

INSTITUTO FEDERAL
GOIANO
Câmpus Rio Verde

BACHARELADO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL NA PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE CAJÁ-MANGA (*Spondias dulcis* L)

MYLLENA JORGINE SOUSA PEREIRA

Rio Verde, GO

2023

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E
TECNOLOGIAGOIANO – CÂMPUS RIO VERDE**

BACHARELADO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL NA PÓS-
COLHEITA DE FRUTOS DE CAJÁ-MANGA (*Spondias dulcis* L)**

MYLLENA JORGINE SOUSA PEREIRA

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof(a). Dr(a). Geovana Rocha Plácido

Rio Verde, GO

Dezembro, 2023

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

P436a Pereira, Myllena Jorgiane Sousa
 APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL NA PÓS-
COLHEITA DE FRUTOS DE CAJÁ-MANGA (*Spondias dulcis* L)
 / Myllena Jorgiane Sousa Pereira; orientadora
 Geovana Rocha Plácido. -- Rio Verde, 2023.
 33 p.

 TCC (Graduação em Bacharel em Engenharia de
Alimentos) -- Instituto Federal Goiano, Campus Rio
Verde, 2023.

 1. Revestimentos. 2. Novas Tecnologias. 3.
Conservação. Pós-Colheita. I. Rocha Plácido, Geovana,
orient. II. Título.

Responsável: Johnathan Pereira Alves Diniz - Bibliotecário-Documentalista CRB-1 nº2376

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO

PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS

NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Myllena Jorgiane Sousa Pereira

Matrícula:

2014102200340446

Título do trabalho:

APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL NA PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE CAJÁ-MANGA
(Spondias dulcis L)

RESTRICÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / /

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde

Local

02 / 07 / 2024

Data

Myllena Jorgiane Sousa Pereira

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

J. P. Almeida

Assinatura do(a) orientador(a)

ANEXO V - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos quinze dias do mês de dezembro de dois mil e vinte e três, às quatorze horas, reuniu-se a Banca Examinadora composta por: Profa. Dra. Geovana Rocha Plácido (orientadora), Prof. Dr. Rogério Favareto (membro interno), Dra. Caroline Cagnin (membro externo) e a Mestranda Raquel Martins da Silva Fernandes de Oliveira (membro externo) para examinar o Trabalho de Curso (TC) intitulado "APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL NA PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE CAJÁ-MANGA (*Spondias dulcis* L)" de MYLLENA JORGINE SOUSA PEREIRA, estudante do curso de Bacharelado Engenharia de Alimentos do IF Goiano – Campus Rio Verde, sob Matrícula nº 2014102200340446. A palavra foi concedida ao(à) estudante para a apresentação oral do TC, em seguida houve arguição do candidato pelos membros da Banca Examinadora. Após tal etapa, a Banca Examinadora decidiu pela APROVAÇÃO da estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata, que, após apresentação da versão corrigida do TC, foi assinada pelos membros da Banca Examinadora e Mediador de TC.

Rio Verde, 15 de dezembro de 2023.

Geovana Rocha Plácido
Orientadora

Rogério Favareto
Membro Interno

Caroline Cagnin
Membro externo

Raquel Martins da Silva Fernandes de Oliveira
Membro interno

Geovana Rocha Plácido
Mediador de TC

Documento assinado eletronicamente por:

- Geovana Rocha Plácido, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 16/12/2023 18:25:33.
- Rogério Favareto, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 16/12/2023 18:42:04.
- Raquel Martins da Silva Fernandes de Oliveira, Raquel Martins da Silva Fernandes de Oliveira - Membro externo - Universidade Federal de Goiás (01567601000143), em 16/12/2023 19:19:57.
- Caroline Cagnin, Caroline Cagnin - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde (10651417000500), em 17/12/2023 18:07:04.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 15/12/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 558590
Código de Autenticação: b2b2469399



DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família, que tornaram possível a realização deste sonho sempre com amor e incentivo.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por todas as oportunidades nessa encarnação, por ter me dado a chance de realizar esse sonho.

A minha mãe, Vaneia e meu marido Wanderson, que sempre estiveram ao meu lado me apoiando nas etapas da vida e que nunca mediram esforços e sempre fizeram o que estivesse ao alcance para que essa conquista fosse possível. Gratidão

A minha orientadora e, Professora Geovana Rocha Placido, que me acompanha desde a iniciação científica, sempre tendo sabedoria para ensinar essa arte da pesquisa acadêmica e ao Instituto Federal Goiano pelo conhecimento disponibilizado.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma estiveram presentes nessa fase da minha vida e me ajudaram a chegar até aqui. Obrigado!

RESUMO

PEREIRA, Mylena Jorgiane Sousa. APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL NA PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE CAJÁ-MANGA (*Spondias dulcis* L). 2023. 39p. Trabalho de Curso (Curso de Bacharelado de Engenharia de Alimentos). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2023.

Para aumentar a vida útil de frutas e hortaliças o uso de tecnologias de conservação pós-colheita é indispensável, como é o caso do uso do revestimento alimentício. O cajá-manga, uma fruta tropical, é apreciado por sua combinação de sabores agrídoces, sendo um fruto de alta perecibilidade ao longo da manipulação pós-colheita, susceptível ao amolecimento e como consequência alcança a senescência com rapidez, tendo possíveis alterações do sabor, cor, textura e sabor do fruto. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as alterações físico-químicas causadas no cajá-manga (*Spondias dulcis* L.) ao utilizar revestimento comestível à base de carboximetilcelulose (CMC) em baixa concentração, com e sem a adição de ácido ascórbico. Os cajá-manga foram submetidos a três tratamentos, sendo eles frutos sem revestimento (controle), frutos revestidos com a solução filmogênica com 0,5% (m/v) de carboximetilcelulose (CMC) e frutos com revestidos com solução filmogênica com 0,5% (m/v) de carboximetilcelulose (CMC) + 0,025 (0,25%) de ácido ascórbico, os tratamentos foram armazenados em bandejas a 20°C por 9 dias. Os parâmetros avaliados foram: acidez titulável, sólidos solúveis, cor, pressão de turgescência, determinação de ácido ascórbico (vitamina C) e perda de massa aos 0, 3, 6 e 9 dias de armazenamento. Os cajá-manga revestido de CMC + vitamina C mostraram melhores resultados nos parâmetros: cor, perda de massa, acidez, pressão de turgescência e teor de sólidos solúveis totais quando comparado aos outros tratamentos apresentando satisfação quanto ao seu uso.

Palavras-Chave: Revestimentos. Novas Tecnologias. Conservação. Pós-Colheita.

ABSTRACT

To increase the shelf life of fruits and vegetables, the use of post-harvest conservation technologies is essential, as is the case with the use of food coatings. Mango cajá, a tropical fruit, is appreciated for its combination of sweet and sour flavors, being a highly perishable fruit during post-harvest handling, susceptible to softening and as a consequence reaching senescence quickly, with possible changes in the flavor of the fruit. Thus, the present work aimed to evaluate the physicochemical changes caused in mango cajá (*Spondias dulcis* L.) when using an edible coating based on carboxymethyl cellulose (CMC) in low concentration, with and without the addition of ascorbic acid. The cajá-manga were subjected to three treatments, with fruits without coating (control), fruits coated with a film-forming solution with 0.5% (m/v) of carboxymethyl cellulose (CMC) and fruits coated with a film-forming solution with 0.5% (m/v) carboxymethylcellulose (CMC) + 0.025 (0.25%) ascorbic acid, treatments were stored in trays at 20°C for 9 days. The parameters evaluated were: titratable acidity, soluble solids, color, turgor pressure, determination of ascorbic acid (vitamin C) and mass loss at 0, 3, 6 and 9 days of storage. Mango cajá coated with CMC + vitamin C showed better results in terms of parameters: color, mass loss, acidity, turgidity pressure and total soluble solids content when compared to other treatments, showing satisfaction with their use.

