



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI

CAMPUS ALTO PARAÓPEBA

ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS

Avaliação do uso de revestimentos a base de amido e gelatina na conservação de frutos de mexerica

AUTORA: INARA CORRÊA DA ROCHA

ORIENTADORA: ISABEL CRISTINA BRAGA RODRIGUES

Ouro Branco - MG

Dezembro/2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI

CAMPUS ALTO PARAÓPEBA

ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS

Avaliação do uso de revestimentos a base de amido e gelatina na conservação de frutos de mexerica

Inara Corrêa da Rocha

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao como requisito parcial às exigências do curso de Bacharelado em Engenharia de Bioprocessos do Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos da Universidade Federal de São João Del Rei.

Ouro Branco - MG

Dezembro/2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI

CAMPUS ALTO PARAÓPEBA

ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS

Avaliação do uso de revestimentos a base de amido e gelatina na conservação de frutos de mexerica

Inara Corrêa da Rocha

A Banca Examinadora, composta pelos membros abaixo, avaliou este TCC:

Isabel Cristina Braga Rodrigues – Orientadora

Igor José Boggione Santos – Examinador 1

Camila dos Santos Oliveira – Examinador 2

Ouro Branco, 02/12/2016

RESUMO

A questão da utilização de revestimento vem ganhando cada vez mais espaço nos meios de pesquisa devido a sua aplicação relacionada com o aumento da durabilidade de frutos e hortaliças. A mexerica (tangerina) apresentam crescente aceitação por parte do mercado consumidor, aumentando assim, a preocupação com os métodos de conservação pós-colheita do produto. Desta forma busca-se alternativas para o aumento do tempo de prateleira destes frutos como a aplicação de revestimentos. O presente trabalho propôs a obtenção e avaliação do efeito da aplicação de revestimentos a base de amido e gelatina na conservação de frutos de mexerica, através de análises físicas e químicas em escala de bancada. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, utilizando três frutos por unidade de experimento. Foi conduzido experimento controle, sem adição de revestimento aos frutos, e experimentos com revestimentos formados por amido de milho, por fécula de batata e por gelatina. Foram analisadas a perda de massa, o aspecto aparente, pH, acidez titulável e teor de ácido ascórbico ao longo de 18 dias de experimento. Observou-se desidratação dos revestimentos e a não aderência dos revestimentos aos frutos, bem como contaminação dos mesmos com fungos, sendo necessário reavaliar e otimizar a metodologia de produção dos mesmos. A perda de massa de todos os frutos foi linear com o tempo e o melhor desempenho em relação a este parâmetro foi observado para os filmes de fécula de batata e gelatina que apresentaram valores estatisticamente iguais. Com relação ao aspecto aparente, 'o experimento controle mostrou maior índice de escurecimento, enquanto os frutos tratados com revestimento de amido de milho apresentaram menor índice, indicando o melhor desempenho do amido de milho para este parâmetro. Todos os frutos apresentaram redução da acidez titulável devido a degradação. O pH não apresentou variações significativas e não foi possível determinar o teor de ácido ascórbico. Estes resultados mostraram-se promissores no sentido de dar continuidade aos estudos com utilização de revestimentos na conservação de frutos, procurando otimizar as metodologias de produção dos revestimentos.

Palavras-chave: Revestimentos, armazenamento, tempo, aderência, degradação.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS.....	2
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	3
3.1 A mexerica	3
3.2 Aplicação de revestimentos	4
3.2.1 O revestimento de amido de milho.....	6
3.2.2 Revestimento de fécula de batata	6
3.2.3 O revestimento de gelatina	7
3.3 Análises da qualidade de frutos pós-colheita.....	7
3.3.1 Perda de massa	7
3.3.2 Aspecto aparente.....	8
3.3.3 Acidez Titulável (AT) e pH.....	9
3.3.4 Vitamina C (ácido ascórbico)	10
4. MATERIAL E MÉTODOS	12
4.1 Material Vegetal	12
4.2 Preparo e aplicação dos revestimentos	12
4.2.1 Revestimento de amido de milho	13
4.2.2 Revestimento de fécula de batata	13
4.2.3 Revestimento de gelatina incolor	13
4.3 Avaliações Físicas.....	13
4.3.1 Perda de massa	13
4.3.2 Aspecto aparente	14
4.4 Avaliações Químicas	14

4.4.1 Extração do suco	14
4.4.2 pH.....	14
4.4.3 Acidez Titulável (AT)	15
4.4.4 Teor de Ácido Ascórbico	15
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5.1 Preparo dos revestimentos	16
5.2 Análises físicas (não destrutivas).....	16
5.2.1 Perda de Massa	16
5.2.2 Aspecto Aparente	20
5.3 Análises químicas	22
5.3.1 pH.....	22
5.3.2 Acidez Titulável	Erro! Indicador não definido.
5.3.3 Teor de Ácido Ascórbico	26
6. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS	27
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

1. INTRODUÇÃO

O Brasil detém a maior extensão territorial composta de condições naturais para o plantio de frutos cítricos em todo o mundo, possuindo posição de destaque na citricultura mundial, liderando a produção de frutos e a produção e exportação de suco concentrado congelado (CUNHA e PASSOS, 2004).

Dentro do grupo de cítricos, as tangerinas constituem o segundo grupo de maior importância, sendo que as laranjas-doces participam com 58,3% da produção mundial, as tangerinas 20,5%, os limões e limas ácidas 11,2% e os pomelos 4,5%. Os estados brasileiros que produzem tangerina são: São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná e Minas Gerais, que perfazem a soma de 93% da área total plantada (DE OLIVEIRA, 2005).

A tangerina (*Citrus reticulata* Blanco) vem apresentando grande destaque a cada dia e grande aceitação no mercado consumidor, devido a diversas características atrativas, tais como o sabor doce, fácil descascamento, uma vez que a casca apresenta pouca aderência aos gomos, tamanho do fruto e a coloração acentuada (FIGUEIREDO, 1991).

Um conjunto de atributos são considerados para conceituar a qualidade de frutas e hortaliças, tais como a aparência visual (frescor, cor, defeitos e deterioração), textura (firmeza, resistência e integridade do tecido), aroma e sabor, segurança do alimento e valor nutricional. A segurança do alimento e o valor nutricional ganham cada vez mais importância por estarem relacionados à saúde do consumidor, quando analisados do ponto de vista da qualidade microbiológica e da presença de contaminantes químicos (LEMOS, 2006).

Apesar da diversidade e disponibilidade dos frutos no mercado, a comercialização dos mesmos está limitada, uma vez que estes frutos são manuseados sob condições ambientais que aceleram a perda de qualidade, principalmente durante o transporte. A otimização especialmente da logística, pode aumentar o custo substancialmente, tornando-se inviável a comercialização (HENRIQUE *et al.*, 2007).

Na pós colheita, além das perdas quantitativas registradas, as perdas qualitativas dos produtos podem comprometer seu aproveitamento e rentabilidade. Estas perdas se iniciam na colheita e ocorrem em todos os pontos da comercialização até o consumo, ou seja, durante a embalagem, o transporte, o armazenamento, e em nível de atacado e varejo. Devido a este fator,

o produtor deve gerenciar a cadeia produtiva, dando maior importância aos principais atributos que interferem na qualidade do produto. Esses fatores estão relacionados às fases de pré-colheita e pós-colheita, como problemas de manuseio; danos mecânicos e exposição dos produtos em temperaturas elevadas prejudiciais a sua conservação; uso indiscriminado de agrotóxicos; contaminações microbiológicas dos produtos provenientes principalmente de fontes de contaminação no cultivo e da falta de higiene e sanitização no manuseio e processamento dos mesmos (VALE *et al.*, 2006).

Para preservação da qualidade de frutas e hortaliças, a utilização de revestimentos vem sendo estudada a fim de se obter aumento na vida de prateleira dos frutos, contribuindo para o decréscimo de perdas pós-colheita, devido a diminuição da atividade metabólica e da perda de água dos mesmos (GUEDES, 2007).

Nesse contexto, o presente trabalho teve como intuito avaliar o efeito da aplicação de revestimentos a base de amido e gelatina na conservação de frutos de mexerica, através de análises físicas como a perda de massa e o aspecto aparente e químicas, como o pH, a acidez titulável e o teor de ácido ascórbico.

2. OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar o uso de revestimentos a base de amido e gelatina na conservação de frutos de mexerica, através de análises físicas e químicas. Para alcançar este objetivo, os seguintes objetivos específicos foram propostos:

1. Selecionar e preparar os revestimentos de amido de milho, fécula de batata e gelatina comercial

2. Efetuar avaliações físicas (não destrutivas) dos frutos de mexerica, ao longo do tempo, foram avaliadas a perda de massa e o aspecto aparente
3. Efetuar avaliações químicas do suco extraído dos frutos de mexerica, ao longo do tempo, foram avaliados o pH, a acidez titulável e o teor de ácido ascórbico.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 A mexerica

O Brasil é o maior produtor mundial de frutos cítricos e as tangerinas constituem o segundo grupo de cítricos mais importantes na citricultura mundial, ocupando a maior faixa de adaptação climática entre os cítricos cultivados, uma vez que são plantas igualmente tolerantes a níveis altos e baixos de temperatura ambiente (FIGUEIREDO, 1991).

