



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CAMPUS II – AREIA - PB
CURSO DE AGRONOMIA**

EDILEIDE NATÁLIA DA SILVA RODRIGUES

**FISIOLOGIA, QUALIDADE E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DO
UMBUZEIRO ARMAZENADOS SOB RECOBRIMENTOS A BASE DE AMIDO DE
SEMENTE DE MANGA**

**AREIA – PB
2020**

EDILEIDE NATÁLIA DA SILVA RODRIGUES

**FISIOLOGIA, QUALIDADE E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DO
UMBUZEIRO ARMAZENADOS SOB RECOBRIMENTOS A BASE DE AMIDO DE
SEMENTE DE MANGA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Coordenação do Curso de Agronomia da
Universidade Federal da Paraíba, como requisito
parcial para obtenção do título de Engenheira
Agrônoma.

Orientadora: Profa. Silvanda de Melo Silva, PhD

AREIA – PB

2020

Catálogo na publicação
Seção de Catálogo e Classificação

R696f Rodrigues, Edileide Natalia da Silva.

Fisiologia, qualidade e conservação pós-colheita de frutos do umbuzeiro armazenados sob recobrimentos a base de amido de semente de manga / Edileide Natalia da Silva Rodrigues. - Areia, 2020.

40 f.

Orientação: Silvanda de Melo Silva.
Monografia (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Spondias tuberosa Arr. Cam. 2. Resíduos agroindustriais. 3. Produção de etileno. 4. Produção de CO₂. 5. Inovação. 6. Intenção de compra. 7. Tecnologia limpa. I. Silva, Silvanda de Melo. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE AGRONOMIA

DEFESA DO TRABALHO DE GRADUAÇÃO

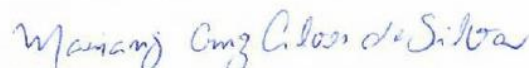
Aprovada em 19/02/2020.

“FISIOLOGIA, QUALIDADE E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DO UMBUZEIRO ARMAZENADOS SOB RECOBRIMENTOS A BASE DE AMIDO DE SEMENTE DE MANGA”

Autor: **EDILEIDE NATÁLIA DA SILVA RODRIGUES**

Banca Examinadora:


Prof.^a. Dr.^a. Silvana de Melo Silva
Orientador(a) – CCA/UFPB


M.Sc. Mariany Cruz A da Silva
Examinador(a) – PPGCTA/CT/UFPB


M.Sc. Antonio Fernando da Silva
Examinador(a) – PPGA/CCA/UFPB


M.Sc. Renato Pereira Lima
Examinador(a) – PPGA/CCA/UFPB


M.Sc. Francisco de Assys R. M. Sousa
Examinador(a) – PPGA/CCA/UFPB

Dedicatória

*Aos meus heróis Maria Edileuza (**mamãe**) e José Sivanildo (**papai**), pelo incentivo, sem medir esforços para contribuir com meus sonhos, permitindo que eu seguisse sempre em frente,
Dedico!*

Agradecimentos

À Deus, pelos dons da vida, inteligência e sabedoria, e pela certeza de que sou amada, mostrando sempre sua presença nos mínimos detalhes. Adorado seja!

Meu sincero agradecimento ao meu pai e a minha mãe por sempre me trazerem incentivo, sendo minha inspiração, os melhores pais que eu poderia ter, em momentos necessários vocês me mostram como a vida é saborosa de ser vivida, meus exemplos de honestidade e dignidade. Muito obrigada!

Aos meus irmãos Edilma Rodrigues (Dilma) e Ednaldo Rodrigues (Naldinho) por todo apoio prestado, incentivo e orientação, não poderiam ser melhores para mim.

A vóvó Lurdes, que nem sei ao certo como agradecer, mas simplesmente por existir em minha vida e ser tudo que ela é.

Aos meus avôs, Joaquim Freire (in memoriam) e Severino Rodrigues (in memoriam) e a minha avó Genésia Arruda (in memoriam) por terem em algum momento se preocupado comigo e com meu futuro, todo amor e cuidado resulta hoje em todas as minhas conquistas.

Ao meu querido Izaias, por todo incentivo, confiança, carinho e amor, e principalmente por sempre me impulsionar a sonhar.

A Universidade Federal da Paraíba e ao Centro de Ciências Agrárias pela oportunidade de receber o título de Engenheira Agrônoma.

A minha querida orientadora Professora Silvanda, por todo tempo dedicado a me orientar durante tantos anos de curso, sempre com muitos ensinamentos.

A todos os professores, em especial as professoras Rejane e Márcia, que contribuíram para minha formação sempre com muito incentivo e ensinamento.

Aos colegas da turma Agronomia 2015.1 Izaias, André, Daniele, Priscila, Felipe, Mariana, Letícia, Maurício, Paulo, João, Victor, Bruno, Diego, Matheus, Verônica e Ayrton pelos momentos vividos juntos, sempre serão por mim lembrados.

Aos amigos e familiares, meus tios Eliane e Sirley presentes em minha vida durante toda essa conquista, assim como meu primo Everton e meu padrinho Evanildo, aos meus cunhados Markiela e Jefferson por serem essas pessoas queridas em minha vida, a minha irmã de quarto Tatty que está sempre na torcida por mim e agora, juntamente com a pequena Maria Alice, ao casal Marília e Raphael que estiveram torcendo pela minha conquista desde o início, assim como Nardiele, Carol e Marilania contribuindo com todo esse sonho, a Eliza e Alexandre pelos momentos de alegria vividos durante todo esse tempo.

A toda equipe do Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós - Colheita por todo acolhimento, apoio e contribuição, sendo todos essenciais para a minha formação, Assys, Marianny, Fernando, Renato P., Alex, Tatiana, Eduardo, Thiane, Whesley, Vanda, Vanessa, Raylson, Renato D., Rosana, George, Gracinha, Kayonara, Ricardo, Saulo, Jardel, Kagiaany, Luana, Lucélia, Fabiano, Priscila, Thiago, Silvanda, Albert e Paula. Muito Obrigada!

Agradeço grandemente a todos meus familiares que muitas vezes suportaram minha **ausência** sempre com entendimento e compreensão durante toda essa conquista, meu **motivo maior** foram vocês, amo vocês!

RESUMO

O umbuzeiro é uma importante frutífera do Semiárido cujo fruto, o umbu, apresenta sabor e aroma muito apreciados, sendo uma fonte segura de emprego e renda para populações das áreas de ocorrência durante a safra. Entretanto, o umbu é altamente perecível, exigindo estratégias para manter a qualidade pós-colheita. O uso de recobrimentos a base de amido pode assegurar a manutenção da qualidade como alternativa aos plásticos derivados do petróleo na geração de atmosfera modificada (AM). O uso de resíduos da agroindústria pode gerar subprodutos viáveis para a obtenção de fontes amiláceas para recobrimentos, a exemplo da semente de manga. Assim, amido da amêndoa da semente de manga pode representar uma inovação sustentável na elaboração de recobrimentos biodegradáveis para promover AM, visando a conservação pós-colheita do umbu. Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi determinar as mudanças na fisiologia, qualidade e conservação pós-colheita de frutos de umbuzeiro durante o armazenamento com recobrimentos comestíveis de amido obtido da amêndoa da semente de manga adicionados de glicerol sob refrigeração (12 ± 1 °C e $75 \pm 2\%$ UR) e sob temperatura ambiente (25 ± 2 °C) para determinar as mudanças fisiológicas. O delineamento foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x4 (5 recobrimentos, 4 períodos de avaliação) com 3 repetições. As formulações foram: amido (A) (3%) com glicerol (G) (0,6%) (A3G), amido (2,5%) com G (A2,5G), amido (2,5%) sem G (A2,5), amido (2%) com G (A2G) e Controle (C), umbus sem recobrimento. Para as avaliações de Etileno e CO₂, O delineamento foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x5 (3 recobrimentos, 5 períodos de avaliação). O recobrimento de umbus com A2,5G propiciou retardo do pico de produção de etileno e CO₂, na condição ambiente claramente retardando o amadurecimento desses frutos. No armazenamento a 12 °C, umbus recobertos com A2G e A2,5 apresentaram maiores valores de L^* , indicando maior brilho. Os valores de a^* foram menores em umbus A2,5, A2,5G e A3G, indicando a manutenção da cor verde e mantiveram os teores de vitamina C, sólidos solúveis e acidez titulável, indicando retardo no amadurecimento. Sob refrigeração, umbus recobertos com A2G e A2,5 reduziram a desidratação, mantiveram brilho e a intenção de compra durante 12 dias, ampliando em cinco dias a conservação dos frutos. Em conjunto, a aplicação de recobrimentos a base de amido da amêndoa de semente de manga propicia claro retardo do amadurecimento e aumento da conservação pós-colheita de umbu, caracterizando esta como uma tecnologia, viável, limpa e sustentável para a conservação pós-colheita e abertura de novos mercados para estes importantes frutos do semiárido.

Palavras-chave: *Spondias tuberosa* Arr. Cam., Resíduos agroindustriais, Produção de etileno, Produção de CO₂, Inovação, Intenção de compra, Tecnologia limpa.

ABSTRACT

Umbuzeiro is an important fruit tree of the Semi-Arid whose fruit, umbu, has a highly appreciated flavor and aroma, being a safe source of employment and income for populations in the areas of occurrence during fruit season. However, umbu is highly perishable, requiring strategies to maintain post-harvest quality. The use of starch-based coatings can ensure the maintenance of quality as an alternative to plastics derived from petroleum in the generation of modified atmosphere (MA). The use of agroindustry residues can generate viable by-products for obtaining starchy sources for coatings, such as mango seed. Thus, mango seed almond starch can represent a sustainable innovation in the development of biodegradable coatings to promote MA, aiming at postharvest conservation of umbu. Given the above, the objective of the present study was to determine changes in the physiology, quality and postharvest conservation of the umbuzeiro fruits during storage with edible coatings of starch obtained from mango seed almond added with glycerol under refrigeration (12 ± 1 °C and $75 \pm 2\%$ RH) and at room temperature (25 ± 2 °C) to determine the ethylene and CO₂ production. The design was completely randomized in a 5x4 factorial scheme (5 coatings, 4 evaluation periods) with 4 repetitions. The formulations were: starch (A) (3%) with glycerol (G) (0.6%) (A3G), starch (2.5%) with G (A2.5G), starch (2.5%) without G (A2.5), starch (2%) with G (A2G) and Control (C), umbu without covering. For the Ethylene and CO₂ evaluations, the design was completely randomized in a 3x5 factorial scheme (3 coatings, 5 evaluation periods). The coating of umbu with A2.5G provided a delay in the peak of ethylene and CO₂ production at the ambient room condition, clearly delaying the ripening of these fruits. During storage at 12 °C, umbu with A2G and A2.5 showed higher values of L*, indicating greater brightness. The values of a* were lower in umbu coated with A2.5, A2.5G and A3G, indicating the maintenance of green color. Under these coatings the levels of vitamin C, soluble solids and titratable acidity were also maintained, indicating delay in ripening. Under refrigeration, umbu coated with A2G and A2.5 reduced dehydration, maintained brightness and the purchase intention for 12 days, extending fruit conservation by five days related to the control. Together, the application of mango seed almond starch-based coatings provides a clear delay in ripening and increased postharvest conservation of umbu, which characterizes this as a viable, clean and sustainable technology for postharvest conservation and opening new markets for these important semi-arid fruit.

