

FACULDADE DE ENFERMAGEM NOVA ESPERANÇA DE MOSSORÓ
CURSO DE BACHAREL EM FARMÁCIA

DANIELA MARQUES DE OLIVEIRA SILVA
PAULA DANYELLE NOLASCO

ANÁLISE DO USO DE REVESTIMENTO À BASE DE GELATINA E VITAMINA C
NA CONSERVAÇÃO DE BANANA E MAÇÃ

MOSSORÓ
2024

**DANIELA MARQUES DE OLIVEIRA SILVA
PAULA DANYELLE NOLASCO**

**ANÁLISE DO USO DE REVESTIMENTO À BASE DE GELATINA E VITAMINA C
NA CONSERVAÇÃO DE BANANA E MAÇÃ**

Artigo Científico apresentado a Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró (FACENE/RN), como requisito obrigatório, para obtenção do título de Bacharel em Farmácia.

Orientador(a): Profa. Ma. Lidianne Pinto de Mendonça Ferreira

MOSSORÓ
2024

Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró/RN – FACENE/RN.
Catalogação da Publicação na Fonte. FACENE/RN – Biblioteca Sant'Ana.

S586a Silva, Daniela Marques de Oliveira.

Análise do uso de revestimento à base de gelatina e vitamina c
na conservação de banana e maçã / Daniela Marques de Oliveira
Silva; Paula Danyelle Nolasco. – Mossoró, 2024.

32 f. : il.

Orientadora: Profa. Ma. Lidianne Pinto de Mendonça.

Artigo Científico (Graduação em Farmácia) – Faculdade de
Enfermagem Nova Esperança de Mossoró.

1. Escurecimento enzimático. 2. Revestimento comestível. 3. Vida
prateleira. I. Nolasco, Paula Danyelle. II. Mendonça, Lidianne Pinto de.
III. Título.

CDU 615

**DANIELA MARQUES DE OLIVEIRA SILVA
PAULA DANYELLE NOLASCO**

**ANÁLISE DO USO DE REVESTIMENTO À BASE DE GELATINA E VITAMINA C
NA CONSERVAÇÃO DE BANANA E MAÇÃ**

Artigo Científico apresentado a Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró (FACENE/RN), como requisito obrigatório, para obtenção do título de Bacharel em Farmácia.

.

Aprovada em ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Ma. Lidiane Pinto de Mendonça Ferreira
Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró

Prof. Me. José Nyedson Moura de Gois – Avaliador(a)
Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró

Prof. Me. Francisco Ernesto de Souza Neto – Avaliador(a)
Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró

ANÁLISE DO USO DE REVESTIMENTO À BASE DE GELATINA E VITAMINA C NA CONSERVAÇÃO DE BANANA E MAÇÃ

ANALYSIS OF THE USE OF GELATIN AND VITAMIN C BASED COATING IN THE PRESERVATION OF BANANA AND APPLE

**DANIELA MARQUES DE OLIVEIRA SILVA
PAULA DANYELLE NOLASCO**

RESUMO

Há bastante tempo frutas de alta qualidade são requeridas pelos consumidores, exigindo dos produtores e fornecedores uma maior conservação e vida prateleira dos mesmos. Devido as frutas possuírem alta atividade de água esse período de conservação torna-se difícil, principalmente para frutas como banana e maçã que são degradadas rapidamente e susceptíveis ao escurecimento enzimático, causando perdas econômicas e reduzindo a qualidade nutricional do produto. O emprego de revestimentos e agentes antioxidantes torna-se uma alternativa para a resolução desse problema, nesse sentido, o uso da gelatina promove uma camada protetora e brilhante no fruto, reduzindo as trocas gasosas e a vitamina C atua reduzindo o escurecimento enzimático. Com isso o objetivo da pesquisa foi avaliar o efeito do revestimento a base de gelatina e vitamina C na conservação de maçã e banana. As frutas foram cortadas em cubos de 5g, imediatamente foram imersas 3 vezes por cerca de 30 segundos em cada tratamento (F1:4g de gelatina; 20mL de água e 10 gotas de vitamina C; F2: 4g de gelatina; 20mL de água e 15 gotas de vitamina C e F3:4g de gelatina; 20mL de vitamina C e deixados secar naturalmente. Posteriormente foram distribuídos em bandejas de isopor com palito de madeira higienizado e armazenados em temperatura ambiente a 26 °C. Para a produção do revestimento foram preparadas soluções aquosas com gelatina incolor e água destilada. As frutas analisadas somente com vitamina C, foram inseridas na mesma quantidade do produto inserida no revestimento. As frutas com casca foram analisadas de forma unitária, sendo elevado o valor dos materiais utilizados para 100 g da fruta. Foi utilizado o EDTA como controle positivo. Durante os dez dias de análise para os frutos de bananas sem casca ocorreu o escurecimento enzimático, a partir do segundo dia, enquanto as maçãs sem casca mantiveram a coloração normal, nos tratamentos com gelatina e vitamina C pura. As bananas com casca no décimo dia de análise apresentaram polpa amolecida em todos os tratamentos e controle. Enquanto as maçãs, ambos os controles e todos os tratamentos, mantiveram-se brilhantes e firmes. Não apresentaram odor e nem crescimento de microrganismos. O uso de revestimentos formados por gelatina e acrescentados de vitamina C nas três concentrações em frutas com casca e sem casca, mostraram-se bastante eficazes na conservação dos frutos. Portanto, o uso do revestimento a base de gelatina e vitamina C parece eficaz na conservação de maçã.

PALAVRAS-CHAVE: Escurecimento enzimático; Revestimento comestível; Vida prateleira.

ABSTRACT

High-quality fruits have long been demanded by consumers, requiring producers and suppliers to preserve and extend their shelf life. Because fruits have high water activity, this conservation period becomes difficult, especially for fruits such as bananas and apples, which degrade quickly and are susceptible to enzymatic browning, causing economic losses and reducing the nutritional quality of the product. The use of coatings and antioxidant agents becomes an alternative to solve this problem. In this sense, the use of gelatin promotes a protective and shiny layer on the fruit, reducing gas exchange, and vitamin C acts to reduce enzymatic browning. Therefore, the objective of the research was to evaluate the effect of coatings based on gelatin and vitamin C on the conservation of apples and bananas. The fruits were cut into 5g cubes and immediately immersed 3 times for about 30 seconds in each treatment (F1: 4g gelatin; 20mL water and 10 drops of vitamin C; F2: 4g gelatin; 20mL water and 15 drops of vitamin C and F3: 4g gelatin; 20mL vitamin C) and allowed to dry naturally. They were then distributed on Styrofoam trays with sanitized wooden sticks and stored at room temperature at 26°C. Aqueous solutions with colorless gelatin and distilled water were prepared to produce the coating. The fruits analyzed with only vitamin C were inserted in the same quantity of the product inserted in the coating. The fruits with peel were analyzed individually, with the value of the materials used being increased for 100g of fruit. EDTA was used as a positive control. During the ten days of analysis, enzymatic browning occurred for the fruits of bananas without peel, starting from on the second day, while the peeled apples maintained their normal color in the treatments with gelatin and pure vitamin C. The peeled bananas on the tenth day of analysis presented soft pulp in all treatments and control. While the apples, both controls and all treatments, remained shiny and firm. They did not present odor or growth of microorganisms. The use of coatings formed by gelatin and added vitamin C in the three concentrations in fruits with and without peel, proved to be quite effective in preserving the fruits. Therefore, the use of the coating based on gelatin and vitamin C seems effective in preserving apples.

KEYWORDS: Enzymatic browning; Edible coating; Shelf life.

1 INTRODUÇÃO

Alimentos de alta qualidade e durabilidade é requerida há bastante tempo, o que vem exigindo de produtores e fornecedores uma maior atenção quanto à conservação, pois, há produtos que devido às suas características intrínsecas são difíceis de manter-se em um padrão exigido pela população ^{1,2}. Nesse contexto, encontra-se as frutas, alimentos que por conter elevada atividade de água e riqueza de nutrientes é passível de apresentar baixa durabilidade, o que acabam se degradando rapidamente quando são amassadas, cortadas ou esmagadas. Além disso, é suscetível ao escurecimento enzimático, reação catalisada por uma enzima chamada polifenol oxidase (PPO) ³. A ação desta enzima em frutas frescas pode causar perdas econômicas consideráveis, além de redução na qualidade nutricional e alteração no sabor, pois em contato com o oxigênio, a PPO oxida os compostos fenólicos da fruta ².

Desse modo, os revestimentos ou coberturas podem atuar como coadjuvantes, reduzindo o uso de embalagens sintéticas não comestíveis ¹. Os materiais utilizados nas formulações podem ser comestíveis ou não, que são aplicados diretamente sobre o produto, formando uma camada fina e superficial sobre ele ⁴. Com isso, nos últimos anos, vêm sendo testado a utilização de revestimentos e películas comestíveis em alimentos, visando principalmente o aumento da vida de prateleira e melhoria nas características sensoriais ⁵. Estes, além de regularem as trocas gasosas do produto com o meio exterior e a perda de vapor d'água que pode resultar em perda de massa, controlam a perda de voláteis responsáveis pelo sabor e aroma do produto ⁶.