As tangerinas (*Citrus reticulata* Blanco), também conhecidas como mexericas, constituem um grupo de frutas cítricas, sendo as principais variedades cultivadas a Cravo, Poncã (Ponkan), Dancy e Montenegrina (PELISSARI, 2013). Seus frutos apresentam características como tamanho médio, base com pescoço pequeno e ápice pouco deprimido. Sua casca é fina, lisa ou levemente rugosa, firme e fácil de ser removida, é ainda rica em glândulas com óleos essenciais, o que torna os frutos de mexerica bastante aromáticos. As sementes são numerosas, pequenas e redondas. Dentre as frutas da mesa, as tangerinas são as frutas mundialmente preferidas, devido a sua capacidade de atrair o consumidor pela sua coloração, qualidades refrescantes, sabor, valor nutritivo, além de sua facilidade para serem descascadas (VILELA, 2013).

Assim como os demais frutos, a tangerina não amadurece após a colheita, ou seja, ela é do tipo não-climatérico. Alguns frutos cítricos podem alcançar a maturação interna normal antes da mudança externa da cor da casca, o que pode aumentar o valor de mercado do fruto e proporcionar uma colheita mais cedo (PELISSARI, 2013). Industrialmente, os frutos podem ser utilizados para se obter diferentes produtos processados, como sucos, óleos essenciais, pectina e rações, além dos mesmos serem utilizados para consumo ao natural (VILELA, 2013).

A sazonalidade da colheita desperta o interesse comercial em estender a oferta do fruto para o consumidor durante um período prolongado do ano. No entanto, durante o armazenamento, as frutas cítricas perdem a qualidade visual devido à excessiva perda de água (HENRIQUE *et al.*, 2007). Como estratégia para contornar tal problema, é realizada a modificação da atmosfera pela utilização de filmes, conferindo a redução da perda de massa e a manutenção da qualidade de frutos (NUNES *et al.*, 2004).

3.2 Aplicação de Revestimentos

Denominados como uma camada fina e contínua de substâncias depositadas sobre determinados alimentos, as coberturas ou filmes oferecem uma proteção contra gases, vapor-de-água, choques, radicais livres, dentro outros fatores que podem afetar a qualidade do alimento durante a estocagem e transporte. Esses filmes podem ser elaborados por diversos tipos de polímeros, tais como pectina, proteínas, óleos, amido, etc., podendo ser, biodegradáveis e/ou comestíveis, dependendo dos aditivos utilizados. Geralmente esses filmes são aplicados às

frutas e hortaliças frescas para a melhoria de sua aparência e para aumentar o tempo de prateleira (CENCI, 2006).

Denomina-se biofilme um filme fino preparado por meio de materiais biológicos, que funcionam como barreira a elementos externos e, conseqüentemente, pode proteger os frutos de danos físicos e biológicos. Geralmente produzidos com materiais biológicos, os biofilmes podem ser compostos por polissacarídeos, proteínas, lipídios e derivados. Os mesmos podem ser obtidos através da dispersão ou solubilização dos biopolímeros em um solvente (água, etanol ou ácidos orgânicos) e acréscimo de aditivos (plastificantes ou agentes de liga) resultando em uma solução ou dispersão filmogênica. Após o preparo, estas coberturas devem passar por uma operação de secagem para a formação dos filmes ou coberturas (HENRIQUE, 2008). Podemos destacar também os revestimentos comestíveis, que criam uma atmosfera modificada em torno do alimento, com um efeito semelhante ao obtido por condições de armazenagem por atmosfera controlada ou modificada. A criação de uma atmosfera modificada por revestimentos comestíveis protege o alimento desde o momento em que é aplicado até chegar ao consumidor final (Durango et al., 2006).

Produzidos com materiais biológicos, como polissacarídeos, proteínas, lipídios e derivados, estes filmes são denominados biofilmes. Estas coberturas biodegradáveis podem ser obtidas através da dispersão ou solubilização dos biopolímeros em um solvente (água, ácidos orgânicos ou etanol) e a união de aditivos (agentes de liga ou plastificantes), obtendo-se uma dispersão ou solução filmogênica. Posteriormente ao preparo, as coberturas passam por uma operação de secagem para a formação de filmes ou coberturas (HENRIQUE, 2008).

Para ser considerado um biofilme ideal, esse tipo de cobertura deve criar uma barreira que impedirá a perda de gases desejáveis e vapor de água, simultaneamente a restrição da troca de CO_2 e O_2 , criando uma atmosfera para reduzir a respiração e aumentar a vida de prateleira de frutas e hortaliças. Contudo, essa atmosfera formada não deve proporcionar condições para o desenvolvimento da respiração anaeróbia, uma vez que a mesma pode causar sabores desagradáveis, alterar a textura das frutas e hortaliças, e favorecer o crescimento de micro-organismos anaeróbios (CENCI, 2006).

Os biofilmes podem apresentar funcionalidades diferentes de acordo com o tipo do biopolímero utilizado, do processo de formação e de sua aplicação. Para a melhoria de suas propriedades funcionais, podem ser adicionados aos mesmos antimicrobianos, plastificantes e antioxidantes. A preparação de filmes compostos através do uso combinado de polissacarídeos,

proteínas e lipídios ou a adição de fibras pode ser uma alternativa para melhorar as propriedades físicas dos filmes biopoliméricos (DIAS, 2008).

3.2.1 O revestimento de amido de milho

Apresentando ampla aplicação na indústria de alimentos, cosméticos, papel, farmacêutica e têxtil, o amido pode ser usado, principalmente na indústria alimentícia, como agente gelificante. O amido é um polímero caracterizado por sua alta massa molecular, formado de unidades de D-glicose. Possui duas frações de homopolímeros a amilose e a amilopectina, sendo a primeira formada por uma cadeia não-ramificada, composta por unidades de α -D-glicose unidas por ligações glicosídicas α 1-4, enquanto a segunda é constituída por cadeias ramificadas, sendo as ligações glicosídicas do tipo α 1-4 e α 1-6 nos pontos de ramificação. Seu peso molecular é de 1×10^5 a 2×10^6 g mol⁻¹ (ALMEIDA, 2011).

O amido de milho dentre os polissacarídeos é o polímero natural mais utilizado para a produção de filmes e revestimentos comestíveis, por apresentar baixo custo, abundância, ser comestível, de fácil processamento e manipulação e ser biodegradável (SILVEIRA, 2015).

3.2.2 Revestimento de fécula de batata

O amido presente nos tecidos sob forma de grânulos intracelulares constitui o mais abundante carboidrato da natureza. Esses polissacarídeos de reserva dos vegetais são denominados fécula ou amido, provenientes de partes subterrâneas das plantas ou de partes aéreas, respectivamente (LEONEL, 2005).

O amido proveniente da batata apresenta em média cerca de 20% de amilose e 80% de amilopectina, porém, o estágio de desenvolvimento da planta é um dos fatores que pode influenciar esta porcentagem (LEONEL, 2005). GEDDES *et al.* (1965) observaram que o teor de amilose aumenta significativamente em amidos extraído de batata em estágio de tuberização mais avançado.

A fécula de batata apresenta propriedades como alta viscosidade, baixa estabilidade, temperatura ideal de pasta cerca de 64°C e tendência a retrogradação. A empregabilidade do amido de batata no processo de formação de filmes vem aumentando devido às suas propriedades de barreira de oxigênio (LEONEL, 2001).

3.2.3 O Revestimento de gelatina

A gelatina é uma proteína de origem animal que apresenta solubilidade em água e é vastamente utilizada nas indústrias farmacêuticas e de alimentos graças a suas interessantes propriedades funcionais. Uma vez que contém grande parte dos aminoácidos essenciais, exceto o triptofano. É uma proteína de fácil digestão. Além de ser o principal componente estrutural de tecidos conectivos brancos. Insolúvel em água fria, a gelatina apresenta característica de inchamento, absorvendo até dez vezes seu peso em água e pode ser encontrada comercialmente na forma de cristais (LEMOS, 2007).

Os cristais de gelatina podem ser diluídos de forma indireta através do repouso de suas partículas até a formação de uma pasta homogênea, sendo aquecida a 50-60°C até a sua dissolução completa. A dissolução direta se dá com a adição de água quente (60-80°C) sob forte agitação (BERTAN, 2003). Usadas de forma frequente em formulações de coberturas para frutas e vegetais, as gelatinas são boas formadoras de filmes, atuando como barreira à migração de oxigênio, umidade e óleo e também podem ser aplicadas como meio de fixação a agentes antimicrobianos ou antioxidantes (BERTAN, 2003).

Os filmes a base de gelatina são altamente permeáveis ao vapor de água, devido à hidrofilicidade da proteína. A adição de um composto hidrofóbico promove, desta forma, melhores propriedades de barreira, podendo reduzir a difusividade de moléculas de água (LEMOS, 2007).

3.3 Análises da qualidade de frutos pós-colheita

3.3.1 Perda de massa

Uma grande preocupação dos produtores e comerciantes é a perda de massa dos frutos durante o armazenamento, uma vez que tal atributo pode desqualificar o produto para o mercado. Essa perda de massa pode ser ocasionada por dois mecanismos (i) a perda de matéria seca do fruto (por ação da respiração) e (ii) a perda de água (por transpiração do fruto). Sob condições ambiente, a mexerica é um fruto que perde muita água, sendo a regulação deste

processo de extrema importância, sob o risco de tornar o produto sem valor de mercado (LEMOS, 2006). As reações metabólicas moduladas por temperatura, a transpiração, a respiração e a concentração de gases na atmosfera, como CO₂ e O₂, são alguns fatores determinantes da capacidade de armazenamento de frutas e hortaliças (LUENGO e CALBO, 2001).