Key-words: *Spondias tuberosa* Arr. Cam., Agroindustry waste, Ethylene production, CO₂ production, Innovation. Purchase intention, Clean technology.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 GÊNERO <i>SPONDIAS</i>	12
2.1.1 O umbuzeiro	12
2.2 RECOBRIMENTOS BIODEGRADÁVEIS	14
2.2.1 Recobrimentos a base do amido da semente de manga	15
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
3.1 MATERIAL VEGETAL	17
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ACONDICIONAMENTO DOS FRUTOS.	18
3.2.1 Aplicação dos tratamentos e acondicionamento dos frutos	18
3.2.2 Deliniamento experimental.....	18
3.3. AVALIAÇÕES	19
3.3.1 Produção de Etileno e de CO ₂	19
3.3.2 Físicas e físico-químicas.....	19
3.3.3. Sensoriais.....	20
3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5 CONCLUSÕES	32

1 INTRODUÇÃO

Frutíferas do gênero *Spondias* produzem frutos que são amplamente apreciados pela população das áreas de ocorrência, para qual representam emprego e renda, a exemplo da cajazeira (RODRIGUES et al., 2018a), cajá-mangueira (CHAVES NETO et al., 2019), cirigueleira (FIGUEIREDO, 2018), umbugueleira (ANDRADE, 2018) e do umbuzeiro (LIMA et al., 2018).

O umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) é nativo do semiárido brasileiro do Piauí ao norte de Minas Gerais (ALBUQUERQUE et al., 2015), sendo uma das espécies mais representativas do bioma Caatinga, que ocupa 11% do bioma no território brasileiro e 70% da região nordeste do país (LIMA et al., 2018). O Brasil é o maior produtor de umbu, com a produção de 7465 toneladas em 2017, sendo que 6699 toneladas dessas são produzidas na região Nordeste (IBGE, 2017).

Os frutos do umbuzeiro têm ganhado espaço nos mercados nacional e internacional, tendo em vista que, além de suas características de sabor e aroma peculiar serem atrativos, ainda apresentam um considerável aporte de compostos bioativos o que confere atividade antioxidante, de modo que seu consumo pode contribuir substancialmente para uma dieta saudável (SILVA et al., 2012). São coletados de forma extrativista e participam significativamente do agronegócio, tanto pelo consumo in natura quanto na forma processada, sendo comercializados em feiras livres, mercados, nas ruas das cidades e nas estradas (DUTRA et al., 2017).

Entretanto, a vida útil pós-colheita do umbu é bastante curta, visto que seu processo de maturação é rápido e complexo, onde apresenta intensas alterações nos parâmetros fisiológicos e bioquímicos, sendo afetado diretamente pelo comportamento respiratório do fruto, que é climatérico, através do aumento da produção de etileno durante o amadurecimento que determina as taxas em que ocorrem as mudanças químicas como degradação da clorofila, degradação enzimática da parede celular, alterações na coloração da casca, nos teores de compostos fenólicos, além de aumento na doçura, em paralelo a elevação do teor de sólidos solúveis e decréscimo na acidez, aumentando as características do aroma e sabor, devido a emissão de compostos voláteis (MOURA et al., 2013; SILVA, 2013; GIOVANNONI et al., 2017; LIMA et al., 2018; DANTAS et al., 2016).

Nesse contexto, está inserido a necessidade de se desenvolver de estudos aprofundados sobre o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis e que sejam de fácil

aplicação para a conservação da qualidade pós-colheita de frutos frescos, tendo em vista a importância estratégica do umbuzeiro para as populações do Semiárido. Uma alternativa para prolongar a vida útil, assim como também, manter a qualidade pós-colheita de frutos e hortaliças in natura e minimamente processadas é o uso de recobrimentos comestíveis, os quais funcionam como uma barreira geradora de atmosfera modificada, que em grande maioria são elaboradas basicamente a partir de filmes plásticos derivados do petróleo, geradores de poluição (GUIMARÃES et al., 2017).

No desenvolvimento de tecnologias pós-colheita limpas e sustentáveis é necessário criar alternativas condizente com realidade brasileira utilizando matérias primas amiláceas amplamente disponíveis na região, como amido de mandioca e inhame (SILVA et al., 2016), além dos diversos produtos de descartes da agroindústria, a exemplo das sementes de frutos, visando agregar valor a esses subprodutos, além de causar o impacto de reduzir as perdas pós-colheita.

No processamento industrial da manga são gerados resíduos que são descartados no meio ambiente, onde na maioria das vezes acontece sem que haja tratamentos antecedentes (SANTOS, 2015). A amêndoa dessas sementes possui um certo potencial para extração do amido devido aos seus teores de amido que são altos, além da alta proporção de amilose, além de ter importantes propriedades antioxidantes (TORRES-LEÓN et al., 2018; BARTHI et al., 2019).

O uso de amido como recobrimento comestível para frutos, a exemplo do obtido a partir da amêndoa de semente da manga, é realizado a partir da aplicação de uma fina camada do material gelatinizado, adicionado de um agente plastificante, geralmente o glicerol (NAWAB et al., 2017), de modo que é criada uma fina membrana semipermeável ao redor do fruto, consequentemente, gerando uma atmosfera modificada que diminui a taxa respiratória do fruto (RODRIGUES et al., 2018b), minimiza a perda de água, assim como também a oxidação de substratos, mantendo a aparência brilhante e atrativa e, portanto, retardando o amadurecimento (GUIMARÃES et al., 2017). Neste sentido, a utilização de recobrimentos que tenha em sua composição amido da amêndoa de semente de manga, pode representar uma alternativa promissora na conservação pós-colheita do umbu fresco.

Estudos da evolução da maturação durante o desenvolvimento de frutos são fundamentais para definir o ponto de colheita, bem como a vida útil pós-colheita. Nesse contexto, alguns trabalhos têm avaliado a qualidade de frutos de Spondias e suas mudanças decorrentes do processo de maturação. Ainda assim, estudos que buscam descrever as

mudanças na qualidade e na fisiologia da maturação do umbu ainda são necessários (SILVA, 2015; MOURA et al., 2013; DANTAS et al., 2015), esses estudos permitem tirar conclusões quanto a eficiência de novas tecnologias testadas, tais como a desse trabalho

Diante do exposto, objetivou-se no presente estudo, determinar as mudanças na qualidade e aceitação sensorial de frutos de umbuzeiro durante o armazenamento com recobrimentos comestíveis de amido obtido da amêndoa da semente de manga adicionados de glicerol sob refrigeração (12 ± 1 °C e $75 \pm 2\%$ UR) e sob temperatura ambiente (25 ± 2 °C) para determinar as mudanças fisiológicas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 GÊNERO *SPONDIAS*

O gênero *Spondias*, faz parte da família Anacardiace, e apresenta 18 espécies, sendo essas distribuídas na região neotropical, Oceania e Ásia. Algumas dessas espécies ocorrem no Brasil, de maneira subespontânea ou espontânea, desde o litoral até a região do Semiárido brasileiro, sendo encontradas grande parte destas espécies, na região nordeste do País, a qual é rica em diversas espécies frutíferas nativas e exóticas não tradicionais, onde, dentre as espécies que pertencem ao gênero *Spondias*, algumas se destacam, a exemplo da *Spondias purpurea* L. (cirigueleira), *Spondias mombin* L. (cajazeira), *Spondias cytherea* Sonn. (cajá-mangueira, também conhecida por cajaraneira), *Spondias* sp. (umbu-cajazeira e umbugueleira) e *Spondias tuberosa* Arr. Câm. (umbuzeiro), (SILVA et al., 2012; MOURA et al., 2013; CHAVES NETO et al., 2019).

As espécies pertencentes ao gênero *Spondias*, semelhante a outras espécies frutíferas nativas e exóticas não tradicionais, presentes na região Nordeste do Brasil são consideradas como frutas “potenciais”, tendo em vista que, apresentam várias características que são atrativas para a agroindústria, e ainda, são tidas como uma fonte promissora de grande variedade de compostos bioativos, os quais são reconhecidos por proporcionar diversos benefícios à saúde (SILVA et al., 2012), assim como, devido as suas características organolépticas excelentes, bem como pelo consumo elevado e aceitação por toda a população das áreas de ocorrência durante as safras (MOURA et al., 2013; CHAVES NETO et al., 2019a). Entre essas fruteiras destaca-se o umbuzeiro, por ser uma planta que produz grande quantidade de frutos (TEIXEIRA et al., 2019).

2.1.1 O umbuzeiro

Dentre as espécies com potencial de exploração no semiárido brasileiro, o umbuzeiro ou imbuzeiro, como é tradicionalmente conhecida no Brasil, é um fruto nativo da região semiárida, no estado da Paraíba, encontrado em grande abundância em áreas de caatingas no nordeste do Brasil (GOMES, 1964; RIZZINI e MORS, 1976; BIANCHINI, 2018), o qual se destaca por sua grande importância socioeconômica para as populações rurais do Nordeste (DA COSTA et al., 2015).

Semelhante às outras espécies no bioma, o umbu tem adaptabilidade à escassez e irregularidade das chuvas que acontecem ao longo dos anos. Essa é característica de toda a região semiárida brasileira, onde há a ocorrência desta espécie. Em comparação com outras espécies nativas desta região do Brasil, os frutos de umbu são os mais consumidos por uma comunidade local. Além do consumo de frutas frescas, vários produtos da fruta do umbu são vendidos, atingindo outras regiões e nichos de mercado na Europa (LIMA et al., 2018; BIANCHINI, 2018).

Entretanto, a estação de colheita é restrita a alguns meses e caracteriza-se por ser extrativista, dessa forma, a alta variabilidade genética da espécie, a perecibilidade do fruto, a falta de conhecimento e técnicas que favorecem a produção, e uma conservação pós-colheita mais racional dificultam o progresso para que haja uma maior inserção desses frutos no mercado. Alguns resultados foram derivados de estudos que avaliaram os atributos do umbu, para apoiar proposições de estratégias para melhor embalagem e comercialização da fruta, bem como fortalecer a cadeia produtiva (LIMA et al., 2018).

2.1.1.1 Aspectos botânicos e importância econômica

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) é uma árvore que apresenta uma altura que varia de 4 a 6 m e apresenta copa umbeliforme, a qual pode atingir por volta de 10 a 15 m de diâmetro (CARVALHO, 1986).

O umbu, fruto do umbuzeiro, é uma drupa que apresenta de 2-3,5 cm de comprimento e peso de 10 a 20 g; é redondo, ovoide ou oblongo e amarelo esverdeado quando maduro, com uma pele fina e uma semente grande (GOMES, 1985). A fruta é bastante usada na forma de umbuzada, preparada misturando a polpa filtrada com açúcar e leite. A fruta também é usada na produção de sorvetes e na fabricação de doces, vinhos, licores, sorvetes, entre outros diversos produtos. As indústrias de processamento de frutas da região desenvolveram interesse por essas frutas e acabaram exportando a polpa congelada para vários países europeus (NARAIN, 1992; NEVES e CARVALHO, 2005).

