

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIDADEACADÊMICA DE SERRA TALHADA  
CURSO DE AGRONOMIA

SARAH ALENCAR DE SÁ

REVESTIMENTO DE MUCILAGEM DE PALMA FORRAGEIRA ASSOCIADA AO  
FITORREGULADOR MELATONINA NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE  
BATATA-DOCE MINIMAMENTE PROCESSADA

SERRA TALHADA  
2023

SARAH ALENCAR DE SÁ

REVESTIMENTO DE MUCILAGEM DE PALMA FORRAGEIRA ASSOCIADA A  
FITORREGULADOR MELATONINA NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE  
BATATA-DOCE MINIMAMENTE PROCESSADA

Trabalho de Conclusão do Curso apresentada à  
Coordenação do Curso de Bacharelado em  
Agronomia da Universidade Federal Rural de  
Pernambuco (UFRPE), Unidade Acadêmica de Serra  
Talhada (UAST), como requisito parcial para  
obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. DSc. Adriano do Nascimento  
Simões

Coorientador: Dr. Fred Augusto Lourêdo de Brito

SERRA TALHADA  
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

S111r Sá, Sarah Alencar de  
Revestimento de mucilagem de palma forrageira associada ao fitorregulador melatonina na qualidade pós-colheita de batata-doce minimamente processada / Sarah Alencar de Sá. - 2023.  
42 f. : il.

Orientador: Adriano do Nascimento Simoes.  
Coorientador: Fred Augusto Louredo de Brito.  
Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, , Serra Talhada, 2023.

1. Nopalea cochenillifera Salm Dyck. 2. Ipomea batatas (L.) Lam. 3. Biorrevestimento. 4. Regulador vegetal. I. Simoes, Adriano do Nascimento, orient. II. Brito, Fred Augusto Louredo de, coorient. III. Título

CDD

---

SARAH ALENCAR DE SÁ

**REVESTIMENTO DE MUCILAGEM DE PALMA FORRAGEIRA ASSOCIADA AO  
FITORREGULADOR MELATONINA NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE  
BATATA-DOCE MINIMAMENTE PROCESSADA**

Trabalho de conclusão de curso (TCC) apresentado à Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte das exigências do curso Bacharelado em Agronomia, para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

APROVADA em 07/08/2023

Banca Examinadora

---

Prof. Dr. Adriano do Nascimento Simões – UAST/UFRPE  
Orientador

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Neilza Castro Reis – UAST/UFRPE  
Examinador Interno

---

Ma. Valécia Nogueira Santos e Silva – UFERSA  
Examinador Externo

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela minha vida, por nunca me abandonar e principalmente pelo seu amor. Aos meus pais, Ivoneide Alencar de Sá Pereira e Joselito de Sá Pereira, pelo seu exemplo e amor, por toda atenção e incentivo. À minha mãe, pelo exemplo de mulher, que com sua simplicidade e dedicação me ensinou a seguir os melhores caminhos. Ao meu pai por se fazer presente e me apoiar nas minhas decisões. Amo vocês.

Ao meu irmão José Augusto Alencar de Sá, que é luz em minha vida e que nunca me deixou desistir, me agraciando sempre com a palavra de Deus e me mostrando que nunca estou só.

A minha vó Severina Maria de Jesus, que é bênção na minha vida e que amo de todo meu coração.

A minha melhor amiga, Maria Vitória Alencar, com quem compartilho não só o laço de amizade, mas o de sangue. Obrigada por ser meu amparo e minha alegria nesta terra, você tem meu amor incondicional.

A toda minha família, de sangue e de coração, que me apoiaram e me aconselharam durante essa fase de minha vida. Em especial aos meus tios Pedro Odilon e Maria Aparecida com quem compartilho todos os momentos, de alegrias e tristezas, pessoas com quem posso contar e que amo muito.

Ao meu orientador, Prof. Adriano do Nascimento Simões, pelos ensinamentos, paciência, incentivos e amizade. Obrigada por sua disposição e orientação durante todo esse tempo professor, por compartilhar seu conhecimento e ensinamentos, contribuindo para meu crescimento pessoal e profissional.

Ao meu coorientador Dr. Fred Augusto Lourêdo de Brito, por tantos momentos compartilhados. Pelos conselhos, pelas conversas e principalmente pela sua amizade.

A professora e atual coordenadora do curso de Agronomia da UAST, Neilza Castro, por ser essa mulher e profissional tão incrível e qualificada, que não mediu esforços para me auxiliar nesse processo tão exaustivo. Obrigada de coração!

A Denise, funcionária da biblioteca Vanete Almeida, por sua disposição e ajuda.

Ao grupo de pesquisa, Núcleo de Estudos em Fisiologia Pós-colheita de frutos e hortaliças e flores (NEFP), o qual tive o prazer de fazer parte e a honra de conhecer tantas pessoas maravilhosas, que não mediram esforços pra me ajudar e me apoiarem na realização das atividades.

As minhas amigas queridas, Isabelly, Kaisa e Yanna pelo acolhimento e todo carinho durante anos. Obrigada pelo companheirismo, amizade e amor!

Aos meus queridos companheiros Dr. Hugo Bentzen e Prof. Thieres George, que estiveram comigo durante minha jornada na graduação, vocês são um exemplo de persistência e dedicação, obrigada por estarem sempre presentes, o apoio, incentivo, a ajuda, compreensão e paciência foram fundamentais em todos os momentos desse trabalho e da minha vida.

A todas as pessoas maravilhosas e iluminadas que tive o prazer de conhecer, em especial, Valécia Nogueira, Aline Soares, Júlio Teles Vaz, Pedro Hermínio, Ariel Marcelino, Natanael Lucena, Willyana Guimarães, Carlos Natan, Ericks Pires, Paulo Amorim e Yara Araújo. Obrigada pelas risadas e momentos compartilhados, vou levar todos em meu coração! Vocês são os melhores amigos e companheiros de caminhada que eu poderia ter tido, são a minha família do coração.

Aos amigos da minha turma de Agronomia da UAST: Hillary Godoy, Antônio Anderson, Maria Wilma, Carla Rafaelly, Jaynara Torres, Rannilson Oliveira e Robson Rodrigues a qual foi um prazer fazer parte e compartilhar tantos momentos bons. Obrigada pelo companheirismo, amizade e carinho!

A Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal – PPGPV pela estrutura e equipamentos concedidos para realização deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa concedida durante a minha graduação (PIBITI/UFRPE);

A Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pelos equipamentos utilizados;

A todos os funcionários que compõe a Unidade Acadêmica de Serra Talhada, em especial, a equipe de transporte e manutenção.

Durante esse percurso tive a oportunidade de conhecer e de reencontrar amizades que levarei comigo, em meu coração. Fui agraciada com a oportunidade de receber orientações e apoio de muitas pessoas e instituições. Os meus mais sinceros agradecimentos a todos, com a certeza de que cada um contribuiu com a realização desse sonho.

Obrigada a todos!

## RESUMO

A batata-doce está entre as cinco culturas mais consumidas na alimentação humana nos países em desenvolvimento, logo a cultura apresenta múltiplos fins, e conseqüentemente possui alta importância para a segurança alimentar. Em se tratando de perdas pós-colheita, a batata doce é cultivada como cultura marginal, com baixo investimento e produtividade, a qual sofre restrições na comercialização nos supermercados e na aceitação do consumidor. Para minimizar esses problemas, a indústria proporciona técnicas e métodos de conservação, como o processamento mínimo. Uma tecnologia alternativa e de baixo custo cada vez mais estudada e avaliada como um procedimento para elevar o tempo de vida de frutas e legumes é o emprego de coberturas comestíveis protetoras ou revestimentos alimentícios, estes sendo considerada uma das formas mais eficazes de manter a qualidade e a segurança dos frutos e vegetais. Assim a produção de um biorrevestimento obtido da mucilagem de palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) adicionado de melatonina que possibilite um produto comestível, econômico e sustentável se promissor. As seguintes análises foram realizadas durante o armazenamento a temperatura de  $5 \pm 2$  °C: análise visual, perda de massa fresca, sólidos solúveis totais, fenóis solúveis totais, atividade antioxidante por DPPH, atividade das enzimas polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD), ascorbato peroxidase (APX) e catalase (CAT). Para batata do controle e batata com mucilagem de palma, a qualidade visual não se manteve durante os dias de conservação, os teores de compostos fenólicos foram menores, a atividade enzimática das polifenoloxidase e peroxidase foram altas. Já a batata com melatonina a qualidade visual foi mantida por mais tempo ao longo da conservação refrigerada, e ainda, as raízes obtiveram altos teores de sólidos solúveis, menor perda de massa e menor atividade enzimática da PPO e CAT. A obtenção desses dados permitiu entender que o revestimento comestível com melatonina se mostra promissor na conservação e manutenção das características sensoriais da batata-doce. Para minimizar esses problemas, o uso do processamento mínimo, do revestimento comestível, e do período de 15 dias de conservação se torna viável para a manutenção da conservação, qualidades sensoriais e organolépticas da batata-doce

**Palavras-chave:** *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck; *Ipomea batatas* (L.) Lam; Revestimento; Regulador vegetal.