A redução de massa do fruto pode ser provocada pela perda de átomos de carbono, toda vez que uma molécula de CO₂ produzida é perdida para a atmosfera pelo processo de respiração. A perda de água acarreta no enrugamento dos tecidos, perda de massa fresca e amaciamento da polpa (VILA, 2004). A transpiração, mecanismo pelo qual ocorre a perda da água devido à diferença de pressão de vapor d'água entre a atmosfera circundante e a superfície do fruto, é a maior responsável pela perda de massa, levando ao murchamento e amolecimento dos tecidos, tornando os frutos mais susceptíveis ao apodrecimento (HOJO, 2005).

De acordo com Chitarra & Chitarra (1990), a aparência e a aceitabilidade do produto como alimento são alteradas quando a perda de água é relativamente alta. Apesar da tolerância com certa quantidade de perda de água, a que resulta no murchamento deve ser evitada. Para tal desaceleração, reduz-se a taxa de transpiração, através do aumento da umidade relativa do ar; redução da movimentação do ar; diminuição da temperatura e o uso de embalagens protetoras (LEMOS, 2006).

3.3.2 *Aspecto aparente*

Frequentemente na pesquisa de engenharia de alimentos é necessário avaliar a cor da superfície dos alimentos qualitativa e quantitativamente. A análise quantitativa é baseada na obtenção da distribuição de cor e médias geradas. Enquanto a análise qualitativa envolve a comparação dos alimentos através de amostras e a averiguação visual. Outra alternativa que pode ser realizada para correlacionar a distribuição de cores com outros dados é a medida de temperatura e o teor de umidade. Estas análises podem ser feitas através de *software* utilizado para edição de imagens e retoques de fotos (Adobe Systems, 2002). Tal *software* apresenta características que permitem sua adaptação para realizar a análise de cor de amostras de alimentos, como sua riqueza nos recursos de edição de imagens e sua alta capacidade de análise de cor. O programa detém alta capacidade de análise para gestão e produção de cores,

comparado a outros *softwares* gráficos mais custosos, além de o mesmo ser mais acessível a laboratórios e ser apoiado por usuários e fabricantes (YAM e PAPADAKIS, 2004).

O espaço de cor $L^*a^*b^*$ também é muito utilizado para determinação de cor, graças a sua distribuição das cores de forma uniforme, que corresponde a distância Euclidiana entre duas cores distintas, fornecendo de forma aproximada a diferença de cor percebida pelo olho humano (MASTELINI, 2015). O programa avalia o índice de escurecimento da casca dos frutos, através de um sistema cromático CIE LAB, o qual no lugar das cores primárias, classifica as cores em L, a e b. O canal (L^*) representa a luminosidade, a qual descreve a cor em termos de mais clara ou escura, podendo sofrer uma variação de 0 a 100, ou seja, do preto absoluto ao branco absoluto, respectivamente (WERNER *et al.*, 2009). A coordenada a^* corresponde à informação cromática compreendendo o intervalo entre -60 e 60, que representa a oposição entre as cores vermelho e verde. Neste canal, temos que números abaixo de zero representam a cor verde, o número zero representa a neutralidade e números positivos indicam a coloração vermelha. O canal b possui a mesma função de a, sendo alterado apenas pela representação da oposição entre as cores amarelo e azul. Números negativos tendem ao azul e os números positivos indicam tendência a cor amarela (ANDRADE, 2011). A figura 3.1 apresenta uma representação do espaço CIE $L^*a^*b^*$.

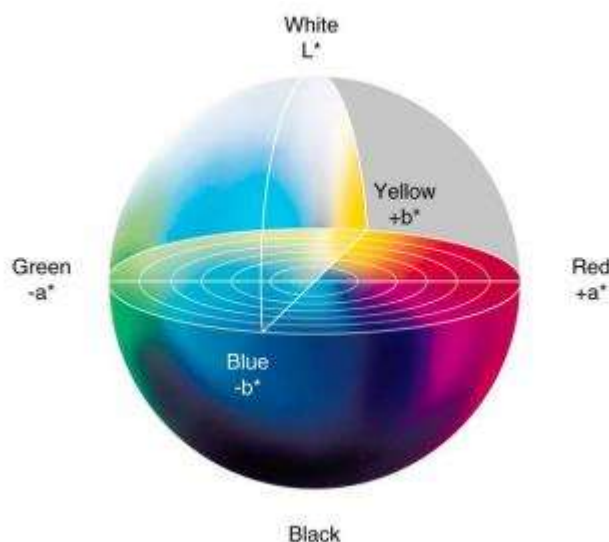


FIGURA 3.1: Representação do espaço de cor $L^*a^*b^*$ (MASTELINI, 2015).

3.3.3 Acidez Titulável (AT) e pH

A presença de ácidos orgânicos determina a acidez de um fruto. Esses ácidos realizam a função de substratos para a respiração e podem estar dissolvidos nos vacúolos das células de forma livre ou associada a ésteres, sais e glicosídeos. Os ácidos além de contribuírem com a acidez nos frutos, devido a presença de compostos voláteis, também proporcionam aroma característico. O teor dos ácidos orgânicos tende a sofrer uma queda graças a oxidação no ciclo dos ácidos tricarboxílicos, em virtude do processo respiratório ou de sua conversão em açúcares, uma vez que ocorre maior busca energética para aumentar o metabolismo. Desta forma, alterações da acidez podem indicar o estágio de maturação do fruto, já que a acidez é inversamente proporcional ao avanço de maturação (LEMOS, 2006).

De acordo com Carvalho (2000), se o fruto for mantido à temperatura ambiente, os ácidos se degradam rapidamente após a colheita. Este processo pode ser retardado com a diminuição da temperatura ou pelo uso de atmosferas controladas. A importante relação entre açúcares e ácidos tem papel na caracterização das variedades dos frutos e sua evolução, na maioria dos casos esta relação é inversa. Os ácidos diminuem enquanto os açúcares aumentam com o amadurecimento. Diante deste fato, diversos índices de qualidade foram propostos para explicar o efeito dos ácidos e açúcares no sabor dos frutos.

Frequentemente, a acidez é calculada com base no principal ácido presente, sendo esta expressa como porcentagem de acidez titulável e nunca como total, em razão dos componentes voláteis que não são identificados (GUEDES, 2007).

A determinação do ácido cítrico é comumente realizada pelo método da acidez titulável pela neutralização química dos ácidos livres presentes no suco do fruto com uma solução padrão de NaOH (0,1 mol L⁻¹). Essa acidez é expressa em sua maioria em miliequivalente por litro ou gramas por litro de ácido orgânico predominante, ou ainda em porcentagem (g ácido/100g de suco ou mL de ácido/100 mL de suco) (LEMOS, 2006).

3.3.4 Vitamina C (ácido ascórbico)

Popularmente denominada vitamina C, o ácido ascórbico (C₆H₈O₆) é uma das 13 vitaminas essenciais para o funcionamento adequado do corpo humano e apresenta características como escurecimento em contato com a luz, alta solubilidade em água, coloração branca, cristalinidade, além de relativa estabilidade no estado sólido. A importância da vitamina para o corpo humano está ligada a síntese de colágeno, porém a mesma desempenha outras

funções específicas como o desenvolvimento do tecido conjuntivo, a resistência a infecções, além de ajudar na absorção de ferro (FELIPE, 2013).

Segundo Chitarra & Chitarra (2005), importante indicador do valor nutricional, o teor de vitamina C do suco pode ser utilizado como índice de qualidade do alimento, variando de acordo com as condições de cultivo, processamento e armazenamento. Com a maturação e o armazenamento, o teor de vitamina C tende a diminuir devido à atuação da enzima ácido ascórbico oxidase, ou pela ação de enzimas oxidantes como a peroxidase.

Parâmetros como o tipo de cultivar, estágio de maturação, condições de cultivo, entre outros, determinam a concentração de ácido ascórbico nas frutas cítricas. Fatores como o pH, presença de luz, tipo de embalagem, condições de estocagem, catalisadores metálicos e enzimas podem afetar a degradação do ácido ascórbico em sucos de frutas. Sob baixas temperaturas, ocorre o aumento da estabilidade do ácido ascórbico e durante o aquecimento dos alimentos ocorre facilmente a sua perda (FELIPE, 2013).

O iodo reage direta e rapidamente com muitas substâncias orgânicas e inorgânicas, dessa forma, a iodometria é um dos métodos mais importantes de titulação redox. Tal método consiste na reação de oxi-redução do ácido ascórbico com iodato de potássio (KIO_3) na presença de iodeto de potássio (KI), empregando como indicador o amido. Após a oxidação total do ácido ascórbico presente na solução, é determinado o ponto final desta titulação. O iodeto presente na solução reage com o amido, originando um complexo com coloração escura azul-violeta intensa, observada facilmente mesmo com concentrações mínimas de iodo. Do ponto de vista analítico este método não é um método preciso, apesar de sua simples execução, uma vez que os erros de titulação são cumulativos (SPINOLA, 2013).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material Vegetal

Os frutos de mexerica (*Citrus reticulata* Blanco) utilizados no ensaio foram obtidos no comércio local da cidade de Ouro Branco (MG) e transportados para o laboratório de Cultura de células da Universidade Federal de São João Del Rei – Campus Alto Paraopeba. Os frutos foram selecionados quanto ao tamanho, cor, ausência de danos mecânicos e defeitos. Em seguida, os mesmos foram submetidos à sanitização em solução de hipoclorito de sódio a 0,1% por cerca de duas horas e secos em temperatura ambiente, antes de receberem o tratamento com os diferentes revestimentos.