Dessa maneira, é um fruto que apresenta grandes perspectivas de inserção nos mercados interno e externo de frutas exóticas, de modo especial, como forma de polpa, sucos e sorvetes. Além das características sensoriais, são frutos que apresentam fonte de compostos bioativos e o seu consumo pode contribuir substancialmente na dieta humana, como de minerais e vitaminas (SANTOS et al., 2010).

A exploração do umbu é realizada, geralmente, de maneira extrativista, de modo que se constitui numa importante fonte de emprego e renda complementar e de mão-de-obra familiar para as comunidades locais, tendo em vista a demanda crescente por esses frutos tropicais, agregado ao número cada vez maior das pequenas indústrias envolvidas com o processamento de frutas para produção de polpa e outros produtos (NEVES e CARVALHO, 2005; VIDIGAL *et al.*, 2011).

2.1.1.2 Qualidade e aceitação dos frutos

Entre as diversas frutas pertencentes ao gênero *Spondias*, as quais são cultivadas em diversas partes dos trópicos, o umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Camara), embora relativamente pouco conhecido no Hemisfério Ocidental, é considerado o melhor em qualidade (POPENOE, 1920).

As principais modificações nas características de qualidade são observadas na cor da casca, taxa respiratória, produção de etileno, firmeza dos frutos e rendimento de polpa, além de aumento na doçura, em paralelo a elevação do teor de sólidos solúveis e decréscimo na acidez, aumentando as características do aroma e sabor, devido à emissão de compostos voláteis (SILVA *et al.*, 2013). Tais características possuem grande influência na aceitação de determinado fruto não só para indústria, mas também para o consumo do fruto fresco pelos consumidores (CHAVES NETO *et al.*, 2019).

Desse modo, é um fruto rico em vitamina C, que possui excelente aroma e sabor, além da boa aparência e da qualidade nutritiva, apresenta em média 68% de rendimento em polpa. Entretanto, embora haja aceitação de mercado, o consumo do umbu é restrito a épocas específicas do ano, uma vez que a safra ocorre apenas entre os meses de dezembro e março. Além disso, devido à sua perecibilidade, há perda considerável de frutos durante a colheita, e o transporte para outras regiões do país se torna inviável (SANTOS *et al.*, 2016).

2.2 RECOBRIMENTOS BIODEGRADÁVEIS

Os métodos que normalmente são empregados para a conservação de frutos intactos na pós-colheita ou depois de alguma etapa mínima de processamento, utilizam, prioritariamente, a refrigeração ou associada a embalagens com atmosferas modificadas, tendo em vista que este é um método bastante eficaz para a preservação do produto, aumentando sua vida útil e

diminuindo as perdas por degradação, sendo essa uma grande necessidade do comércio atual (ASSIS et al, 2014; SANTOS et al, 2012).

Entre as novas tecnologias, o uso dos filmes e revestimentos comestíveis é de suma importância, tendo em vista que são majoritariamente seguros e atóxicos, de natureza não poluente, com uma simples aplicação e um custo baixo na obtenção de matérias primas e processamento, além dos efeitos que são benéficos, como ótimos atributos sensoriais, um elevado poder de barreira, boas propriedades mecânicas e ainda, estabilidade microbiana (BALDWIN et al., 2011; ESPITIA et al., 2014).

Um revestimento necessita permitir a ocorrência de adequadas trocas gasosas entre o meio ambiente e o fruto, de maneira que evite o risco de fermentação, mas satisfatoriamente, reduzindo as taxas metabólicas, ou seja, a respiração, para aumentar a vida útil desse fruto (AQUINO et al., 2015; LIANG et al., 2015).

Sendo assim, as tecnologias alternativas são cada dia mais necessárias e divulgadas neste ambiente, como o caso dos recobrimentos comestíveis. Visto que, esses revestimentos não possuem a intenção de substituir o uso de refrigeração e das embalagens controladas, mas sim utilizar diversos tipos específicos de reagentes para certos tipos de frutos, com a finalidade de melhorar os aspectos específicos desses (HORN, et al, 2012).

É importante também destacar que plastificantes como o glicerol, geralmente são necessários para se utilizar na composição dos recobrimentos comestíveis que apresentem em sua matriz proteínas ou polissacarídeos para aumentar a capacidade de processamento e a flexibilidade, assim como a permeabilidade ao oxigênio dos filmes ou recobrimentos comestíveis (JIANG, 2013).

2.2.1 Recobrimentos a base do amido da semente de manga

Entre os componentes que são mais utilizados para a formação de revestimentos, podem ser destacados a quitosana, a cera de carnaúba e o amido. O amido é um dos polissacarídeos com grande utilização na elaboração de recobrimentos comestíveis, muitas fontes são promissoras para a extração desse amido, entretanto, alguns desses materiais são ainda, pouco utilizados para essa finalidade, a exemplo da semente de manga (*Mangifera indica* L.) (BALDWIN et al., 2011; MALI et al., 2010; GUIMARÃES et al., 2017).

A mangueira (*Mangifera indica* L.) possui um dos frutos mais apreciados, apresentando valor comercial cada dia que passa, mais crescente em todo o mundo, sendo usada em uma

grande variedade de alimentos e de produtos. Entretanto, aproximadamente 40 a 60% desses frutos são usados no processamento industrial e 15 a 20% desse volume constitui-se de caroço. Dependendo da variedade da manga, suas amêndoas presentes na semente de manga apresentam cerca de 77% de carboidratos, 11% de lipídeos, 6,0% de proteínas, 2% de cinzas e 2% de fibras. No Brasil existe um grande número de variedades de mangas de ocorrência regional, como a manga ‘Espada’ (KAUR et al., 2004; RODRIGUES et al., 2017; SOUZA, 2016; RODRIGUES et al., 2019).

No processamento industrial da manga são gerados resíduos que são descartados no meio ambiente, muitas vezes sem a ocorrência de tratamentos antecedentes (SANTOS, 2015). Dessa maneira amêndoa das sementes de mangas possuem potencial para que se extraia o amido devido aos seus teores de amido altos (77% carboidrato) e da proporção de amilose alta, além de ter importantes propriedades antioxidantes (TORRES-LEÓN et al., 2018; BARTHI et al., 2019).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 MATERIAL VEGETAL

O amido utilizado nesse estudo foi o de amêndoa da semente de manga da variedade Espada. As sementes da manga foram obtidas, após a extração da polpa da fruta, dos descartes da empresa familiar de polpa de frutas Doce Jardim do município de Areia-PB. As amêndoas das sementes e seu resultante amido foram extraídos e caracterizados no Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-colheita da Universidade Federal da Paraíba do Centro de Ciências Agrárias, Campus II, Areia - PB. As sementes foram lavadas com água potável e em seguida com solução de 50 ppm de cloro livre, e as amêndoas removidas com faca afiada previamente sanitificada. O amido das amêndoas de manga foi extraído da seguinte forma: após lavagem com água corrente, as amêndoas foram descascadas e lavadas em água corrente e com solução de cloro livre de 50 ppm. Em seguida, foram trituradas na proporção de 1:1 de água destilada, em liquidificador industrial, até que os resíduos se apresentem bem finos. A massa triturada foi então prensada em tecido de algodão. A suspensão de amido decantada (36 horas), sendo realizada a troca da água a cada 12h sob refrigeração ($12\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$). Em seguida, a suspensão de amido foi centrifugada duas vezes a 9000 rpm por 5 min, a $22\text{ }^{\circ}\text{C}$. Após as centrifugações, o amido resultante foi seco a $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ em estufa até peso constante, sendo avaliada a umidade do produto final (7,12%).

O amido foi usado na preparação de recobrimentos biodegradáveis para uso em frutos de umbuzeiro, cujos ensaios preliminares determinaram a faixa de concentrações mais adequadas para as formulações. Nesses ensaios, foram testadas diferentes concentrações de amido e glicerol para as formulações.

Os frutos de umbuzeiro foram colhidos nas primeiras horas da manhã de plantas de área rural do município de Tacima-PB, na maturidade verde maduro, com coloração de fundo completamente verde e sem danos aparentes. Os umbus foram transportados em caixas de poliestireno expandido para o Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia-PB, onde foram lavados em água corrente para a retirada das impurezas remanescentes da colheita, selecionados por uniformidade de maturidade e sanitizados com solução de cloro livre a 50ppm por 1min a $12\pm 2^{\circ}\text{C}$, secos sob condição ambiente e armazenados a $12\pm 2^{\circ}\text{C}$ por 12 horas.

Os frutos foram imersos nas soluções filmogênicas, compostas de dispersões a base de amido da amêndoa da semente de manga em diferentes concentrações, adicionadas de glicerol como plastificante para posterior armazenamento e avaliações.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ACONDICIONAMENTO DOS FRUTOS

3.2.1 Aplicação dos tratamentos e acondicionamento dos frutos

Os recobrimentos biodegradáveis foram preparados a partir de três concentrações (2, 2,5 e 3,0%) de amido, com a adição de concentração fixa de glicerol (0,6%) proposta através dos testes prévios.

No preparo das soluções filmogênicas, a temperatura de gelatinização utilizada foi indicada na literatura como sendo a mais adequada, onde o amido de amêndoa da semente de manga, foi aquecido a 85°C (MADRUGA et al., 2014; BARTHI et al., 2019; RODRIGUES, 2019), sob agitação constante para garantir a gelatinização. Sendo mantido nessa temperatura por um período de 5 min. Após esse período, foi adicionado o glicerol quando atingiu a temperatura ambiente.

A aplicação dos recobrimentos foi realizada pela imersão durante 1 min nas soluções filmogênicas, seguido de secagem ao ar, na condição ambiente. Após a secagem, os frutos foram acondicionados em bandejas de poliestireno expandido, consistindo em cada unidade experimental cinco frutos por bandeja, com 3 repetições de uma bandeja por formulação. Os frutos foram armazenados sob refrigeração (12 ± 1 °C e $75 \pm 2\%$ UR) durante 12 dias e avaliados a cada 4 dias.

3.2.2 Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x4 (cinco recobrimentos, incluindo um controle absoluto, em quatro períodos de avaliação), em 4 repetições. As formulações foram: amido da amêndoa de semente de manga a 3% (A3%) com concentração fixa de glicerol (G) de 0,6% como plastificante (A3G); amido da amêndoa de semente de manga a 2,5% (A2,5%) com G (A2,5G), amido da amêndoa de semente de manga a 2,5% (A2,5%) sem G (A2,5), amido da amêndoa de semente de manga a 2% (A2%) com G (A2G) e Controle absoluto (C), correspondente aos frutos sem recobrimento.

3.3. AVALIAÇÕES

3.3.1 Produção de Etileno e de CO₂

A avaliação da produção de etileno e CO₂ dos frutos de umbuzeiro sob os diferentes recobrimentos foi realizada na condição ambiente (25 ± 2°C) em três repetições (±650 g/repetição). Os frutos recobertos foram colocados em potes herméticos de 800 ml sob sistema de fluxo contínuo de oxigênio. As leituras foram iniciadas após os frutos estarem 24 horas sob sistema de fluxo e foram realizadas durante 5 dias. Foi injetado 0,1 ml dos gases do fluxo em analisador de CO₂ (Sable Systems PA-10a) (DANTAS et al., 2016) e 1 ml em um cromatógrafo gasoso (Carle series 100 AGC; Hach Company, Loveland, CO) equipado com FID para determinação do etileno (CONTRERAS e BEAUDRY, 2013). A produção de CO₂ de foi expressa em mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ e ade etileno em µL etileno kg⁻¹ h⁻¹.