## ABSTRACT

Sweet potato-doce is among the five most consumed cultures in human nutrition in developing countries, since the culture has multiple purposes, and consequently has high importance for food safety. In the case of post-colheita losses, sweet potato doce is cultivated as a marginal crop, with low investment and productivity, to which it suffers restrictions in commercialization in supermarkets and in consumer oil. To minimize these problems, the industry provides conservation techniques and methods, such as minimal processing. An alternative and low-cost technology that is increasingly studied and validated as a procedure to increase the shelf life of fruits and vegetables and the use of protective edible coatings or food coatings, is being considered one of the most effective ways of maintaining quality and food. Safe two fruits and vegetables. As well as the production of a bioresvediment obtained from the mucilage of the forageira palm (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) added with melatonin that makes possible an edible, economical and sustainable product if promising. The following analyzes were carried out during storage at a temperature of  $5 \pm 2$  °C: visual analysis, loss of fresh dough, total solvable solids, total solvable phenotypes, antioxidant activity by DPPH, polyphenol oxidase (PPO) and peroxidase (POD) enzyme activities, ascorbate peroxidase (APX) and catalase (CAT). For control sweet potato and sweet potato with palm mucilage, the visual quality was not maintained during the days of conservation, the theories of phenolic compounds were lower, the enzymatic activities of polyphenol oxidase and peroxidase were high. In addition to sweet potatoes with melatonin, the visual quality was maintained for a longer time than refrigerated storage, and even so, the roots obtained high levels of solvable solids, less loss of mass and less enzymatic activity of PPO and CAT. Obtaining these data will allow us to understand that the edible coating with melatonin shows promise in the conservation and maintenance of the sensory characteristics of sweet potato-doce. To minimize these problems, the use of minimal processing, of the edible coating, and the period of 15 days of conservation becomes viable for the maintenance of conservation, sensory and organoleptic qualities of sweet potato-doce.

**Keywords:** *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck; *Ipomea batatas* (L.) Lam; Coating; Phyto regulator.

## SUMÁRIO

<b>1- INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2- REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>12</b>
2.1- CULTURA DA BATATA-DOCE.....	12
2.2- TÉCNICA DO PROCESSAMENTO MÍNIMO.....	14
2.3- USO DA MELATONINA .....	14
2.5- IMPORTÂNCIA DA MUCILAGEM DE PALMA FORRAGEIRA.....	16
<b>3- OBJETIVOS .....</b>	<b>17</b>
<b>4- MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>18</b>
4.1- OBTENÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA DO BIORREVESTIMENTO .....	18
4.2- PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DO BIORREVESTIMENTO .....	19
4.3- PROCESSAMENTO MÍNIMO E REVESTIMENTO DA BATATA-DOCE .....	19
4.4- AVALIAÇÃO SENSORIAL E FÍSICA .....	20
<b>4.4.1- Avaliação visual (aparência geral) .....</b>	<b>20</b>
<b>4.4.2- Perda de massa fresca (PMF) .....</b>	<b>21</b>
4.5- AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA.....	22
<b>4.5.1- Teor de sólidos solúveis totais.....</b>	<b>22</b>
4.6- AVALIAÇÕES BIOQUÍMICAS E FISIOLÓGICAS .....	22
<b>4.6.1- Teor de fenóis solúveis totais .....</b>	<b>22</b>
<b>4.6.2- Ensaio in vitro da atividade antioxidante por 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) .....</b>	<b>22</b>
<b>4.6.3- Extração e ensaio da polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD).....</b>	<b>23</b>
<b>4.6.4- Extração e ensaio da catalase (CAT).....</b>	<b>23</b>
4.7- DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	23
<b>5- RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>24</b>
<b>6- CONCLUSÕES.....</b>	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>38</b>

## 1- INTRODUÇÃO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam), pertencente à família Convolvulaceae, originária do Noroeste da América do Sul, é, em termos de consumo humano, uma das raízes mais populares a nível mundial (MCGEE, 2014). É uma hortaliça amplamente consumida no Brasil e em outros países, por ser fonte nutritiva de fácil aquisição e promotora da saúde humana. A batata-doce é utilizada na alimentação animal e nas indústrias de alimentos, fármacos, tecidos, papel e cosméticos como matéria prima, bem como, na produção de combustíveis (SILVA JÚNIOR et al., 2020; LAFIA et al., 2020).

Há uma grande diversidade de cultivares de batata-doce, que diferem desde a coloração da casca, polpa e película até o formato e tamanho das raízes (EMBRAPA, 2008). Dentre as vinte e quatro variedades de batatas-doces cultivadas no Brasil, as mais comercializadas são as de polpa branca e creme (DA SILVA et al., 2015).

Em condições de regiões semiáridas, a cultura da batata-doce enfrenta alguns fatores limitantes, como altas temperaturas, excesso de luz e baixa disponibilidade hídrica (VILLORDON et al., 2010). E, é sabido que esses fatores edafo-climáticos influenciam o teor de fitoquímicos presentes na batata-doce, que também são influenciados por fatores intrínsecos como a variedade e estágio de maturação (LAZARI et al., 2007). Assim faz-se necessário ajustes pré e pós-colheita para as diferentes cultivares plantadas de batata-doce em condições semiáridas.

Em se tratando de perdas pós-colheita, a batata doce é cultivada como cultura marginal, com baixo investimento e produtividade, a qual sofre restrições na comercialização nos supermercados e na aceitação do consumidor (CHAKRABORTY et al., 2017). É uma cultura negligenciada pelo setor agrícola tanto na pesquisa pública quanto na iniciativa privada, embora esse cenário venha mudando nos últimos anos devido ao aumento do consumo e, conseqüentemente, o interesse em estudar essa cultura (VARGAS et al., 2017).

A técnica de processamento mínimo começou no Brasil com a chegada das redes dos “fast food”, na década de 70. No início o país necessitava de mais informações e tecnologia para a execução do processamento mínimo, por esse motivo despertou o interesse dos pesquisadores em buscar conhecimento e desenvolver tecnologias próprias. A partir daí o grande número de informações, possibilitou o avanço dessa técnica, embora muitos pontos ainda precisem ser estudados (MORETTI, 2004).

A batata-doce minimamente processada vem se destacando como uma alternativa promissora, visto que, após o corte, os compostos fenólicos e a atividade antioxidante são aumentados (REYES et al., 2007). A composição nutricional, o potencial produtivo e

disponibilidade na obtenção coloca a batata-doce entre os interesses da indústria quanto à sua utilização, seja como minimamente processada, matéria-prima para obtenção de biocompostos e corantes, na obtenção de produtos industrializados com qualidade nutricional ou até mesmo na utilização de suas substâncias em outros produtos, visando agregar maior valor comercial (VARGAS et al., 2017).

Dentre as substâncias utilizadas, os fitorreguladores vem sendo largamente utilizado em pré-colheita e pós-colheita de vegetais, por terem sido aceitos como substâncias química segura para utilização em frutas e legumes que possuem alta perecibilidade, como maneira de tentar remediar suas perdas principalmente durante a comercialização. Atualmente, são conhecidas diversas auxinas que ocorrem naturalmente no reino vegetal (OGWENO et al., 2007).

A melatonina (MT) se mostrou um importante regulador de crescimento vegetal, semelhante ao hormônio vegetal, devido ao triptofano ser uma fonte de substrato para o ácido indol-3-acético (IAA) nas plantas. Além disso, a MT possui um papel protetor na biossíntese da clorofila sob estresses abióticos, o que pode estar associado a sua capacidade antioxidante e interação na expressão gênica entre enzimas e o regulador do catabolismo da clorofila, influenciando nos tecidos senescentes (HERNANDEZ-RUIZ, 2019).

Em plantas superiores, a melatonina está envolvida no desenvolvimento de raízes, senescência foliar, floração e crescimento vegetativo, maturação dos frutos, ciclo circadiano ritmo, fotoproteção, germinação de sementes e várias respostas ao estresse (LIN et al., 2019; LIU et al., 2020; ZHAO et al., 2022). A melatonina foi determinada com grande potencial para promover a qualidade pós-colheita em hortaliças e frutas (XU et al., 2019), como no pêssego, uva, maçã de cera, morango, repolho e mandioca (HU et al., 2016; MA et al., 2016).

A melatonina pode atuar como um importante antioxidante em animais, muitos estudos enfatizaram a importância da melatonina em direta ou indiretamente eliminar o conteúdo de espécies reativas de oxigênio (ROS) em plantas (ARNAO et al., 2001; CANO et al., 2006). No entanto, pouco se sabe sobre o efeito e mecanismo da melatonina no processo de deterioração pós-colheita da batata-doce.

Uma tecnologia alternativa e de baixo custo cada vez mais estudada e avaliada como um procedimento para elevar o tempo de vida de frutas e legumes é o emprego de coberturas comestíveis. A utilização de biofilmes ou revestimentos não têm como objetivo substituir o uso da refrigeração ou o controle de atmosfera, mas atuar como um auxiliar funcional e coadjuvante e vem demonstrando eficácia na conservação de características como firmeza, brilho e aparência fresca (TURHAN, 2009).