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado. Dois lotes de frutos foram selecionados para cada revestimento utilizado e também para os controles sem revestimento, sendo todas as análises realizadas em triplicata. Desta forma, um lote de três frutos para cada condição foi selecionado aleatoriamente para avaliação de fatores não destrutivos, perda de massa e aspecto aparente, ao longo do tempo. Neste caso, os mesmos frutos foram utilizados em todo o experimento. Outro lote, composto por doze frutos para cada condição foi selecionado aleatoriamente para avaliação das características químicas do suco, pH, acidez titulável e teor de ácido ascórbico. Neste caso, para cada dia de amostragem (dia 0, 8, 13 e 17) três frutos eram utilizados.

4.2 Preparo e aplicação dos revestimentos

Foram avaliados revestimentos a base de amido de milho, fécula de batata e gelatina. A princípio, aplicou-se os revestimentos nos frutos por imersão. Desta forma não foi possível obter cobertura satisfatória dos frutos, uma vez que não se conseguiu aderência dos filmes ao fruto. Assim, para a realização dos experimentos os frutos foram acondicionados em recipientes plásticos e cobertos pelas suspensões de amido de milho, fécula de batata e gelatina, cujo preparo será descrito a seguir. Os mesmos foram deixados em temperatura ambiente para secagem da cobertura por 24 horas. Neste trabalho, denominaremos esta cobertura de revestimento.

Os recipientes foram identificados e numerados de 1 a 9, para os três tipos de e também para o grupo controle, o qual consistia em frutos sem aplicação do revestimento; colocados em

bandejas de poliestireno e deixados expostos em temperatura ambiente, durante 17 dias. As avaliações foram realizadas nos dias zero, 8, 13 e 17. Considerando o dia zero sendo aquele após o período de secagem do revestimento.

4.2.1 Revestimento de amido de milho

A suspensão de amido de milho foi obtida através da adição de 100g de amido em 1000 mL de água destilada, a mistura foi aquecida a 90°C, sob agitação constante, por cerca de 20 minutos. Posteriormente, a suspensão foi deixada em repouso até o resfriamento em temperatura ambiente.

4.2.2 Revestimento de fécula de batata

A suspensão de fécula de batata foi obtida através da adição de 30g do soluto em 1000 mL de água destilada, a mistura foi aquecida a 90°C, sob agitação constante, por cerca de 20 minutos. Posteriormente, a suspensão foi deixada em repouso até o resfriamento em temperatura ambiente.

4.2.3 Revestimento de gelatina incolor

A suspensão a base de gelatina comercial sem sabor e incolor (Royal®) foi preparada adicionando-se 25g de gelatina a 1000 mL de água destilada fervente, seguida de agitação até a completa dissolução e posteriormente deixada em repouso até o resfriamento em temperatura ambiente.

4.3 Avaliações Físicas

4.3.1 Perda de massa

A perda de massa foi determinada por gravimetria, sendo que os frutos foram pesados em balança analítica, nos dias 0, 8, 13 e 17. Os resultados foram expressos em porcentagem, considerando-se a diferença entre a massa inicial do fruto e aquela obtida a cada intervalo de tempo de amostragem, segundo a equação 4.1.

$$PM(\%) = \frac{P_i - P_j}{P_i} \cdot 100 \quad (4.1)$$

Onde:

PM é a perda de massa;

P_i é a massa inicial;

P_j é a massa no período avaliado.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, utilizando três frutos por unidade experimental, sendo a constituição do revestimento o fator avaliado. Foi conduzido experimento controle, sem adição de revestimento aos frutos, e experimentos com revestimentos formados por amido de milho, por fécula de batata e por gelatina. Os dados foram analisados por meio das análises de variância e regressão, utilizando o software EXCEL (2016).

4.3.2 Aspecto aparente

Os frutos foram fotografados, tomando-se o cuidado de utilizar a mesma câmera fotográfica, o mesmo local do laboratório e a mesma hora do dia e a aparência foi determinada através da avaliação da coloração da casca, com o auxílio do programa Adobe Photoshop TM. No sistema CIELAB foram obtidos os valores de luminosidade (L*), do componente vermelho-verde (a*) e do componente amarelo-azul (b*). Estimou-se, então, as correlações entre os valores das coordenadas de “L”, a*, b*.

4.4 Avaliações Químicas

4.4.1 Extração do suco

Para as avaliações químicas da conservação dos frutos de mexerica foi necessária a extração do suco dos mesmos. Para tal, foram utilizados três frutos para cada dia e para cada condição. Após remoção do revestimento, o suco foi extraído manualmente utilizando um espremedor de sucos culinário e filtrado em papel de filtro (110 mm 80 g da marca Qualividros®). Todas as análises foram realizadas em triplicata imediatamente após a extração do suco.

4.4.2 pH

A determinação do pH foi realizada em pHmetro da marca Tecnal diretamente no suco extraído do fruto após homogeneização.

4.4.3 Acidez Titulável (AT)

A acidez titulável foi determinada através da titulometria de neutralização, na qual uma alíquota de 10 mL de suco homogeneizado foi diluída em 90 mL de água destilada e titulada com solução de NaOH 0,1 mol L⁻¹ até atingir o pH 8,1. Os resultados foram expressos em percentual de ácido cítrico, ou seja, gramas de ácido cítrico por 100 mL de amostra, de acordo com a equação 4.2 (BRASIL, 1986).

$$ATT = \frac{n.N.Eq}{10.V} \quad (4.2)$$

Onde:

ATT = Acidez Total Titulável (g de ácido cítrico/100 mL de amostra)

n = volume da solução de NaOH gastos na titulação (mL)

N = normalidade da solução de NaOH

V = volume da amostra (mL)

Eq = Equivalente-grama do ácido (64,02 para o ácido cítrico)

4.4.4 Teor de Ácido Ascórbico

A determinação do teor de ácido ascórbico foi realizada por titulação iodométrica. 5 mL da amostra filtrada do suco do fruto foram diluídos em 20 mL de H₂SO₄ 20% (v/v), seguida da adição de 1 mL de iodeto de potássio 0,1 mol L⁻¹ e 1 mL de amido 1% (p/v), titulados com iodato de potássio 0,01 mol L⁻¹ até atingir a coloração azul, sendo o resultado expresso em mg de ácido ascórbico por 100 mL de suco, conforme equação 4.3 (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

$$\% \text{Ácido Ascórbico} = \left(V \cdot \frac{F}{P} \right) \quad (4.3)$$

Onde: % Ácido Ascórbico = Teor de ácido ascórbico (Vitamina C), dado em mg de ácido ascórbico em 100 mL de suco.

V = volume de KIO₃ gasto na titulação.

F = 0,8806 (cada mL de KIO₃ 0,01 mol L⁻¹ equivale a 0,8806 mg de ácido ascórbico)

P = volume da amostra (mL)

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Preparo dos revestimentos

Após a obtenção dos revestimentos, observou-se que não houve aderência dos mesmos aos frutos, não fornecendo a cobertura esperada para a realização das análises previstas. Tal fato pode ter ocorrido por diversos fatores como a temperatura utilizada para o preparo dos mesmos, o tempo de agitação para a homogeneização dos revestimentos não ter sido suficiente, a concentração dos substratos utilizada no preparo de cada revestimento não ter sido suficiente para a aderência dos mesmos ao fruto.

A princípio, as análises químicas e físicas seriam realizadas em intervalos de 8 dias, mas após a observação de que o tempo de deterioração do fruto seria menor do que o esperado, foi necessário alterar o intervalo entre as análises, passando a realizá-las em um período de quatro dias.

Apesar dos fatores apresentados anteriormente, optou-se por prosseguir os estudos acondicionando os frutos em copinhos de poliestireno e cobrindo os mesmos com as coberturas preparadas, os quais sofreram danos durante o decorrer dos experimentos, como o ressecamento e perda de água e a proliferação de fungos.

A proliferação de fungos pode ter sido ocasionada devido ao fato de que os biopolímeros, constituintes dos revestimentos utilizados, são fonte de nutrientes para fungos e bactérias de ocorrência natural, sendo interessante estudar a utilização de agentes antifúngicos nestes revestimentos (PETRIKOSKI, 2013).

5.2 Análises físicas (não destrutivas)

As análises físicas realizadas foram a perda de massa com o tempo, utilizando método gravimétrico e o aspecto aparente dos frutos, com o auxílio do programa Adobe Photoshop TM. Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados são apresentados a seguir.

5.2.1 *Perda de Massa*

As perdas de massa ao longo do tempo de amostragem podem ser visualizadas na figura 5.1. A maior perda de massa foi observada para as amostras tratadas com revestimento formado por suspensão de amido de milho (33,0%), seguido do tratamento com fécula de batata (22,6%),

gelatina (17,4%) e o experimento controle foi o que apresentou menor perda de massa ao longo dos 17 dias de experimento (7,7%).