3.3.2 Físicas e físico-químicas

Perda de massa (%): foi obtida pela diferença percentual de massa dos frutos no dia da colheita e no dia da avaliação.

Firmeza dos frutos íntegros (N): determinada através do penetrômetro manual Magness Taylor Pressure Tester, sendo realizada duas leituras na região equatorial do fruto íntegro em lados opostos.

Para as avaliações físico-químicas dos frutos de três repetições por recobrimento foram processados em processador doméstico e a polpa e epiderme foram utilizadas.

Sólidos Solúveis (SS - %): foi determinado por leitura direta com refratômetro tipo Abbe digital, ATAGO N1 (Instituto Adolfo Lutz-IAL, 2005);

Acidez Titulável (AT – g de ácido cítrico.100 g⁻¹ de polpa): foi determinado por titulometria com solução de NaOH 0,1M com indicador fenolftaleína até obtenção de coloração róseo claro permanente, utilizando 2 g da amostra em 50 mL de água destilada (Instituto Adolfo Lutz-IAL, 2005);

Relação SS/AT: foi obtida através da divisão dos índices de SS por AT;

pH: obtido utilizando potenciômetro digital, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz – IAL (2008);

Coloração do fruto: foi avaliada através de leitura direta com o colorímetro Minolta CM-508d, o qual expressa a cor no sistema CIE Lab, sendo avaliados os parâmetros L*, a* e

b*. Foram efetuadas duas leituras por fruto, com o colorímetro, alternando a posição de leitura.

O índice de cor (IC) que 180 indica o grau de variação do verde para o amarelo foi calculado conforme Motta et al., (2015) pela equação:

$$IC = \frac{200a}{L\sqrt{(a)^2 + (b)^2}}$$

Ácido Ascórbico (mg.100g⁻¹): foi determinado por titulação, utilizando-se solução de DFI (2,6-dicloro-fenol-indofenol 0,002%) até obtenção de coloração róseo claro permanente, utilizando-se 1g da amostra em 50 mL de Ácido Oxálico 0,5% (STROHECKER e HENNING, 1967).

Flavonoides amarelos: foi obtido por espectrofotometria a 374 nm, seguindo a metodologia de Francis (1982) com modificações, utilizando 5 g de polpa para 10 ml da solução extratora, composta com 85 ml de Etanol PA com 15 ml de solução de HCl (1,5 M), sendo mantidos sob refrigeração por 12 horas. Em seguida, foi feita centrifugação a 9000 rpm por 5 minutos, retirado o sobrenadante e completando o volume final para 15 mL com a solução extratora. A leitura espectrofotométrica foi realizada em cubetas de quartzo utilizando Espectrofotômetro Geneses™ © 10s UV VIS. Os dados foram calculados através da fórmula: fator de diluição x absorvância/76,6 expressos em mg.100g⁻¹.

3.3.3. Sensoriais

A cada período de avaliação, foram realizadas avaliações sensoriais nos frutos íntegros de cada recobrimento, de acordo com Stone e Sidel (1998). As análises sensoriais de brilho, desidratação e intenção de compra foram realizadas a cada período de avaliação utilizando 12 julgadores previamente treinados segundo a metodologia da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1998). O julgamento das amostras codificadas foi realizado através de fichas com escala de notas (1-9), exceto para a intenção de compra, na qual a escala variou de 1 a 5. Nas referidas escalas o julgador indicou com a marcação de um traço na escala a sua percepção da característica avaliada. Para as análises sensoriais as amostras foram compostas de 10 frutos.

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados das avaliações foram submetidos a análise de variância (ANOVA) pelo teste F ($p \leq 0,05$) e a análise de regressão polinomial testando os modelos linear e quadrático

(Modelos ajustados $R^2 \geq 70\%$). Nas variáveis com modelos não ajustados ($R^2 < 70\%$) foram apresentadas as médias $\pm$ os erros padrões.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de CO_2 e etileno nos frutos do umbuzeiro colhidos verdes maturo, na condição ambiente, apresentaram comportamento típico de fruto climatérico, que foi claramente afetado pelos recobrimentos aplicados aos frutos (Figura 1A e B). Umbus do controle apresentaram pico do etileno ($\approx 13 \mu\text{L Kg}^{-1} \text{h}^{-1}$) após 48 horas da colheita, quando os frutos apresentavam coloração verde clara da epiderme, enquanto o pico respiratório foi ordem de $26 \text{ mL CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{h}^{-1}$, após 60 horas ($\approx 2,5$ dias) após a colheita, estando os frutos com a coloração amarelo esverdeada. Os umbus do controle, após 84 horas de colhidos encontravam-se com maturação avançada, cuja taxa respiratória havia declinado para $18 \text{ mL CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ a coloração era completamente amarela, seguindo-se a senescência a partir de então.

Entretanto, umbus recobertos com 2,5% de amido adicionado de glicerol (A2,5G), apresentaram o pico de produção de etileno após 72 h ($\approx 15 \mu\text{L Kg}^{-1} \text{h}^{-1}$) e o de CO_2 ($\approx 22 \text{ mL Kg}^{-1} \text{h}^{-1}$) após 80 h de colheita, claramente indicando a ação deste recobrimento em retardar o amadurecimento. Por sua vez, umbus recobertos com A3G não apresentaram clara elevação do pico de etileno após a colheita, enquanto a elevação de CO_2 apresentava indícios de aumento às 112 h após a colheita, indicando que esta concentração pode ter causado algum comprometimento na evolução da maturação.

Em frutos climatéricos, a definição do período e que se estabelece e a intensidade respiratória é importante, pois dará suporte em definir as condições apropriadas de armazenamento. Neste sentido, permite o período que se inicia a maturidade fisiológica e as definir as estratégias de conservação pós-colheita. No caso, frutos climatéricos colhidos fisiologicamente maduros (estádio de maturidade fisiológica), continuam a amadurecer fora da planta. Entretanto, quanto maior a taxa de respiratória menor é a vida útil, decorrente do mais rápido esgotamento de substratos armazenados, devido aos processos oxidativos relacionados com a maior atividade das enzimas da cadeia respiratória (SIDDIQ, 2018).

Corroborando, com a produção de etileno e atividade respiratória, frutos do controle apresentaram clara e rápida evolução de coloração amarela, notadamente já no 4º dia de armazenamento refrigerado, seguido do pico de CO_2 ($\approx 2,5$ dias) após a colheita ao ambiente –

Figura 1), em contraste aos frutos dos demais recobrimentos (Figura 2). Corroborando com o observado na atividade respiratória e produção de etileno, o uso dos recobrimentos retardou o amadurecimento, cujo efeito foi aumentando a medida que a concentração aumentava. Neste sentido, a degradação da clorofila foi notadamente decrescente em frutos recobertos com A2G, A2,5, A2,5G, A3G, nesta ordem (Figura 2).

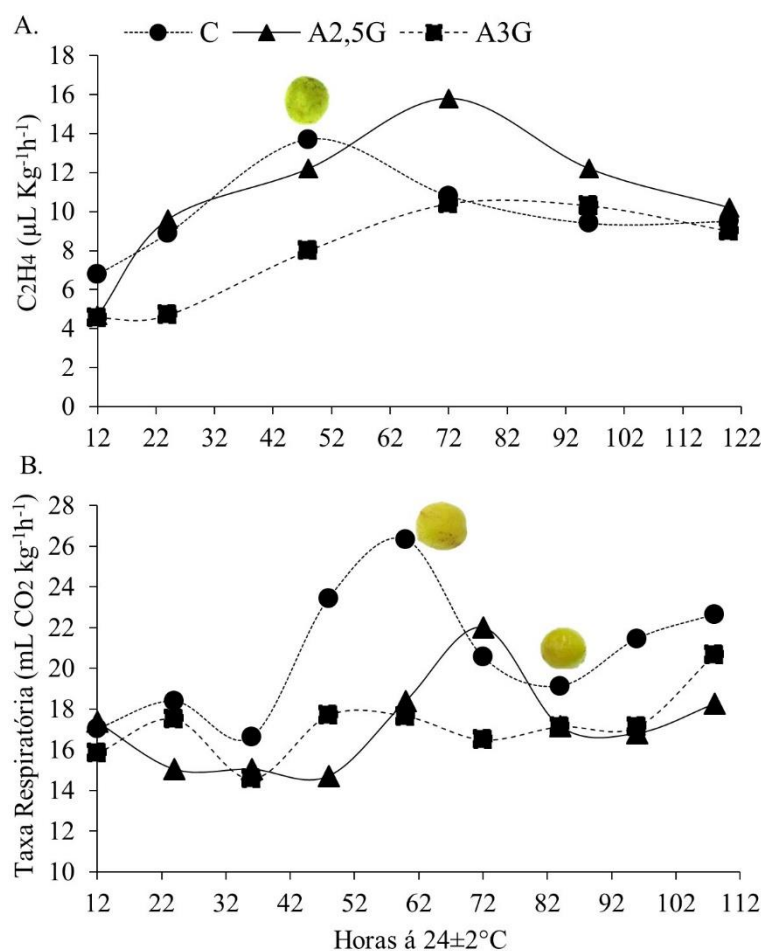


Figura 1. Produção de CO₂ (A) e de Etileno (B) de frutos do umbuzeiro com recobrimentos biodegradáveis a base de amido da amêndoa da semente de manga mantidos sob a condição ambiente (24±3°C e 85±% UR).

Entretanto, frutos recobertos com A2,5, A2,5G apresentaram retardo na maturação, caracterizada pela lenta degradação da coloração verde, paralelo ao discreto desenvolvimento da coloração mais amarelada na superfície dos umbus durante o armazenamento ao ambiente, principalmente para os recobertos com A2,5G. O efeito da degradação da clorofila foi menor em frutos recobertos com A2G. Por outro lado, o recobrimento A3G manteve a coloração verde forte na epiderme dos frutos durante 12 dias de armazenamento ao ambiente, de modo

que aparentemente não permitiu a degradação da clorofila e evolução da maturação normal dos umbus, indicando que esta concentração pode ter causado um comprometimento do amadurecimento.

O atraso na evolução da coloração de umbus recobertos pode ser resultado da redução da taxa metabólica, demonstrada de forma clara pela retardo do pico do etileno e CO₂ dos frutos (Figura 1). O uso do recobrimento pode ter causado uma mudança na atmosfera interna do fruto (Ali et al., 2011), resultando neste trabalho no atraso do amadurecimento e, nesse contexto, a consequente na redução da mudança de coloração.



Figura 2. Evolução da coloração e aparência de frutos do umbuzeiro com recobrimentos biodegradáveis a base de amido da amêndoa da semente da manga mantidos sob refrigeração (12 ± 1 °C e $75 \pm 2\%$ UR).

A perda de massa aumentou gradativamente durante o armazenamento refrigerado e foi maior nos frutos do controle (C) e nos recobertos com 2,5% de amido da amêndoa da semente de manga (A2,5) (Figura 3A). Frutos recobertos com amido A (2%) com glicerol a 0,6% (G) (A2G), amido (A) (2,5%) com glicerol (G) (A2,5G) e amido (3%) com glicerol (G) (A3G) apresentaram menor perda de massa. Estes resultados indicam a ação positiva da adição do glicerol em melhorar a estrutura do recobrimento, permitindo a redução das trocas

gasosas, que, aos 12 dias de armazenamento refrigerado, reduziu em cerca de 4% a perda de massa dos frutos.