Key-words: Coatings. New Technologies. Conservation. Post-Harves

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	11
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1.	Cajá-manga (<i>Spondias dulcis</i> L.)	13
2.2.	Conservação e qualidade pós-colheita	14
2.3.	Uso de revestimentos comestíveis na pós-colheita de frutos.....	15
2.4.	Carboximetilcelulose (CMC)	16
2.5.	Vitaminas	17
2.5.1.	Ácido ascórbico (vitamina C)	17
3.	MATERIAIS E MÉTODOS	19
3.1.	Materiais	19
3.1.1.	Colheita dos frutos.....	19
3.2.	Métodos.....	19
3.2.1.	Sanitização e revestimento	19
3.2.2.	Preparo da solução de carboximetilcelulose a 0,5%.....	19
3.2.3.	Preparo da solução de carboximetilcelulose a 0,5% com adição de vitamina C	20
3.2.4.	Análises físico-químicas da cajá-manga.....	20
3.2.4.1.	Determinação de Vitamina C.....	20
3.2.4.2.	Acidez titulável total (ATT)	21
3.2.4.3.	Teor de sólidos solúveis (TSS)	21
3.2.4.4.	Perda de massa	21
3.2.4.5.	Análise de cor	22
3.2.4.6.	Análise de pressão de turgescência	22
3.2.4.7.	Análise estatística.....	23
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	23
4.1.	Análises Físico-Químicas.....	23
4.1.1.	Acidez titulável total (ATT).....	23
4.1.2.	Teor de sólidos solúveis (TSS)	24
4.1.3.	Perda de massa	26
4.1.4.	Pressão de turgescência	27
4.1.5.	Cor dos frutos.....	28
4.1.6.	Índice de Vitamina C	30
5.	CONCLUSÃO	31
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

1. INTRODUÇÃO

O cajá-manga, conhecido cientificamente como *Spondias dulcis L.*, é uma fruta tropical que se destaca por sua deliciosa combinação de sabores agrídoces. Originária da Ásia, a fruta encontrou seu caminho para diversas regiões tropicais, incluindo o Brasil, onde ganhou popularidade devido às suas propriedades sensoriais únicas. Rico em vitamina C e antioxidantes, o cajá-manga não só encanta o paladar com seu sabor tropical, mas também oferece benefícios nutricionais notáveis (DIAS et al., 2014).

No contexto brasileiro, frutos exóticos e não tradicionais, como os encontrados no cerrado, são apreciados por suas propriedades nutricionais e sensoriais, incluindo aroma e sabor. Contudo, enfrentam o desafio de uma vida útil pós-colheita relativamente curta, o que dificulta sua comercialização, demandando a aplicação de técnicas especiais para conservação e valorização, conforme apontado por Rufino et al. (2010).

Um dos principais problemas enfrentados pela indústria de frutos é seu manejo pós-colheita que, aliado a curta vida de prateleira do fruto, restringe seu transporte em mercados distantes. O uso de armazenamento em baixas temperaturas é uma das maneiras mais eficazes de manter a qualidade de frutas pós-colheita e prolongar sua vida de prateleira (Alvarez et al., 2020). Entretanto, os frutos de cajá-manga são extremamente sensíveis à injúria pelo frio, em temperaturas menores que 13 °C (Zhang et al., 2017).

Segundo Mattietto e Lopes (2007), há vários fatores que podem ser capazes de influenciar a qualidade pós-colheita e a vida de prateleira dos frutos, como as condições de processamento, tipo e propriedades das embalagens, temperatura e tempo de estocagem, tipo de produto e carga microbiana e enzimática inicialmente presentes.

Diversas técnicas têm sido utilizadas para reduzir as perdas pós-colheita, uma delas é o uso de revestimentos comestíveis (Singh e Singh, 2012), que podem ser aplicados diretamente ao produto, e é uma das principais práticas para conservar a qualidade de frutos frescos (Valencia-Chamorro et al., 2003; Dhall, R. K., 2013), além disso, apresentam a vantagem adicional de reduzir o uso de embalagens não biodegradáveis (Hassan, et al., 2018). Como estratégia para mitigar a rápida deterioração da qualidade dos frutos, recorre-se à atmosfera modificada e ao

armazenamento refrigerado, podendo ser implementadas em conjunto ou de maneira isolada (ARRUDA et al., 2011).

A carboximetilcelulose (CMC) é um derivado da celulose, amplamente estudada como revestimento comestível (Arnon et al., 2014), tem grande potencial de formar uma camada transparente e flexível e se aderir à superfície do produto tratado (Ali et al., 2021). O CMC é insípido, inodoro, não tóxico, biodegradável, além de possuir baixo custo e de ser solúvel em água fria e quente e pode ser adicionado de outros constituintes (Dehsheikh & Dinani, 2019).

Diante disso, devido às inúmeras vantagens potenciais decorrentes da implementação de revestimentos comestíveis em alimentos, o presente estudo buscou avaliar as modificações físico-químicas induzidas em frutos de caixa-manga (*Spondias dulcis* L.) ao empregar um revestimento comestível à base de carboximetilcelulose em baixas concentrações com e sem adição de ácido ascórbico.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Cajá-manga (*Spondias dulcis* L.)

A cajazeira (*Spondias dulcis* L.) é uma espécie frutífera, que produz frutos nutritivos, saborosos e de grande aceitação de mercado, conhecidos, popularmente, como cajá-manga, apresentando sabor agridoce, suculência, sendo fortemente aromática (LORENZI et al., 2006). Não é um fruto típico do Cerrado, mas se adapta bem e apresenta alta produção nesse bioma. A árvore do cajá-manga é ereta, podendo atingir em média 20 m, prefere os solos profundos, sílico-argilosos em climas quentes e úmidos. É uma árvore de rápido crescimento apresentando ramos relativamente grossos, porém quebradiços, folhas alternas, compostas de 11 a 13 folíolos e flores pequenas e esbranquiçadas como evidenciado na Figura 1.

Figura 1 – Árvore de cajazeira.



Fonte: sítio da mata

Seus frutos (Figura 2) vêm em grandes cachos soltos e são apresentados em formato oval. Possuem casca lisa, porém resistente, polpa aromática, suculenta, fibrosa, pouco ácida e saborosa, com caroço espinhoso (PEIXOTO, 1998; GOMES, 1987). Os frutos são climatérios e apresentam coloração amarelo-ouro quando maduros (FRANQUIN et al., 2005). O cajá-manga (Figura 2) é muito apreciado no Brasil, consumido in natura ou na forma de produtos, como polpa congelada, bebidas, doces, sorvetes, picolés e geleias (MATTIETTO et al., 2007; CARVALHO et al., 2008).

Figura 2: Frutos de cajá-manga



Fonte: sítio da mata

É constituído de polpa, casca e semente, apresentando formato elipsoide, do tipo drupa com, aproximadamente, 6 a 10 cm de comprimento e 3 a 10 cm de largura e 100 g, com semente dotada de fibras rígidas e espinescentes que penetram parcialmente na polpa. Sua casca é fina e lisa e, à medida que amadurecem, tornam-se amarelo-ouro (FRANQUIN et al., 2005).