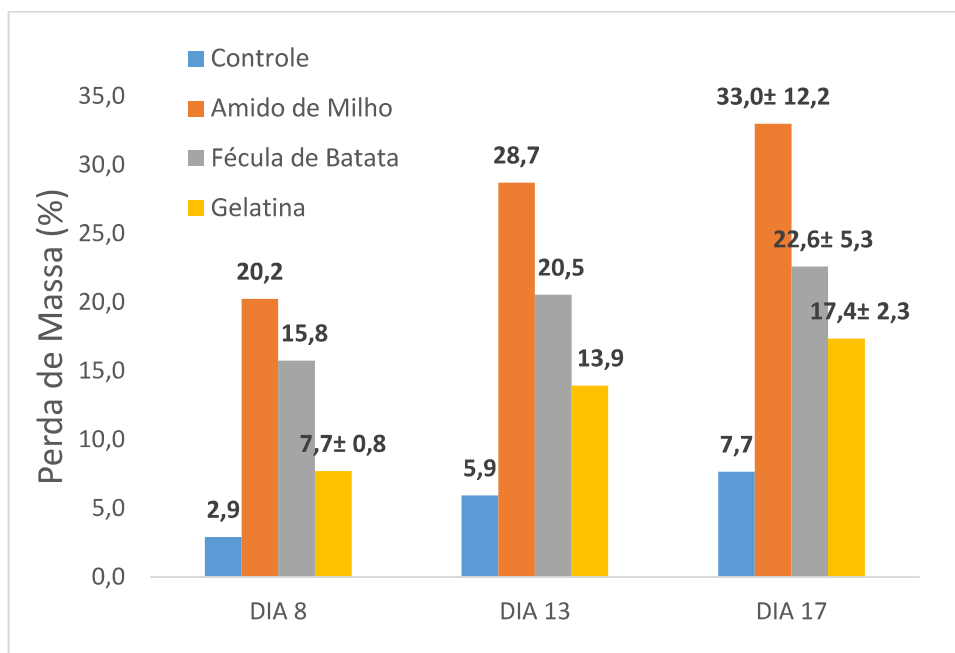


FIGURA 5.1: Perda de massa (%) em frutos de mexerica tratados com revestimentos formados por amido de milho, fécula de batata e gelatina comercial incolor. Percentual obtido pela variação da massa inicial (dia 0) e as massas nos dias amostrados (dias 8, 13 e 17), análises realizadas em triplicata.

Como pode-se observar na figura 5.1, houve uma diferença considerável entre a controle os demais tratamentos, uma vez que a mesma possuiu menor perda de massa ao longo do período de armazenamento. Estes dados discordam dos resultados obtidos por Oliveira (2003), nos quais os frutos de goiaba que foram tratados com películas de fécula de mandioca a 2%, armazenados à temperatura ambiente, obtiveram perda de peso de 18,93% em comparação a 27,6% para o controle, no 11º dia de armazenamento.

Esta perda de massa está relacionada à perda de água, principal causador do fenômeno de deterioração, resultando não somente nas perdas quantitativas, mas também nas características que definem o aspecto visual, como o murchamento e o enrugamento do fruto, na qualidade nutricional e nas qualidades de textura como amaciamento, perda de frescura e suculência (VALE, 2006). A aparência externa é o fator de qualidade de maior importância do ponto de vista de comercialização (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

É importante ressaltar que nestes experimentos também houve perda de massa dos revestimentos, devido à desidratação, justificando o melhor desempenho da amostra controle, dessa forma, comparando apenas as perdas de massa relacionadas às amostras com revestimento, o revestimento de gelatina apresentou melhor desempenho. A maior perda de massa ocasionada ao tratamento utilizando o amido pode ser explicada de acordo com Chitarra & Chitarra (2005), que menciona que o uso de coberturas hidrofílicas, como o amido, tem limitações quanto às propriedades de barreira de vapor d'água. Para sanar tal limitação poderia se adicionar ao filme comestível algum lipídeo ou proteína.

Para Chitarra e Chitarra (2005), perdas da ordem de 3% a 6% são suficientes para causar declínio na qualidade e, conseqüentemente, tanto os frutos tratados com os revestimentos, quanto os frutos que não receberam nenhum tratamento obtiveram porcentagens muito maiores, indicando a inviabilidade para a comercialização dos mesmos. Mesmo devido a estes fatos, optou-se pelo desdobramento das análises, dado o interesse do estudo.

Considerando que os dados obtidos para cada um dos tipos de revestimento utilizados obedecem a uma distribuição Gaussiana, aplicou-se a análise de variância (ANOVA) de único fator para avaliar se existe diferença significativa entre os resultados de perda de massa dos frutos analisados. A análise foi complementada com o teste de comparações múltiplas de Tukey (diferença menos significativa) para contraste entre as médias dos tratamentos. Os resultados foram expressos em médias $\pm$ erro padrão da média. Todas as conclusões foram obtidas com 5% de significância. Foram considerados os dados médios de perda de massa total, ou seja, os valores observados para o dia 17 de amostragem (tabela 5.1). A tabela 5.2 mostra a ANOVA obtida para os dados experimentais.

TABELA 5.1: Média $\pm$ erro padrão dos valores de perda de massa total (%) para os frutos de mexerica em experimento sem tratamento (controle) e tratados com revestimentos de amido de milho, fécula de bata e gelatina. Valores de massa obtidos no último dia de amostragem.

Amostra	Média $\pm$ desvio padrão
Controle	7,7% $\pm$ 0,8%
Amido de Milho	33,0% $\pm$ 12,2%
Fécula de Batata	22,6% $\pm$ 5,3%
Gelatina	17,4% $\pm$ 2,3%

TABELA 5.2: Análise de variância (ANOVA) para perda de massa total (%), considerando como fator o tipo de revestimento, a saber, experimento controle (sem tratamento) e frutos tratados com revestimentos de amido de milho, fécula de batata e gelatina. Valores de massa obtidos no último dia de amostragem.

Fonte de Variação	Soma dos Quadrados (SQ)	Graus de Liberdade	Quadrado Médio (QM)	F calculado
Efeito do fator – Tipo de Revestimento	1003,71	3	334,57	7,28
Efeito dos erros aleatórios nos grupos	367,71	8	45,96	
F crítico = 4,07 (p = 0,05)				

A análise de variância de único fator (tabela 5.2) mostra que o valor de F calculado (7,28) é maior que o valor de F tabelado (4,07) para um nível de significância de 5%, dessa forma, conclui-se que existe variância significativa entre os diferentes revestimentos utilizados no processo de perda de massa dos frutos de mexerica. Resultado este esperado, devido às condições experimentais discutidas anteriormente. Para complementar estes resultados foi aplicado o teste de Tukey para avaliar as variações entre as médias. O valor da diferença menos significativa calculado para oito graus de liberdade e 5% de significância foi 7,8%. Esta análise mostrou que apenas os revestimentos de fécula de batata e gelatina não apresentaram diferença significativa para perda de massa e que todas as diferenças foram significativas quando comparadas com o experimento controle.

A análise de regressão apresentada na figura 5.2 permite inferir que a perda de massa dos frutos de mexerica teve ajuste linear para todos os tratamentos.

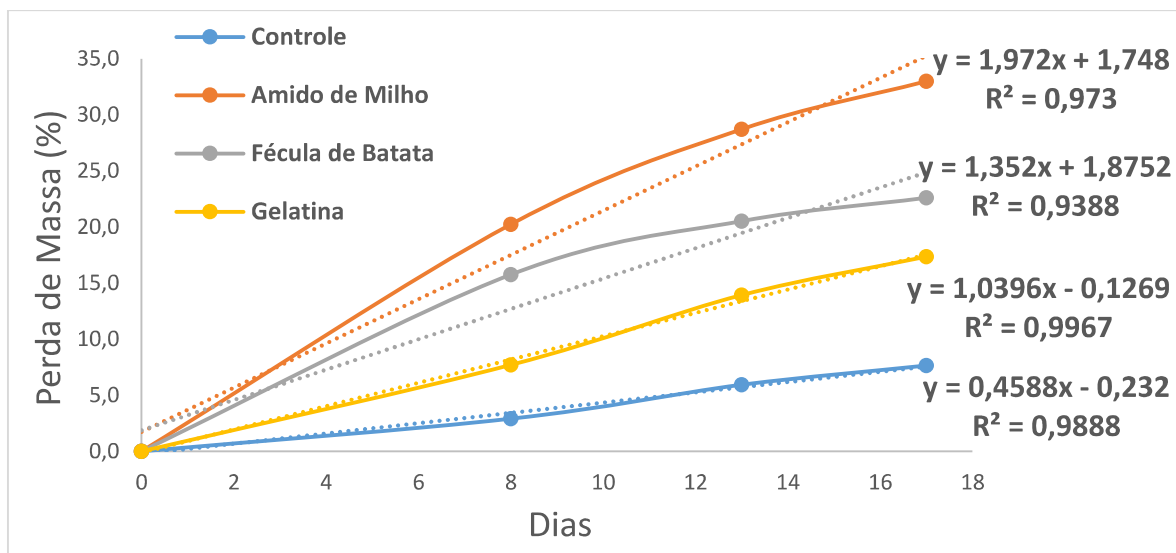


FIGURA 5.2: Análise de regressão da perda de massa (%) em frutos de mexerica tratados com revestimentos formados por amido de milho, fécula de batata e gelatina comercial incolor. Percentual obtido pela variação da massa inicial (dia 0) e as massas nos dias amostrados (dias 8, 13 e 17), análises realizadas em triplicata.

5.2.2 Aspecto Aparente

A cor das mexericas foi avaliada utilizando o sistema CIELab ou L, a^* e b^* , sendo L a luminosidade que varia de 0 (preto) a 100 (branco) e “a” e “b” coordenadas de croma ($-a$ = verde, $+a$ = vermelho, $-b$ = azul e $+b$ = amarelo), ambas variando de -60 a $+60$ (FONTES, 2008).

Um dos principais parâmetros na escolha do fruto pelo consumidor é a coloração da casca, característica na qual o mesmo associa a maturação e a doçura do fruto. No entanto, essa característica não é segura para a avaliação da qualidade, pelo fato de que frutas produzidas em regiões com temperaturas mais baixas podem apresentar casca mais amarelada, podendo ser mais ácidas, assim como frutas produzidas em regiões com maiores temperaturas, mesmo apresentando casca com coloração verde, podem ser mais doces (DE OLIVEIRA *et al.*, 2014).