A literatura indica que o potencial de utilização de plantas adaptadas a Caatinga vai muito além da pauta de alimentação animal, podendo ser alavancada a insumo para negócio intensivo com elevado valor agregado (CÂNDIDO FILHO; PEREIRA; LIMA, 2014; DIAZ et al., 2017).

A capacidade de retenção hídrica da palma forrageira, mesmo em ambientes com temperaturas mais elevadas, deve-se mesmo que parcialmente, ao elevado poder de absorção de água da mucilagem, devido principalmente a sua composição química rica em polissacarídeos sendo um grupo de biomoléculas presente em abundância em palmas, vem se mostrando promissor para a finalidade de biorrevestimento (GHERIBI et al., 2018).

Neste estudo, a batata-doce foi utilizada para explorar o mecanismo funcional da melatonina e o revestimento comestível a base de mucilagem de palma forrageira no escurecimento da raiz minimamente processada. A qualidade visual da batata-doce minimamente processada, indicadores de oxidação e atividades enzimáticas relacionados à via antioxidante foram investigados durante o armazenamento da batata-doce minimamente processada. Este estudo pode fornecer informações sobre as estratégias de aplicação adequadas para retardar o escurecimento pós-colheita da batata-doce fresca e outras frutas e vegetais através da aplicação de MT.

## **2- REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1- CULTURA DA BATATA-DOCE**

A batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) é uma espécie dicotiledónea pertencente à família botânica Convolvulaceae, que agrupa aproximadamente 50 gêneros e mais de 1000 espécies, sendo que unicamente a batata-doce tem expressão econômica. A batata-doce está entre as cinco culturas mais consumidas na alimentação humana nos países em desenvolvimento, perdendo apenas para as culturas do arroz, trigo, milho e mandioca (LIN et al., 2007). É uma hortaliça tuberosa de grande importância econômica e social.

A produção mundial de batata-doce concentra-se majoritariamente no continente Asiático, sendo a China o principal país produtor. Na Europa, destacam-se Espanha, Portugal, Itália e França, como os principais produtores (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION CORPORATE STATISTICAL DATABASE – FAFOAST, 2021). É originária das Américas, onde é encontrada numa vasta região que vai desde a Península de Yucatán, no México, até aos territórios de Colômbia, Equador e Peru (SILVA et al., 2002). No Brasil, o cultivo da batata-doce apresenta destaque de produção nas regiões Nordeste, Sul e Sudeste. Os principais estados produtores são Rio Grande do Sul, São Paulo, Ceará, Paraná,

Sergipe, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Paraíba e Alagoas (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA 2021).

Dentre as hortaliças, a batata-doce tem papel de destaque na agricultura, além de grande importância econômica e social. É uma cultura capaz de ser conduzida em pequena e grande escala, com elevada produção por sua rusticidade e tolerância a adaptações (AMARO et al., 2019). São encontradas variedades distintas desta raiz e são classificadas de acordo com o formato, tamanho, cor, precocidade, cor de folhas e flores. A classificação de acordo com a coloração das raízes é realizada com base na cor da casca (epiderme) e da polpa, como batatas-doces de cores brancas, amarelas, laranjas, vermelhas e roxas (SANCHEZ et al., 2020).

A batata-doce é uma cultura que se destaca no cenário produtivo de tuberosas por possuir um ciclo produtivo curto, baixo investimento de implementação em campo, capacidade de crescer em sistemas agrícolas e facilidade de plantio (OLONIYO et al., 2021). Trata-se de uma cultura com grande importância social e econômica, devido a características como rusticidade e ampla adaptação climática, o que permite o seu cultivo em menor tempo e com elevada capacidade de produção (AGUIRRE et al., 2020).

No período pós- colheita, a batata-doce é conhecida por ser muito suscetível a danos fisiológicos causados pelo frio devendo, por isso, ser armazenada em condições de temperatura na gama de 13 °C a 16 °C e com umidade relativa entre 80 e 85 % (VARGAS et al., 2017). A batata-doce é uma raiz tuberosa com um valor energético considerável, cerca 120 kcal/100 g. Possui como principal macronutriente os hidratos de carbono (28 g/100 g), dos quais cerca de 30% são açúcares e o resto amido. Está praticamente isenta de gorduras (0,1 g totais), não contém gorduras saturadas, nem polinsaturadas ou monoinsaturadas, e a percentagem de colesterol é nula. Apesar de a batata-doce ser um alimento pobre em proteínas (1-3 g/100 g), é muito rica em fibra alimentar (2,7 g/100 g) (INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO - INSA, 2019).

Um ponto agravante a ser abordado na batata-doce é sua alta perecibilidade, decorrente da deterioração fisiológica pós-colheita, tornando as raízes desagradáveis ao paladar e não comerciáveis. Para minimizar esses problemas, a indústria proporciona técnicas e métodos de conservação, como o processamento mínimo.

## 2.2- TÉCNICA DO PROCESSAMENTO MÍNIMO

Frutas e hortaliças minimamente processadas são vegetais que passaram por alterações físicas, sendo descascados e/ou picados, e/ou torneados, e/ou ralados, dentre outros processos, mas mantidos em estado fresco e metabolicamente ativos (VILAS BOAS, 2012). Esse termo refere-se a alimentos que foram alterados do seu estado original por descascamento, corte e embalagem (HASSAN et al., 2018), e o seu uso tem crescido significativamente devido as suas atraentes características sensoriais, atribuindo aumento no conteúdo de nutrientes, fenóis e diversos antioxidantes associados à prevenção de diversos cânceres e doenças degenerativas.

Segundo Junqueira e Luengo (2000), a vantagem dos produtos minimamente processados é a de disponibilizar um produto pronto para se usar, que não requeira nenhuma preparação posterior significativa por parte do consumidor, em termos de seleção, limpeza, lavagem ou cortes, além de reduzir praticamente os desperdícios. No entanto, Alexandra et al, (2019) ressaltam que o processamento pode ser entendido como um conjunto de ações que impõem um grande estresse sobre o produto vivo, acelerando a perda da qualidade por anteciparem a senescência.

O corte na batata-doce durante o processamento mínimo desencadeia uma rede de sinalização celular provavelmente iniciada pelo ATP extravasado, estimulando a síntese de compostos fenólicos. O corte em batata-doce também estimula a atividade das polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD), resultando em escurecimento enzimático. Dessa forma, apresentam uma vida útil curta (MANTILLA et al., 2013).

O escurecimento visível da superfície, a desidratação, o amolecimento ou o endurecimento dos tecidos e a deterioração dos tecidos internos afetam seriamente a cor, o sabor, a textura, o valor nutricional, o prazo de validade e o valor de mercado dos produtos frescos (GONZÁLEZ-AGUILAR et al., 2010). Dentre eles, o escurecimento é um dos fatores mais importantes que limitam o desenvolvimento e utilização de produtos minimamente processados.

## 2.3- USO DA MELATONINA

A melatonina (*N*-acetil-5-metoxitriptamina) é um composto derivado do triptofano que foi descoberto em plantas em 1995 (HATTORI et al., 1995), suscitando interesse medicinal e nutricional, o que beneficia tanto animais quanto humanos, mas, com pouca atenção aos potenciais papéis fisiológicos e biológicos nas plantas.

Estudos recentes mostraram que a melatonina (MT), um hormônio natural e amplamente distribuído em vários organismos, poderia efetivamente retardar escurecimento (ZHANG et al., 2017b, 2018a, 2018b; LUO et al., 2020). No entanto, o efeito do MT em retardar o escurecimento de frutas e vegetais permanece amplamente desconhecido. A função de MT na pós-colheita da batata-doce é raramente caracterizada. Os resultados experimentais revelaram que o tratamento com MT retardou fortemente o escurecimento da pós-colheita de batata-doce recém-cortada.

Existem evidências que a melatonina exógena modifica expressivamente a biossíntese dos polifenóis em frutos, aumenta os teores de flavonóides, dentre esses os flavonóis, antocianinas e proantocianidinas, e os compostos não-flavonóides, como os ácidos fenólicos, que possuem funções vitais em resposta a fatores abióticos (LIANG et al., 2018).

Atualmente a melatonina deveria ser considerada um novo hormônio vegetal, pois apresenta todas as funções fisiológicas nas plantas, intervindo na regulação de todos os hormônios vegetais, seja regulando para cima ou para baixo a biossíntese e expressão gênica catabólica da auxina (IAA), citocininas (CKs), giberelinas (GAs), ácido abscísico (ABA), ácido salicílico (SA), ácido jasmônico (JA), etileno, brassinosteróides, estrigolactona e poliaminas (ARNAO & HERNÁNDEZ-RUIZ, 2020)

Em frutos e hortaliças, por exemplo, a melatonina fornecida como tratamento exógeno após a colheita retarda o amadurecimento e a senescência, mantendo a qualidade, reduzindo os danos causados pelo frio e diminuindo o índice de doenças. Em combinação com outros tratamentos apresenta benefícios sobre as propriedades sanitárias dos frutos pós-colheita durante o armazenamento (ZE et al., 2021), o que indica seu potencial como ferramenta a ser utilizada. A melatonina exógena retarda o escurecimento e a senescência dos frutos, modulando o metabolismo lipídico e energético das membranas celulares (WANG et al., 2020).