A procura pelos frutos do cajá-manga deve-se principalmente às boas características para a industrialização, aliadas ao aroma e seu sabor agridoce sendo que os principais produtos são sucos, geleias, licores, sorvetes e néctares. Por apresentar compostos bioativos como antioxidantes, carotenoides e vitaminas, a cajá-manga tem despertado o interesse de pesquisadores, tanto para cultivo quanto para o processamento o que justifica a busca por técnicas que permitam a conservação dos frutos e dos nutrientes e sua oferta fora do período de safra. (SOUZA et al., 2014).

2.2. Qualidade pós-colheita

A cadeia frutícola brasileira é deficiente e apresenta alta taxa de desperdício, resultando em altas perdas, o que geram um significativo prejuízo econômico. Resultando em redução de lucro para os envolvidos no comércio frutícola e prejuízo aos consumidores que além de produtos com preços mais elevados, terão menor disponibilidade de produtos e com qualidade inferior (RIBEIRO et al., 2015).

As mudanças ocorridas em pós-colheita sejam físicas ou físico-químicas são as

que mais influenciam na qualidade durante o período de armazenamento. Por isso, faz-se necessário que haja tecnologias pós-colheita que favoreçam a manutenção dessa qualidade durante esse período (PEREIRA et al., 2013).

Conforme destacado pela Embrapa (2005), a colheita dos frutos é uma etapa de extrema importância no ciclo da cultura, demandando precauções e cuidados significativos. É recomendável realizar a colheita durante as horas mais frescas do dia, utilizando o método de corte do pedúnculo ou cabo, e manusear os frutos com máxima delicadeza ao acomodá-los nos contentores. Além disso, é essencial resfriar os frutos o mais rápido possível, preferencialmente dentro de um prazo máximo de duas horas após a colheita, a fim de evitar um amadurecimento acelerado e a deterioração precoce dos mesmos.

Por isso, os frutos de cajá-manga devem ser colhidos no ponto ótimo de maturação, para que apresente máxima qualidade em termos de aparência, textura, sabor e valor nutricional (HERNÁNDEZ-MUNÓZ et al., 2008). Ainda, de acordo com Hernández-Muñoz et al. (2008), a época de colheita da cajá-manga varia de junho a dezembro em todas as regiões do Brasil. Por outro lado, em Goiás e nas demais regiões do Centro-Oeste, a colheita ocorre principalmente entre os meses de outubro a dezembro.

2.3. Uso de revestimentos comestíveis na pós-colheita de frutas

A embalagem é uma das operações pós-colheita mais críticas para a preservação e extensão da vida útil de frutas, vegetais e alimentos processados. As principais funções da embalagem de alimentos incluem proteção, comunicação e conveniência.

A utilização de revestimentos comestíveis é uma tecnologia alternativa que está sendo cada vez mais divulgada como uma metodologia viável para prolongar a vida útil de frutas e hortaliças. Após serem colhidos, frutos climatéricos apresentam um aumento da maturação e deterioração, isso acontece devido às alterações bioquímicas e fisiológicas, assim como, acondicionamento e manuseio impróprio (LUVIELMO & LAMAS, 2013).

Os revestimentos comestíveis são uma aplicação fina de material que forma uma barreira protetora em torno de um alimento e que pode ser consumido junto com o produto revestido (MCHUGH & SENESI, 2000). São aplicados aos alimentos na forma líquida, por imersão, pulverização, pincelagem ou gotejamento (ANDRADE et al., 2013 ; TAVASSOLI-KAFRANI et al., 2016). Criam uma barreira protetora semipermeável

ao redor de toda a superfície da fruta, reduzindo as perdas de qualidade, regula a umidade e a troca gasosa entre o ambiente interno da fruta e a atmosfera externa (INCAMA et al., 2018). Atuam no preenchimento de rachaduras e poros, selando estômatos e lenticelas, cobrindo completamente o epicarpo do fruto (THAKUR et al., 2018 ; KUMAR et al., 2017). Também diminuem significativamente o crescimento microbiano, protegendo os produtos por eles revestidos contra danos mecânicos e evitando a fuga de compostos voláteis (KUMAR & SETHI, 2018).

As coberturas comestíveis mais comumente utilizadas possuem na composição materiais hidrofílicos, geralmente constituídos por grupamentos amino (NH_3), hidroxila (OH) e carboxila (COOH), que facilita o agrupamento e rearranjo molecular polar (CLASSIS & BRITTO, 2010).

O revestimento comestível a base de carboximetilcelulose podem ser uma alternativa viável para uso, devido a seu baixo custo, alta produção, biodegradabilidade, comestibilidade e fácil manipulação (MALI; GROSSMANN; YAMASHITA, 2010). Além disso, outros compostos com características ativas estão sendo incorporados a revestimentos à base de carboximetilcelulose, nos últimos anos, a fim de melhorar o efeito de barreira a gases (SOUZA, ANDRADE, 2000; GODBILLOT et al., 2006; ALVES, 2007).

2.4. Carboximetilcelulose (CMC)

A carboximetilcelulose (CMC) é um produto de baixo custo e é um polissacarídeo carregado semissintético industrial. Como é biodegradável, seus resíduos podem desaparecer em poucas semanas, em temperatura ambiente, suas aplicações incluem usos em cosméticos, como espessante alimentar. Uma vez que a CMC consiste de uma longa e relativamente rígida molécula com carga negativa, devido a seus numerosos grupos carboxílicos ionizados, a repulsão eletrostática faz com que essas moléculas, quando em solução, fiquem estendidas. Da mesma forma, as cadeias adjacentes repelem umas às outras. Como consequência, as soluções de CMC tendem a ser, ao mesmo tempo, altamente viscosas e estáveis, estando disponível em uma ampla faixa de graus de viscosidade (CHARPENTIER et al., 1997).

2.5. Vitaminas

A palavra vitamina é derivada da combinação das palavras: vital e amina. Foi idealizada pelo químico polonês Casimir Funk em 1912, que isolou a vitamina B1 ou tiamina, do arroz. Isso determinou uma das vitaminas que prevenia o Beribéri, doença deficitária que causa inflamações, lesões degenerativas dos nervos, sistema digestivo e coração (MIRA, 2018).

As vitaminas são moléculas orgânicas essenciais para o funcionamento do metabolismo. São fundamentais na transformação de energia mesmo não sendo fontes, auxiliam na resposta imune do organismo, defendendo-o, ajudando a prover um meio benéfico para o processo de proteção, correção e renovação da pele, cabelo e unhas. A função mais frequente é como catalizadores para as reações enzimáticas, permitindo que uma reação química ocorra usando menos energia e menos tempo (PEREIRA, 2008).

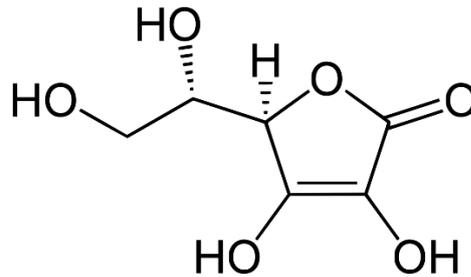
O teor de vitaminas dos alimentos é bastante variado, dependendo, no caso de vegetais, da espécie, do estágio de maturação, da época de colheita, de variações genéticas, do manuseio pós-colheita, das condições de estocagem, do processamento e do tipo de preparação (QMCWEB, 2013).

2.5.1. Ácido ascórbico (vitamina C)

A vitamina C, ou ácido ascórbico, é a mais conhecida das vitaminas. Está diretamente ligada à formação de colágeno, manutenção e integridade das paredes capilares, formação dos glóbulos vermelhos do sangue, além de atuar no metabolismo de alguns aminoácidos e vitaminas do complexo B e auxiliar na facilitação da absorção do ferro, na formação dos dentes e ossos e favorecimento da cicatrização de queimaduras (SIES, 1992).