Entre os matérias utilizados para revestimentos comestíveis há destaque para a gelatina, uma proteína de baixo custo e que apresenta excelência para formação dos filmes ⁷, que além de evitar as trocas gasosas com o meio, ainda podem reduzir a incidência de doenças, escurecimento e fungos, principalmente se aplicado em conjunto com antimicrobianos/antifúngicos e antioxidantes naturais ou artificiais ⁸. Nesse sentido, a incorporação de agentes ativos na matriz polimérica vem ganhando espaço em pesquisas e desenvolvimento de embalagens, pois podem resultar em embalagens ativas, no qual interage com os alimentos, corrigindo deficiências passivas e agindo de forma favorável na preservação e na qualidade dos alimentos, podendo aumentar a sua vida de prateleira, mantendo a qualidade do produto embalado e melhorando suas propriedades sensoriais ⁹.

Entre os compostos ativos há destaque para os antioxidantes naturais que estão presentes em folhas, frutos, raízes e inclui flavonoides, carotenóides, ácidos fenólicos e vitaminas ^{10,11}. Considerando alguns compostos naturais e comestíveis com atividade antioxidante comprovada, destacam-se os compostos fenólicos, carotenóides e vitamina C ^{12,13}. Revestimentos ativos com propriedades antioxidantes têm recebido especial atenção, uma vez que são uma das alternativas mais promissoras às embalagens tradicionais, nas quais os antioxidantes são incorporados ou adicionados para reduzir a oxidação do alimento, uma das principais causas de deterioração das frutas ¹⁴.

Um dos antioxidantes mais comuns é a vitamina C, uma substância hidrossolúvel sintetizada a partir da oxidação da glicose ¹⁵, utilizada para preservar a cor e o sabor de alguns alimentos e também como aditivos e estabilizante alimentar ¹⁶. Essa substância é um inibidor eficaz do escurecimento enzimático por ter a capacidade de reduzir quinonas a compostos fenólicos antes de formarem pigmentos escuros. A adição dessas substâncias redutoras que inibem ou previnem a ação do PPO, além de ser seguro para consumo humano, também pode aumentar o teor de vitamina C de frutas e vegetais. Portanto, a utilização de revestimentos

contendo substâncias que possuem atividade antioxidante, pode ser uma alternativa para inibir o escurecimento e consequentemente estender sua vida útil ^{17,2}.

A banana e a maçã estão entre as frutas mais cultivadas em área colhida, no contexto internacional quanto no brasileiro ¹⁸. Estas frutas possuem alto nível de perecibilidade, podridão, distúrbios fisiológicos, infestações microbiológicas e danos mecânicos por impacto, sendo as principais causas de perdas em pós-colheita ¹⁹. Fatores como padrão climatérico e fragilidade da casca também aceleram seu processo de senescência e deterioração ^{20,21}. Com isso, a utilização de revestimentos comestíveis tem sido bastante estudada nos últimos anos, principalmente com adição de agentes antioxidantes e antimicrobianos de origem natural ²²⁻²⁴.

Baseado nisto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do revestimento a base de gelatina e vitamina C na conservação de banana e maçã.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS

A necessidade de produção em larga escala de embalagens duráveis, para utilização diária no mercado, fez com que os polímeros assumissem um papel de destaque em praticamente todos os segmentos de produção. A produção de materiais plásticos começou a ser produzida em uma escala industrial entre as décadas de 1940 e 1950. Durante os últimos 15 anos, a produção anual global de plásticos duplicou ²⁵, então, pesquisadores estão focados em projetar embalagens alimentares adequadas que sejam capazes de diminuir as perdas de alimentos e que, ao mesmo tempo, possam reduzir o impacto ambiental geral ²⁶.

Diante disso, houve grande interesse na pesquisa e desenvolvimento de materiais de embalagens biodegradáveis com intuito de diminuir o acúmulo de resíduos plásticos no meio ambiente. Uma solução parcial para este problema seria a utilização de um material alternativo na fabricação de embalagens. Devido a seu baixo custo de produção e excelente biodegradabilidade, o revestimento é considerado uma alternativa que possui inúmeras aplicações e vantagens, sendo a biodegradabilidade e a não toxicidade suas propriedades mais atrativas ^{27,26}.

Revestimentos são definidos como uma fina camada preparada a partir de materiais biológicos derivados de polissacarídeos, proteínas ou lipídios, que permitem a incorporação de substâncias funcionais em sua matriz no intuito de aumentar sua funcionalidade, como o uso de aditivos. Quando usados como embalagem, agem como barreira a elementos externos, como a umidade, óleo e gases, consequentemente, protegem o produto, aumentando a sua vida de

prateleira e diminuem a perda de umidade ²⁸⁻³⁰. Os revestimentos envolvem a formação de filmes diretamente na superfície do produto que se deseja proteger ou melhorar de alguma maneira. Neste sentido, tornam-se parte do produto e permanecem nele durante seu uso e consumo ⁹.

Entre os polímeros utilizados na produção de revestimentos, há a gelatina, sendo possível incorporação de inúmeras substâncias, havendo destaque para a vitamina C. A adição de compostos com propriedades especiais na matriz polimérica, interage diretamente com os alimentos e pode diminuir ou reduzir as características responsáveis pela degradação,⁹ dessa forma, controlam a respiração do produto e aumentam sua durabilidade ³¹.

2.1.1 Gelatina e vitamina C

Os revestimentos comestíveis devem ser elaborados com matérias primas seguras para o consumo humano, também conhecidas como GRAS (generally recognized as safe), de acordo com as determinações do FDA (Food and Drug Administration). Desta forma, não apresentam risco à saúde ao serem consumidos ³². Nesse sentido, vários materiais são utilizados na produção de revestimentos, no entanto, a gelatina, um produto de origem animal obtida do colágeno de peles e ossos bovinos, por ser uma proteína de fácil acesso, biodegradável, de baixo custo e baixa toxicidade é uma excelente opção para uso como matriz polimérica ⁷.

O uso de revestimentos comestíveis a base de gelatina promoverá uma barreira que permitirá aumentar o tempo de prateleira de produtos submetidos a esse processo, que aliado a etapas de processamentos e armazenamento realizada de forma eficiente, podem contribuir de forma positiva quando adicionados aos frutos ³³.

A vitamina C também chamada de ácido ascórbico, foi descoberta na década de 90 por ter sido utilizada na cura do escorbuto, desde então, vem sendo discutido suas diversas propriedades, principalmente em relação ao seu uso na pele ³⁴. A vitamina C é um dos antioxidantes mais comuns atualmente, por ser antioxidante e apresentar baixa toxicidade é uma alternativa promissora para incorporação em revestimentos. Revestimentos com propriedades antioxidantes podem auxiliar na redução da oxidação, uma das principais causas de deterioração,¹⁴ e consequentemente pode ser uma alternativa para inibir o escurecimento de alimentos ^{17,2}.

2.2 USO DE REVESTIMENTOS NA CONSERVAÇÃO DE FRUTAS

O uso de revestimento na conservação de frutas é uma alternativa para o aumento da vida de prateleira, contribuindo para a redução de trocas gasosas, perda de massa, prevenção de características sensoriais e nutricionais e redução da deterioração microbiológica ^{35,32,36,5}.

A aplicação de revestimentos e coberturas, comestíveis ou não, em produtos naturais, particularmente em frutas com o objetivo de aumentar seu período de conservação, não consiste em prática recente ⁶. Começaram a ser utilizados nos séculos XII e XIII na China, quando laranjas e limões foram revestidos por uma camada de cera. No século XVI diversos alimentos começaram a ser recobertos por gordura animal, funcionando assim como uma barreira de proteção à desidratação. O uso dos revestimentos tem o objetivo de controlar a migração de água de um alimento, a permeabilidade ao oxigênio, dióxido de carbono, a migração lipídica, a fim de manter as qualidades desejáveis em um alimento em relação a cor, sabor, aroma, doçura, acidez e textura, podendo essa camada protetora ser adicionada de aditivos como antioxidantes e antimicrobianos, com a finalidade de retardar a deterioração do alimento ^{37,38}.

O uso de revestimentos pode ainda proteger contra danos mecânicos, contaminação microbiológica e reduzir a volatilização de aromas e flavors ³⁵. Uma das características mais importantes na utilização de revestimentos comestíveis é que estes não interfiram nas características sensoriais do alimento ³⁹⁻⁴¹. De acordo com Thomas (2016)⁴² um revestimento ideal deve proporcionar ao alimento revestido brilho, aparência atrativa e redução na perda de peso, por meio da redução da respiração normal, sem provocar condições de anaerobiose.

Com o crescente aumento da produção de maçã e banana no Brasil, a busca por novas formas de conservação pós-colheita se intensifica, uma vez que, várias adversidades ocorrem com esses frutos neste período ⁴³. Dentre os problemas pós-colheita o escurecimento enzimático é o principal agente responsável pela sua degradação, 50 % de perdas, e conseqüente queda no consumo do produto ⁴⁴. O escurecimento enzimático se inicia com o manuseio do fruto ocorrendo a descompartmentalização das células e o crescimento da atividade enzimática promovendo o escurecimento e o amolecimento da parede celular ⁴⁵.

Muitos métodos de conservação são utilizados na tentativa de reduzir os efeitos adversos durante a pós-colheita. A adição de inibidores químicos é o método mais comum para controlar a atividade enzimática, mas conservantes químicos, são potencialmente prejudiciais para os seres humanos e o meio ambiente, e estão sendo gradualmente substituídos. Assim, métodos físicos alternativos estão sendo estudados em várias frutas nos tratamentos pós-colheita⁴⁶, como a aplicação de coberturas biodegradáveis ⁴⁷.