Na tabela 5.3 são apresentados os resultados das médias do valor do croma apresentado pelas cascas das mexericas recobertas com os revestimentos de amido de milho, fécula de mandioca e gelatina incolor, analisadas no tempo de 0 a 18 dias, em comparação com o experimento controle (sem cobertura por revestimento).

TABELA 5.3: Valores médios de luminosidade, cromas a* e b* e Índice de Escurecimento (IE) das mexericas em função dos tempos de armazenamento e dos revestimentos formados por amido de milho, fécula de batata e gelatina comercial incolor

	Dias	Controle	Amido	Fécula	Gelatina
L	0	0	62±4,08	39±9,05	45±6,27
	1	31±5,16	53,75±2,21	21±4,54	41,25±10,71
	9	50±3,46	45,0±4,69	39±3,46	33,5±2,64
	14	46,75±5,90	48,5±12,76	29,75±7,67	54,5±8,81
	18	46±2,58	20,75±1,25	19,5±0,57	38±7,43
a*	0	0±0,00	0,25±0,50	-12±2,58	-8±3,16
	1	-10±2,16	-7,25±0,95	-13,75±0,50	-7,5±5,06
	9	-1±2,16	-5,5±4,35	-12±3,91	-14,75±2,98
	14	14,25±2,98	16±3,366	12±0,81	-0,5±1,00
	18	7,75±2,98	5,75±1,89	6,75±0,50	11,75±2,75
b*	0	0	6±1,41	34,5±11,56	45,75±8,05
	1	32,5±2,64	2±1,41	20,25±1,708	38±6,21
	9	47,5±3,21	37,5±4,35	31,25±4,11	30±4,76
	14	45,75±5,12	39,5±19,12	20,25±2,21	48,5±12,39
	18	44,75±0,57	11,75±1,89	9,5±0,57	15,5±7,18
IE	0	0	10,2808±3,1	129,212±42,0	200,033±38,24
	1	236,303±98,479	-6,3274±2,50	145,35±54,828	182,466±95,09
	9	185,913±27,646	134,835±19,8	118,187±66,874	128,76±37,92
	14	218,279±6,915	161,856±48,6	150,03±61,311	162,189±37,79
	18	206,757±15,742	54,801±12,0	89,1134±3,386	81,5694±49,33

Após a avaliação de todos os tratamentos aplicados aos frutos de mexerica, podemos afirmar que o tratamento controle foi o que apresentou maiores valores de índice de escurecimento. Em contrapartida, o uso da solução de amido foi o mais eficiente, proporcionando o menor índice de escurecimento. Já o revestimento de gelatina apresentou maior diferença no índice de escurecimento entre os dias zero e 18.

As mexericas com a aplicação da fécula apresentaram as menores médias de L, indicando uma coloração mais escura. Dentre os tratamentos, no entanto, tais valores não diferiram estatisticamente do tratamento com a gelatina a partir do 9º dia e do amido ao 18º dia.

Durante o armazenamento, todos os tipos de revestimentos apresentaram variação significativa dos valores de L, sendo o amido o que apresentou maior diferença de luminosidade entre os dias zero e 18.

Embora significativas, as variações do croma a* das mexericas dos diferentes tratamentos e tendo como referência que os valores de a* podem variar entre -60 a 60, pode-se visualizar que os valores de a* situaram-se próximos do eixo central, onde todas as cores se

misturam, proporcionando uma coloração levemente marrom. O tratamento que apresentou maiores valores do croma a^* foi o amido e o tratamento com menores valores do croma a^* foi aquele utilizando a gelatina incolor. Observa-se também que a partir do 14º dia, os valores do croma a^* sofreram significativo crescimento para a maior parte dos tratamentos realizados e para as mexericas imersas em solução de gelatina incolor, somente no 18º dia de armazenamento.

Os valores de croma b^* das mexericas apresentaram-se positivos, ou seja, com coloração mais próxima ao amarelo. Em todos os tratamentos, exceto no tratamento com a gelatina, houve maior aumento de intensidade do amarelo entre o 1º e o 9º dias de armazenamento, seguidos de um decaimento da tonalidade em todos os tratamentos entre os dias 14 e 18 de armazenamento.

5.3 Análises químicas

As análises químicas foram realizadas após extração do suco das mexericas, analisou-se o pH, a acidez titulável e o teor de ácido ascórbico. Devido ao pequeno volume de suco obtido para este tipo de fruto, as análises foram realizadas a partir da mistura obtida do suco extraído de três frutos para cada condição e dia de amostragem, dessa forma, o pH foi determinado para a mistura e as análises de acidez titulável e teor de ácido ascórbico foram realizadas em triplicata técnica.

5.3.1 pH

O pH de todas as amostras apresentou-se na faixa de 3,2 a 3,9, como mostrado na tabela 5.4. Para as amostras controle e revestimento de fécula de batata o pH tende a cair nos primeiros dias de ensaio e sobe no último dia, o contrário é observado para as amostras com b revestimentos de amido de milho e gelatina, para as quais o pH sobe nos primeiros dias e cai no último dia de análise. Esta variação acompanha os índices de acidez titulável, como será visto adiante.

TABELA 5.4: Valores de pH obtidos para o suco obtido dos frutos de mexerica controle e tratados com revestimentos de amido de milho, fécula de batata e gelatina, para os dias 0, 8, 13 e 17 de amostragem.

Amostra	pH			
	Dia 0	Dia 8	Dia 13	Dia 17
Controle	3,63	3,27	3,21	3,73
Amido de Milho	3,41	3,91	3,79	3,38
Fécula de Batata	3,53	3,58	3,29	3,39
Gelatina	3,68	3,85	3,89	3,60

Além de importante no ponto de vista do consumidor e da agroindústria, o pH dos frutos, é fator de importância para estabilização da vitamina C ((BRUNINI *et al.*, 2013). Os dados da tabela 5.4 são coerentes com a literatura. Reis *et al.* (2000) encontrou valores de pH entre 3,42 e 3,82 para frutos de tangerina “Ponkan”.

Os valores de acidez titulável são apresentados na tabela 5.5. Observa-se que a acidez destes frutos variou de 0,64 a 1,45 g de ácido cítrico/100mL de suco, apresentando uma faixa de variação maior que a relatada por Silva *et al.* (2011) para mexerica-do-rio, entre 0,8 a 1,0 g de ácido cítrico/100mL e também por Silva *et al.* (2012) que encontrou para mexerica “Poncã” teores de 0,7 a 0,9 g de ácido cítrico/100mL de suco.

Para o experimento controle a acidez aumenta significativamente no oitavo dia de armazenamento e cai significativamente nos dias que seguem, este resultado pode ser devido a erros experimentais, uma vez que o valor de 1,45% está bastante divergente dos demais. Além disso, a acidez tende a diminuir com o período de armazenamento devido ao consumo de ácidos orgânicos no processo respiratório (CHITARRA E CHITARRA, 2005). Para os frutos tratados com revestimento de fécula de batata não são observadas grandes variações nos valores de acidez titulável, enquanto para os tratamentos com amido de milho e gelatina a acidez cai até o décimo terceiro dia de armazenamento, como esperado, e volta a subir no décimo sétimo dia. Este aumento na acidez titulável pode ser devido à produção de ácido por fungos que se desenvolveram nestes revestimentos.

Tabela 5.5: Acidez titulável (g de ácido cítrico/100mL de suco) para o suco obtido dos frutos de mexerica controle e tratados com revestimentos de amido de milho, fécula de batata e gelatina, para os dias 0, 8, 13 e 17 de amostragem.

Amostra	Acidez Titulável (g ácido cítrico / 100 mL de suco)			
	Dia 0	Dia 8	Dia 13	Dia 17
Controle	0,94	1,45	0,79	0,64
Amido de Milho	1,14	0,71	0,71	1,24
Fécula de Batata	1,02	1,04	1,17	1,10
Gelatina	0,93	0,73	0,64	0,76

Um processo de decomposição, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração dos íons de hidrogênio. Dessa forma, a determinação de acidez pode fornecer um dado valioso na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício (VENÂNCIO e MARTINS, 2012). De acordo com Klein (2009), a acidez pode ser utilizada como referência do grau de maturação, uma vez que as frutas perdem rapidamente a acidez com o amadurecimento. Se desconsiderarmos os valores anômalos de aumento de acidez observados no 17º dia, pode-se concluir que para este parâmetro, o desempenho de todos os tratamentos foi semelhante.

A literatura relata que durante o período de armazenamento de frutos, ao longo do amadurecimento e início de senescência, ocorre uma tendência de aumento do pH, devido a uma consequente diminuição nos valores de acidez titulável (OLIVEIRA e CEREDA, 2003; DAMASCENO *et al.*, 2003; AGUIAR *et al.*, 2012). A figura 5.3 mostra que esta tendência foi observada para os tratamentos com amido de milho e gelatina, mesmo sendo observado diminuição do pH no último dia de análise. Para o experimento controle, o pH do suco tende a cair, alcançando valores mais elevados ao final do experimento. Os valores de pH e acidez titulável para o tratamento com fécula de batata não apresentam grandes variações.