Na sua forma seca, tem cor branca, hidrossolúvel e cristalino sendo facilmente oxidado pelo calor e sofre perdas de suas atividades (GEREMIAS, 2004). A Vitamina C é formada por quantidades iguais de carbono e oxigênio em número de seis e hidrogênio oito ($C_6H_8O_6$) (CAVALARI, 2018).

Figura 3: Fórmula estrutural do ácido ascórbico.



Fonte: Fennema

A aplicação do ácido ascórbico em conjunto com compostos fenólicos, pode recuperar antioxidantes fenólicos por fornecer átomos de hidrogênio para impedir a reação em cadeia da oxidação de lipídeos. (ARAÚJO, 2015).

O ácido ascórbico em alimentos como antioxidante atua de diversas maneiras: removendo o oxigênio, prevenindo a oxidação do alimento e na regeneração de antioxidantes, atuando sinergisticamente com os agentes complexantes na redução da oxidação, situações em que o ácido ascórbico é oxidado para deidroácido ascórbico. (ARAÚJO, 2015).

Além da sua função como nutriente essencial, o Ácido Ascórbico é bastante usado como ingrediente/aditivo de alimentos devido a suas propriedades antioxidante e redutora (FENNEMA, 2010).

3. MATERIAIS E METÓDOS

3.1. Materiais

3.1.1. Colheita dos frutos

Os frutos de cajá-manga foram adquiridos no município de Santa Helena-GO, Brasil. O transporte, até o Instituto Federal Goiano- Campus Rio Verde, dos frutos foi realizado através de caixa térmica devidamente acondicionada a fim de se evitar perdas físicas e fisiológicas no material.

3.2. Métodos

3.2.1. Sanitização e revestimento

Os frutos foram lavados e sanitizados em solução de água clorada de cloro ativo de 200 ppm durante 15 minutos no laboratório de Frutas e Hortaliças do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde. Após decorrido o tempo, foram lavados com água corrente e secos a temperatura ambiente.

Após sanitização os frutos foram imersos nas soluções, até que fossem totalmente cobertos e deixados de repouso por cerca de 30 minutos, após este tempo os frutos foram retirados das soluções e depositados em uma grade metálica de 2 cm de espaçamento, a fim de que o excesso de solução escorresse dos frutos, sobrando apenas uma fina película revestida.

As cajá-mangas revestidas de CMC, CMC + Vit C e o sem revestimento (grupo controle) foram acondicionadas em bandejas de polipropileno e armazenadas em BOD (LIMATEC) a 20°C durante 9 dias. As análises físico-químicas foram feitas de 3 em 3 dias durante 9 dias, sendo elas: Cor visual, acidez total titulável, teor de sólidos solúveis, pressão de turgescência, respiração e perda de massa.

3.2.2. Preparo da solução de carboximetilcelulose a 0,5%

A solução filmogênica foi preparada seguindo a metodologia de Silva et al., (2009) com algumas modificações, em que foram adicionados 500 mL de água destilada, 0,5 g de carboximetilcelulose (0,5% m/v) e 2,5 g de glicerol (0,5% m/v) em um béquer. Essa mistura foi deixada sob agitação constante em agitador magnético (SP 162 – SP LABOR) por cerca de 30 minutos após atingir a temperatura de 60°C.

3.2.3. Preparo da solução de carboximetilcelulose a 0,5% com adição de Vitamina C

Para a solução com adição de Vitamina C foi realizada a mesma metodologia para solução de carboximetilcelulose a 0,5% acrescentando 0,025g (0,25%) de ácido ascórbico na solução

3.2.4. Análises físico-químicas da cajá-manga

Todas as análises foram realizadas em triplicatas, a vida de prateleira de nove dias foi avaliada a cada 3 dias. As análises foram realizadas após retirada dos frutos da B.O.D.

3.2.4.1. Determinação de Vitamina C

Inicialmente, 5 gramas de polpa de cajá-manga foram pesados e transferidos para um frasco erlenmeyer de 250 mL, com o auxílio de aproximadamente 50 mL de água. Após isso, foram adicionados 10 mL de solução de ácido sulfúrico a 20% e homogeneizados. Em seguida, 1 mL da solução de iodeto de potássio a 10% e 1 mL da solução de amido a 1% foram incorporados à mistura. Por fim, a solução de iodato de potássio foi titulada até que houvesse uma mudança de cor para azul. A tonalidade obtida indicou a quantidade de vitamina C presente na amostra.

O rendimento foi calculado seguindo a Equação 1 a seguir:

$$\text{Vitamina C (mg por cento m/m)} = \frac{100 * V * F}{P} \quad [\text{Eq 1}]$$

Sendo que:

V = volume de iodato gasto na titulação;

F = 8,806 ou 0,8806, respectivamente para KIO_3 0,02 ou 0,002 mol/L;

P = g ou mL da amostra utilizada.

3.2.4.2. Acidez titulável total (ATT)

A análise de acidez titulável foi realizada por meio da titulação com hidróxido de sódio 0,1 mol L⁻¹. Em primeiro momento pesou-se 5g de polpa de cajá-manga previamente macerada e dissolvidos em 50 mL de água destilada, a amostra foi então filtrada a fim de se retirar a maior quantidade de sólidos remanescente possíveis e, em seguida, o filtrado foi armazenado em bequer de 100 mL. Adicionou-se então três gotas do indicador fenolftaleína e titulou-se a solução até que a mesma apresentasse uma coloração rósea (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

Para a obtenção dos valores de acidez, utilizou-se a Equação 2, sendo o resultado expresso em g/100 g de amostra.

$$\text{Índice de acidez (IA)} = \frac{(Vg * FC * M * 100)}{Va} \quad [\text{Eq 2}]$$

Onde Vg é o volume gasto para titulação (mL), FC o fator de correção do hidróxido de sódio, M a molaridade do hidróxido de sódio e Va o volume da amostra (mL).

3.2.4.3. Teor de sólidos solúveis (TSS)

Para análise do teor de sólidos solúveis dada em °Brix foi seguido o método do Instituto Adolfo Lutz (1985) com auxílio do Refratômetro Digital Portátil (DR301-95 – KRUSS).

3.2.4.4. Perda de massa

A análise de perda de massa foi realizada com o auxílio de uma balança analítica, com quatro casas decimais, pesando todos os frutos, durante todos os dias em que foram realizadas as análises.

Os resultados foram expressos em porcentagem e obtidos através da diferença entre a massa inicial da amostra e a massa obtida em cada período de armazenagem. Os valores foram expressos conforme a Equação 3.

$$\text{Perda de massa (\%)} = \frac{(Mi - Mf)}{Mi} * 100 \quad [\text{Eq 3}]$$

Sendo que Mi é a massa inicial em gramas e Mf a massa final em gramas.

A massa final representa a massa da amostra após 3, 6 e 9 dias de armazenamento dos frutos.

3.2.4.5. Análise de cor

A coloração da epiderme foi avaliada visualmente de acordo com os Padrões de classificação elaborado pelo próprio autor, seguindo-se uma escala de 1 a 6, onde os valores equivalem a verde escuro, verde claro (perda parcial da clorofila), verde amarelado, de vez, amarelo claro e amarelo escuro, respectivamente.

3.2.4.6. Análise de pressão de turgescência

A pressão de turgescência utilizou técnica de aplanação em que consiste em colocar o órgão sobre a base do instrumento (Aplanador) desenvolvido por Bernstein e Lustig (1981) e adaptado por Calbo e Calbo (1989) e Calbo e Nery (1995), em que se mede a pressão interna das células dos frutos, a firmeza, utilizando um aplanador (Figura 4) de peso conhecido.