#### 2.4- EMBALAGENS E REVESTIMENTOS COMÉSTIVEIS

Ao longo das últimas décadas, a indústria das embalagens transformou-se numa indústria de serviços altamente sofisticada, juntamente com o conhecimento cada vez mais avançado da ciência alimentar. O uso de embalagens visa manter a qualidade através da manutenção de: aparência, textura, sabor, valor nutritivo, segurança alimentar, reduzindo perdas qualitativas e quantitativas entre a colheita e o consumo (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Revestimentos alimentícios são sendo considerados uma das formas mais eficazes de manter a qualidade e a segurança dos frutos e vegetais. São camadas finas e flexíveis, comestíveis ou não, feitas de polímeros e biopolímeros oriundos principalmente de polissacarídeos, proteínas e lipídeos de origem vegetal, aplicados em frutas in natura, retardando o amadurecimento do fruto, aumentando seu tempo de vida útil (OLIVEIRA et al., 2007). Com objetivo de suprir essas e outras questões ambientais, muitos pesquisadores buscaram materiais alternativos e biodegradáveis que pudessem ser aplicados às embalagens de alimentos. Assim, surgiram as primeiras pesquisas envolvendo biofilmes comestíveis como alternativas as embalagens de alimentos tradicionais (MOURA & AOUADA, 2014). São camadas finas e flexíveis, comestíveis, feitas de polímeros e biopolímeros oriundos principalmente de polissacarídeos, proteínas e lipídeos de origem vegetal, aplicados em alimentos in natura, aumentando seu tempo de vida útil (OLIVEIRA et al., 2007).

## 2.5- IMPORTÂNCIA DA MUCILAGEM DE PALMA FORRAGEIRA

A utilização de subprodutos da palma forrageira, como a mucilagem, vem sendo estudada em diversas áreas, como por exemplo, na indústria alimentícia na produção de revestimento comestível (ALLEGRA et al., 2017). Praticamente toda a palma produzida em cultivos no Brasil é destinada exclusivamente para a alimentação animal (SILVA et al., 2014). Porém em outros países como, por exemplo, México, Estados Unidos, e Japão a utilização da palma forrageira é voltada também para a alimentação humana, sendo que a produção da palma forrageira se dá principalmente para a geração de frutos e cladódios jovens denominados de nopalitos (SÁENZ; SEPÚLVEDA; MATSUHIRO, 2004).

Dessa maneira, a utilização de um revestimento comestível e da melatonina na batata-doce minimamente processada, torna-se uma opção válida para a manutenção das suas qualidades, assim como atribuir notoriedade as plantas encontradas no semiárido brasileiro.

A mucilagem de palma forrageira por apresentar propriedades filmogênicas e elásticas (PADILLA et al., 2016), pode ser usada para a elaboração de revestimento comestível, além disso, devido a sua biodegradabilidade e atoxidade (PRAJAPATI et al., 2013), e quando acrescida de plastificantes, a mucilagem de palma forrageira, apresenta maior potencial para a elaboração de filmes comestíveis, sendo assim considerada uma alternativa sustentável também para a produção de embalagens de alimentos, em substituição às embalagens plásticas derivadas de petróleo (GHERIBI et al., 2018).

A mucilagem de palma forrageira vem apresentando resultados promissores em relação à revestimento comestível, como avaliado por Allegra et al, (2016) que usaram

revestimento comestível à base de mucilagem de palma forrageira do gênero *Opuntia* em kiwis fatiados e verificaram que a firmeza dos frutos, bem como o teor de ácido ascórbico foram mantidos a com o revestimento. Del-Valle et al., (2005) analisando a mucilagem como revestimento comestível em morangos, comprovaram o potencial uso dessa mucilagem, uma vez que a mesma não afetou as características organolépticas do produto, e também prolongou o tempo de vida útil do mesmo, sendo estas atribuições um dos requisitos para o processamento mínimo de frutas e hortaliças.

Contudo, percebe-se que a mucilagem da palma forrageira é algo promissor e cabível de mais pesquisas para avaliar o potencial dessa mucilagem como revestimento comestível, bem como, a sua aplicação em produtos minimamente processados, visando uma alternativa de baixo custo para a indústria de alimentos e segurança alimentar para o consumidor.

### **3- OBJETIVOS**

#### **3.1- OBJETIVO GERAL**

Objetivou-se avaliar a qualidade pós-colheita da batata-doce minimamente processada com biorrevestimento oriundo de mucilagem de Palma forrageira do gênero *Nopalea* associado ao fitorregulador melatonina.

#### **3.2- OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

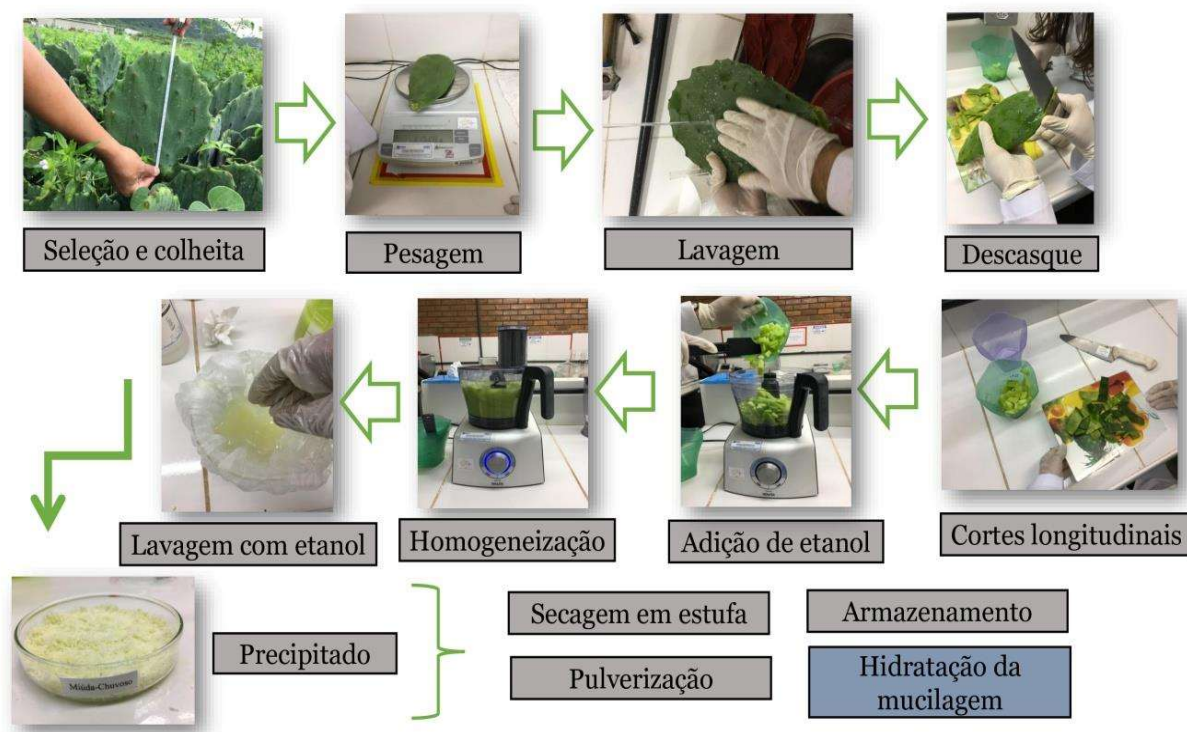
- Investigar o efeito da melatonina associada ao biorrevestimento na tolerância ao estresse oxidativo da batata-doce minimamente processada;
- Estudar a aplicação de biorrevestimento de palma forrageira para a conservação de batata-doce minimamente processada;
- Avaliar a qualidade da batata-doce minimamente revestida ao longo da conservação;
- Definir e prolongar a data de validade para consumo de batata-doce minimamente processada contendo o biorrevestimento;
- Analisar as propriedades físico-químicas e bioquímicas da batata-doce minimamente processada e revestida como biorrevestimento feito à base de palma forrageira.

## 4- MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1- OBTENÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA DO BIORREVESTIMENTO

Cladódios de palma forrageira de segunda-ordem, pertencentes ao clone Miúda (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.) com tamanho entre 100 mm e 230 mm de comprimento, foram colhidos, às 6:00 horas na área experimental localizada na Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada, em Serra Talhada – PE, e foram levados aos laboratórios do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal (PGPV-UFRPE) para extração de mucilagem. No processo de extração, os cladódios foram cortados, retirando o parênquima clorofiliano para ser homogeneizado, com auxílio de processador, utilizando etanol 99,6% como solvente, como proposto por Otálora et al. (2015) e Araújo et al. (2021). Posteriormente, a mucilagem foi acondicionada em placas de Petri e seca em estufa de ar com circulação forçada por 30h a 55°C (ARAÚJO et al., 2021) Após isso o material foi pulverizado, obtendo-se assim a mucilagem em pó (Figura 1).

**Figura 1.** Fluxograma representando as etapas da extração de mucilagem de palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.)