A perda de massa em cajá e umbu é fortemente reduzida por meio do uso de atmosfera modificada (FILGUEIRAS, 2001; MOURA et al., 2013). Esta diferença se deve principalmente à barreira física representada pela atmosfera modificada à perda de água por transpiração, podendo também ser atribuída à redução da concentração de oxigênio e acúmulo de CO₂ no interior das embalagens, com consequente redução da taxa metabólica (CHITARRA e CHITARRA, 2005; RAJU; et al., 2011) e, consequentemente, da redução da taxa de respiratória dos frutos (PALIYATH et al., 2008), como aqui observado em umbus pela utilização de recobrimentos comestíveis de amido da semente de manga, com glicerol em sua composição.

A aplicação de recobrimentos manteve a firmeza dos frutos superior aos frutos do controle, A firmeza manteve-se elevada em frutos recobertos durante 8 dias de armazenamento refrigerado e ao final do armazenamento a firmeza era cerca de 24 N superior ao controle (Figura 3B). A firmeza decresceu em frutos de todos os recobrimentos durante o armazenamento (Figura 3B), sendo o declínio mais acentuado em frutos do controle (C). Entretanto, frutos recobertos com A2,5G apresentaram-se mais firmes ao final do armazenamento, seguido por A3G, com médias de 27,40 e 23,40, respectivamente, com claro indicativo de que os recobrimentos adicionados de glicerol mantiveram os frutos mais firmes durante o armazenamento.

Os resultados para firmeza foram próximos aos reportados por Teodosio (2019) em umbus recobrimentos a base de microalgas. O menor declínio apresentado pelos frutos recobertos é um indicativo do efeito positivo da geração da atmosfera modificada pelos recobrimentos na manutenção da firmeza, claramente demonstrada também por Moura et al. (2013) em umbus sob atmosfera modificada por filme de PVC.

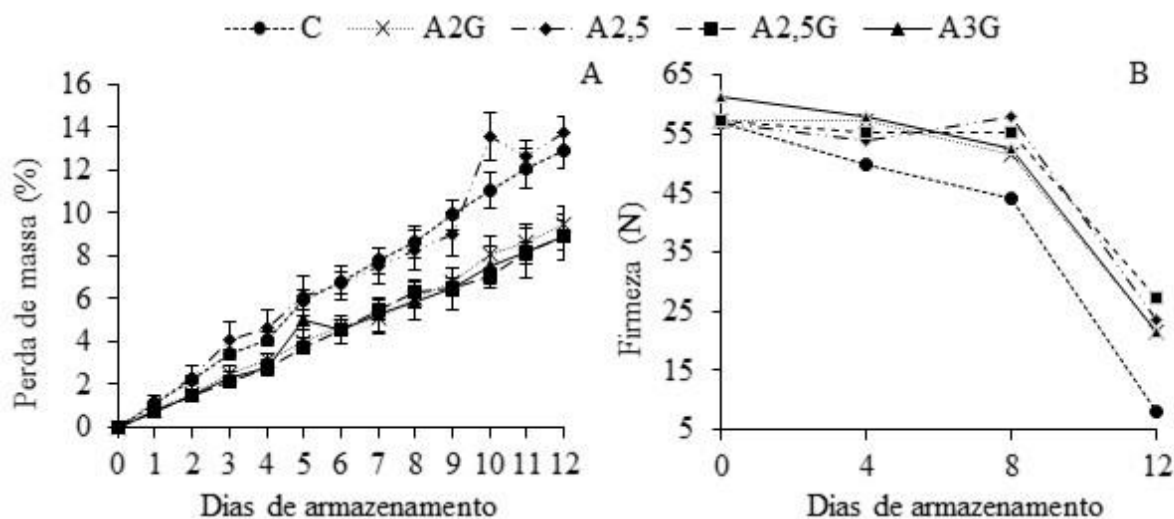


Figura 3. Mudanças na perda de massa (A) e firmeza (B) de frutos do umbuzeiro com recobrimentos biodegradáveis a base de amido da amêndoa da semente da manga durante 12 dias de armazenamento sob refrigeração (12 ± 1 °C e 75 ± 2% UR).

O teor de sólidos solúveis - SS - (Figura 4A) de umbu foi notadamente influenciado pela aplicação de recobrimentos. Para frutos do controle, à medida que a maturação avançava houve um aumento no teor de SS até o 8º dia, declinando em seguida, indicando o avanço da maturação e a maturação avançada. Frutos recobertos apresentaram retardo na acumulação de SS durante o armazenamento, principalmente com A2,5 e A2,5G, o que indica retardo na maturação.

O efeito da atmosfera modificada por filme de PVC no retardo do amadurecimento de umbu em diferentes estádios de maturação foi reportado por Moura et al. (2013). Vale salientar que o PVC é um plástico poluente derivado do petróleo, os resultados aqui apontam para as vantagens de se utilizar recobrimentos biodegradáveis preparados de matérias primas renováveis para proporcionar efeito similar.

Souza Junior, (2016) reportou que umbu com recobrimentos a base de goma arábica apresentou aumento no teor de sólidos solúveis ao decorrer do armazenamento, assim como Teodosio, (2019), que observou aumento no teor de SS em todos os recobrimentos utilizados, sendo que o controle apresentou valores máximos no décimo segundo dia de armazenamento em umbu submetido a recobrimentos a base de microalgas.

Os açúcares constituem a maior parte dos sólidos solúveis e apresentam-se principalmente sob a forma de glicose, frutose e sacarose. Frutos com altos teores de sólidos solúveis são geralmente preferidos para consumo fresco e industrialização, por oferecerem a

vantagem de propiciar maior rendimento no processamento, em razão da maior quantidade de néctar produzido por quantidade de polpa. Os recobrimentos tem um potencial de redução da respiração dos frutos, o que, conseqüentemente, contribui para a preservação dos sólidos solúveis nos frutos recobertos (SANTOS e CASTRO., 2011; OLIVEIRA et al., 2018).

A acidez titulável - AT - (Figura 4B) para umbus do controle, apresentou maiores teores. Umbus recobertos com A2G, A2,5, A2,5G e A3G apresentaram AT bem inferiores, mas que não diferiram entre si durante o armazenamento, comprovando a eficácia dos recobrimentos em reduzir as taxas metabólicas.

Recobrimentos são eficazes em reduzir as taxas metabólicas dos frutos de umbuzeiro em atmosfera modificada por filme de PVC, assim como também em umbu submetido a recobrimentos a base de microalgas, fazendo com que os frutos apresentem um menor teor de AT (MOURA et al., 2013; TEODOSIO, 2019).

Os frutos com recobrimento apresentaram valor de acidez final maior do que os do controle, assim como para Souza Junior, (2016) em umbus sob recobrimentos a base de goma arábica, indicando, como também neste trabalho, o potencial para retardar o amadurecimento do fruto. Por outro lado, Sirqueira, (2012) reportaram que goiaba recobertas com coberturas comestíveis apresentaram tendência ao decréscimo de acidez a medida que amadurecem.

O aumento da acidez nos frutos recobertos durante o amadurecimento pode ser devido aos ácidos galacturônicos liberados durante a hidrólise de componentes da parede celular. Com a quebra da estrutura do polímero péctico pela ação das enzimas pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG), há a liberação dos ácidos galacturônicos solúveis em água e, conseqüentemente, o aumento da acidez (LOPES, 2007; SIQUEIRA, 2012), dessa forma, o aumento mais intenso no controle certamente está relacionado com essa quebra mais intensa em consequência do amadurecimento mais rápido.

Os baixos teores de acidez titulável e o significativo teor de sólidos solúveis fizeram com que os frutos do controle apresentassem uma elevada relação de SS/AT (Figura 4C) até o 6º dia de armazenamento, a partir de quando declinou drasticamente, com indicativo de senescência. Por sua vez, umbus recobertos com A3G, apresentaram aumento durante o armazenamento, indicando que a maturação ainda continuava a evoluir. A relação SS/AT de frutos com A2G, A2,5 e A2,5G não apresentaram diferença marcante entre si, além de não apresentarem variação entre os dias de armazenamento.

A relação SS/AT é um dos indicativos mais utilizados para avaliação do sabor, sendo mais representativa que a medição isolada de açúcares e de acidez (SANTOS e CASTRO,

2011). O umbu possui um sabor doce-acidulado exótico na polpa produzido pela combinação de açúcares, acidez e compostos fenólicos, sendo o principal atrativo para a ingestão dos frutos, por isso os valores da relação SS/AT não são elevados comparando com outros frutos climatéricos como o mamão e a manga (LIMA et al, 2018; SILVA et al., 2017).

Os valores de pH a partir do quarto dia de armazenamento apresentaram decréscimo em frutos do controle (Figura 4D), enquanto que os recobertos com A2,5, A2,5G e A3G aumentaram o pH a partir do oitavo dia de armazenamento, porém seus valores finais junto com o A3G foram os mais altos.

Frutos recobertos com amido apresentaram pH mais elevado (SANTOS et al., 2015). A redução dos teores de O₂ com o consequente aumento do CO₂, os quais são provocados pela atmosfera modificada, reduzem perdas na acidez no decorrer do armazenamento, sendo essas causadas a partir da redução da atividade enzimática que está relacionada ao metabolismo respiratório, resultando na elevação do pH dos frutos (LIMA et al., 1996; GUIMARÃES, et al., 2017).

