mudança da coloração dos limões tratados. Na figura 6 é possível comparar a coloração do grupo de controle (canto superior a direita) com os demais grupos.

Tabela 7 - Tabela contendo os valores das medidas de b^* para os limões

Dia	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
0	55,2	48,7	48,0	44,8	42,5	48,2	41,3	44,3	47,8	49,0
1	58,3	47,6	48,0	45,4	44,3	49,3	44,1	47,2	49,6	49,7
2	58,9	46,9	46,4	44,9	45,0	50,0	45,0	47,9	50,4	50,0
3	59,8	44,8	46,4	43,6	45,4	51,7	46,4	48,9	52,5	51,2
4	62,5	44,8	46,2	42,7	45,4	52,1	46,2	49,5	53,8	51,7
5	62,6	42,6	44,2	41,3	44,2	52,6	45,2	50,6	55,9	52,3
6	63,0	41,8	43,2	40,8	43,2	51,5	44,8	50,8	56,0	52,1

Fonte: Autoria própria

Gráfico 9 - Gráfico das medidas de b* para os tratamentos dos limões



Fonte: Autoria Própria

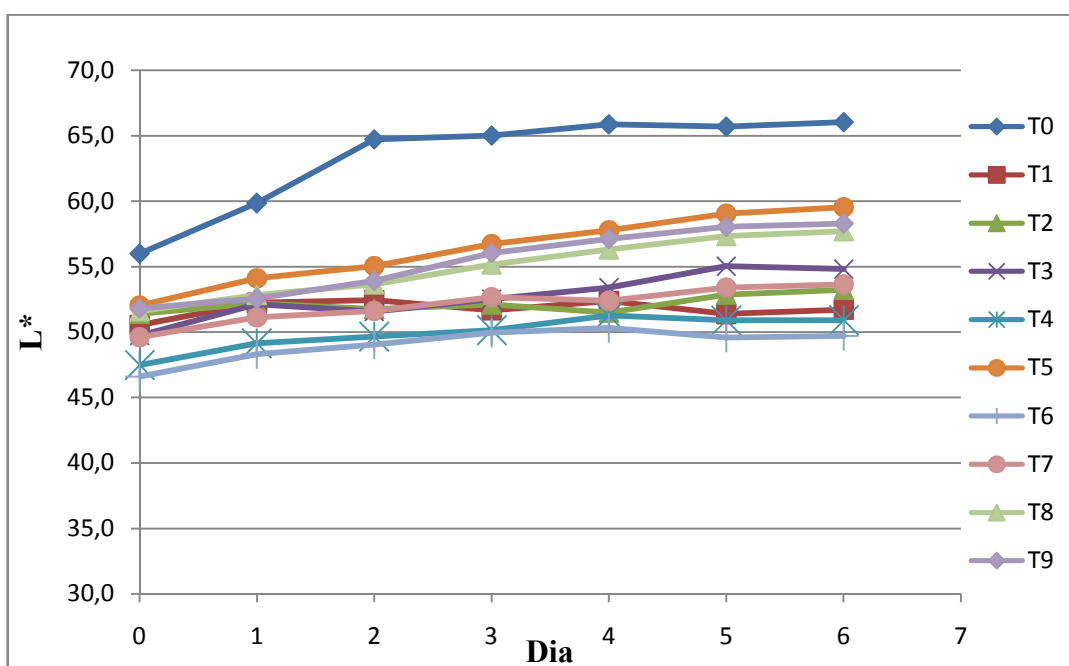
No gráfico 9, onde estão representadas as medidas da componente b* para a leitura dos limões é possível perceber o crescimento elevado da curva do grupo de controle, indicando o aumento de tons amarelos nas frutas. O tratamento T8 (50% de cera + 5% de OCS) também apresentou um crescimento elevado nessa variável, semelhante ao do controle. De forma semelhante aos efeitos constatados nas mangas, os tratamentos T1 e T3 apresentaram decréscimo nos valores de b*, denotando uma diminuição de tonalidades mais próximas do amarelo e se aproximando de tons azuis.

Tabela 8 - Tabela contendo os valores das medidas de L* para os limões

Dia	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
0	56,0	50,5	51,4	49,7	47,5	52,0	46,6	49,6	51,6	51,8
1	59,8	52,2	52,2	52,1	49,1	54,1	48,3	51,1	52,8	52,6
2	64,7	52,5	51,8	51,6	49,7	55,0	49,0	51,6	53,6	53,9
3	65,0	51,7	52,1	52,5	50,1	56,7	50,0	52,7	55,2	56,0
4	65,9	52,4	51,5	53,4	51,3	57,8	50,3	52,4	56,3	57,1
5	65,7	51,4	52,9	55,0	50,9	59,1	49,6	53,4	57,3	58,0
6	66,0	51,7	53,2	54,8	50,9	59,5	49,7	53,6	57,7	58,3

Fonte: Autoria própria

Gráfico 10 - Gráfico das medidas de L* para os tratamentos dos limões



Fonte: Autoria Própria

Por fim, o gráfico 10, também indica a eficácia dos tratamentos aplicados: o grupo de controle apresentou um aumento na claridade dos tons de suas cores, típico do amadurecimento dos limões que transitam de uma cor verde escura para uma coloração amarela clara, em decorrência da deterioração natural da clorofila (responsável pela coloração verde).