**Fonte:** Araújo (2021).

#### 4.2- PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DO BIORREVESTIMENTO

O biorrevestimento foi produzido de acordo com o protocolo desenvolvido pelo Núcleo de Estudos em Fisiologia Pós-Colheita (NEFP- UAST). A mucilagem de palma forrageira foi usada como matriz polimérica; o glicerol usado como plastificante padrão para o revestimento e a melatonina como regulador das respostas ao estresse oxidativo na pós-colheita. Para a elaboração do revestimento, a mucilagem em pó foi diluída em água (4%p/pv), aquecida a 60 °C e adicionou-se o plastificante glicerol na concentração de 15% e melatonina (100µg/L) (ZE et al., 2021).

#### 4.3- PROCESSAMENTO MÍNIMO E REVESTIMENTO DA BATATA-DOCE

Raízes de batata doce foram adquiridas no Hortifruti em Serra Talhada — PE e foram transportadas para o núcleo da Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal da UFRPE/UAST. Posteriormente, as raízes foram submetidas ao processamento mínimo seguindo a metodologia descrita por Eugênio et al., (2021) raízes foram lavadas e descascadas (durante o processo de descasque as raízes eram mantidas em água refrigerada à  $\pm 5$  °C, para evitar o escurecimento precoce das mesmas) e foram cortadas em formato de rodela de aproximadamente três centímetros. A sanitização constituiu na imersão das rodela em solução clorada na concentração de 200 ppm à  $\pm 5$  °C por 10 min e posteriormente imersas em solução clorada a 5 ppm à  $\pm 5$  °C por 10 min. Após a sanitização procedeu-se a drenagem do água e acondicionamento das rodela sob refrigeração para serem imersos no biorrevestimento, conforme visualizado na Figura 2. Os tratamentos consistiram do batatas imersas em água destilada (BSR — controle), batatas com melatonina (BCM), batatas com revestimento de palma (BCR) e batatas com biorrevestimento com adição de melatonina (BMR).

As rodela revestidas foram armazenadas em embalagens de polipropileno e cada unidade experimental foi composta por aproximadamente 100 g e foram armazenados e mantidos a 5 °C por 15 dias (Figura 2).

**Figura 2.** Fluxograma exemplificando as etapas fundamentais que constituem o processamento mínimo da batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam).








#### 4.4- AVALIAÇÃO SENSORIAL E FÍSICA

##### 4.4.1- Avaliação visual (aparência geral)

A aparência da batata doce foi analisada no período de 0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias das três repetições. A qualidade visual foi avaliada para determinar a presença ou ausência de manchas escuras, estrias e descoloração na superfície do tecido, além da presença de odor, proliferação de *Pseudomonas* spp. e clareamento nas amostras.

Foram atribuídas notas entre 5 e 1 (Tabela 1), onde 5 correspondeu às rodelas com ótima qualidade de comercialização, 1 correspondeu as rodelas de batata doce inadequadas ao consumo e comercialização. A nota 3 correspondeu ao limite de aceitação para consumo e comercialização conforme descrito por Coelho et al. (2017).

**Tabela 1.** Escala tipo Likert com modificações de Silva (2019) com cinco pontos para análise visual de batata-doce polpa branca no formato ‘rodela’, casca roxa e polpa branca minimamente processada

IMAGENS	NOTAS	DESCRIÇÃO
	5	Superfície branca uniforme, com 0% de escurecimento, com boa aparência para consumo e comercialização.
	4	Leve escurecimento na região periférica não chegando a 5% da superfície, sendo ainda própria para o consumo e comercialização.
	3	Escurecimento moderado na região periférica e do floema secundário, atingindo mais de 10% da superfície, sendo imprópria para o consumo e comercialização.
	2	Escurecimento em toda superfície acima de 50%, sendo imprópria para o consumo e comercialização.
	1	Esbranquecimento intenso em toda superfície acima de 50%, sendo imprópria para o consumo.

#### 4.4.2- Perda de massa fresca (PMF)

A batata-doce foi pesada com intervalo de 3 dias no período de 15 dias de conservação, e a perda de massa fresca foi calculada pela diferença entre a massa inicial do produto minimamente processado contido nas embalagens e a obtida em cada intervalo de tempo, utilizando balança semi-analítica. Utilizou-se a seguinte fórmula:

$$PMF = \frac{(MFI - MFF)}{MFI} * 100$$

Sendo:

PMF =Perda de massa fresca;

MFI = Massa fresca inicial e gramas;

MFF = Massa fresca final em gramas;

O resultado foi expresso em porcentagem.

#### 4.5- AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

##### 4.5.1- Teor de sólidos solúveis totais

Para determinação do teor de sólidos solúveis totais, amostras de raízes de macaxeira pesando aproximadamente 30 g foram maceradas em almofariz e pilão de porcelana. O extrato obtido do tecido vegetal foi depositado no prisma de um refratômetro portátil (modelo DIGIT) e os resultados foram expressos em porcentagem (%).

#### 4.6- AVALIAÇÕES BIOQUÍMICAS E FISIOLÓGICAS

##### 4.6.1- Teor de fenóis solúveis totais

Os fenóis solúveis totais foram determinados de acordo com Reyes et al. (2007), com adaptações. Amostras de 0,25 g foram maceradas e homogeneizadas com 1,5 mL de metanol. Em seguida, as amostras foram centrifugadas a 10.000 rpm a 2 °C por 21 min. Para o ensaio, 100 µL do extrato, 100 µL do reagente Folin- Cioucauteu (0,25 N) e 600µL de água destilada foram pipetados em um tubo. A mistura foi então homogeneizada por 3 min com um agitador de tubos. Em seguida, 200 µL de carbonato de sódio (1 M) foram adicionados. O branco foi obtido com 100 µL de metanol para substituir o sobrenadante. As leituras foram feitas com espectrofotômetro a 725 nm (Biochrom, Libra S8, Cambridge, England), e os resultados foram expressos em mg de ácido gálico 100 g<sup>-1</sup> MF, que foram quantificados com base em uma curva padrão de ácido gálico.

##### 4.6.2- Ensaio in vitro da atividade antioxidante por 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)

A capacidade antioxidante foi realizada pelo método DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl). Para isso a determinação ocorreu pelo método de Brand-Williams et al. (1995), com adaptações. Amostras de 0,25 g foram maceradas e homogeneizadas com 1,5 mL de metanol. Em seguida, as amostras foram centrifugadas a 10.000 rpm a 4 °C por 21 min. Para o ensaio, adicionou-se 840 µL da solução de DPPH (0.1 mM) e 60 µL do sobrenadante. O controle foi preparado adicionando-se 840 µL da solução de DPPH (0,1 mM) e 60 µL de metanol P.A. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro (Biochrom, Libra S8, Cambridge, England) a 517 nm. O resultado foi expresso por meio da equação:

$$\% \text{ Inibição} = \frac{(\text{Abs controle DPPH} - \text{Abs amostra})}{\text{Abs controle DPPH}} * 100$$

#### 4.6.3- Extração e ensaio da polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD)

As enzimas PPO e POD foram extraídas e suas respectivas atividades foram realizadas de acordo com Freire et al. (2015), com adaptações. Amostras de 0,25 g foram maceradas e homogeneizadas em 1,5 mL de tampão fosfato de potássio 0,2 M (pH 6,0). O extrato foi então centrifugado a 10.000 rpm por 21 min a 4 °C.

O ensaio de PPO foi realizado adicionando 100 µL de sobrenadante a um meio de reação contendo 1,5 mL de tampão fosfato de potássio (0,2 M, pH 6,0) e 1,3 mL de catecol (0,2 M) que foi previamente mantido a 25 °C em banho seco. As leituras foram feitas em intervalos de 30 segundos, por 1,5 minutos, com espectrofotômetro a 425 nm, à temperatura de 25 °C. A atividade de PPO foi calculada com base no coeficiente de extinção molar de  $3.4 \text{ M cm}^{-1}$  para catecol, e foi expressa em  $\text{nMol catecol min}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ MF}$ .

O ensaio POD foi realizado adicionando 300 µL de sobrenadante a um meio de reação contendo 1 mL de tampão fosfato de potássio (0,2 M, pH 6,0), 100 µL de guaiacol (0,033%) e 100 µL de peróxido de hidrogênio (0,005%) que foi previamente mantido em a uma temperatura de 25 °C em banho seco. As absorbâncias foram lidas em intervalos de 30 segundos, por 1,5 minutos, usando um espectrofotômetro (Biochrom, Libra S8, Cambridge, England) a 470 nm. A atividade POD foi calculada com base no coeficiente de extinção molar para guaiacol de  $26,6 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$  e expressa em  $\text{nMol guaiacol min}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ MF}$ .

#### 4.6.4- Extração e ensaio da catalase (CAT)

O extrato foi obtido pela homogeneização de 0,12 g de tecido da região superficial em 2 mL de tampão fosfato de potássio (0,1 M) (pH 7,0). Em seguida, o extrato foi centrifugado a 7.960 rpm por 23 min a 4 °C.