Figura 4: Análise de pressão de turgescência com uso de aplanador



Fonte: acervo pessoal

O cálculo para firmeza (N/cm^2) foi obtido pela razão entre a força aplicada pelo aplanador, ou seja, o seu peso e a área formada (elipse) no fruto, por meio de uma bolha formada com a adição de uma camada de água sob o fruto pressionado pelo aplanador, de acordo com a Equação 4:

$$\text{Firmeza} = \frac{\text{Peso}}{\text{Área da elipse}} \quad [\text{Eq 4}]$$

3.2.4.7. Análise estatística

A partir dos dados coletados sobre as propriedades do filme e a vida de prateleira da cajá-manga, foi realizado uma análise de variância (ANOVA) com intervalo de confiança de 95% ($p < 0,05$), sendo utilizado o software Statistica 7.0 (Statsoft @). O teste de Tukey foi utilizado para avaliar as diferenças entre as médias ($p < 0,05$) e em relação às propriedades dos filmes produzidos e a conservação da cajá-manga.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análises Físico-Químicas

4.1.1. Acidez titulável total (ATT)

Durante o período de armazenamento, é possível perceber através dos resultados de ATT que todos os tratamentos obtiveram diferença estatística (Tabela 1).

Houve uma variação significativa nas médias de ácido cítrico de acordo com os tratamentos e dias de avaliação, em relação à acidez. Os valores médios de ácido cítrico apresentaram variações significativas ao longo dos dias.

Os tratamentos CM-0,5%CMC+VC demonstraram uma melhor preservação da porcentagem de ácido cítrico ao longo do tempo, exibindo variações mínimas na acidez titulável. Isso os tornou mais eficazes em relação à ATT em comparação com os demais tratamentos. Esse resultado pode indicar na conservação aprimorada dos ácidos orgânicos nos frutos de cajá-manga durante todas as análises realizadas.

É importante destacar que, de acordo com Reis et al. (2008), durante o processo de respiração, os ácidos orgânicos podem ser gerados e volatilizados. A aplicação das coberturas pode ter retardado essa volatilização ou, possivelmente, evitado sua ocorrência devido aos compostos presentes na cobertura desse tratamento.

Portanto, o revestimento comestível surge como uma alternativa viável para limitar esse processo respiratório e metabólico nas frutas, reduzindo a perda de componentes nutricionais, como os sólidos solúveis e a ATT. Resultados similares foram observados por Amâncio (2020) em estudos com tomates revestidos com alginato e nanopartículas de zinco, nos quais os níveis de acidez dos tomates diminuíram com

mínimas alterações ao longo do armazenamento, corroborando a tendência de redução da acidez durante o amadurecimento do fruto.

Por outro lado, os tratamentos de CM-C e CM-0,5% CMC apresentaram uma maior variação na porcentagem de ATT ao longo dos dias, sendo que o tratamento controle apresentou maiores índices de diminuição nos valores de acidez titulável sendo que isso pode ser explicado pela falta de revestimento nos frutos. Isso está de acordo com Chitarra e Chitarra (2005), que afirmam que o conteúdo de ácidos orgânicos diminui à medida que o fruto amadurece, pois eles são utilizados como substrato para o processo de respiração ou convertidos em açúcares, o que pode resultar em um aumento no teor de sólidos solúveis.

Tabela 1: ATT em frutos de cajá-manga revestidos armazenados por até 9 dias

Tratamento	Tempo 0	Tempo 3	Tempo 6	Tempo 9
CM-C	0,87±0,008 ^B	1,07±0,11 ^{BA}	0,65±0,10 ^C	0,44±0,02 ^C
CM-0,5% CMC	1,06±0,14 ^A	0,92±0,05 ^B	0,79±0,05 ^B	0,68±0,09 ^B
CM-0,5%CMC+VC	1,07±0,008 ^A	0,90±0,03 ^A	0,88±0,07 ^B	0,84±0,06 ^B

*Valores de médias ± desvio padrão; *Médias seguidas com as letras iguais na mesma linha não diferem entre si, pelo Teste de Tukey (p< 0,05).

4.1.2. Teor de sólidos solúveis (TSS)

Conforme observado na Tabela 2, os revestimentos aplicados resultaram em um aumento nos sólidos solúveis totais (TSS) dos frutos. Os aumentos mais significativos foram observados no final do período de armazenamento, especialmente nos frutos submetidos aos revestimentos controle (CM-C), sugerindo um processo de amadurecimento da cajá-manga. Essa tendência pode ser explicada pela ausência de revestimento.

Além disso, o revestimento CM-0,5% CMC demonstrou um maior valor de TSS em comparação com o revestimento contendo ácido ascórbico, indicando que a ausência de Vitamina C resultou em um maior aumento nos sólidos solúveis totais ao longo do armazenamento.

Segundo Oliveira (2014), esses resultados podem estar relacionados às mudanças metabólicas do fruto durante o processo de maturação, especialmente no que diz respeito à regulação do processo respiratório. Cada tipo de revestimento interfere

nas trocas gasosas, ou seja, na respiração do fruto, o que pode influenciar significativamente o seu metabolismo durante o armazenamento.

Tabela 2: TSS em frutos de frutos de cajá-manga revestidos armazenados por até 9 dias

Tratamento	Tempo 0	Tempo 3	Tempo 6	Tempo 9
CM - C	6,9±0,26 ^{BA}	7,01±0,41 ^C	7,2±0,17 ^{CB}	7,63±0,37 ^A
CM - 0,5% CMC	5,96±0,05 ^C	6,34±0,41 ^{BA}	6,7±0,1 ^{CB}	7,5±0,4 ^A
CM - 0,5%CMC + VC	6,13±0,05 ^A	6,43±0,20 ^A	6,5±0,45 ^A	6,9±0,36 ^A

*Valores de médias ± desvio padrão; *Médias seguidas com as letras iguais na mesma linha não diferem entre si, pelo Teste de Tukey (p< 0,05).

O estudo realizado por Sato et al. (2009) sobre a maturação e as propriedades físico-químicas das uvas revelou uma relação inversa entre o teor de sólidos solúveis (TSS) e a acidez total titulável (ATT). De acordo com os pesquisadores, o índice de maturação tende a seguir um padrão semelhante ao aumento dos TSS, começando com valores mais baixos no início do processo de maturação e aumentando progressivamente até o período próximo à colheita.

Essa relação pode ser atribuída à respiração natural das frutas, em que a glicose é utilizada como substrato para a produção de energia necessária para os processos vitais após a separação da planta mãe (conforme citado por KAYS, 1991, segundo Ferreira, 2012).

É possível fazer uma analogia semelhante para os frutos de cajá-manga revestidos, uma vez que foi observado um aumento progressivo nos sólidos solúveis totais (TSS) desses frutos, o que sugere um processo de maturação em andamento. Ao examinar o estudo realizado por Vieira et al. (2009), pode-se observar que os revestimentos feitos com fécula de mandioca também apresentaram um efeito positivo no teor de sólidos solúveis totais em manga e tomate, com valores significativamente mais baixos conforme o tempo de armazenamento.

4.1.3. Perda de massa

Os frutos presentes no tratamento CM-0,5%CMC+VC apresentaram os melhores desempenhos médios e menores reduções de massa inicial, enquanto os tratamentos controle e CM-0,5%CMC se mostraram com desempenho mais baixo entre todos os dias de teste. Durante o armazenamento a perda de massa exerceu um efeito negativo sobre a aparência do morango, levando ao encolhimento e uma epiderme de aparência opaca. O limite máximo de perda de massa admitido para a comercialização do fruto fresco é de 6%, valor esse que auxilia na manutenção da qualidade mínima (ALMENAR et al., 2007).