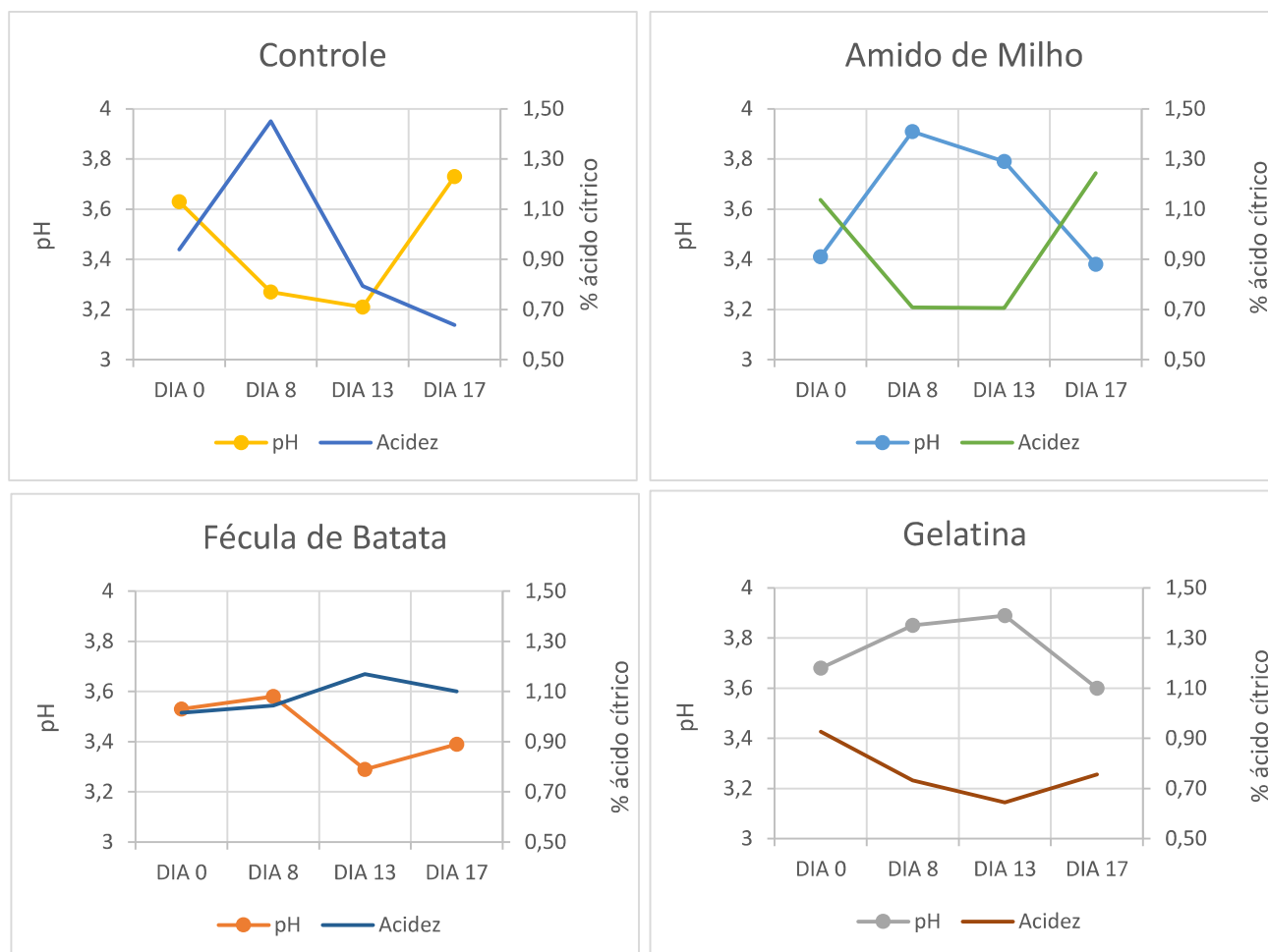


Figura 5.3: Monitoramento do pH e Acidez titulável (% ácido cítrico) em frutos de mexerica tratados com revestimento formados por amido de milho, fécula de batata e gelatina comercial incolor.

5.3.3 Teor de Ácido Ascórbico

Os valores obtidos para o teor de ácido ascórbico nos experimentos conduzidos neste trabalho são apresentados na tabela 5.6. Observa-se que estes valores se apresentam na faixa de 0,02 a 0,04%. Os mesmos não são coerentes com os teores de vitamina C observados para frutos cítricos, que variam de 30 – 80% (SPÍNOLA, 2011). Durante o processo de titulação iodométrica, realizado neste trabalho, observou-se que o ponto de viragem ocorreu nas primeiras adições de iodato de potássio, dificultando a avaliação dos volumes na bureta. Tomou-se o cuidado de executar as titulações imediatamente após a extração do suco para que não houvesse degradação do ácido ascórbico, no entanto, as dosagens permaneceram baixas.

Segundo Spínola (2011), a vitamina C é considerada a mais instável e reativa de todas as vitaminas, pois oxida-se facilmente em condições desfavoráveis. O autor ainda cita diversos fatores que podem afetar a degradação do ácido ascórbico em sucos de fruta, como o tipo de processamento, condições de estocagem, tipo de embalagem, pH, presença de oxigênio, temperatura, luz, catalisadores metálicos e enzimas. Com base nestas informações, a perda de estabilidade do ácido ascórbico pode ter sido dada por uma possível mudança na temperatura, como o calor das mãos no momento da extração do suco. Teixeira *et al.* (2006) comprovaram que a retenção de vitamina C em goiaba era maior em temperatura de refrigeração (5°C) do que em temperatura ambiente (30°C).

TABELA 5.6: Teor de ácido ascórbico (mg de ácido ascórbico / 100 mL de suco) para o suco obtido dos frutos de mexerica controle e tratados com revestimentos de amido de milho, fécula de batata e gelatina, para os dias 0, 8, 13 e 17 de amostragem.

Amostra	Ácido Ascórbico (mg de ácido ascórbico / 100 mL de suco)			
	Dia 0	Dia 8	Dia 13	Dia 17
Controle	0,03	0,04	0,03	0,03
Amido de Milho	0,02	0,02	0,02	0,02
Fécula de Batata	0,03	0,03	0,02	0,02
Gelatina	0,03	0,04	0,02	0,02

6. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A aplicação dos revestimentos utilizados neste estudo não foi satisfatória, uma vez que não se conseguiu aderência do revestimento aos frutos. Dessa forma, para dar continuidade aos experimentos, os mesmos foram cobertos pelas soluções formadores dos revestimentos, em recipientes plásticos. Com o tempo observou-se a desidratação dos filmes, bem como contaminação com fungos.

A análise da perda de massa mostrou uma menor perda para o experimento controle (7,7%). Devido à desidratação dos revestimentos, a perda de massa foi maior nestes experimentos. A diferença de perda de massa entre os diferentes tratamentos foi estatisticamente significativa quando comparadas ao controle, não sendo observada diferença estatística entre os tratamentos com fécula de batata e gelatina. Comparando-se os resultados apenas com os frutos tratados, observa-se que ambos apresentaram melhor desempenho, em relação ao tratamento com amido. Para todos os casos, a perda de massa foi linear com o tempo.

Os dados de aspecto aparente mostraram que todos os frutos escureceram passando para amarelo e marrom, sendo o maior índice de escurecimento observado para o experimento controle. Por outro lado, o melhor desempenho foi obtido para o tratamento com amido de milho que apresentou menor índice de escurecimento.

A acidez titulável diminuiu ao longo do tempo, como esperado, devido ao amadurecimento dos frutos, enquanto o pH teve um ligeiro aumento. No entanto, não foram observadas diferenças entre os tratamentos. Os dados obtidos para o teor de ácido ascórbico foram inconclusivos, sendo necessário ajuste na metodologia de análise.

Dessa forma, a aplicação de revestimento aos frutos de mexerica mostrou-se promissora, sendo que os revestimentos de fécula de batata e gelatina mostraram os melhores resultados quanto à redução na perda de massa e o revestimento de amido de milho mostrou retardar o escurecimento dos frutos. Novas perspectivas são levantadas no sentido de otimizar a metodologia de formação dos revestimentos e avaliar a utilização de substâncias antimicrobianas nos mesmos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, F. P. C.; ABRAHÃO, R. M. S.; ANJOS, V. D. A.; BENATO, E. A. P. Determinação da vida útil de tomate tipo cereja e 'Sweet Grape'. 2012. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/eventos/2012/ciic/cd_anais/Artigos/re12218.pdf>. Acesso em: 12 de outubro de 2016.
- ALMEIDA, D. M. Biofilme de blenda de fécula de batata e celulose bacteriana na conservação de fruta minimamente processada. 2011. 284f. Tese (Doutorado em Processos Biotecnológicos Agroindustriais), Programa de Pós-Graduação em Processos Biotecnológicos Agroindustriais, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- ANDRADE, M. Óptica e teoria da cor. **CIE LAB**. Disponível em: <<http://marceloandrade17.blogspot.com.br/2011/07/lab.html>>. Acesso em 21 de outubro de 2016.
- BALIZA, P. X. Estudo potenciométrico de reações oscilantes para a determinação de ácido ascórbico, por perturbação do padrão de oscilação. 2006. 87f. Dissertação (Magister Scientiae), Programa de Pós-Graduação em Agroquímica, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- BERTAN, L. C. Desenvolvimento e caracterização de filmes simples e compostos à base de gelatina, ácidos graxos e breu branco. 2003. Dissertação (Mestre em Alimentos e Nutrição), Programa de Pós-Graduação e Alimentos e Nutrição, Universidade Estadual de Campinas . Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas.
- BORDIGNON, R. FILHO, H. P.; SIQUEIRA, W. J.; PIO, R. M. Características da laranjeira Valência sobre clones e híbridos de porta-enxertos tolerantes à tristeza. *Bragantia*, v. 62, n. 3, p. 381-395, 2003.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Portaria nº 76 de 26 de novembro de 1986. Dispõe sobre os métodos analíticos de bebidas e vinagre. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 28 de novembro de 1986. Seção 1, p. 2.
- BREDA, C. A.; JUSTI, P. N.; SANJINEZARGANDOÑA, E. J. Efeito da desidratação foam mat na retenção da vitamina C da polpa de cajamanga. *Brazilian Journal Foods Nutrition*, v. 24, n. 2, p. 189-193, 2013.
- BRUNINI, M. A.; JUNIOR, E. H. S.; DE OLIVEIRA, C. A. Qualidade de laranja hamlin durante armazenamento em diferentes temperaturas. *Nucleus*, v. 10, n. 2, p. 307-321, 2013.
- CARVALHO FILHO, C. D. Conservação de cerejas (*Prunus avium* L.), cv. Ambrunés, utilizando coberturas comestíveis. 2000. 123p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas.
- CENCI, S. A. **Boas práticas de pós-colheita de frutas e hortaliças na agricultura familiar. Recomendações Básicas para a Aplicação das Boas Práticas Agropecuárias e de Fabricação na Agricultura Familiar**. 1ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 67-80, 2006.
- CHITARRA, M. I. F. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. ESAL/FAEPE, 1990.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.
- CUNHA SOBRINHO, A. P.; PASSOS, O. S. **Exigências Climáticas**. p. 19-21. In: MAGALHÃES, A. F. J. Cultivo de Citros. Cruz das Almas: EMBRAPA, 2004.