O ensaio CAT foi determinado de acordo com Havir e Mchale (1987), com modificações. Alíquotas de 100 µL do sobrenadante foram adicionadas a 900 µL de tampão fosfato de potássio (50 mM, pH 7,0) contendo  $\text{H}_2\text{O}_2$  (20 mM). A reação foi realizada a 30 °C e foi acompanhada por um declínio na absorbância a 240 nm (Espectrofotômetro Biochrom, Libra S8, Cambridge, England) por 2 minutos, com leituras sucessivas realizadas a cada 30 s. A atividade da catalase foi calculada com base no coeficiente de extinção molar de  $36 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$  para  $\text{H}_2\text{O}_2$ , e expressa em  $\text{nMol H}_2\text{O}_2 \text{ min}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ MF}$ .

#### 4.7- DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 4x6, sendo quatro revestimentos: (1) batata-doce imersa em água destilada (controle), (2) batata-doce imersa em melatonina (100µg/L), (3) batata-doce com biorrevestimento de

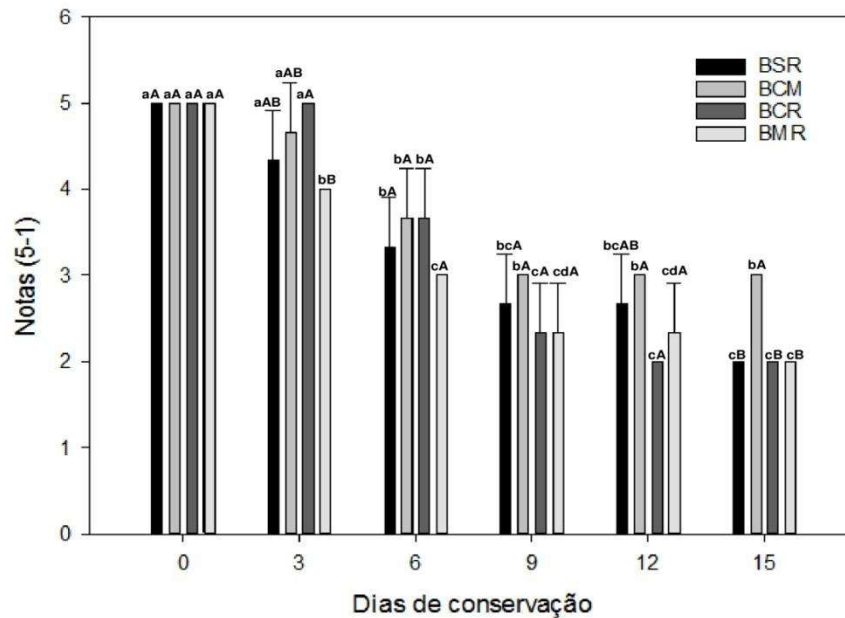
mucilagem de palma (4% p/p) e (4) batata-doce com biorrevestimento de mucilagem de palma (4% p/p) + melatonina (100µg/L), em seis tempos de conservação (0, 3, 6, 9, 12, e 15 dias), com três repetições totalizando setenta e duas unidades experimentais. Cada unidade experimental foi composta por 100 g de batata-doce por embalagem de cada respectivo tratamento. Os dados foram submetidos aos testes de normalidade, análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey a 5% de probabilidade com o auxílio do software ASSISTAT 7.7. Os gráficos foram feitos utilizando o software Sigma Plot versão 14.

## **5- RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1- AVALIAÇÕES SENSORIAIS E FÍSICAS**

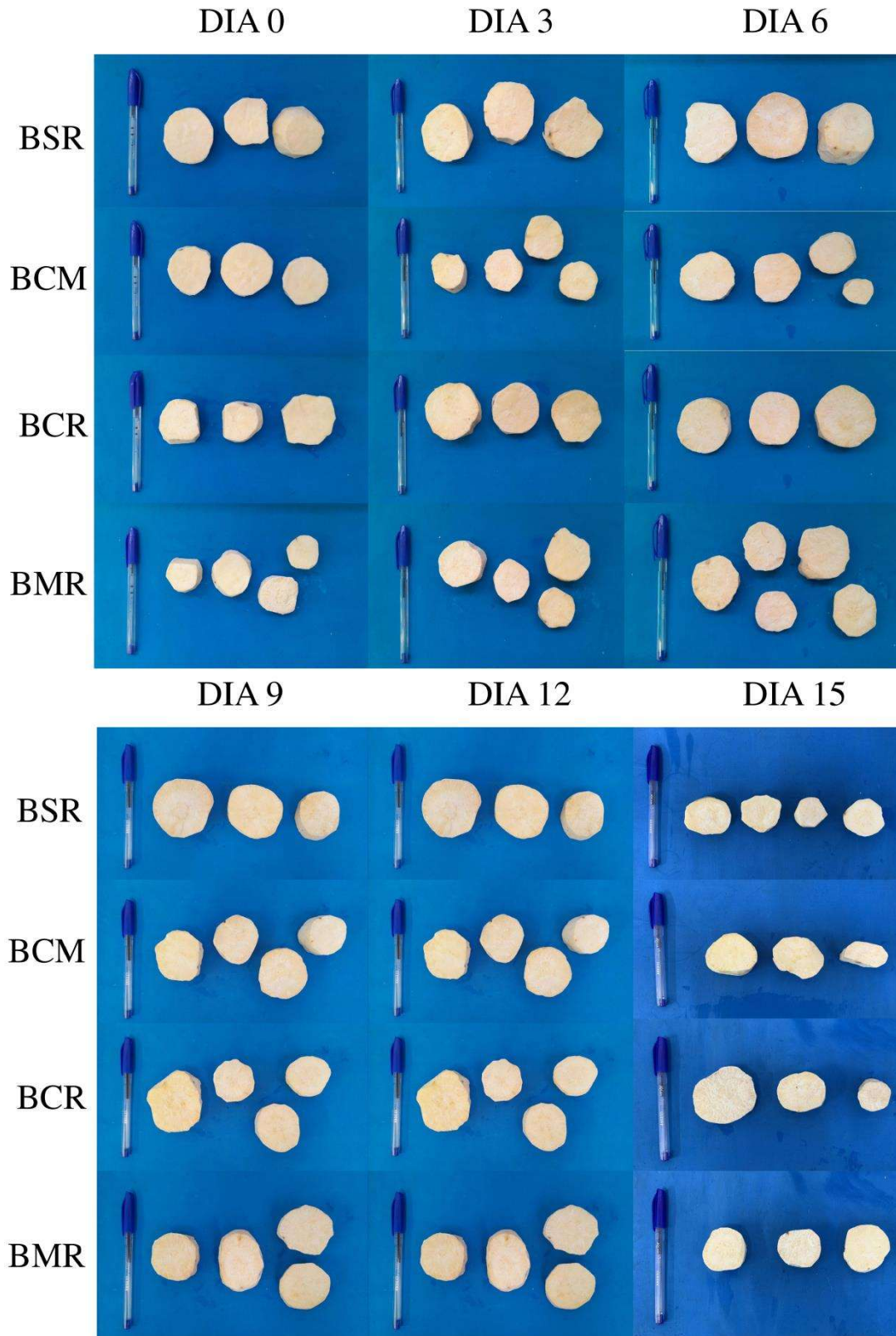
As notas correspondentes a escala visual subjetiva caiu durante a conservação para todos os tratamentos. O aumento nas nota visuais foi maior para a batata-doce imersa em malatonina, enquanto que que as batatas do controle e revestidas com mucilagem de palma apresentaram sinais rápidos de escurecimento e ficaram com a nota limite de aceitação igual ou inferior a 3 no dia 9 da conservação. A batata-doce minimamente processada obteve nota 5 no primeiro dia de conservação em todos os tratamentos, tendo um leve decaimento nos dias 3 e 6 da conservação As batatas imersas em melatonina mantiveram notas da aceitação comercial até o 15 dia de conservação.

**Figura 3.** Notas de 5-1 atribuídas à batata doce minimamente processada ao longo dos 15 dias de conservação, em diferentes tipos de revestimento.



Na literatura Silva (2022) e Eugênio (2021) usaram a escala subjetiva do tipo Likert para a avaliação visual com cinco pontos de acordo com a intensidade da área escurecida e/ou esbranquecida, para batata-doce e macaxeira, respectivamente. Durante a conservação refrigerada, o escurecimento aumentou ao decorrer dos dias, resultando em redução nos valores da análise visual. As raízes apresentaram notas iguais ou superior a 3 até os 12 dias, nota considerada limite de aceitação para o consumo (Figura 4).