Ao término do período de avaliação, as amostras com o revestimento CM-0,5% CMC+VC registraram uma menor porcentagem de perda de massa, apresentando um valor de 1,44%. Este tratamento manteve um controle mais consistente até o nono dia de armazenamento, ao contrário dos tratamentos de controle, que exibiram uma taxa de perda de massa fresca de 6,28%. Os tratamentos com CM-0,5%CMC demonstraram percentuais aceitáveis em comparação com os tratamentos de controle. No entanto, esses valores revelaram-se mais elevados quando contrastados com os observados no grupo CM-0,5%CMC+VC. A elevada taxa de perda de massa no estágio final do armazenamento pode ser atribuída a um aumento na atividade metabólica acelerada e à presença crescente de microrganismos de acordo com (SÁNCHEZ-GONZÁLEZ et al., 2011).

Sendo assim, o revestimento CM-0,5% CMC+VC se mostrou o mais eficiente em relação a capacidade de manter por mais dias de armazenamento a amostra com percentual baixo de perda. Bons resultados de conservação em análise do percentual de massa fresca também foram obtidos por Lopes (2021) ao analisar a perda de massa em morangos revestidos com carvacrol que obtiveram percentual de conservação de massa abaixo de 6% após 12 dias de armazenamento. Os valores médios do percentual de perda de massa fresca estão presentes na Tabela 13.

Tabela 3: Perda de massa de frutos de cajá-manga revestidos armazenados por até 9 dias

Tratamento	Tempo 0	Tempo 3	Tempo 6	Tempo 9
CM - C	34,94±0,57 ^A	32,53±0,54 ^B	31,01±0,55 ^C	28,66±0,44 ^D
CM - 0,5% CMC	29,56±1,59 ^A	28,80±1,63 ^{BA}	27,61±1,67 ^{BA}	25,78±1,77 ^C
CM - 0,5%CMC + VC	29,56±1,59 ^A	29,88±2,37 ^A	28,74±2,33 ^A	28,12±2,35 ^A

*Valores de médias ± desvio padrão; *Médias seguidas com as letras iguais na mesma linha não diferem entre si, pelo Teste de Tukey (p< 0,05).

4.1.4. Pressão de turgescência

Depois da colheita, a perda exagerada de água pela transpiração pode afetar consideravelmente a firmeza das frutas, fazendo com que essas se apresentem flácidas, moles e murchas (Chitarra&Chitarra, 2005).

A consistência desempenha um papel fundamental na análise da resistência dos frutos, exercendo uma influência direta na capacidade de suportar condições de transporte e armazenamento. Esse atributo não apenas afeta a integridade física do fruto, mas também desempenha um papel significativo na determinação da qualidade geral. A firmeza, um parâmetro essencial na avaliação da qualidade dos frutos, está intrinsecamente relacionada à textura e tem uma ligação direta com a perda de massa. À medida que a polpa do fruto amolece, a firmeza tende a diminuir, transformando-se em um indicador crucial da condição e longevidade dos frutos.

Tabela 4: Pressão de turgescência de frutos de cajá-manga revestidos armazenados por até 9 dias

Tratamento	Tempo 0	Tempo 3	Tempo 6	Tempo 9
CM - C	1,84±0,34 ^A	1,05±0,21 ^B	0,79±0,17 ^B	0,66±0,04 ^B
CM - 0,5% CMC	2,10±0,74 ^{BA}	1,92±0,55 ^A	0,76±0,08 ^B	0,71±0,17 ^B
CM - 0,5%CMC + VC	1,24±0,30 ^A	0,90±0,26 ^A	0,86±0,025 ^A	0,67±0,24 ^A

*Valores de médias ± desvio padrão; *Médias seguidas com as letras iguais na mesma linha não diferem entre si, pelo Teste de Tukey (p< 0,05).

Ao longo do período observado, houve uma redução na firmeza em todos os tratamentos devido ao processo natural de amadurecimento dos frutos. No entanto, é

notável uma diminuição mais pronunciada na amostra controle, indicando que a aplicação do revestimento foi eficaz em retardar o amolecimento dos frutos.

Conforme evidenciado na Tabela 4, para o tratamento controle, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas nos tempos 3, 6 e 9. Por outro lado, ao comparar o tratamento CM - 0,5% CMC com o tratamento controle e CM - 0,5% CMC + VC, percebe-se uma redução mais acentuada nos valores do tempo 0 para os demais momentos do experimento, indicando uma possível menor resistência dos frutos nesse tratamento.

Dessa forma o tratamento CM - 0,5% CMC + VC conferiu maior manutenção de valores referentes a pressão de turgescência, indicando que esse revestimento possui maior eficácia em relação aos demais quando se observa parâmetros de manutenção de firmeza.

4.1.5. Cor dos frutos

A cor é um parâmetro fundamental a ser avaliado em coberturas comestíveis, sendo influenciada pela morfologia ou a estrutura química relacionada à massa molecular do material, além de influenciar no grau de opacidade do material (CHEN, 1995). Revestimentos a base de carboximetilcelulose geralmente se apresentam sem cor (transparentes) e são homogêneos.

Para discussão de resultados de cor dos frutos seguiu-se a escala de variação de cor indo de 1 (verde) a 6 (totalmente amarelada) demonstrado na figura 5.

Figura 5: Escala de cor adotada para análise visual



Fonte: acervo pessoal

Durante o período de armazenamento, a coloração da epiderme variou de acordo com uma escala de classificação de 1 a 6. Houve diferenças na coloração entre o tratamento controle e os tratamentos com revestimento de CMC 0,5% e CMC 0,5%+VC ao longo de todo o período de armazenamento. Observou-se que as colorações

classificadas como 1, 2 e 3 foram mantidas apenas nos frutos tratados com revestimento de CMC 0,5% e CMC 0,5%+VC até o tempo 6, o que sugere que esses tratamentos mantiveram uma melhor aparência durante um período prolongado de armazenamento em comparação com o tratamento controle. Isso indica que os tratamentos com revestimento proporcionaram uma vida útil mais longa para os frutos em comparação com o tratamento sem revestimento.

Figura 6: Escala de cor adotada para análise visual no decorrer dos 9 dias de análise de cor



Fonte: acervo pessoal

Ao passar dos 6 dias de armazenamento, observou-se que os frutos revestidos com CMC 0,5%+VC e os presentes no tratamento controle apresentaram mudança na cor da epiderme e pontos escuros.

No estágio inicial (tempo zero), todos os tratamentos apresentavam a mesma coloração na epiderme, com uma classificação média de 1,0 (verde) na avaliação inicial.

No tempo 3, os frutos do grupo controle mostraram uma mudança na cor da epiderme, resultando em uma classificação média de 2 a 3 (transição para uma coloração de amarelo/verde ou perda parcial da clorofila), enquanto ambos os frutos revestidos mantiveram a coloração ou uma coloração semelhante à do tempo zero. Ao tempo 6, tanto os frutos do grupo controle quanto os revestidos mostraram uma mudança significativa na coloração em comparação ao tempo inicial. No entanto, o fruto revestido com CMC 0,5%+VC apresentou mudanças mais sutis em comparação com os outros tratamentos, evidenciando uma eficácia maior desses revestimentos em manter a coloração dos frutos por um período maior. A coloração da epiderme dos frutos é um atributo de qualidade importante, pois além de oferecer uma boa aparência, influencia diretamente na preferência do consumidor. Durante o amadurecimento, a maioria dos frutos sofre mudanças na cor, sobretudo na casca (MOTTA et al., 2015).