A aplicação de revestimento ocorre por meio da formação de uma película protetora sobre o fruto, funcionando como barreira ao contato do oxigênio com a enzima polifenol oxidase,

também como um regulador das trocas gasosas, promovendo a redução da transpiração e retardando a maturação ³. Entre os polissacarídeos mais empregados em películas comestíveis, se destaca a quitosana, eficiente na redução de transporte de oxigênio em alimentos processados, e a gelatina. Esta última, possui transparência e resistência a trocas gasosas com o meio, e é considerada a mais empregada, uma vez que, possui um preço de aquisição viável, alta eficiência e vários trabalhos sobre sua eficiência já foram realizados ⁴⁸.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento do revestimento e análises das características visuais e vida de prateleira foram realizadas no laboratório de Química da Faculdade Nova Esperança de Mossoró – FACENE/RN, na cidade de Mossoró, Rio Grande do Norte.

As frutas foram adquiridas em supermercados no município de Mossoró sendo selecionadas por tamanho, cor e ausência de danos com auxílio de uma planilha impressa para captação dessas características. Foram depositadas em caixas plásticas em temperatura ambiente. A gelatina incolor e sem sabor (Dr. Oetker®) e vitamina C sem açúcar em gotas, foram adquiridas em supermercado e farmácia de manipulação do mesmo município. Imediatamente após a aquisição, as matérias-primas foram transferidas para o Laboratório de química da Faculdade Nova Esperança de Mossoró - FACENE/RN

O desenvolvimento do revestimento foi baseado na abordagem descrita em Oliveira (2019)⁴⁹ com algumas adaptações. A formulação para a produção dos revestimentos foi utilizada conforme detalhado na Tabela 1.

Tabela 1. Formulações utilizadas na produção do revestimento

Descrição dos ingredientes	F1	F2	F3
Gelatina em pó incolor sem sabor	4g	4g	4g
Vitamina C sem açúcar	0,5 mL	0,75 mL	1 mL
Água	20 mL	20 mL	20 mL
*Banana	5g	5g	5g
*Maçã	5g	5g	5g

Fonte: Autores, 2024. *quantidade utilizada para frutas cortadas.

Para realização do experimento foram utilizados dois protocolos. O primeiro refere-se à apresentação das frutas. As bananas e maçãs foram analisadas cortadas em cubos de 5g e inteira com cascas. O segundo protocolo foi relacionado aos revestimentos, no qual as frutas

foram analisadas com o revestimento de gelatina com vitamina C, como também, apenas com a vitamina C pura.

Para a produção do revestimento foram preparadas soluções aquosas com gelatina incolor e água. A gelatina foi pesada, diluída com água destilada e posteriormente aquecidas de forma gradativa até 70°C e mantidos sob agitação constante até a gelatinização da solução. Após a gelatinização esperou-se a temperatura de 35 °C e foi adicionado na solução, uma quantidade pré-definida de vitamina C, de acordo com os tratamentos experimentais (Tabela 1).

As frutas foram cortadas em cubos de 5g com auxílio de uma faca higienizada. Imediatamente após pronto, as frutas foram submersas 3 vezes por cerca de 30 segundos em cada tratamento e deixados secar naturalmente de acordo com o método “*dipping*”⁵⁰. Posteriormente, foram distribuídos em bandejas de isopor com palito de madeira previamente higienizado e armazenados em temperatura ambiente a 26 °C. As frutas analisadas somente com vitamina C, semelhantemente, foram inseridas na mesma quantidade do produto inserida no revestimento. As frutas com casca foram analisadas de forma unitária, sendo elevado o valor dos materiais utilizados para 100 g da fruta. Foi utilizado o ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) como controle positivo de acordo com as quantidades utilizadas no experimento e como controle negativo foi utilizado somente a gelatina e/ou a fruta *in natura*.

As frutas foram analisadas durante o período de 10 dias, sendo avaliados visualmente a cada dois dias análise (0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias). O experimento foi realizado em triplicata para as frutas cortadas. As amostras foram analisadas subjetivamente de acordo com o cheiro e segundo Cunha et al. (2012)⁵¹ de forma visual, sendo fotografadas quanto aos aspectos de cor, textura/viscosidade, escurecimento e aparência foi baseado conforme as notas: 1 – Péssimo (fruto murcho, com odor e escurecido); 2 – Ruim (fruto murcho e com odor). 3 – Regular (fruto murcho, escurecido e sem odor). 4 – Bom (fruto sem odor, escurecido e turgido). 5 – Ótimo (fruto turgido, sem odor e cor normal).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de frutas, com cerca de 45 milhões de toneladas ao ano. A banana está entre uma das frutas mais cultivada em uma centena de países, amplamente disseminada em todo seu território, principalmente nas regiões tropicais, onde é fonte de alimento e renda para milhões de pessoas. Economicamente, a banana destaca-se como a segunda fruta mais importante em área colhida, quantidade produzida, valor da produção e consumo.¹⁸

Enquanto a maçã é a fruta de clima temperado mais importante comercializada como fruta fresca tanto no contexto internacional quanto no brasileiro. O cultivo da macieira ainda é recente no Brasil, a produção brasileira de maçã está concentrada na Região Sul, que é responsável por 98 % da produção nacional, atingindo uma produtividade média brasileira 50 ton/h¹⁸. Por serem frutas bastante consumidas, com alta atividade de água, riqueza de nutrientes e susceptível ao ataque enzimático, o aumento da vida útil pode trazer ganhos para o consumidor^{20,21}.

Conforme dito por Siqueira (2019)³⁸, o uso dos revestimentos tem o objetivo de controlar a migração de água de um alimento, a permeabilidade ao oxigênio, dióxido de carbono, a migração lipídica, a fim de manter as qualidades desejáveis em um alimento em relação a cor, sabor, aroma, doçura, acidez e textura, podendo essa camada protetora ser adicionada de aditivos como antioxidantes e antimicrobianos, com a finalidade de retardar a deterioração do alimento e prolongar sua vida de prateleira.

Após a produção, o revestimento apresentou cheiro característico de gelatina, com textura gelatinosa e coloração amarelo claro de acordo com a concentração de vitamina C, não tendo sua coloração alterada com a adição do composto (figura 1).

Figura 1: Soluções para revestimento a base de gelatina e vitamina C



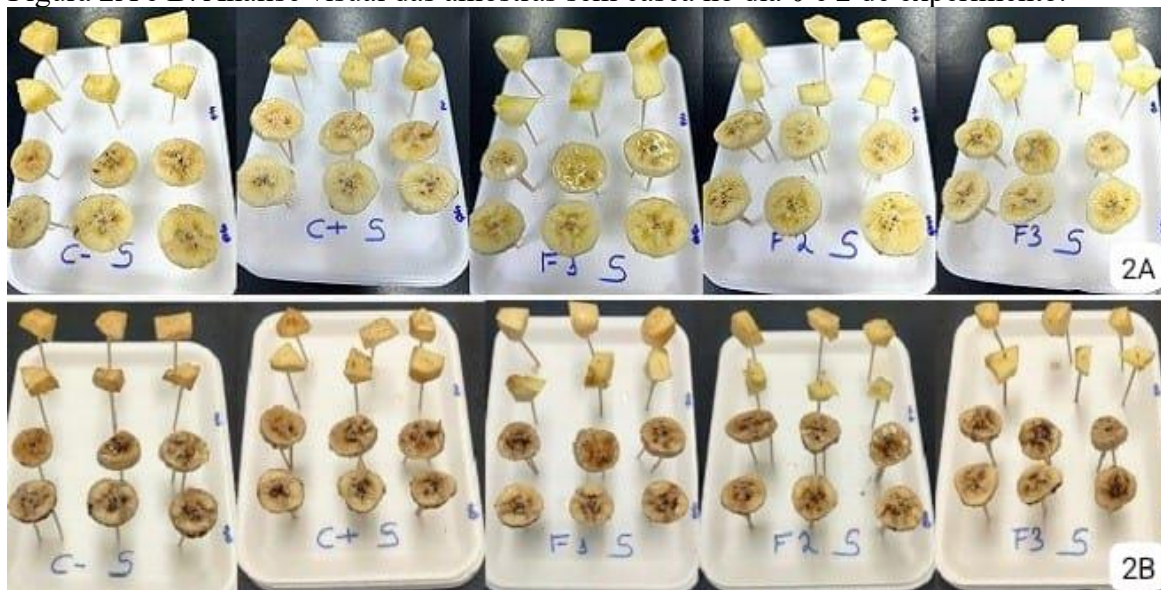
Fonte: Acervo próprio, 2024. Legenda: F1: 0,5 mL de vitamina C. F2: 0,75 mL de vitamina C. F3: 1 mL de vitamina C. C+: EDTA.

A gelatina em pó incolor é composta por colágeno suíno ou bovino. Suas características, tais quais, propriedades altamente funcionais de formação de película com resistência mecânica, elevada capacidade de ligação com a água e emulsificação, a torna uma opção viável para compor o revestimento. Quando usada associada com a vitamina C apresenta uma ação antioxidante devido a presença de carotenoides, compostos fenólicos e vários outros grupos que apresentam ação antioxidante⁵². Possui transparência e resistência a trocas gasosas com o meio, e é considerada a mais empregada, uma vez que, possui um preço de aquisição viável, alta eficiência e vários trabalhos sobre sua eficiência já foram realizados⁴⁸.

Após produção e aplicação dos protocolos, foi observado durante 10 dias a vida de prateleira das frutas. Após 1 hora de aplicação dos tratamentos foi observado a ocorrência de mudança de cor em algumas amostras. Em relação ao cheiro permaneceu característico das frutas, w notou-se o início do escurecimento em ambos os controles positivo e negativo, no entanto, todas as frutas contendo o revestimento com vitamina C em todas as concentrações permaneceram inalteradas e as frutas contendo apenas vitamina C mantiveram a coloração do início, porém, apresentaram-se murchas. (Figura 2A).