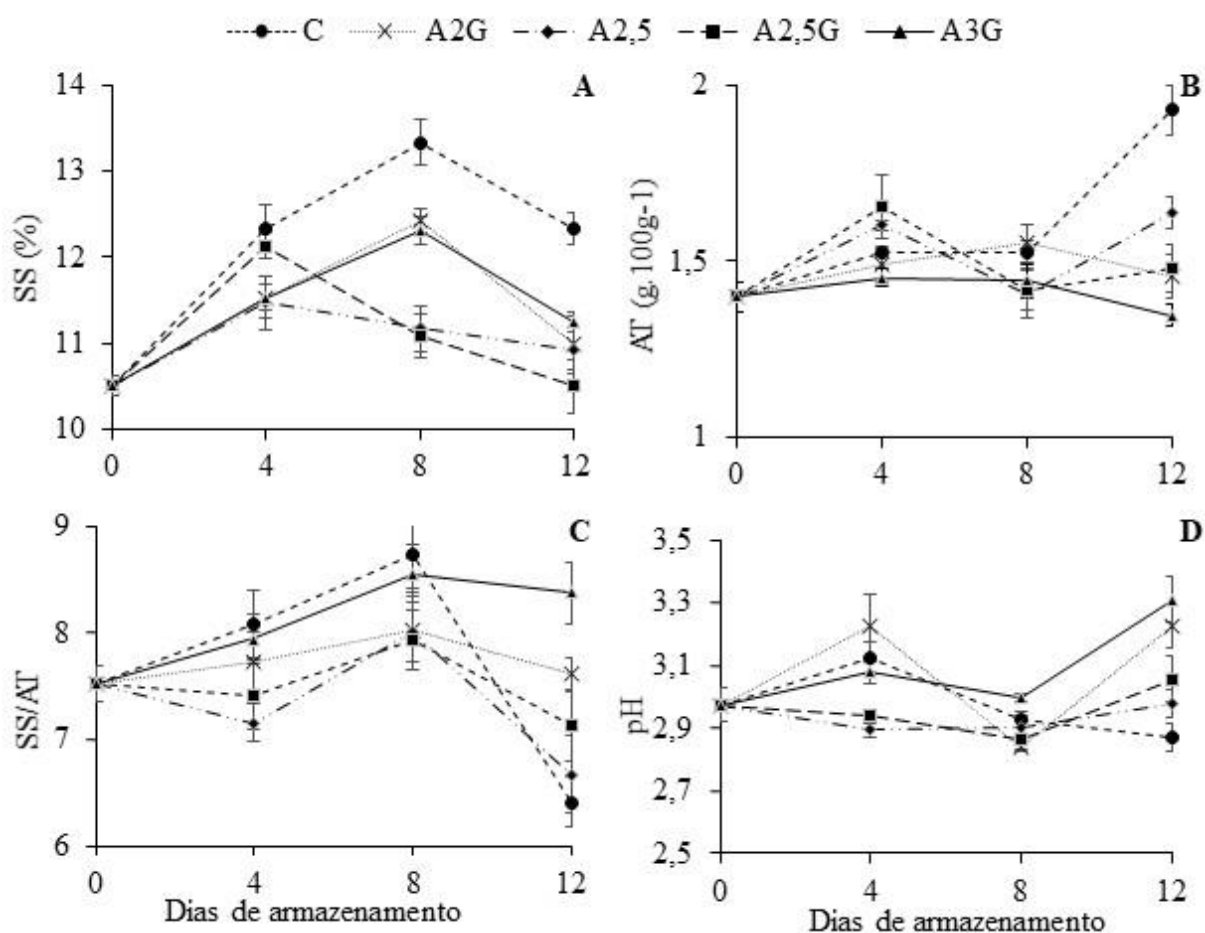


Figura 4. Sólidos Solúveis (A), Acidez titulável (B), Relação SS/AT (C) e pH (D) de frutos do umbuzeiro com recobrimentos biodegradáveis a base de amido da amêndoa da semente da manga durante 12 dias de armazenamento sob refrigeração (12 ± 1 °C e $75 \pm 2\%$ UR).

Para o parâmetro L^* , frutos do controle e os recobertos com A2G e A2,5, apresentaram maior luminosidade na epiderme durante o armazenamento. Por sua vez, umbus com A2,5G e A3G apresentaram perda de luminosidade durante o armazenamento (Figura 5A), indicando que percentuais mais elevados de amido adicionados de glicerol podem influenciar negativamente na luminosidade do fruto.

Embora os frutos recobertos com maior conteúdo de amido apresentem-se mais opacos, o aumento do teor de amido pode retardar a degradação dos pigmentos (OLIVEIRA et al., 2018). O uso do amido em maiores proporções retarda a degradação da cor verde do fruto (RODRIGUES et al., 2018a). O parâmetro b^* não apresenta diferença, em decorrência da tonalidade verde amarelada que o fruto maduro de umbuzeiro possui (MOURA et al., 2013).

Por sua vez, frutos do controle e os recobertos com a menor concentração do amido utilizada (A2G) apresentaram valores do parâmetro a^* superiores aos recobertos com A2,5, A2,5G e A3G (Figura 5B), indicando assim, que o uso do amido em maiores proporções retardou a degradação da cor verde do fruto.

O uso dos recobrimentos A2,5, A2,5G, A2G e A3G proporcionou a manutenção da coloração verde da superfície dos umbus durante o armazenamento ao ambiente, apresentando menores índices de cor IC (Figura 5C). Frutos do controle apresentaram evolução de coloração amarela de maneira mais rápida, com maiores valores de IC (Figura 5C).

A coloração é um importante atributo de qualidade de frutos frescos, pois é uma característica que define a identidade do fruto e atrai o consumidor no primeiro momento (MOURA et al., 2004).

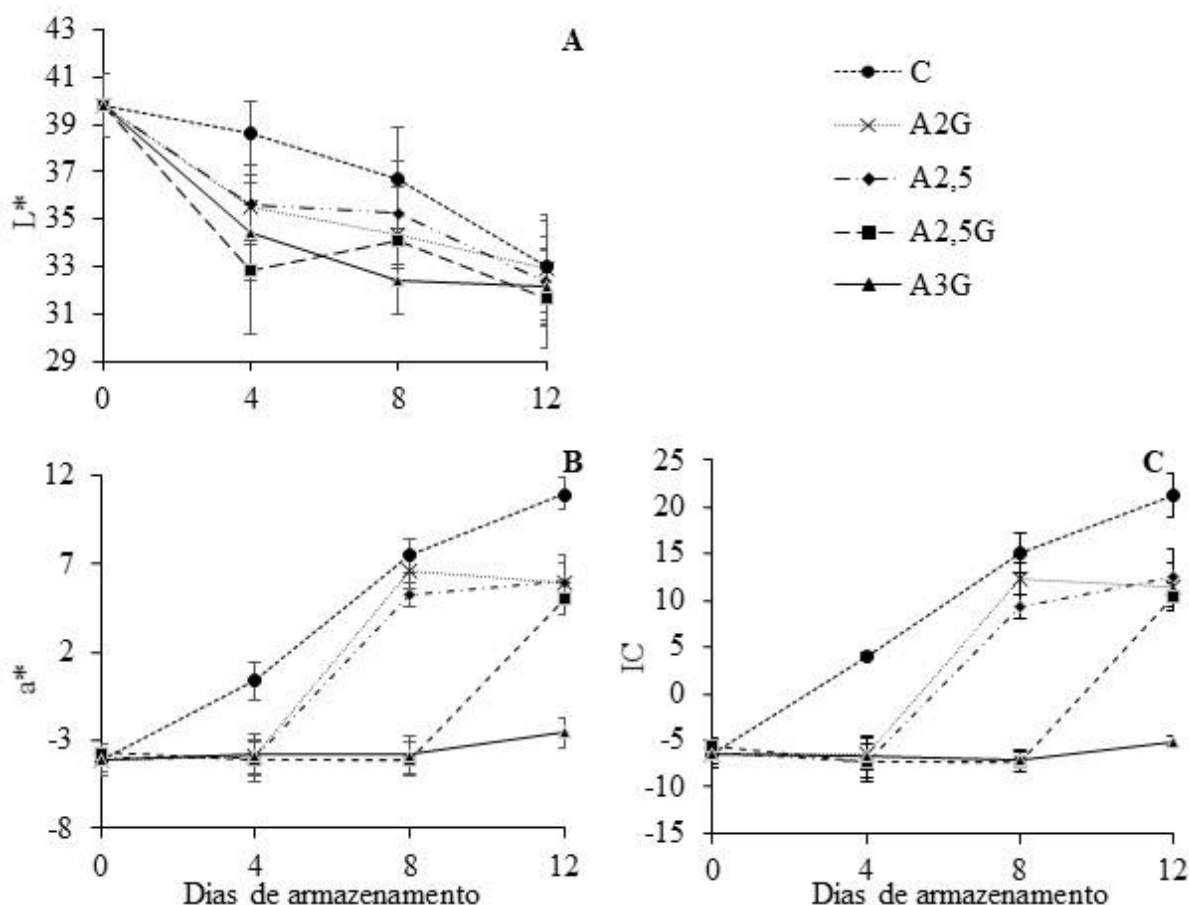


Figura 5. Mudanças de coloração L* (A) e a* (B) e índice de cor – IC (C) do epicarpo de frutos do umbuzeiro com recobrimentos biodegradáveis a base de amido da amêndoa da semente da manga durante 12 dias de armazenamento sob refrigeração (12 ± 1 °C e 75 ± 2% UR).

Frutos com todos os tratamentos apresentaram diminuição do teor de ácido ascórbico. Frutos recobertos apresentaram menores teores de AA mas com menor tendência de diminuição dos valores em relação ao controle que apresentou declínio acentuado, atingindo menor teor de AA ao final do armazenamento, indicando efeito positivos na preservação do ácido ascórbico durante o armazenamento a partir da utilização de recobrimentos (Figura 6A).

A manutenção do conteúdo de ácido ascórbico apresentado pelos frutos recobertos ao final do amadurecimento indica que estes minimizam podem influenciar na redução da degradação do ácido ascórbico pela redução da atividade da enzima ácido ascórbico oxidase (GUIMARÃES et al., 2017). Segundo Chitarra e Chitarra (2005) com a presença de redução na acidez, ocorre um aumento considerado significativo dos valores de pH, os quais são decorrentes do consumo de ácidos orgânicos no processo respiratório.

Frutos do Controle, A2,5 e A3G (Figura 6B) apresentaram aumento de flavonoides amarelos durante o armazenamento, dentre estes, os com A3G apresentaram maiores teores em todos os períodos, e os recobertos com A2G os teores aumentaram até o 10º dia, seguido de declínio no conteúdo de flavonoides. O uso de A2,5G foi o único tratamento que inibiu o aumento de flavonoides em frutos de umbu durante o armazenamento.

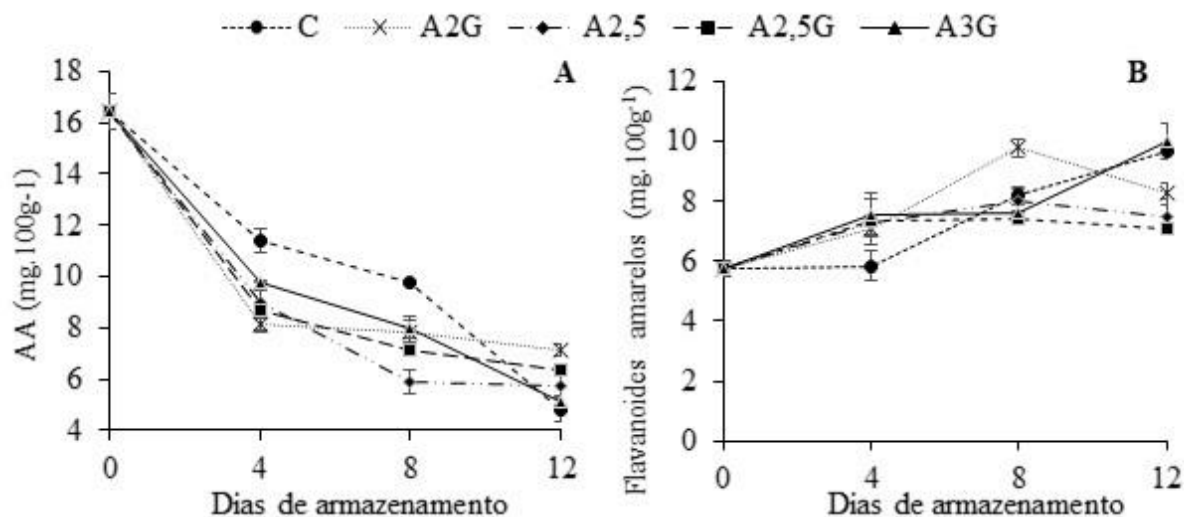


Figura 6. Ácido Ascórbico – AA (A) e Flavonoides amarelos (B) de frutos do umbuzeiro com recobrimentos biodegradáveis a base de amido da amêndoa da semente da manga durante 12 dias de armazenamento sob refrigeração (12 ± 1 °C e $75 \pm 2\%$ UR).