DA SILVA, S. R.; OLIVERIA, J. C.; STUCHI, E. S. e REIFF, E. T. Qualidade e maturação de tangerinas e seus híbridos em São Paulo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 31, n. 4, p. 977-986, 2009

DAMASCENO, S.; OLIVEIRA, P. V. S.; MORO, E.; MACEDO JR., E. K.; LOPES, M. C.; VICENTINI, N. M. Efeito da aplicação de película de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de tomate. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 23, n. 3, p. 377-380, 2003.

DE OLIVEIRA, C. A.; BRUNINI, M. A.; NUNES, G. S. Qualidade da tangerina 'ponkan' comercializada na ceagesp-entrepósito de Ribeirão Preto - SP. *Nucleus*, v. 11, n. 2, p. 307-316, 2014.

DE OLIVEIRA, J. M. A. Ampliação do período de colheita e estudo fenológico de frutos de tangerinas do tipo ponkan sob a influência de três porta-enxertos. 2005. 81f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical), Instituto Agrônomo Campinas, Campinas.

DIAS, A. B. Desenvolvimento e caracterização de filmes biodegradáveis obtidos de amido e de farinha de arroz. 2008. 116f. Dissertação (Mestre em Engenharia de Alimentos), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração: Desenvolvimento de Processos na Indústria de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

FELIPE, C. Quantificação de vitamina C e a capacidade antioxidante de variedades cítricas produzidas no estado do Paraná. 2013. 34f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Alimentos), Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

FIGUEIREDO, J. O. **Variedades copa de sabor comercial**. In: Citricultura brasileira. 2ed. Campinas: Fundação Cargil, 1991. p. 228-264.

FONTES, L. C. B.; SARMENTO, S. B. S.; SPOTO, M. H. F.; DIAS, C. T. S. Conservação de maçã minimamente processada com o uso de películas comestíveis. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 28, n. 4, p. 872-880, 2008.

FRANCO, C. M. L., DAIUTO, E. R., DEMIATE, I. M. **Propriedades gerais do amido**. Campinas: Fundação Cargill, 2001. 224p.

GUEDES, P. A. Utilização de Biofilme comestível na conservação pós-colheita de manga, cv. rosa. 2007. 69f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) –Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista.

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

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, n.1, p.99-106, 2007.

HOJO, E. T. D.; ABREU, C. M. P.; ASMAR, S. A.; HOJO, R. H.; CORRÊA, A. D.; VILAS BOAS, E. V. B. Qualidade de mangas 'Palmer' tratadas com 1-metilciclopropeno e armazenadas sob refrigeração. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 31, n. 1, p. 28-38, 2009.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3ed. São Paulo: IMESP, 1985. p. 25-26.

LEMOS, O. L. Utilização de biofilmes comestíveis na conservação pós-colheita do pimentão Magali-R. 2006. 115 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista.

LEMOS, O. L.; REBOUÇAS, T. N. H.; SÃO JOSÉ, A. R.; VILA, M. T. R.; SILVA, K. S. Utilização de biofilme comestível na conservação de pimentão 'Magali R' em duas condições de armazenamento. *Bragantia*, v. 66, n. 4, p. 693-699, 2007.

LEONEL, M. Processamento de batata: fécula, flocos, produtos de extrusão. **SEMINÁRIO MINEIRO SOBRE PROCESSAMENTO DE BATATAS**, Pouso Alegre, Minas Gerais. Anais... Pouso Alegre: EPAMIG, 2005.

LIMA, L. C. de O. Tecido esponjoso em manga 'Tommy Atkins': transformações químicas e bioquímicas no mesocarpo durante o armazenamento. 1997. 151 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

LUENGO, R. F. A.; CALBO, A. G. **Armazenamento de hortaliças**. Brasília: Embrapa, 2001. 9p.

MASTELINI, S. M. Método automatizado para determinação de cor em carne de frango e normalização de efeitos de luminosidade. 2015. 59f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação), Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

NUNES, E. E.; BOAS, B. M. V.; CARVALHO, G. L. DE; SIQUEIRA, H. H. DE; LIMA, L. C. DE O. Vida útil de pêssegos 'Aurora 2' armazenados sob atmosfera modificada e refrigeração. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.26, n.3, p.438-440, 2004.

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

PELISSARI, L. Q. Tangerina ponkan é rica em antioxidantes e diminui o risco de Alzheimer. Centrais de abastecimento do Espírito Santo – CEASA/ES. Disponível em <<http://www.ceasa.es.gov.br>> Acesso em 10 de outubro de 2016.

PETRIKOSKI, A. P. Elaboração de biofilmes de fécula de mandioca e avaliação do seu uso na imobilização de caulinita intercalada com ureia. 2013. 130f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias de Processos Químicos e Bioquímicos, Área de Conhecimento: Química de Materiais), Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.

REIS, J. M. R.; LIMA, L. C.; VILAS BOAS, E. V. B.; CHITARRA, A. B. Relação entre o grau de coloração da casca e algumas características de qualidade de tangerina 'Ponkan'. *Ciência e Agrotecnologia*, v.24 (Edição Especial), p.182-186, 2000.

SILVA, D. F. P.; SIQUEIRA, D. L.; MATIAS, R. G. P.; OLIVEIRA, S. P.; LINS, L. C. R.; SALOMÃO, L. C. Desempenho de filmes comestíveis em comparação ao filme de policlóreto de vinila na qualidade pós-colheita de mexericas 'Poncã'. *Ciência Rural*, v.42, n.10, p.1770-1773, 2012.

SILVA, D. F. P.; SIQUEIRA, D. L.; SANTOS, D.; MACHADO, D. L.M.; SALOMÃO, L. C. Recobrimentos comestíveis na conservação pós-colheita de 'mexerica-do-rio'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. especial, p. 357-362, 2011.

SILVEIRA, P. T. S.; SILVA, N. M. C.; REIS, M. F. T.; LANDIM, L. B.; AQUINO, A. A. Qualidade pós-colheita do maxixe (*Cucumis anguria* L.) revestido com amido de milho adicionado do extrato de própolis. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, v. 9, n. 2, p. 1888-1899, 2015.

SPÍNOLA, V. A. R. Novas metodologias para a determinação do conteúdo de ácido ascórbico em alimentos frescos. 2013. 181f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica Aplicada), Centro de Química da Madeira, Universidade da Madeira, Funchal, Portugal.

TEIXEIRA, J.; PETRARCA, M. H.; TADIOTTI, A. C.; SYLOS, C.M. Degradação do ácido ascórbico em goiabada industrializada submetida a diferentes condições de estocagem. *Alimentos e Nutrição Araraquara*, v. 17, n. 3, p. 281-286, 2009.

VALE, A. A. S.; SANTOS, C. D.; ABREU, C. M. P.; CORRÊA, A. D.; SANTOS, J. A. Alterações químicas, físicas e físico-químicas da tangerina 'Ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco) durante o armazenamento refrigerado. *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*, v. 30, n. 4, p. 778-786, 2006.

VENÂNCIO, A. A.; MARTINS, O. A. Análise química de diferentes marcas de néctares e Suco de laranja comercializada na cidade de Cerqueira César - São Paulo. *Revista Eletrônica de Educação e Ciência*, v. 2, n. 3, p. 45-50, 2012.

VILA, M. T. R. Qualidade pós-colheita de goiaba 'Pedro Sato' armazenados sob refrigeração e atmosfera modificada por biofilme de fécula de mandioca. 2004. 66f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras.

VILELA, P. Tangerina: A facilidade do descascamento e o aroma típico desta fruta são os maiores atrativos para o consumo. Fruticultura - Serviço Brasileiro de Apoio às Micros e Pequenas Empresas (SEBRAE). Disponível em <<http://www.sebrae.com.br/setor/fruticultura/o-setor/frutas-de-g-a-z/tangerina>> Acesso em 10 de outubro de 2016.

WERNER, S. S.; COELHO, S. R. M.; PONCIO, A. P. e FERREIRA, L. Utilização de imagens digitais para avaliação da coloração de banana prata submetida a diferentes tratamentos pós-colheita. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 30, n. 2, p. 381-388, 2009.

WITT, E. P. Produção de blendas poliméricas obtidas a partir de fécula de mandioca e álcool polivinílico-PVA para estudo cinético de liberação controlada de fármaco. 2013. 61f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.

YAM, K. L.; PAPADAKIS, S. E. A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. *Journal of Food Engineering*, v. 61, n. 1, p. 137-142, 2004.