No dia dois, as bananas independentes dos tratamentos apresentaram-se todas escuras, já as maçãs apresentaram-se escurecidas apenas no controle positivo e negativo, mantendo a coloração normal nos tratamentos com gelatina e vitamina C e com vitamina C pura, evidenciando que ambos os tratamentos conseguiram preservar a coloração das amostras (figura 2B).

Figura 2A e B: Análise visual das amostras sem casca no dia 0 e 2 de experimento.

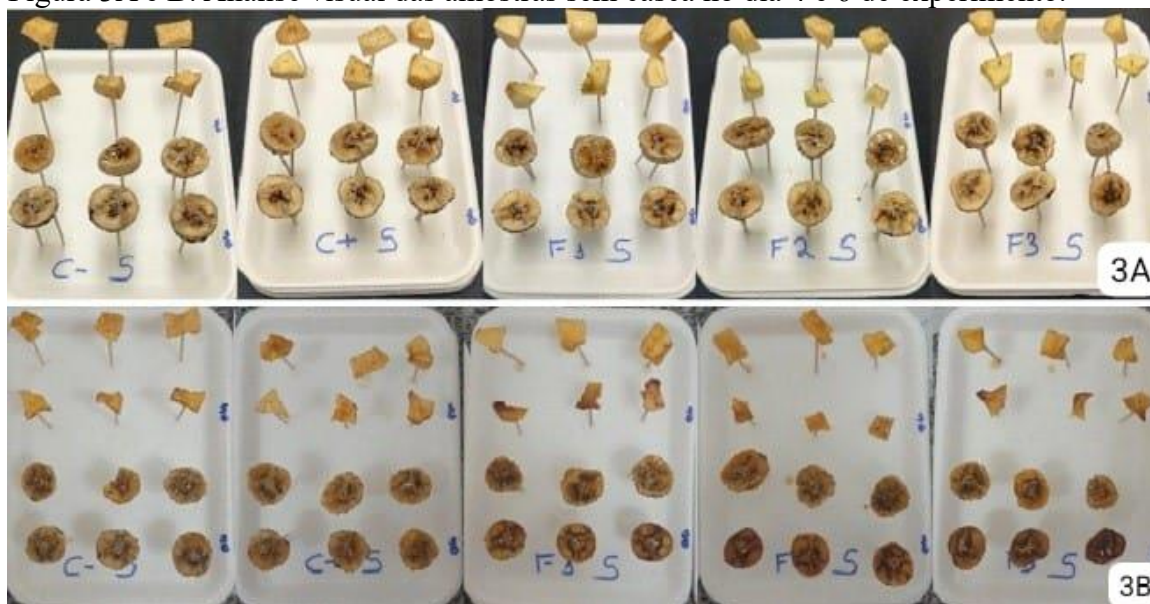


Fonte: Acervo próprio, 2024. F1: 0,5 mL de vitamina C. F2: 0,75 mL de vitamina C. F3: 1 mL de vitamina C C+: EDTA. C-: Apenas gelatina e fruta in natura (no protocolo com o uso de vitamina C apenas).

No quarto dia de análise (figura 3A) as amostras de bananas independente dos tratamentos evoluíram seu processo de escurecimento. Já as amostras de maçãs com os revestimentos apresentaram uma coloração mais claras em relação as amostras apenas com vitamina C. Notou-se que os tratamentos com apenas vitamina C pura apresentaram uma perda considerada de massa e opacas, apresentando-se de tamanhos menores e textura murcha em relação aos tratamentos que continham o revestimento de gelatina e vitamina C.

No sexto dia de análise (figura 3B) notou-se que as amostras de bananas independente dos tratamentos continuaram evoluindo seu processo de escurecimento enzimático. Já em relação as maçãs, as mesmas apresentaram um leve escurecimento nos dois protocolos. Foi observado também que em todos os tratamentos a maçã e a banana com vitamina C pura apresentaram uma perda considerada de massa e ausência de brilho.

Figura 3A e B: Análise visual das amostras sem casca no dia 4 e 6 de experimento.



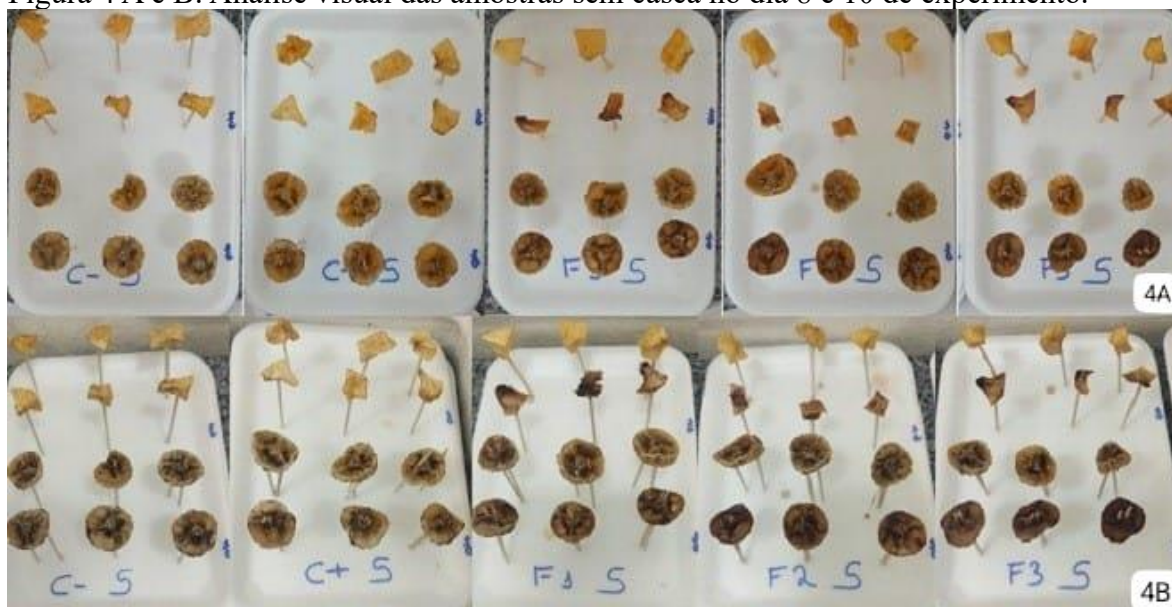
Fonte: Acervo próprio, 2024. F1: 0,5 mL de vitamina C. F2: 0,75 mL de vitamina C. F3: 1 mL de vitamina C C+: EDTA. C-: Apenas gelatina e fruta in natura (no protocolo com o uso de vitamina C apenas).

Esses dados evidenciam a importância da gelatina na conservação das amostras. De acordo com Oliveira et al (2024) ³⁵, a redução de trocas gasosas proporcionada pelo uso dos biofilmes ajuda na redução das taxas de escurecimento enzimático, tendo em vista que o oxigênio, em contato com a enzima polifenoloxidase presente no alimento, reage com esta, formando melaninas (pigmentos escuros) o que acarreta a rejeição por parte dos consumidores.

Do ponto de vista prático, as características mais marcantes da gelatina são a solubilidade em água e a capacidade de formação de gel termo reversível. Segundo Shclemmer (2011) ⁵³, revestimentos comestíveis com gelatina reduzem a migração de oxigênio, umidade e óleo ou podem carrear agentes antioxidantes ou antimicrobianos. A gelatina difere de outros hidrocolóides por ser uma proteína totalmente digerível, contendo quase todos os aminoácidos essenciais, com exceção do triptofano ⁵⁴. Filmes à base de gelatina são visualmente transparentes, de fácil manuseio e possuem valores elevados de resistência à tração ^{55,56}.

No oitavo dia de análise (figura 4 A) as amostras de maçãs independente dos tratamentos continuaram evoluindo seu processo de escurecimento enzimático, no entanto, menos que as bananas, mostrando assim a alta perecibilidade das bananas que favorece a deterioração do fruto^{20 21}. Foi observado também que em todos os tratamentos com vitamina C pura, a maçã e a banana apresentaram uma perda considerada de massa e ausência de brilho. No décimo e último dia de análise (figura 4 B) todas as amostras de bananas e maçãs independente dos tratamentos apresentaram-se oxidadas e escurecidas e as amostras que não continham gelatina (apenas vitamina C) totalmente murchas e seu tamanho reduzido.

Figura 4 A e B: Análise visual das amostras sem casca no dia 8 e 10 de experimento.



Fonte: Acervo próprio, 2024. F1: 0,5 mL de vitamina C. F2: 0,75 mL de vitamina C. F3: 1 mL de vitamina C C+: EDTA. C-: Apenas gelatina e fruta in natura (no protocolo com o uso de vitamina C apenas).

Foi observado que a vida prateleira da maçã prolongou-se aparentemente bem até o sexto dia de análise para ambas as frutas, mostrando que os frutos ainda estavam aptos para consumo, não apresentando deterioração significativas para descarte. Arelado a isso, aparentemente os frutos com gelatina e vitamina C apresentaram características muito semelhantes submetidos ao controle positivo (EDTA), na contenção do aumento da ação da enzima polifenoloxidade.