O avanço da maturação e do armazenamento em frutos de umbuzeiro proporcionam um aumento nos teores de flavonoides amarelos ((LIMA et al., 2016).), com isso, pode-se inferir que o uso do recobrimento A2,5G retardou a maturação dos frutos

De acordo com os julgadores, umbus com recobrimento apresentaram maior brilho (Figura 7A) a partir do 4º dia de armazenamento em relação aos frutos do controle, os frutos recobertos não apresentaram mudança em seu brilho no decorrer de todo o armazenamento. Para o controle o brilho declinou do início ao fim do armazenamento, caracterizando perda da aparência, como também reportado por Rodrigues et al. (2018a) em goiabas recobertas com amido de semente de jaca.

A aplicação dos recobrimentos foi eficiente em reduzir a desidratação aparente dos umbus durante o armazenamento sob refrigeração. Assim, a desidratação de frutos do controle manteve-se elevada, com aumento das notas ao longo do armazenamento diferindo de frutos dos demais recobrimentos (Figura 7B).

A intenção de compra (Figura 7C) foi mantida elevada na percepção dos julgadores pelo uso de recobrimentos durante o armazenamento em contraste com os umbus do controle, mostrando que a não aplicação de recobrimentos reduz a vida útil pós-colheita e reduz a aceitação dos frutos pelo consumidor, como também reportado para manga ‘Tommy Atkins’ (AZERÊDO et al., 2016), abacaxi (GUIMARÃES et al., 2017) e goiaba (RODRIGUES et al., 2018a).

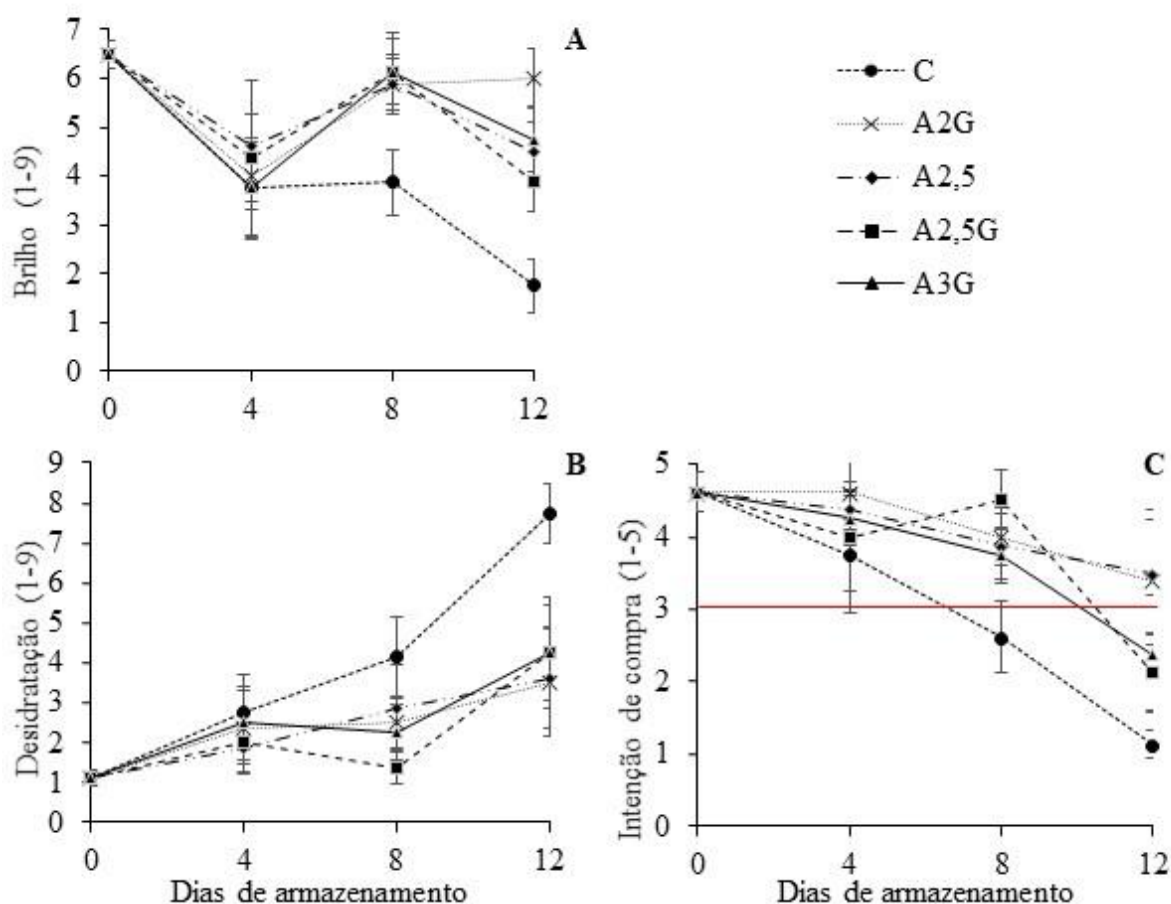


Figura 7. Brilho (A) Desidratação (B) e Intenção de Compra (C) de frutos do umbuzeiro com recobrimentos biodegradáveis a base de amido da amêndoa da semente da manga durante 12 dias de armazenamento sob refrigeração ($12 \pm 1^\circ\text{C}$ e $75 \pm 2\%$ UR).

Em manga ‘Tommy Atkins’, Azerêdo et al. (2016) mostraram que a aplicação de recobrimentos também foi efetiva em proporcionar maior brilho, reduzir a desidratação e aumentar a aceitação e intenção de compra dos frutos. Portanto, o uso de recobrimentos a base de amido de semente de manga adicionada de glicerol foi eficiente na conservação pós-colheita de umbu.

5 CONCLUSÕES

A aplicação de recobrimentos a base de amido da amêndoa de semente de manga adicionado de glicerol propiciou a retardo do pico de produção de etileno e CO₂, na condição ambiente claramente retardando o amadurecimento.

Em armazenamento refrigerado, o uso de recobrimento propiciou a manutenção da qualidade de umbu, evidenciado pela manutenção da coloração verde, dos sólidos solúveis, da acidez titulável e de ácido ascórbico, com claro indicativo do retardo do amadurecimento.

Os recobrimentos utilizados melhoraram o brilho, mantiveram a firmeza, reduziram a desidratação aparente e mantiveram a intenção de compra.

O recobrimento de umbu com A2,5G retardou o pico do etileno e, portanto, a taxa metabólica de frutos mantidos na condição ambiente.

Sob refrigeração, umbus recobertos com A2G e A2,5 propicia um aumento em 5 dias na vida útil de frutos mantido a 12 °C.

A aplicação de recobrimento em umbu associado ao armazenamento refrigerado possibilita maior tempo de comercialização deste fruto, permitindo a abertura de novos mercados consumidores, distantes das regiões produtoras.

Em conjunto, estes resultados indicam o amplo potencial da aplicação de recobrimentos a base deste amido da semente da manga na conservação pós-colheita de umbu por meio de uma tecnologia limpa e sustentável.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, E. M. B.; ALMEIDA, F. A. C.; GOMES, J. P.; ALVES, N. M. C.; SILVA, W. P. Production of —peanut milk based beverages enriched with umbu and guava pulps. **Journal Of The Saudi Society Of Agricultural Sciences**, v. 14, n. 1, p.61-67, jan. 2015.
- ALI, A.; MUHAMMAD, M. T. M.; SIJAM, K.; SIDDIQUI, Y. Effect of chitosan coatings on the physicochemical characteristics of Eksotika II papaya (*Carica papaya* L.) fruit during cold storage. **Food Chemistry**, 124(2), 620–626, 2011.
- ANDRADE, M. E. A. **Tratamento de planta matriz com boro, zinco e estiolamento associado a doses de aib na propagação por estaquia de umbugueleira** (*Spondias* sp.). Trabalho de Conclusão de Curso. 2018.
- ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Brazilian Journal of Food Technology**, nº 2, p. 87-97, 2014.
- BALDWIN, E. A.; HAGENMAIER, R.; BAI, J. (Ed.). **Edible coatings and films to improve food quality**. CRC Press, 415 p, 2011.
- BHARTI, I.; SINGH, S.; SAXENA, D. C. Influence of alkali treatment on physicochemical, pasting, morphological and structural properties of mango kernel starches derived from Indian cultivars. **International journal of biological macromolecules**, v. 125, p. 203-212, 2019.
- BIANCHINI F. **Umbu (*Spondias tuberosa*) produto da sociobiodiversidade nos territórios fundo de pasto**. 128 f. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) Universidade Federal do Vale do São Francisco. Juazeiro - BH, 2018.
- CARVALHO, V. C. **Structure et dynamique de la vegetation en milieu tropical semi-aride. La Caatinga de Quixabá (Pernambouc, Brésil) du terrain a l'analyse des données MSS/Landsat**. São José dos Campos. 332p. (INPE-4049-RPE/524). Tese (Doutorado) - Université de Toulouse-Le Mirail. INPE, 1986.

CHAVES NETO, J. R.; SCHUNEMANN, A. P. P.; ANDRADE, M. D. G. S.; SILVA, S. D. M. Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em frutos de cajá-manga. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 36, n. 1, 2019.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 543 p.

CONTRERAS, C; BEAUDRY, R. Lipoxygenase-associated apple volatiles and their relationship with aroma perception during ripening. **Postharvest biology and technology**, v. 82, p. 28-38, 2013.

COSTA, F. R.; RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; NEDER, D. G.; SILVA, S. M.; SCHUNEMANN, A. P. P. Análise biométrica de frutos de umbuzeiro do semiárido brasileiro. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 3, p. 682-690. 2015

DUTRA, F. V.; CARDOSO, A. D.; MORAIS, O. M.; VIANA, A. E. S.; MELO, T. L.; CARDOSO JÚNIOR, N. S. Características físicas e químicas de acessos de umbuzeiros (*Spondias tuberosa* Arr. Cam). **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 4, p. 140-149, 2017.

ESPITIA, P. J. P.; DU, W. X.; DE JESÚS A.B. R.; SOARES, N. D. F. F.; MCHUGH, T. H. Edible films from pectin: Physical-mechanical and antimicrobial properties-A review. **Food Hydrocolloids**, v. 35, p. 287-296, 2014.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FIGUEIREDO, V. M. A. Potencial funcional de frutos da ciriguela de plantio comercial do sertão paraibano durante a maturação. **Trabalho de Conclusão de Curso**. 2018.

FILGUEIRAS, H. A. C. **Geração de técnicas de conservação pós-colheita para valorização do cultivo de cajá e ciriguela no Estado do Ceará**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 47 p

FRANCIS, F.J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (ed.). Anthocyanins as food colors. **New York: Academic Press**, p.181 -207, 1982.

GIOVANNONI, J.; NGUYEN, C.; AMPOFO, B.; ZHONG, S.; FEI, Z. The Epigenome and Transcriptional Dynamics of Fruit Ripening. **Annual Review of Plant Biology**, v. 68, n. 1, p. 61–84, 2017.