A cor atrativa dos frutos é devido à presença de xantofilas que são pigmentos naturais derivados de açúcares. Com o avanço da maturação, ocorre a destruição da clorofila (cor verde) e a síntese de antocianinas. A presença deste pigmento é um indicador da maturação desta fruta (CANTILLANO; SILVA, 2010).

4.1.6. Índice de Vitamina C

Um aspecto importante sob a qualidade dos frutos desta espécie se dá principalmente devido ao elevado conteúdo de ácido ascórbico, pois os valores médios obtidos neste trabalho variaram de 1,86 a 3,32mg.100g⁻¹ para o tratamento controle; de 1,75 a 2,31 para CM - 0,5% CMC e 2,01 a 5,05 em CM-0,5%CMC+VC, sendo os maiores valores para o tratamento revestido com Vitamina C (Tabela 5). O conteúdo de ácido ascórbico reportado neste trabalho, foi inferior ao citado por Silva et al. (2003) com 38,86 mg.100g⁻¹.

Tabela 5: Índice de ácido ascórbico de frutos de cajá-manga revestidos armazenados por até 9 dias

Tratamento	Tempo 0	Tempo 3	Tempo 6	Tempo 9
CM - C	1,86±0,09 ^B	1,97±0,44 ^B	2,36±0,12 ^A	3,32±0,17 ^B
CM - 0,5% CMC	1,75±0,24 ^B	1,66±0,45 ^B	2,82±0,22 ^A	2,31±0,43 ^{BA}
CM - 0,5%CMC + VC	2,01±0,11 ^C	2,66±0,21 ^B	1,78±0,20 ^A	5,05±0,06 ^C

*Valores de médias \pm desvio padrão; *Médias seguidas com as letras iguais na mesma linha não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

O conteúdo de ácido ascórbico está presente naturalmente nas frutas é um parâmetro nutricional muito importante, o ácido ascórbico é definido como um composto antioxidante presente nos vegetais que minimiza a oxidação nas células causada pela geração de radicais livres em excesso, prevenindo doenças (Sharma et al., 2008; Santos et al., 2010).

Valores superiores de ácido ascórbico nos frutos do tratamento CM-0,5%CMC+VC podem ser explicados pela adição do mesmo no revestimento, causando aumento nesses valores em relação aos demais tratamentos.

5. CONCLUSÃO

Após a aplicação de filmes à base de carboximetilcelulose e adição de Vitamina C nos frutos de cajá-manga, os resultados das avaliações revelaram um significativo benefício na preservação desses frutos. Notavelmente, os frutos revestidos com CM-0,5%CMC+VC demonstraram resultados eficazes em várias métricas, como cor visual, perda de massa, acidez titulável total, pressão de turgescência e teor de sólidos solúveis totais, superando os outros tratamentos. Isso sugere que os frutos revestidos com a composição CM-0,5%CMC+VC apresentaram uma durabilidade superior, resistindo melhor ao processo de amadurecimento em comparação com os tratamentos controle e outros revestimentos nos períodos de tempo avaliados (0, 3, 6 e 9).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMENAR, E. et al. Equilibrium modified atmosphere packaging of wild strawberries. **Science of Food and Agriculture**, v. 87, n.10, 2007.
- ALVAREZ, Maria; SILVA, João; PEREIRA, Ana. **Armazenamento em baixas temperaturas de frutas tropicais. Revista Brasileira de Fruticultura**, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 150-160, 2020.
- MATTIETTO, R.; LOPES, J. **Fatores que influenciam a qualidade pós-colheita.** Revista de Agricultura, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 45-50, 2007.
- SINGH, A.; SINGH, B. **Uso de revestimentos comestíveis em frutas.** Journal of Food Science, Nova Délhi, v. 18, n. 4, p. 123-130, 2012.
- DHALL, R. K. **Técnicas de conservação pós-colheita.** Journal of Horticultural Science, Londres, v. 20, n. 2, p. 98-105, 2013.
- HASSAN, Z.; ALI, M.; KHAN, N. **Redução do uso de embalagens não biodegradáveis.** Environmental Science Journal, Cairo, v. 25, n. 3, p. 200-210, 2018.
- ARON, J.; SILVA, M.; PEREIRA, A. **Uso de carboximetilcelulose como revestimento comestível.** Revista de Ciência de Alimentos, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 123-130, 2014.
- ALI, K.; KHAN, N.; AHMED, S. **Propriedades da carboximetilcelulose em alimentos.** Journal of Food Technology, Nova Délhi, v. 15, n. 4, p. 200-210, 2021.
- DEHSHEIKH, R.; DINAMI, F. **Aplicações da carboximetilcelulose em alimentos.** Food Science Journal, Teerã, v. 12, n. 3, p. 150-160, 2019.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; TORRES, M. A. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2006.
- PEIXOTO, A. L. **Frutas do Brasil: espécies nativas e exóticas.** 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Exemplo, 1998.
- GOMES, J. R. **Cultivo de frutas tropicais.** São Paulo: Editora Agrícola, 1987.
- FRANQUIN, P. A. **Manual de fruticultura.** 3. ed. Porto Alegre: Editora Rural, 2005.
- MATTIETTO, R. A.; SILVA, J. P.; OLIVEIRA, M. S. **Propriedades nutricionais do cajá-manga.** Revista Brasileira de Fruticultura, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 123-130, 2007.

CARVALHO, L. M.; SANTOS, A. B.; PEREIRA, F. J. **Processamento de frutas tropicais**. Journal of Food Processing, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 200-210, 2008.

SOUZA, D.; PEREIRA, E.; LIMA, F. **Conservação de frutos de caja-manga**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 30, n. 2, p. 200-210, 2010.

RIBEIRO, J.; ALMEIDA, M.; COSTA, P. **Mudanças pós-colheita em frutas tropicais**. Revista de Agricultura, v. 40, n. 2, p. 150-160, 2015.

PEREIRA, L.; SANTOS, R.; MENDES, T. **Tecnologias pós-colheita para frutas**. Revista de Tecnologia Agrícola, v. 35, n. 1, p. 45-55, 2013.

LUVIELMO, M. M.; LAMAS, A. M. **Revestimentos comestíveis: uma alternativa para a conservação de frutas**. 2. ed. São Paulo: Editora Exemplo, 2013.

MCHUGH, T. H.; SENESI, E. **Aplicação de revestimentos comestíveis em frutas**. Revista de Tecnologia de Alimentos, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 123-130, maio 2000.

ANDRADE, L. R.; SILVA, M. A.; PEREIRA, J. F. **Métodos de Análise Química**. 3. ed. São Paulo: Editora Exemplo, 2013.

ARRUDA, R.; ASCHERI, D. P. R.; ASCHERI, J. L. R. **Caracterização dos rizomas filhos e da fécula do mangarito (*Xanthosoma mafaffa* Schott) e elaboração de filmes biodegradáveis**. Boletim do centro de pesquisa de processamento de alimentos, v. 30, n. 1, p. 1-18, 2011.

CHARPENTIER, D., Mocanu, G., Carpov, A., Chapelle, S., Merle, L., & Müller, G. (1997). **New hydrophobically modified carboxymethylcellulose derivatives**. *Carbohydrate polymers*, 33(2-3), 177-186.

CHEN, H. **Functional properties and applications of edible films made of milk proteins**. Journal of Dairy Science, 78, p. 2563-2583, 1995.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 785 p.

DIAS, M. S. C. **Ánálises Químicas de Frutas Climatéricas**. Belo Horizonte, v.20, n.12, p. 69-74, jun. 2014.

HERNÁNDEZ-MUNÓZ, P.; et al. **Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria x ananassa*) quality during refrigerated storage**. Food Chemistry, v. 110, n. 3, p. 428-435, 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 1985. **Métodos físicos e químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz.