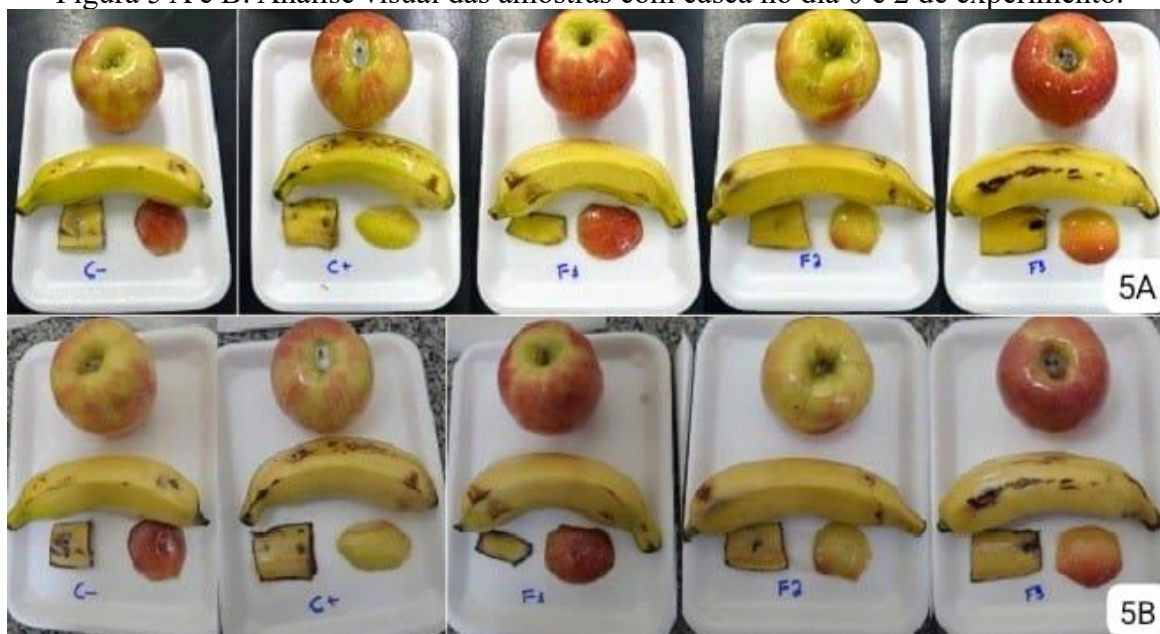
O EDTA é um antioxidante bastante testado, atuando complexando cobre e íons ferro, por meio de um par não conjugado de elétrons em suas estruturas moleculares⁵⁷. Melo e Vilas boas (2006)⁵⁸ verificaram que o EDTA foi eficiente para a redução do escurecimento enzimático de banana maçã minimamente processada. Já Jesus et al (2008)⁵⁹ verificaram que o EDTA

diminuiu o escurecimento da parte interna de quiabo minimamente processado, enquanto que Evangelista e Castro (2009)⁶⁰ observaram manutenção dos teores de vitamina C em couve chinesa minimamente processada. Isso mostra que, os frutos com gelatina e vitamina C ter apresentado características semelhantes ao EDTA, um composto muito utilizado na conservação de alimentos, é algo promissor no aumento da vida útil das frutas.

Com isso, a utilização de revestimento a base de gelatina e vitamina C pode auxiliar na manutenção da vida útil de frutas, mostrando assim um mercado promissor para uso de revestimentos. Dados esses vistos também por Barreto et al (2016)² que obteve resultado satisfatório quanto ao escurecimento enzimático em maçãs recobertas com ácido ascórbico e isoascorbato ao nono dia de avaliação. Além disso, Thakur et al (2019)⁶¹ ao utilizar revestimento comestível de amido de arroz pós colheita da banana, observou a vida útil da fruta revestida por 12 dias em comparação com o controle não tratado, que amadureceu em sete dias e perdeu a comercialização após o dia 6. Soares (2016)⁶² também encontrou resultados favoráveis à aplicação de revestimento comestível com goma xantana sobre os frutos de cajá para redução de escurecimento enzimático.

As figuras 5, 6 e 7 contêm as frutas analisadas com casca com revestimento de gelatina e vitamina C e vitamina C pura. Para os frutos inteiros com casca no dia zero e dois de experimento tanto as maçãs quanto as bananas mantiveram-se firmes, maduras, brilhantes e apresentando a mesma coloração.

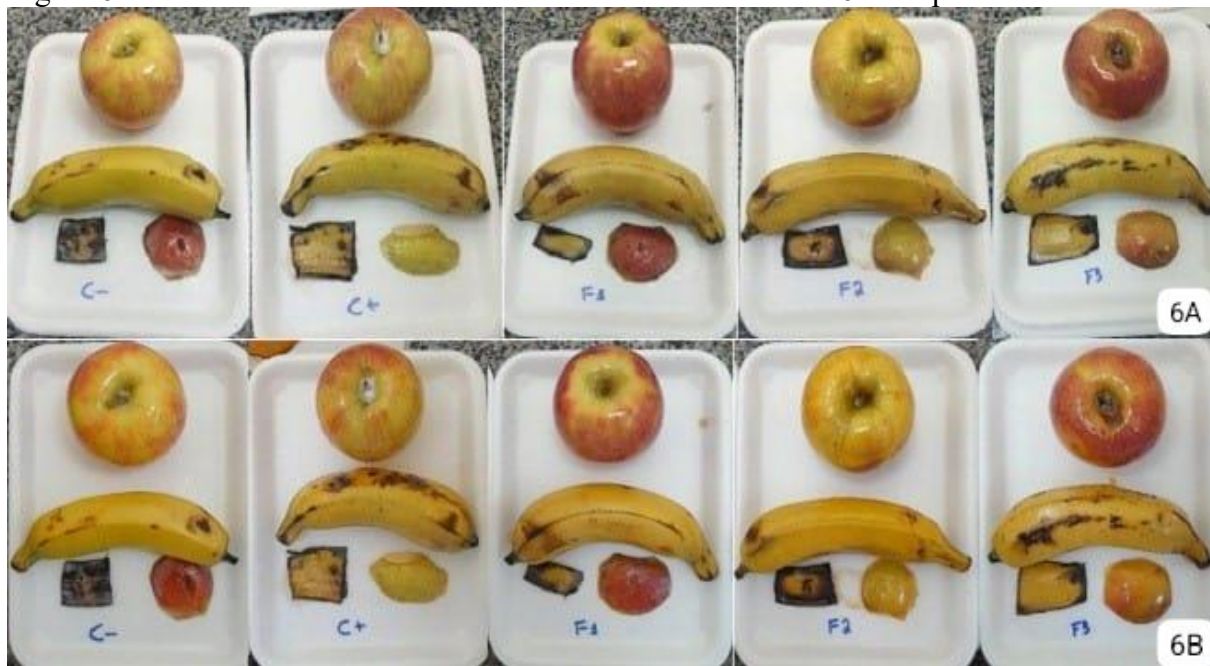
Figura 5 A e B: Análise visual das amostras com casca no dia 0 e 2 de experimento.



Fonte: Acervo próprio, 2024. F1: 0,5 mL de vitamina C. F2: 0,75 mL de vitamina C. F3: 1 mL de vitamina C C+: EDTA. C-: Apenas gelatina e fruta in natura (no protocolo com o uso de vitamina C apenas).

No dia quatro e seis de análise as frutas inteiras permaneceram intactas, com as mesmas características do primeiro dia, em relação a cor, textura e cheiro e peso.

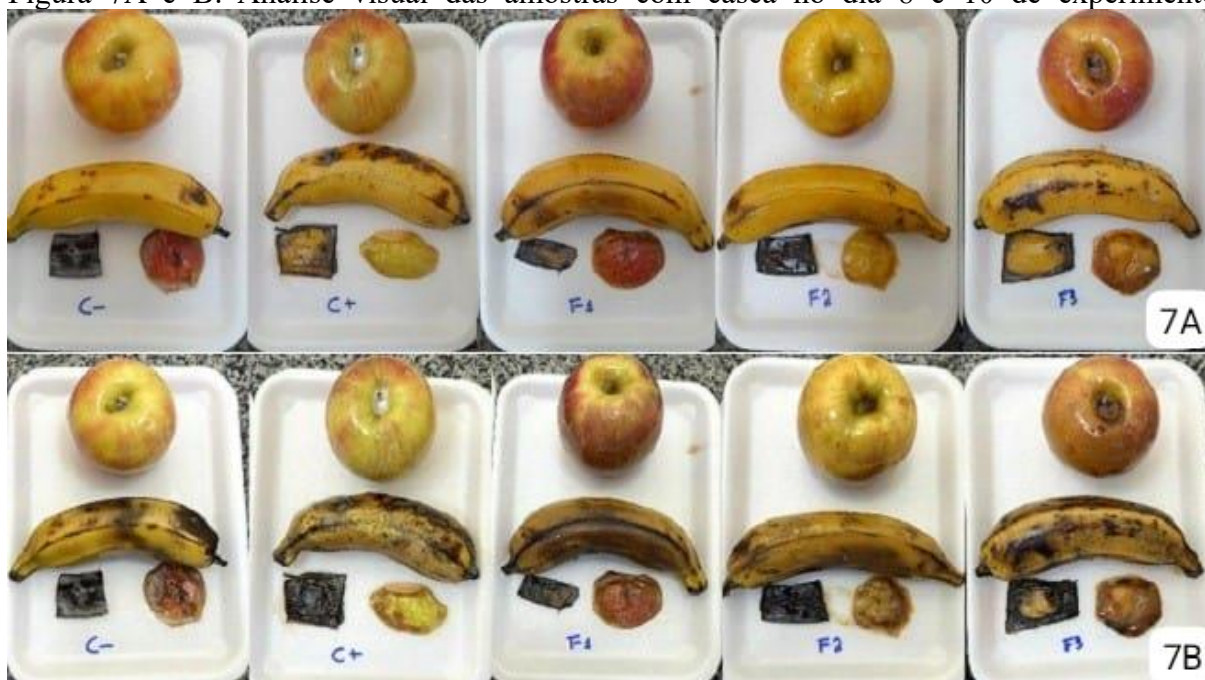
Figura 6A e B: Análise visual das amostras com casca no dia 4 e 6 de experimento



Fonte: Acervo próprio, 2024. F1: 0,5 mL de vitamina C. F2: 0,75 mL de vitamina C. F3: 1 mL de vitamina C C+: EDTA. C-: Apenas gelatina e fruta in natura (no protocolo com o uso de vitamina C apenas).