GOMES, R. P. O umbuzeiro. **Fruticultura brasileira**, v. 11, p. 426-428, 1964.

GUIMARÃES, G. H. C; DANTAS, R. L; SOUSA, A. S. B; SOARES, L. G.; MELO, R. S.; SILVA, R. S.; LIMA, R. P.; REJANE, M, R. M. N; BEAUDRY, R. M.; SILVA, S. M. Impact of cassava starch-alginate based coatings added with ascorbic acid and elicitor on quality and sensory attributes during pineapple storage. **African Journal of Agricultural Research**, v. 12, p. 664-673, 2017.

HORN, M. M. **Blendas e filmes de quitosana/amido de milho: estudo da influência da adição de polióis, oxidação do amido e razão amilose/amilopectina nas suas propriedades**. Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo, 2012.

IBGE. 2017. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. Disponível em <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/289#resultado>>. Acesso em 20 de Agosto, 2019.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 2ª Edição. São Paulo, v.1, 371p. 2005.

KAUR M.; SINGH N.; SANDHU K. S.; GURAYA H. S. Physicochemical, morphological, thermal and rheological properties of starches separated from kernels of some Indian mango cultivars (*Mangifera indica* L.). *Food Chem.* 2004; 85: 131-40.

LIMA, L. C. de O.; SCALON, S. de P. Q.; SANTOS, J. E. S. Qualidade de mangas (*Mangifera indica*) cv. ‘Haden’ embaladas com filme de PVC durante o armazenamento. **Revista Brasileira de fruticultura**, Cruz das Almas, v. 18, n. 1, p.55-63, 1996.

LIMA, M. A. C.; SILVA, S. M.; OLIVEIRA, V. R. Umbu (*Spondias tuberosa*). In: Rodrigues, S.; Silva, E.O.; Brito, E.S. (Org.). **Exotic Fruits Reference Guide**. 1a ed. London: Academic Press - Elsevier, 2018, v. 1, p. 1-490.

LIMA, T. M. C. **Qualidade e compostos bioativos de frutos de umbuzeiro cultivados sob o sistema orgânico e convencional**. 57p. Trabalho de conclusão de curso – Curso de Tecnologia de Alimentos - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

LOPES, M. F. **Fisiologia da maturação e conservação pós-colheita do aceso umbu laranja (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara)**. 123p. (Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos). João Pessoa, 2007.

MADRUGA, M. S.; ALBUQUERQUE, F. S. M.; SILVA, I. R. A.; do AMARAL, D. S.; MAGNANI, M.; NETO, V. Q. Chemical, morphological and functional properties of Brazilian jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) seeds starch. **Food Chemistry**, 143, 440–445, 2014.

MOURA, F. T.; SILVA, S. M.; SCHUNEMANN, A. P. P.; MARTINS, L. P. Frutos do umbuzeiro armazenados sob atmosfera modificada e ambiente em diferentes estádios de maturação. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, p. 764-772, 2013.

MOURA, F. T.; SILVA, S. M.; MARTINS, L. P.; MENDONÇA, R. M. N.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C. Evolução do crescimento e da maturação de frutos de cajazeira (*Spondias mombin* L). **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture Isth**, Miami, v.47, n.1, p.231-233, 2004.

MOTTA, J. D.; MELO QUEIROZ, A. J.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; SOUSA, K. D. S. M. Índice de cor e sua correlação com parâmetros físicos e físico-químicos de goiaba, manga e mamão. **Comunicata Scientiae**, 2015.

NARAIN, N.; BORA, P. S.; HOLSCHUH, H. J.; VASCONCELOS, M. A. D. S. Variation in physical and chemical composition during maturation of umbu (*Spondias tuberosa*) fruits. **Food Chemistry**, v. 44, n. 4, p. 255-259, 1992.

NAWAB, A.; ALAM, F.; HASNAIN, A. Mango kernel starch as a novel edible coating for enhancing shelf-life of tomato (*Solanum lycopersicum*) fruit, **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 103, p. 581-586, 2017.

NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G. de. **Tecnologia da produção do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.)**. Lavras: UFLA. 101 p. 2005.

OLIVEIRA, V. R. L.; SANTOS, F. K. G.; LEITE, R. H. L.; AROUCHA, E. M. M.; SILVA, K. N. O. Use of biopolymeric coating hydrophobized with beeswax in post-harvest conservation of guavas. **Food Chemistry**, v. 259, n. 21, p. 55–64, 2018c.

PALIYATH, G., MURR, D. P., HANDA, A. K., LURIE, S. **Postharvest biology and technology of fruit, vegetables, and flowers**. Ames:Wiley-Blackwell, 2008. 497 p.

RAJU, P. S.; CHAUHAN, O. P.; BAWA, A. S. **Handbook of Vegetables and Vegetable Processing: Postharvest Handling Systems and Storage of Vegetables**. Iowa: Blackwell Publishing Ltd, 2011. 772 p.

RIZZINI, C. T.; MORS, W. B. **Botânica econômica brasileira**. São Paulo: EDUSP, 1976. 207p.

RODRIGUES, A. A. M.; SILVA, S. M.; DANTAS, A. L., SILVA, A. F., SANTOS, L. S.; MOREIRA, D. N. Physiology and postharvest conservation of ‘Paluma’ guava under coatings using jack fruit seed-based starch. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, n. 03, p. 01-08, 2018.b

RODRIGUES, E. N. S.; SOUSA, A. S. B.; SANTOS, E. F. S.; SILVA, M. C. A.; SILVA, S. M. Qualidade comparativa de mangas de ocorrência no Brejo Paraibano com cultivares comerciais. In: GOMES, I. A.; MEDEIROS, M. B.; BATISTA, M. C.; GONZAGA, K. S.; FÉLIX, R. J. S; SILVA JÚNIOR, J. M.; SANTOS, J. P. O. **Ensaios Interdisciplinares em Ciências Agrárias no Nordeste no Brasil**. Editora Itacaiúnas, 2019. P.410 – 424.

RODRIGUES, E. N. S.; SOUSA, A. S. B.; SILVA, S. M.; LIMA, R. P.; FIGUEIREDO, V. M. A.; MELO, J. M. Atributos de qualidade de variedades de mangas do Brejo Paraibano. In: SILVA, A. M.; DANTAS, C. O.; SOUSA, A. O.; BARBOSA JUNIOR, L. G.; NASCIMENTO, L. S. **III ENAG A Agroindústria E Os Desafios Da Segurança Alimentar**. Instituto BioEducação, 2017. P. 202 – 209.

RODRIGUES, N. S. R.; SILVA, S. M.; BULHÕES, T. L.; MELO, R. S.; SOUSA, A. S. B.; LIMA, R. P.; MENDONÇA, R. M. N. Mudanças na qualidade durante a maturação de frutos de cajazeiras. **Revista Agropecuária Técnica**, Areia-PB, v. 39, n. 3, p. 254-263, 2018.a

RODRIGUES, A. A. M. **Revestimentos e filmes biodegradáveis de deferentes amiláceas: Caracterização e aplicação pós-colheita em manga**. 2019. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, 2019.

SANTOS, B. L; CASTRO, V. **Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável do umbu**. Brasília: Embrapa Recursos. 64p. 2011.

SANTOS, E. F., MENDES, D. S., PARAIZO, E. A., MARTINS, J. C., MIZOBUTSI, G. P. Efeito da aplicação de biofilmes de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de Umbú In: Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças, 001. **Anais...** Aracaju-SE, 2015.

SANTOS, J. S; OLIVEIRA, M. B. P. P. Alimentos frescos minimamente processados embalados em atmosfera modificada. **Brazilian Journal of Food Technology**, nº 1, p. 1-14, 2012.

SANTOS, K. O. **Utilização do amido extraído do caroço da manga (*Mangifera indica* L.) para aplicação como biomaterial**. Trabalho de conclusão de curso, 2015.

SANTOS, M. B. D. U.; CARDOSO, R. L.; FONSECA, A. A. D. O.; CONCEIÇÃO, M. D. N. U.; Caracterização e qualidade de frutos de umbu-cajá (*Spondias tuberosa* x *S. mombin*) provenientes do recôncavo sul da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 2010.

SILVA, F. V. G.; SILVA, S. D. E. M.; SILVA, G. C.; MENDONÇA, R. M. N.; ALVES, R. E.; DANTAS, A. L. Bioactive compounds and antioxidant activity in fruits of clone and ungrafted genotypes of yellow mombin tree. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.32, n.4, p.685-691, 2012.

SILVA, L. M. M. da. **Comportamento reológico e caracterização físico-química de polpa e geleia de umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara)**. 2013. 107f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

SILVA, R. S.; SILVA, S. M.; MELO, F. S. N.; GUIMARÃES, G. H. C.; MADRUGA, M. S.; LIMA, R. P.; BEAUDRY, R. M. Influence of biodegradable coatings on the volatiles profile of fresh-cut -Paluma? guava. **Acta Horticulturae**, v. 1, p. 319-326, 2016.

SILVA, A. F. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante durante a maturação de frutos de genótipos do umbuzeiro**. 70f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, 2015.

SIRQUEIRA, A. P. O. **Uso de Coberturas Comestíveis na Conservação Pós-Colheita de Goiaba e Maracujá-Azedo**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Fribeiro - UENF. Campo dos Goytacazes – RJ, 2012.

SOUSA, A. S. B. **Qualidade, perfil de fenólicos e potencial funcional de frutos de variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia - PB**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, 2016.

SOUZA JÚNIOR, J. C. A. **Avaliação das características físico-químicas do umbu (*Spondias tuberosa*) com aplicação de revestimento comestível a base de goma arábica**. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal da Paraíba. 2016.

SIDDIQ, M.W. **Preharvest modulation of postharvest fruit and vegetable quality**. 1st Ed. London, UK: Academic Press. 2018. 498p.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Análises de vitaminas:** métodos comprovados, Madrid: Paz Montolvo, 1967. 428 p.

TEIXEIRA, É. T. A.; SILVA, T. D. S.; MARTINS, V. R. L.; LOPES, F. S.; KARSTEN, J. Análise biométrica e físico-química de frutos de umbu-cajá *Spondia tuberosa* x *Spondia mobin*. **Anais eletrônico cic**, v. 17, n. 17, 2019.

TEODOSIO, A. E. M. M. et al. Conservação pós-colheita de umbu recoberto com microalga e óleo da semente da romã. 82p. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, 2019.

TORRES-LEÓN, C.; VICENTE, A. A.; FLORES-LÓPEZ, M. L.; ROJAS, R., SERNACock, L.; ALVAREZ-PÉREZ, O. B.; & AGUILAR, C. N. Edible films and coatings based on mango (var. Ataulfo) by-products to improve gas transfer rate of peach. **LWT - Food Science and Technology**, v.97, p.624-631, 2018.

VIDIGAL, M. C. T. R.; MINIM, V. P. R.; CARVALHO, N. B.; MILAGRES, M. P.; GONÇALVES, A. C. A. Effect of a health claim on consumer acceptance of exotic Brazilian fruit juices: Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), Camu-camu (*Myrciaria dubia*), Cajá (*Spondias lutea* L.) and Umbu (*Spondias tuberosa*). **Food Research International** 44(7): 1978-1999, 2011.