Figura 5 - Limões no último dia de observação



Fonte: Autoria Própria

5. CONCLUSÕES

Os grupos que foram submetidos aos tratamentos com as formulações apresentaram resultados que comprovaram a sua efetividade em retardar o amadurecimento da fruta. Os exemplares revestidos mantiveram a sua coloração característica por mais tempo além de apresentarem uma redução nas taxas de perda de massa. O tratamento T7 (25% de cera + 5% de OCS) foi o tratamento que obteve os melhores resultados na redução da perda de massa para as duas frutas, apresentando um percentual de redução de perda de massa de 33,49% para as mangas e 24,42% para os limões. Além de T7, nas mangas os tratamentos T9 e T3 apresentaram maior redução da perda de massa, e nos limões foram os tratamentos T8 e T9 que proporcionaram as menores perdas. Para as mangas os tratamentos T1, T4 e T6 foram aqueles que apresentaram as menores reduções de perda de massa, indicando que a ausência da cera nestes tratamentos teve grande influência nestes resultados.

Como foi demonstrado nas superfícies de isoresposta para ambas as frutas (gráficos 1 e 2) os revestimentos com percentual de cera com valores próximos de 30%, foram eficientes em reduzir a perda de massa, enquanto que valores que se distanciavam, tinham a sua efetividade reduzida. Ribeiro et al. (2010) determinaram que os filmes preparados com fécula porém sem cera não obtiveram resultados satisfatórios na preservação da massa das frutas.

Nas análises colorimétricas, todos os tratamentos apresentaram uma preservação da coloração inicial em relação à coordenada a^* , indicando a manutenção da coloração verde nos grupos tratados por mais tempo. Analisando a coordenada b^* foi perceptível um retardo no aumento dos valores mensurados apenas nos limões, nas mangas o comportamento do grupo de controle foi semelhante aos demais tratamentos. No entanto, os tratamentos T1(0% de cera + 0% de OCS) e T3(50% de cera + 0% de OCS) ao contrário dos demais, apresentaram uma pequena queda nos valores observados. Através da coordenada L^* , foi possível perceber a conservação da cor verde escura nos limões, porém nas mangas o comportamento inverso apresentado ocorreu devido ao aparecimento de manchas deteriorativas e os tratamentos não aparentaram preservar a tonalidade original do fruto em relação ao controle.

O resultado satisfatório desta experiência abre margens para a continuação do estudo de novos métodos de revestimento, uma vez que em um mundo de recursos limitados, a procura por novas técnicas alternativas e econômicas é sempre importante.

6. REFERÊNCIAS

- AURAS, Rafael; ARROYO, Benjamin; SELKE Susan. Production and Properties of Spin-Coated Cassava-Starch-Glycerol-Beeswax Films. 2009. **School of Packaging**. Michigan State University, East Lansing, MI, USA, p. 463-471.
- AWAD, Marcel. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993.114p.
- AZEREDO H. M. C. de; FARIA J. A. F.; AZEREDO A. M. C. de. Embalagens Ativas para Alimentos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.20 n.3, 2000.
- CARRILHA, F.; GUINÉ. R. Avaliação da Cor de Peras Secadas por Diferentes Métodos. 2010. Disponível em:
<http://repositorio.ipv.pt/bitstream/10400.19/1356/1/2010_Viseu_Acta_Poster%20Fatima%20cor.pdf> Acesso em: 19 Jul. 2014.
- CHITARRA, M. I. F; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: Editora da Universidade Federal de Lavras, 2005. v.1, 785p.
- CUQ, B.; GONTARD, N.; GUILBERT, S. Edible film and coating as active layers. In: ROONEY, M. L. (Ed.) **Active food packaging**. London: Blackie Academic & Professional, 1995. p. 11-1142.
- da SILVA, L. J. B.; de SOUZA M.L.; NETO, S.E. de A.; MORAIS, A.P. Revestimentos Alternativos Na Conservação Pós-Colheita De Maracujá-Amarelo. **Rev. Bras. Frutic**, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 4, p. 995-1003, 2009.
- DEBEAUFORT, F.; QUEZADA-GALLO, J.A.; VOILLEY, A. Edible films and coatings: tomorrow's packagings: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 38, n. 4, 1998.
- EMBRAPA. **Sistemas de Produção do Mirtilo: Conservação pós-colheita**.2007. Disponível em:

<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mirtilo/SistemaProducaoMirtilo/conservacao.htm>> Acesso em: 12 Jul. 2014

FALGUERA, Victor; QUINTERO, Juan Pablo; JIMENEZ Alberto; MUÑOZ, Jose Aldemar; IBARZ, Albert. Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. **Trends in Food Science & Technology**. 2011. p. 292-303

GORNY J.R.; KADER A.A. Controlled atmosphere suppression of ACC synthase and ACC oxidase in 'Golden Delicious' apples during long-term cold storage. **Journal American Society for Horticultural Science**, 121:751-755, 1996.

HENRIQUE, C.M.; CEREDA, M.P..Utilização de biofilmes na conservação pós-colheita de morango (*Fragaria Ananassa*Duch) cv IAC Campinas. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas , v. 19, n. 2, May 1999 . Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20611999000200014&lng=en&nrm=iso> Acesso em: 26 Jul. 2014.

HONÓRIO, S. L.;CORTEZ, L. A. B.; MORETTI, C. L. (Ed.). Resfriamento de frutas e hortaliças. 2002. Campinas: UNICAMP/EMBRAPA. p. 59-81.

JÚNIOR, Laerte Scanavaca; FONSECA, Nelson; PEREIRA, Márcio Eduardo Canto Pereira. Uso de Fécula de Mandioca Na Pós-Colheita de Manga ‘Surpresa’. **Rev. Bras. Frutic.**.. Jaboticabal - SP, v. 29, n. 1, p. 067-071, 2007.

KLUGE, R.A. et al. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. 2.Ed. Campinas: Livraria e Editora Rural, 2002. 214p.

KROCHTA, J.M.; MCHUGH, T. H.; AUJARD, J.F. Plasticized whey protein edible films: water vapor permeability properties. **J. Food Science**. 1994. 59(2): 416-419, 423.

MATTA JUNIOR, M. D; SARMENTO, S. B. S; SARANTÓPOULOS, C.I.G.L.; ZOCCHI, S.S. Propriedades de barreira e solubilidade de filmes de amido de ervilha associado com goma xantana e glicerol. 2011. *Polímeros*, vol. 21, nº 1, p. 67-72.

PFAFFENBACH, Luciana Bittencourt; CASTRO, Josalba Vidigal de; CARVALHO, Cássia Regina Limonta and ROSSETTO, Carlos Jorge. **Efeito da atmosfera modificada e da refrigeração na conservação pós-colheita de manga espada vermelha.** *Rev. Bras. Frutic.* [online]. 2003, vol.25, n.3, pp. 410-413. ISSN 0100-2945.

PINHEIRO, Ana Paula Basile. Atmosfera Controlada prolonga durabilidade dos hortifrutis. **Portal Engenharia e Arquitetura.** 2011. Disponível em: <<http://www.engenhariaearquitectura.com.br/noticias/67/Atmosfera-Controlada-prolonga-durabilidade-dos-hortifrutis.aspx>> Acesso em: 27 Jul. 2014

PORTAL EDUCAÇÃO. **Frutos climatéricos e Frutos Não climatéricos.** 2013. Disponível em < <http://www.portaleducacao.com.br/educacao/artigos/26556/frutos-climatericas-e-nao-climatericas>> Acesso em: 12 Jul. 2014.

RIBEIRO, Wellington Souto et al. Caracterização Pós-Colheita do Limão Cayne (*Averrhoa Bilimbi L.*), Armazenado em Atmosfera Modificada. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais.** 2010. Campina Grande, v.12, n.2, p.133-139

ROCHA, Fernanda Izabel Garcia. **Avaliação da Cor e da Atividade Antioxidante da Polpa e Extrato de Mirtilo (*Vaccinium myrtillus*) em Pó.** 2009.93f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

SIGRIST J.M.M.; BLEINROTH, E.W.; MORETTI, C.L. Manuseio pós-colheita de frutas e hortaliças. **Embrapa Hortaliças** (Brasília, DF): Embrapa Informações Tecnológicas, capítulo 5, 2002.

SOUSA, Joaci Pereira de et al. **Influência do armazenamento refrigerado em associação com atmosfera modificada por filmes plásticos na qualidade de mangas 'Tommy Atkins'.** *Rev. Bras. Frutic.* [online]. 2002, vol.24, n.3, pp. 665-668. ISSN 0100-2945.

TUCKER, G. A.; SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E. **Biochemistry of fruit ripening.** London: Chapman & Hall, 1993.

VILAS BOAS, E. V. B. 1-MCP: um inibidor da ação do etileno. In: Simpósio De Controle De Doenças De Plantas, 2., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2002.