No oitavo dia de observação as frutas se mantiveram intactas em relação a cor e aparência, porém, as bananas apresentaram amolecidas por dentro (polpa), evidenciando o início da degradação do fruto, sendo assim o período de armazenamento das bananas é recomendado até o sexto de dia. Já as maçãs permaneceram com suas características preservadas. No dia dez de análise visual as bananas apresentaram escurecimento e a sua polpa amolecida em todos os tratamentos e em ambos os controles. Já em relação as maçãs, ambos os controles mantiveram as mesmas características do primeiro dia de observação, frutos brilhantes e características físicas firmes, pois são frutas menos perecíveis.

Figura 7A e B: Análise visual das amostras com casca no dia 8 e 10 de experimento



Fonte: Acervo próprio, 2024. F1: 0,5 mL de vitamina C. F2: 0,75 mL de vitamina C. F3: 1 mL de vitamina C C+: EDTA. C-:Apenas gelatina e fruta in natura (no protocolo com o uso de vitamina C apenas).

Esses dados com Sarak (2022)⁶³ que ao analisarem um revestimento de película à base de amido nativo, amido catiônico e uma mistura dos dois na qualidade pós-colheita de mangas, viram que após 10 dias, as mangas revestidas com o biofilme da mistura de amido de mandioca nativo e catiônico, perderam menos peso e exibiram ligeiras mudanças na aparência física.

Durante o período em que o experimento foi analisado, percebeu-se que as frutas sem cascas com gelatina e vitamina C tiveram uma vida útil bem menor que as frutas com cascas, pois as mesmas perderam massa visivelmente observadas e apresentaram um aceleração do processo de escurecimento enzimático, apresentando assim, uma redução da vida prateleira. Enquanto que as frutas com cascas se mantiveram brilhantes, atraentes, escurecimento enzimático bem controlado e apenas as bananas apresentaram uma perda de massa a partir do oitavo dia de observação.

Aparentemente esses resultados se devem também a presença da casca, pois tem a função de recobrir o fruto, promovendo uma barreira de proteção e contribuir com a redução da perda de massa, mantendo o fruto mais turgido e mais pesado por mais tempo. Devido a composição da casca, que contém teores significativos de fibras, vitaminas C e, minerais e por seus compostos fenólicos, como os flavonoides⁶⁴. A atividade antioxidante está positivamente relacionada com o teor de compostos fenólicos totais no fruto. Em maçãs, os compostos fenólicos com maior contribuição para a atividade antioxidante são os flavonoides

procianidinas, procianidina B2 e epicatequina que são os mais importantes antioxidantes individuais ⁶⁵.

Arelados a esses achados, foi possível observar (figura 7) que no tratamento F2 (15 gotas de vitamina C), para frutos com casca, foi suficiente para manter os mesmos com boa aparência, brilhantes, coberturas transparentes, ausência do escurecimento enzimático e ausência da perda de massa do fruto do até o oitavo dia de observação para as bananas, enquanto que as maçãs permaneceram intactas até o décimo dia de análise, tendo em vista que o fator qualidade é o que mais influência na aquisição de frutos, devido a associação com a qualidade para o consumo. Vale ressaltar também que, durante todo o período de análise não foi observado crescimento microbiológico visível nos frutos. Tal efeito benéfico pode ser atribuído à presença do ácido ascórbico que apresenta ação antioxidante ⁵².

O prolongamento de vida de prateleira de frutas com cascas também foi visto por inúmeros pesquisadores. Nagai (2019)⁶⁶ verificando os parâmetros físico-químicos, os constituintes nutricionais, a conservação microbiológica e o prolongamento da vida útil de mangas submetidas ao processamento mínimo sobre a influência do emprego de quitosana como coberturas comestíveis, concluiu que as características físico-químicas e microbiológicas assim como a integridade dos pedaços de manga foram mantidas por um período de 7 dias. Resultados semelhantes foram encontrados por Guimarães (2018)⁶⁷ observando que a manga ‘Tommy Atkins’ com revestimentos comestíveis de amido de semente de jaca e óleo essencial, apresentaram aceitação positiva durante todo período de armazenamento. Além disso Martins et al (2021) ⁶⁸, observaram que os tratamentos com fécula e óleo essencial de canela, conseguiram retardar a senescência dos frutos de goiaba ‘Pedro Sato’ até o 8º dia pós colheita.

Verifica-se então que o uso e revestimentos contribui diretamente com as características desejáveis de frutas, pois segundo Cissé (2015) ⁶⁹, a respiração celular favorece a perda de água dos frutos durante o armazenamento, ressaltando que o uso de revestimentos pode promover uma barreira à difusão de água pela epiderme dos frutos.

A tabela 2 mostra os resultados obtidos em relação ao aspecto visual dos frutos de banana e maçã sem casca e com casca baseado em Cunha et al (2012)⁵¹.

Tabela 2. Notas de 1 a 5 para avaliar o aspecto visual identificado nos tratamentos de banana e maçã com e sem casca.

Tratamentos	Aspecto visual – Frutas sem casca					
	Dia 0	Dia 2	Dia 4	Dia 6	Dia 8	Dia 10
C-	C/G - S/G	C/G - S/G	C/G - S/G	C/G - S/G	C/G - S/G	C/G - S/G
Banana	4-4	4-5	3-3	4-3	4-3	3-3
Maçã	4-4	5-5	5-3	4-3	4-3	3-3
C+						
Banana	4-4	4-5	3-3	4-3	4-3	3-3
Maçã	4-4	5-5	5-3	4-3	4-3	3-3
F1						
Banana	5-5	4-5	3-3	4-3	4-3	3-3
Maçã	5-5	5-5	5-3	4-3	4-3	3-3
F2						
Banana	5-5	4-5	3-3	4-3	4-3	3-3
Maçã	5-5	5-5	5-3	4-3	4-3	3-3
F3						
Banana	5-5	4-5	3-3	4-3	4-3	3-3
Maçã	5-5	5-5	5-3	4-3	4-3	3-3

Tratamentos	Aspecto visual – Frutas com casca					
	Dia 0	Dia 2	Dia 4	Dia 6	Dia 8	Dia 10
C-	C/G - S/G	C/G - S/G	C/G - S/G	C/G - S/G	C/G - S/G	C/G - S/G
Banana	5-5	5-5	5-5	5-5	3-3	3-3
Maçã	5-5	5-5	5-5	5-5	5-4	5-5
C+						
Banana	5-5	5-5	5-5	5-5	3-3	3-3
Maçã	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5
F1						
Banana	5-5	5-5	5-5	5-5	3-3	3-3
Maçã	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5
F2						
Banana	5-5	5-5	5-5	5-5	3-3	3-3
Maçã	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5
F3						
Banana	5-5	5-5	5-5	5-5	3-3	3-3
Maçã	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5	5-5

Fonte: Autores, 2024. Legenda: C/G – com gelatina; S/G – Sem gelatina. 1 – Péssimo (fruto murcho, com odor e escurecido); 2 – Ruim (fruto murcho e com odor). 3 – Regular (fruto murcho, escurecido e

sem odor). 4 – Bom (fruto sem odor, escurecido e turgido). 5 – Ótimo (fruto turgido, sem odor e cor normal).

Verificou-se que no dia zero (primeiro dia de análise) nos frutos sem casca, o resultado foi bom para ambos os controles, enquanto que para os tratamentos F1, F2 e F3 resultados ótimos. A partir do dia dois de análise até o oitavo dia as frutas mantiveram-se em um bom estado de conservação, não apresentando odores e turgidas, a partir do décimo dia as mesmas não apresentaram odor, porém apresentaram-se murchas, reduzindo assim a qualidade das frutas. Essas características foram observadas tanto para os tratamentos em estudo quanto para ambos os controles.

Para os frutos com casca observou-se que do dia zero ao sexto dia de análise tanto para os tratamentos como para ambos os controles os frutos apresentaram-se turgidos, sem odor e de coloração normal, considerado ótimo para consumo, ocorrendo um decréscimo na sua qualidade a partir do oitavo dia de observação. Fazendo uma comparação entre os tratamentos, observou-se que o F3 (gelatina com 20 gotas de vitamina C) se mostrou mais eficiente na conservação dos mesmos.

Esses achados corroboram com os resultados de Coelho (2021) ⁷⁰, que reforçou que frutos revestidos com ingredientes biodegradáveis apresentam melhoria da aparência, apresentando cor mais atrativa e maior brilho. Resultado similar foi encontrado por Anjum (2020) ⁷¹, que observaram redução no escurecimento pós-colheita de goiabas revestidas por goma arábica, gel de Aloe vera e extrato de alho e gengibre.