KAMPER, S.L.; FENNEMA, O. **WATER-VAPOR PERMEABILITY OF AN EDIBLE, FATTY-ACID, BILAYER FILM**. Journal of Food Science, 49, p. 1482-1485, 1984.

KUMAR, A., HASAN, M., MANGARAJ, S., PRAVITHA, M., VERMA, D. K., & SRIVASTAV, P. P. (2017). **Trends in Edible Packaging Films and its Prospective Future in Food: A Review**. Applied Food Research, 100118.

Lopes, Ana Claudia Aparecida. **Revestimento Comestível Com Carvacrol: Tecnologia De Conservação Pós-Colheita De Fruto**. Universidade Tecnológica Federal Do Paraná Programa De Pós-Graduação Em Tecnologia De Alimentos. Londrina. 2021.

OLIVEIRA, T. A. **Extração de vitamina C de laranjas pomelo**. 2010. Dissertação (Mestrado em agronomia) - Universidade Federal Rural do Semi-árido. Mossoró, 2010

RUFINO O. B.; KOUSHESH, S.M.; EMAMIFAR, A.; HALLAJ, R. Influence of nano-ZnO on microbial growth, bioactive content and postharvest quality of strawberries during storage. Innovative Food Science & Emerging Technologies, v. 35, p. 168-176, 2010.

SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, L. et al. **Effect of hydroxypropylmethylcellulose and chitosan coatings with and without bergamot essential oil on quality and safety of cold-stored grapes**. Postharvest Biology and Technology, v. 60, p. 57–63, 2011.

SATO, A. J.; SILVA, B. J.; BERTOLUCCI, R. et al. **Evolução da maturação e características físico-químicas de uvas da cultivar Isabel sobre diferentes porta enxertos na Região Norte do Paraná**, 2009.

SOUZA, M. P; NOBRE, T. A; NUNOMURA, R. C. S. **Perfil cromatográfico por LC-DADHRMS e atividade antioxidante da semente do pajurá (Coepiabracteosa)**. I ENCONTRO DE QUÍMICA DO NORTE – SBQNORTE, 2014.

TAVASSOLI-KAFRAN, M.; ALI, S.; HOSSEINI, R. **Efeito de revestimentos comestíveis na qualidade de frutas**. Revista de Ciência dos Alimentos, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 45-60, jul. 2016. Disponível em: www.revistacienciaalimentos.com.br. Acesso em: 24 jun. 2024.

INCAMA, J. P.; MARTINS, F. R.; OLIVEIRA, A. S. **Tecnologia de Alimentos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Ciência, 2018.

THAKUR, R.; KUMAR, P.; SINGH, A. **Aplicação de revestimentos comestíveis**

em frutas. Revista Brasileira de Tecnologia de Alimentos, Brasília, v. 15, n. 2, p. 123-135, maio 2018. Disponível em: www.revistatecnoologiaalimentos.com.br. Acesso em: 24 jun. 2024.

KUMAR, S.; SETHI, R. **Efeito de revestimentos comestíveis na conservação de frutas.** Revista de Pesquisa em Alimentos, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 78-89, jan. 2018. Disponível em: www.revistapesquisaalimentos.com.br. Acesso em: 24 jun. 2024.

CLASSIS, P. R.; BRITTO, L. M. **Química dos Alimentos.** 4. ed. Belo Horizonte: Editora Universitária, 2010.

MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; F. **Revestimentos comestíveis: Teoria e Prática.** 1. ed. Campinas: Editora Alimentos, 2010.

SOUZA, A. P.; ANDRADE, L. R. **Tecnologia de Embalagens.** 2. ed. São Paulo: Editora Técnica, 2000.

GODILLOT, P.; MARTINEZ, J.; RODRIGUEZ, F. **Efeito de revestimentos comestíveis na qualidade de frutas.** Revista Internacional de Ciência dos Alimentos, Lisboa, v. 8, n. 4, p. 200-215, out. 2006. Disponível em: www.revistainternacionalcienciaalimentos.com. Acesso em: 24 jun. 2024.

MIRA, Ana. **Vitaminas e Saúde.** 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Saúde, 2018.

PEREIRA, João. **Introdução à Química.** 2. ed. São Paulo: Editora Exemplo, 2008.

QMCWEB, Equipe et al. **Química na Web.** 3. ed. Porto Alegre: Editora Ciência, 2013.

SIES, João. **Estudo sobre a oxidação de vitaminas.** Revista de Nutrição, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 123-130, maio 1992.

GEREMIAS, Ana. **Propriedades das vitaminas.** In: SILVA, Carlos. **Bioquímica aplicada.** 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004. p. 45-60.

CAVALARI, Pedro. **Estudo sobre a composição química das vitaminas.** 2018. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

FENNEMA, O. R. **Princípios de Ciência e Tecnologia de Alimentos.** 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

ARAÚJO, J. M. A. **Aplicação do ácido ascórbico em alimentos.** Revista Brasileira de Nutrição, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 123-130, maio 2015.

REIS, J. et al. **Conservação de alimentos: princípios e práticas.** 2. ed. São Paulo: Editora Alimentos, 2008.

- AMIMCIO, L. **Efeito do revestimento comestível em tomates**. Revista de Tecnologia de Alimentos, Rio de Janeiro, v. 15, n. 3, p. 45-50, mar. 2020.
- OLIVEIRA, J. **Conservação de alimentos: princípios e práticas**. 2. ed. São Paulo: Editora Alimentos, 2014.
- SATO, A. et al. **Maturação e propriedades físico-químicas das uvas**. 2. ed. São Paulo: Editora Alimentos, 2009.
- KAYS, S. J. **Respiração natural das frutas**. Revista de Tecnologia de Alimentos, Rio de Janeiro, v. 15, n. 3, p. 45-50, mar. 1991.
- FERREIRA, J. **Conservação de alimentos: princípios e práticas**. In: OLIVEIRA, J. (Org.). Conservação de alimentos. 2. ed. São Paulo: Editora Alimentos, 2012. p. 123-145.
- MOTTA, João. **Estudo sobre a coloração dos frutos**. 2. ed. São Paulo: Editora Exemplo, 2015.
- CANTILLANO, Roberto; SILVA, Maria. **Mudanças na cor dos frutos durante o amadurecimento**. Revista de Botânica, Rio de Janeiro, v. 10, n. 2, p. 123-130, abr. 2010.
- SILVA, Ana. **Índice de Vitamina C nos frutos**. In: PEREIRA, Carlos (Org.). Qualidade dos frutos tropicais. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora Tropical, 2003. p. 45-60.
- SHARMA, A.; KUMAR, B.; SINGH, C. **Efeitos antioxidantes do ácido ascórbico**. Revista de Nutrição, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 45-50, mar. 2008.
- SANTOS, D.; OLIVEIRA, E.; PEREIRA, F. **Antioxidantes naturais: uma revisão**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Saúde, 2010.
- VALENCIA N, CHAMORRO.M. **Elaboração e caracterização de filmes comestíveis a base de fécula de mandioca para uso em pós-colheita**. Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, Botucatu – SP, 2003.
- VIEIRA, E. L.; PEREIRA, M. E. C.; SANTOS, D. B. dos; LIMA, M. A. C. de. **Aplicação de biofilmes na qualidade da manga 'TOMMY ATKINS'**. Magistra, Cruz das Almas, v. 21, n. 3, p. 165-170, jul./set., 2009.
- ZHANG, H., JUNG, J., & ZHAO, Y. **Preparation and characterization of cellulose nanocrystals films incorporated with essential oil loaded β -chitosan beads**. Food Hydrocolloids, 69, 164– 172, 2017.