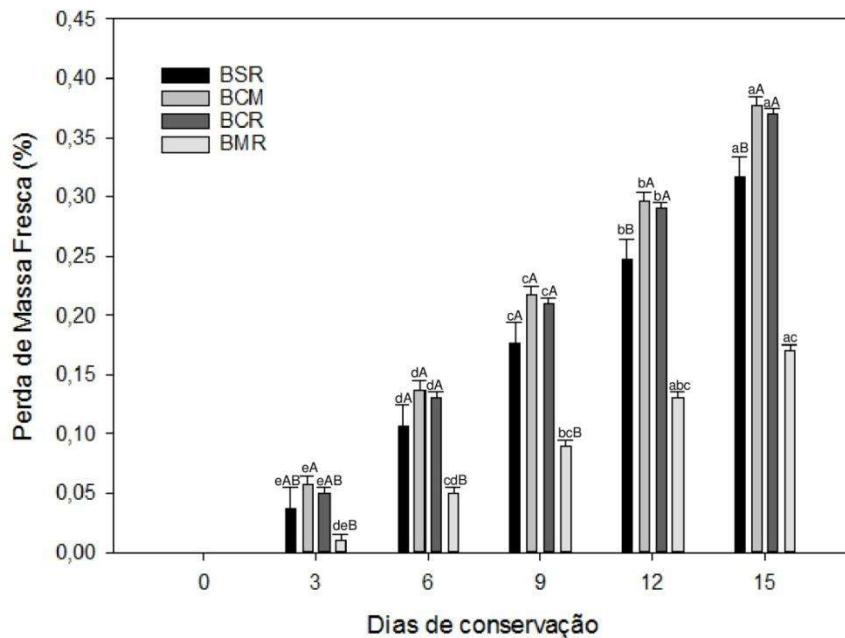
**Figura 4.** Batata doce minimamente processada ao longo dos 15 dias de conservação, em diferentes tipos de revestimento.



O primeiro contato do consumidor com um produto, geralmente, é com a apresentação visual, onde se destacam a cor e a aparência. Todo produto possui uma aparência e uma cor esperadas que são associadas às reações pessoais de aceitação, indiferença ou rejeição. A maneira geralmente está relacionada à forma natural, ou a uma forma comercial conhecida culturalmente (TEIXEIRA et al, 1987; HUY, 1992). A qualidade sensorial do alimento e a manutenção da mesma favorecem a fidelidade do consumidor a um produto específico em um mercado cada vez mais exigente (ANZALDÚA-MORALES, 1994).

De forma geral, não ficou claro se a melatonina e o revestimento de mucilagem de palma altera a perda de massa para a cultivar estudada, pois percebeu-se que em alguns dias a perda de massa não teve variação. O tratamento que aparentou teve a menor perda de massa fresca foram as batatas revestidas com palma e melatonina, o tratamento BCM apresentou um maior aumento de perda de massa até o dia 6 de conservação. Já a BCR teve uma maior perda comparado a BCM e BSR a partir do dia 9 no período de armazenamento. No geral, todos os tratamentos não apresentaram perdas significativas (Figura 4).

**Figura 5.** Perda de massa fresca (%) da batata doce minimamente processada ao longo dos 15 dias de conservação em diferentes tipos de revestimento



A perda de massa fresca é uma variável importante, que não implica somente a perda de massa comercializável, mas também a perda de qualidade da raiz, levando ao amolecimento dos tecidos, tornando os frutos mais suscetíveis às deteriorações e a

alterações na cor e sabor (AZZOLINI, 2004; BRACKMANN, et al., 2007).

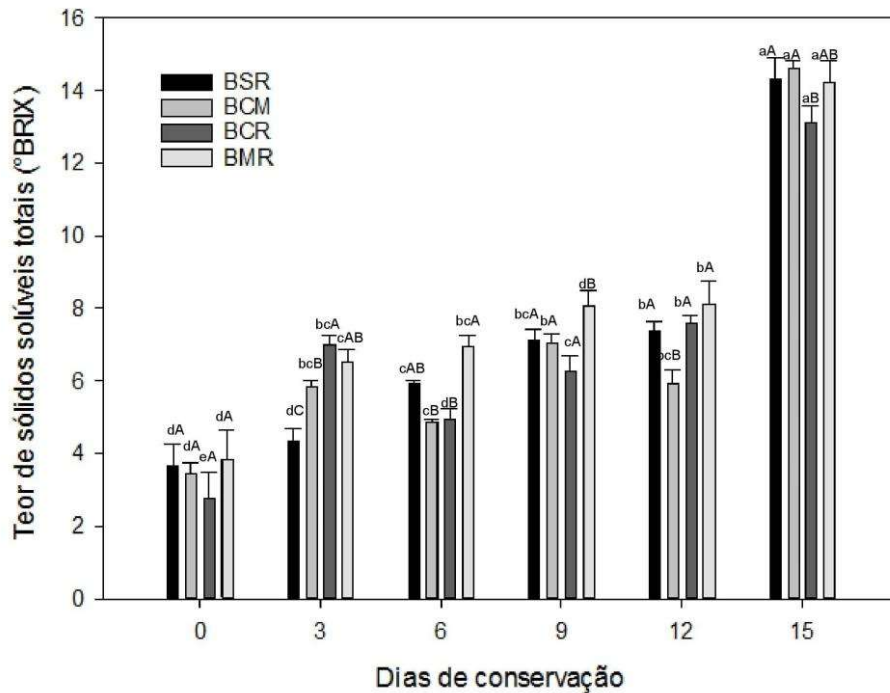
Segundo Silva et al. (2019) a perda de massa fresca em batata-doce minimamente processada foi aumentada a partir do dia 4 de conservação e, ao fim da conservação, a porcentagem final não ultrapassou 1,4%. Para Sousa et al. (2000) as perdas de massa fresca em alimentos armazenados ocorrem em decorrência da água eliminada por transpiração causada pela diferença de pressão de vapor entre o alimento e o ar no ambiente, dos processos metabólicos de respiração, e por vários fatores, tais como: temperatura, umidade relativa do ambiente de armazenamento e presença de barreiras artificiais. Segundo Trigo (2010) a perda de água das raízes não só resulta em perda de massa fresca, mas também em perda de qualidade, o que acaba depreciando a aparência do produto (CASTRICINI et al., 2010).

## **5.2- AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA**

Observou-se que a adição de revestimento de mucilagem de palma e a melatonina não incrementaram, significativamente, os teores sólidos solúveis. Além disso, comparando-se o início da conservação, dia zero, com os 15 dias, observou-se que em todos os tratamentos o teor de sólidos solúveis totais seus valores tenderam aumentar, significativamente. O teor de sólidos solúveis foi inferior a, 5% em todos os tratamentos no primeiro dia de conservação, tendo seu percentual mais elevado no dia 15 com teor maior que 14,05%, exceto para BCR (Figura 6). Já no dia 9 conservação, o maior teor dos sólidos solúveis foi na BMR, a qual foi a única que manteve nota visual dentro do padrão comercial de consumo.

De acordo com Almeida (2018), ao observarem o conteúdo de sólidos solúveis na batata-doce, foi constatado que a raiz após ser submetida ao processamento mínimo teve um aumento no seu teor de SST ao fim da conservação, devido ao consumo de amido e, conseqüentemente, aumento de açúcares.

**Figura 6.** Teor de sólidos solúveis totais (%) da batata doce minimamente processada ao longo de 15 dias de conservação em diferentes tipos de revestimento de palma e matonina.

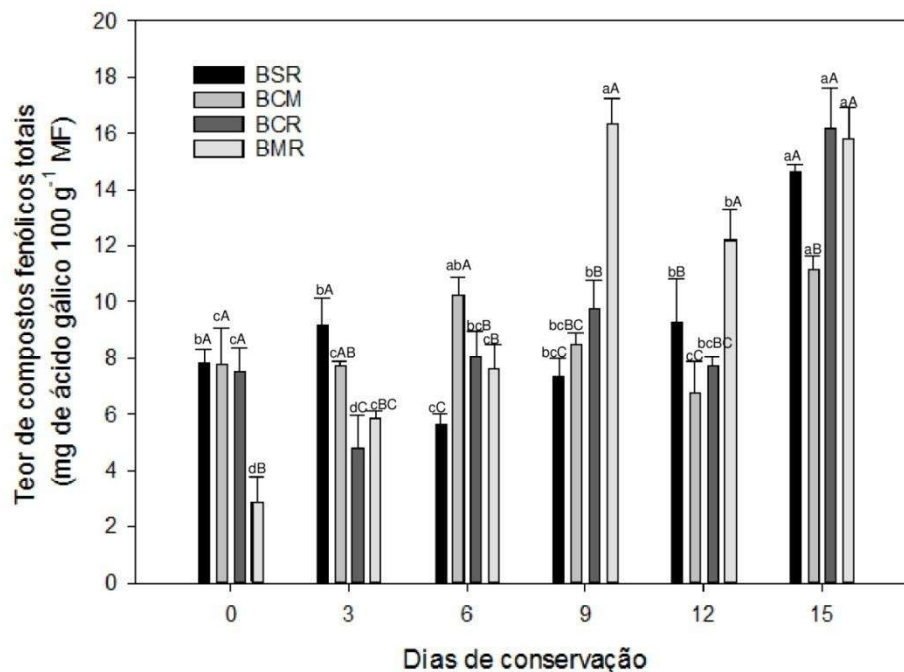


Segundo Fernandes et al. (2009), o teor de sólidos solúveis é utilizado como uma medida indireta do conteúdo de açúcares, principalmente glicose, frutose e sacarose, ácidos orgânicos e outros constituintes menores, apresentando uma relação direta com o grau de doçura do produto (MCGARVIE et al. 1981; GIBSON & NOBEL, 1990; MEDINA-TORRES et al. 2000). Os açúcares tenderam a aumentar e esse comportamento pode ser devido na atividade de enzimas envolvidas na síntese da sacarose, bem como aumento na atividade da invertase e da  $\beta$ -amilase, que induz o acúmulo de açúcares durante a degradação do amido (ZOMMICK; KNOWLES e KNOWLES et al., 2014). O alto teor de SST no último dia de armazenamento pode ter ocorrido devido a elevada concentração dos açúcares simples e dissacarídeos na batata-doce (Figura 6), que está estritamente de acordo com a fisiologia do produto consequente da quebra de amido, açúcares maiores biossíntese de hexoses e hexoses fosfato (HILL et al., 1996) associados aos baixos danos oxidativos após imersão na melatonina e revestimento de mucilagem de palma.