Os resultados sugerem que a aplicação de tratamentos pós-colheita pode aumentar o tempo de vida útil de frutos, sendo a aplicação de revestimentos comestíveis uma alternativa promissora ^{72 73} que atuam como atmosfera modificada, uma vez que regulam a transferência de O₂ e CO₂ entre os frutos revestidos e o ambiente, o que, por sua vez, impede o processo de amadurecimento que desencadeia a senescência e deterioração ⁷⁴, mantendo assim, os atributos de qualidade dos produtos frescos, como textura, cor, aparência, sabor, valor nutricional e segurança microbiana ⁷⁵.

5 CONCLUSÃO

O uso de revestimentos a base de gelatina e vitamina C nas três concentrações em frutas com casca e sem casca auxiliaram na manutenção da conservação mostrando-se eficazes aumentando a vida prateleira, por conseguir manter as características desejáveis para consumo, como cor, turgidez, ausência da perda de massa e ausência de microrganismos durante o período em estudo principalmente para frutas com casca., apresentando boa aparência, luminosidade, transparência até o sexto dia mantendo-se turgidos e com aparência atrativa para o consumo.

A proposta de formulação do tratamento F3 mostrou-se mais eficiente na conservação. As frutas sem casca apenas com vitamina C murcharam não sendo recomendado o uso. Os frutos com gelatina e vitamina C apresentou características semelhantes ao EDTA, sendo assim promissor no aumento da vida útil das frutas.

Estudos futuros ainda são necessários para avaliar a qualidade microbiológica das maçãs e bananas revestidas, além da aceitação sensorial e intenção de compra por parte dos consumidores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Dotto GL, Grenelle AC, Oliveira A, Pons G, Pinto LAA. 2008. Uso de quitosana como filme microbiológico para o aumento da vida útil de mamões papaia. In: XVII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA; X ENCONTRO DE PÓSGRADUAÇÃO, 2008, Rio Grande, 2008. Anais. Rio Grande, Universidade Federal de Rio Grande, p. 35-38.
- 2 Barreto CF, Moreno MB, Silva PS, Farias RM, Fachinello JC, Martins CR. Conservação de maçãs ‘Fuji suprema’ minimamente processados. Revista Iberoamericana de Tecnologia Postcosecha, v. 1, n. 1, p. 99-105, 2016.
- 3 Fráguas RM, Simão AA, Faria PV, Queiroz ER., Oliveira Junior ÊN, & Abreu CMP. Preparo e caracterização de filmes comestíveis de quitosana. Polímeros [online]. 2015, vol.25, n.spe, pp.48-53.
- 4 Neves L. Manual de pós colheita de fruticultura Brasileira. Ed. EdueL. 2009. Londrina. Pr.494p
- 5 Fernandez NM. et al. Estado actual del uso de recubrimientos comestibles em frutas y hortalizas. **Revista Biotecnologia em el Sector agropecuario y Agroindustrial**, V. 15, n. 2, p. 134-141, 2017.

- 6 Garcia LC. Aplicação de coberturas comestíveis em morangos minimamente processados. Dissertação. 2009. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
- 7 Wang QI, Cao, Jun YU, Huan, Zhang, Jiahui, Yuan Y, Shen X, Li C. (2019). The effects of EGCG on the mechanical, bioactivities, cross-linking and release properties of gelatin film. *Food Chemistry*, 271, 204-210.
- 8 Pizzato S, Cortez-Veja WR, Prentice-Hernández C, Borges CD. Efeito da aplicação de diferentes revestimentos comestíveis na conservação de maçãs ‘Royal Gala’ minimamente processadas. *Sem.: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 34, n. 1, p. 253-264, 2013
- 9 Carissimi M. Desenvolvimento e aplicação de filmes biodegradáveis a partir de amido de mandioca e microalga verde. 2017. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, 2017.
- 10 Palmu PST. Preparação, propriedades e aplicação de biofilmes comestíveis à base de glúten de trigo. Tese (Doutor em Alimentos e Nutrição) - Faculdade de Engenharia de Alimentos - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Campinas, p. 244. 2003.
- 11 De Oliveira AC, Valentim IB, Silva CA, Bechara EJH, De Barros MP, Mano CM, Goulart MOF. *Food Chem.* 2009, 115, 469.
- 12 Soares NFF, Pires ACS, Camilloto GP, Santiago-Silva P, Espitia PJP & Silva, WA (2009) Recent patents on active packaging for food application. *Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture (in press)*. 1:171-178.
- 13 Siracusa V, Rocculi P, Romani S, Rosa MD. (2008) Polímeros biodegradáveis para embalagens de alimentos: uma revisão. *Tendências em ciência e tecnologia de alimentos*, 19, 634-643.
- 14 López-de-Dicastillo C, Gómez-Estaca, J, Catalá R, Gava R, Pilar Hernández- Muñoz P. Active antioxidant packaging films: Development and effect on lipid stability of brined sardines. *Food Chemistry*, vol. 131, p. 1376–1384, 2012.
- 15 Câmara MEL, Tavares MIL. Análise da Utilização da Vitamina C em Formulações Cosméticas no Combate aos Radicais Livres: Pesquisa de Campo. Disponível em: <https://tcc.fps.edu.br/bitstream/fpsrepo/610/1/TCC%20CORRIGIDO%20PRONTO%20%281%29.pdf> (2019)
- 16 Santos MP, Oliveira NRF. O papel das vitaminas antioxidantes na prevenção do envelhecimento cutâneo. *Disciplinarum Scientia. Série: Ciências da Saúde, Santa Maria*, v. 15, n. 1, p. 75-89, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/disciplinarumS/article/view/1067>
- 17 Filho ABM, Vasconcelos MAS. *Química de alimentos*. 2011.
- 18 Embrapa **BANANA** <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/banana> <Acesso em: 03/04/2024>

- 19 Embrapa **MAÇÃ** <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/539511/producao-e-mercado-brasileiro-de-maca> <Acesso em: 03/04/2024>
- 20 Oliveira TA, Aroucha EMM, Leite RHL, Ferreira RMA, Santos FKG. Conservação pós-colheita de carambola sob refrigeração com recobrimento de biofilme de gelatina e PVC. *Revista Verde* [Internet]. 29 de dezembro de 2015 [citado em 10 de abril de 2024];10(4):59-66. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/3653>
- 21 Ataíde E, Dorés T, Santos A, Souza J, Santos PF. CERA DE CARNAÚBA E PRÓPOLIS NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE JUAZEIRO EM CONDIÇÃO REFRIGERADA. *Agrarian* [Internet]. 31º de dezembro de 2017 [citado 12 de abril de 2024];4(08). Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/agrarian/article/view/5085>
- 22 Alves AI. et al., Qualidade de morangos envolvidos com revestimento comestível antimicrobiano à base de diferentes fontes de amido. **Enciclopédia biosfera**, v. 7, n. 13, p. 1519-1526, 2011.
- 23 Silveira PTS, Silva NMC, Reis MFT, Landim LB. Aquino AA. Qualidade pós-colheita de 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.
- 24 de Souza SJ, da Silva MV, Leimann FV, Shirai MA. Propriedades antioxidantes e antimicrobianas de filmes de amido contendo extrato de própolis. 2015. In: XI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação científica. 2015, Campinas.
- 25 Hahladakis J, Lacovidou E. Closing the loop on plastic packaging materials: What is quality and how does it affect their circularity? *Science of the total Environment*, v. 630, p. 1394-1400, 2018.
- 26 Difonzo GD. et al. Functional compounds from olive pomace to obtain high-added value foods – review. *Journal of the Science and Agriculture*, v.101, n.1, p. 16-26, 2020.
- 27 Tharahathan RN. Biodegradable films and composite coatings: past, present and future. *Trends in Food Science's Technology*, Amsterdam, v. 14, n. 3, p. 71- 78, 2003.
- 28 Dias AB. Desenvolvimento e caracterização de filmes biodegradáveis obtidos de amido e de farinha de arroz. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos, Florianópolis, 2008.
- 29 Costa LC, Santos LDR, França R, Davini G, Shirai MA. Aplicação de diferentes revestimentos comestíveis na conservação pós-colheita de goiabas (*Psidium guajava* L.). *Brazilian Journal of Food Research*, v. 8, n. 2, p. 16- 31, 2017.
- 30 Silva WB, Lima SCL, Araujo CS, Do Nascimento VHA, Henriques LLF. Propriedades tecnológicas e antimicrobiana de biofilmes de proteínas de peixe com óleo essencial de cravo. *Brazilian Journal of Agricultural Sciences/Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 14, n. 2, 2019.

- 31 Assis OBG, Brito D, Forato LA. 2009. O uso de biopolímeros como revestimentos comestíveis protetores para conservação de frutas in natura e minimamente processadas. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*. São Carlos, Embrapa Instrumentação Agropecuária, 23 p.
- 32 Azeredo HMC, Faria JAF, Brito ES. Embalagens e suas interações com os alimentos. In: Azeredo HMC. **Fundamentos da Estabilidade de Alimentos**. 2 ed. Brasília: Embrapa, 2012. p. 223-254.
- 33 Kawhena T G, Opara UL, & Fawole, O. A. **Optimization of gum arabic and starch-based edible coatings with lemongrass oil using response surface methodology for improving postharvest quality of whole “wonderful” pomegranate fruit**. *Coatings*, v. 11, n. 4, p. 442, 2021.
- 34 Pullar JM, Anitra C, Carr e Magreel CM Vissers. "Os papéis da vitamina C na saúde da pele" *Nutrientes* 9, no. 8: 866. <https://doi.org/10.3390/nu9080866> (2017).
- 35 Oliveira TA, Lima LRH de, Aroucha EMM, Ferreira RM de A. EFEITO DO REVESTIMENTO DE TOMATE COM BIOFILME NA APARÊNCIA E PERDA DE MASSA DURANTE O ARMAZENAMENTO. *Green Journal* [Internet]. 2011 Jun. 2 [cited 2024 Nov. 12];6(1):230-4. Available from: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/418>
- 36 Rodruigues MSA. **Biofilme a base de extrato de própolis vermelha e seu efeito na conservação pós-colheita de tomate tipo italiano**. 2015. 82 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais), Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2015.
- 37 Batista JA. **Desenvolvimento, Caracterização e Aplicações de Biofilmes a Base de Pectina, Gelatina e Ácido Graxos em Bananas e Sementes de Brócolos**. 2004. 141 f. Dissertação – Curso Engenharia de Alimentos Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.
- 38 Siqueira RA. Características tecnológicas e aplicabilidade de embalagens biodegradáveis de pectina do mesocarpo do pequi na conservação de cenouras minimamente processadas. 2019. Dissertação (mestre em Tecnologia de alimentos) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde (IF GOIANO). Rio Verde. p.106, 2019.
- 39 Fakhouri FM. et al. Filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatina na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson. **Revista Ciência e tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 369-375, 2007.
- 40 Luvielmo MM, Lamas SV. Revestimentos comestíveis de frutas. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 8, n. 1, p. 8-15, 2013.
- 41 Muller PS. **Desenvolvimento de embalagem ativa biodegradável de amido de pinhão e de mandioca com antioxidantes e antimicrobianos naturais para conservação de manteiga orgânica**. 2016. 178 f. Tese (Doutorado em Engenharia de alimentos), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

42 Thomas AB. Qualidade físico-química, microbiológica e compostos bioativos de morangos revestidos com fécula de mandioca e própolis. 2016. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

43 Mapa - MINISTERIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Cenário da cadeia produtiva da maçã. Vol. 54, Secretaria de Política Agrícola, março de 2013. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/arquivos-de-estatisticas/informativo-maça_2013-2-1.pdf

44 Fontes LCB, Sarmiento SBS, Spoto MHF, Dias CT dos S. Conservação de maçã minimamente processada com o uso de películas comestíveis [Internet]. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 2008; 28(4): 872-880.

45 Melo Filho AB de. Da Silva VMA. Química de alimentos. 2011. Melo AAM, Vilas Boas EVB De, Justo CF. Uso de aditivos químicos para a conservação pós-colheita de banana 'maçã' minimally processada. Ciência e Agrotecnologia. v. 33, n.1, p.228-236, 2009.

46 Edagi FK, Sestari I, Sasaki FF. Aumento do potencial de armazenamento refrigerado de nêspersas 'Fukuhara' com o uso de tratamento térmico, Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.44, n.10, p.1270-1276, out. 2009 Fráguas RM. et al. Preparo e caracterização de filmes comestíveis de quitosana. Polímeros [online]. 2015, vol.25, n.spe, pp.48-53.

47 Moura LC. et al. Influence of refrigeration and cassava starch biofilm use on enzymatic browning in mangaba fruit (*Hancornia speciosa*). Científica, v. 44, n. 2, p. 131-137, 2016.

48 Castañeda LMF. Avaliação da quitosana e da fécula de mandioca, aplicada em pós-colheita no recobrimento de maçãs. 2015. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

49 Oliveira VRL, Santos FKG, Leite RHL, Aroucha E, Silva KNO. Use of biopolymeric coating hydrophobized with beeswax in post-harvest conservation of guavas. Food Chemistry, v.259, p.55 - 64, 2018.

50 Costa TLE da, oliveira TA de, Santos FKG dos, Aroucha EMM, Leite RHL. Avaliação de coberturas comestíveis compostas por quitosana e argila no revestimento em tomates sob refrigeração pelo método dipping. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 7, n. 5, p. 12-19, 2012.

51 Cunha Junior LC, Jacomino AP, Ogassavara FO, et al. Armazenamento refrigerado de morango submetido a altas concentrações de CO². Horticultura Brasileira, Piracicaba, v. 30, n. 4, p. 688-694, out – dez 2012.

52 Carvalho FM. et al. Pitanga and grumixama extracts: antioxidant and antimicrobial activities and incorporation into cellulosic films against *Staphylococcus aureus*. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, 2020.

53 Shclemmer D. **Estudo das propriedades de nanocompósitos amido montimorilonita, utilizando óleos vegetais como plastificantes**. Dissertação (Programa de pós graduação em

Química) – Laboratório de Pesquisa em Polímeros, Universidade de Brasília, Brasília - DF, 2011. 170 p.

54 Mali S, Grossmann MVE, Yamashita F. **Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 31, n. 1, p. 137-156, 2010.

55 Silva AVC, Oliveira DSN, Yagui P, Carnelossi MAG, Muniz EN, Narain N. Processamento mínimo da abóbora. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 391-394, abr/ jun. 2009.

56 Davanço, T. **Desenvolvimento e caracterização de biofilmes à base de gelatina, triacetina, ácido esteárico ou ácido capróico e surfactantes**. 2006. 130 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

57 Pineli LLO. Processamento mínimo de batata. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3., 2004, Viçosa. Palestras... Viçosa: UFV, 2004. p. 71-81.

58 Melo AAM, Vilas Boa, EVB. Inibição do escurecimento enzimático de banana maçã minimamente processada. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 26, n. 1, p. 110-115, 2006.

59 Jesus MMS, Carnelossi MAG, Santos SF, Narain N, Castro AA. Inibição do escurecimento enzimático de quiabo minimamente processado. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 39, n. 4, p. 524-530, 2008.

60 Evangelista RM, Vieites RL, Castro OS, Rall VL. Qualidade de couve-chinesa minimamente processada e tratada com diferentes produtos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 29, n. 2, p. 324-332, 2009.

61 Thakur R, Pristijono P, Bowyer M., Singh SP, Scarlett CJ. starch edible surface coating delays banana fruit ripening. *Lwt*, v. 100, p. 341-347, 2019.

62 Soares RMC. Efeito da goma arábica como revestimento para prolongamento da vida pós-colheita do cajá (*Spondias mombin* L.). 2016.

63 Sarak S, Boonsuk P, Kantachote D, Kaewtatip A K. Film coating based on native starch and cationic starch blend improved postharvest quality of mangoes. *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 209, p. 125-131, 2022.

64 Bondonno NP, Bondonno CP, Ward NC, Hodgson JM, Croft KD. **The cardiovascular health benefits of apples: Whole fruit vs. isolated compounds**. *Trends In Food Science & Technology*, v. 69, p.243-256, nov. 2017.

65 Tsao, Rong et al. Which Polyphenolic Compounds Contribute to the Total Antioxidant Activities of Apple? **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 12, p.4989-4995, jun. 2005. Recebido em: 02-09-2019 Aceito em: 11-11-2019.

- 66 Nagai LY. Estabilidade e qualidade de mangas minimamente processadas obtidas por aplicação de cobertura comestível à base de quitosana adicionada ou não de óleo essencial de cravo ou canela. 2019. 123 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência dos Alimentos) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto. 2019.
- 67 Guimarães GHC. **Desenvolvimento de filmes e recobrimentos multifuncionais a partir de fontes de amido e seu impacto na fisiologia e conservação pós-colheita de frutos.** 2019. Tese de Doutorado (Pós-Graduação em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2018.
- 68 Martins LNSB, Silva AF, Braga MA, Abreu CMP. **Análise pós colheita de goiabas revestidas com fécula de mandioca e óleo essencial de canela.** Journal of Biotechnology and Biodiversity, v. 9, n. 3, p. 261-268, 2021.
- 69 Cissé M, Polidori J, Montet D, Loiseau G, Ducamp-Collin MN. Preservation of mango quality by using functional chitosan-lactoperoxidase systems coatings. Postharvest Biology and Technology, v. 101, p. 10–14. 2015. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.11.003>
- 70 Coelho PB. **Aplicação de revestimento biodegradáveis em manga ‘Tommy atkins’ com fins de conservação.** 2021. Dissertação (Mestrado em Dinâmicas de Desenvolvimento do Semiárido) – Universidade Federal do Vale do São Francisco. Juazeiro, 2021.
- 71 Anjum MA, Akram H, Zaidi M, Ali S, 2020. Effect of gum arabic and Aloe Vera gel, based edible coatings in combination with plant extracts on postharvest quality and storability of ‘Gola’ guava fruits. Scientia Horticulturae 271, 109506. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109506>
- 72 Zhang J, Ma Y, Dong C, Terry LA, Christopher B, Yu WZ, Cheng ZM. Meta-analysis of the effects of 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment on climacteric fruit ripening. Horticulture research, v. 7, p. 208, 2020. <http://dx.doi.org/10.1038/s41438-020-00405-x>
- 73 Sharma P, Kehinde BA, Kaur S, Vyas P. Application of edible coatings on fresh and minimally processed fruits: a review. Nutrition & Food Science, v. 25, n. 3, p. 295-314, 2019. <https://doi.org/10.1108/NFS-08-2018-0246>
- 74 Hassan B, Chatha SAS, Hussain AI, Zia KM, Akhtar N. (2018). Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: A review. International Journal of Biological Macromolecules, 109, 1095–1107. <https://doi.org/10.1016/j.IJBIOMAC.2017.11.097>
- 75 Raghav PK, Agarwal N, Saini M. “Edible coating of fruit and vegetables: a review”. International Journal of Scientific Research Modern Education. v. 1, p. 188-204, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.02.397>