### 5.3- AVALIAÇÕES BIOQUÍMICAS E FISIOLÓGICAS

Os teores de compostos fenólicos totais aumentaram com o avanço da conservação refrigerada, exceto para a BCR com valores entre 4 e 9 mg. Por outro lado à BCM apresentou valores semelhantes (6 e 11 mg) nos dias 9, 12 e 15 da conservação, tendo a BMR apresentado os maiores aumentos no decorrer dos 15 dias com 12, 15 e 16 mg e seu incremento sendo linear (Figura 7).

**Figura 7.** Teor de compostos fenólicos solúveis totais da batata doce minimamente processada ao longo dos 15 dias de conservação em diferentes tipos de revestimento de palma e melatonina.



Observou-se que os tratamentos que mais escureceram, foram aquelas que apresentaram maiores incrementos nos teores de compostos fenólicos totais (Figura 4 e 7). Isso evidencia a importância deste fitoquímico para qualidade de produtos sensíveis ao escurecimento (ALMEIDA, 2018), evidenciados pela baixa ação das enzimas oxidativas ou também, pelo potencial antioxidante presente no tecido. Formando-se uma linha tênue entre escurecimento, perda de qualidade e incremento de compostos bioativos e ganho em qualidade. Como não foi feita uma varredura dos compostos fenólicos induzidos pela melatonina e revestimento de palma, ou a associação de ambos para identificar aqueles fitoquímicos mais envolvidos com o escurecimento, é sugerido mais estudos. Entretanto é possível que esses fenóis produzidos sejam substratos para as enzimas PPO e POD

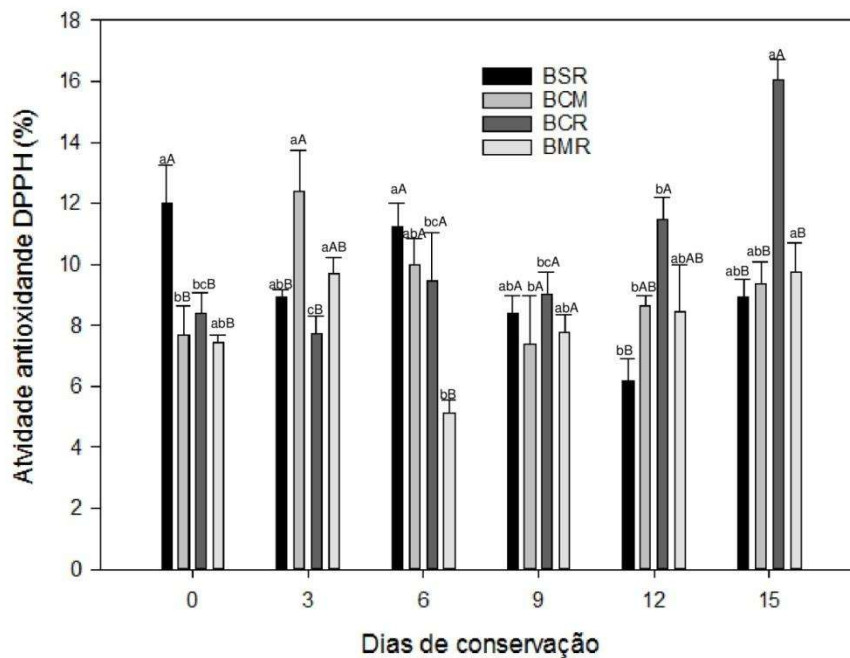
estimulando o escurecimento (REYES et al., 2007). Isso evidencia que o manuseio na colheita e os estresses causadas pelo processamento mínimo foram importantes fatores para indução de compostos fenólicos em diferentes batata-doce.

Uma importante atividade dos compostos fenólicos é a antioxidante, que pode ser evidenciada por estudos que mostram estes metabólitos como substitutos de conservantes sintéticos (DAGLIA, 2012). Os compostos fenólicos (Figura 7) totais vêm despertando um grande interesse na comunidade científica, na indústria alimentar e farmacêutica e nos consumidores que mostram maior interesse pelas atividades biológicas que estes compostos possuem, em decorrência dos efeitos benéficos comprovados para a saúde e consequente prevenção de várias doenças (ALARCÓN-FLORES et al., 2013; LIU; LIN, 2013). Por outro lado, em tecidos que escurecem rapidamente após o corte, como a batata-doce de polpa branca, essas respostas podem tornar o produto inaceitável para venda e consumo devido à depreciação do produto. Esses resultados mostram que existe uma linha tênue entre os aspectos benéficos de estratégias de manejo que proporcionam aumentos de compostos fenólicos com propriedades bioativas e compostos fenólicos que induzem ao escurecimento.

A batata-doce com revestimento de mucilagem de palma forrageira – BCR – apresentou 16,04 % de capacidade de sequestrar o radical DPPH no dia 15 da conservação, enquanto que os tratamentos BMR e BCM mativeram porcentagens sem muitas variações ao longo da conservação refrigerada, com valores entre 5,14 e 9,75% e 7,37 e 12,4% respectivamente. Eugênio (2021) relatou valores entre 9 e 21% em diferentes dias de conservação (Figura 8).

A associação entre revestimento e mealtonina resultou em uma menor atividade antioxidante nos primeiros 3 dias de armazenamento pelo método de sequestro do DPPH, que diminuiu gradativamente ao longo do período de armazenamento. Os outros tratamentos alcançaram valores entre 11,22 e 16,03%. Isso pode indicar uma maior capacidade de proteção oxidativa. Esse padrão comportamental estava de acordo com o conteúdo de compostos fenólicos.

**Figura 8.** Atividade antioxidante por DPPH da batata doce minimamente processada ao longo dos 15 dias de conservação em diferentes tipos de revestimento de palma e melatonina.

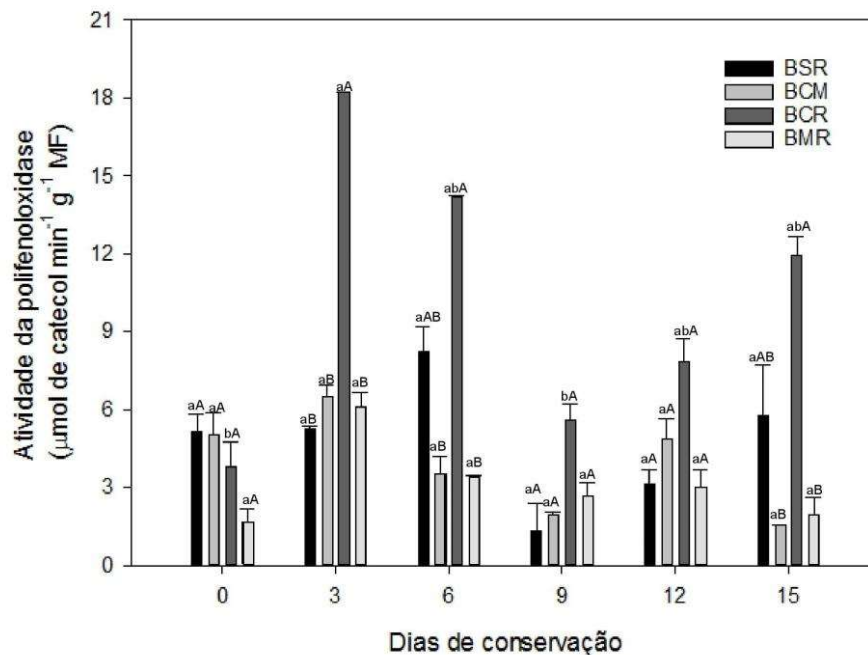


Antioxidante é o nome fornecido aos compostos que mesmo estando presentes em baixas concentrações apresentam a capacidade de intervir na iniciação ou propagação de reações em cadeia de oxidação que originam compostos tóxicos como cetonas, aldeídos, hidrocarbonetos e álcoois, retardando, neutralizando ou prevenindo ações de substratos oxidáveis, (SILVA; ROCHA; CANNIATTI BRAZACA, 2009). Formando-se uma linha tênue entre escurecimento, perda de qualidade e incremento de compostos bioativos e ganho em qualidade. A relação entre o teor de fenóis e a capacidade antioxidante devido principalmente ao DPPH tem sido frequentemente observada considerando os efeitos aditivos e sinérgicos de todos os potenciais antioxidantes contra o estresse oxidativo (PUCHAU et al., 2009; FLOEGEL et al., 2011). Por outro lado, nos tecidos que escureceram rapidamente após o corte, como na batata-doce de polpa branca, essas respostas podem tornar o produto inaceitável para venda e consumo devido à depreciação do produto (Figura 7 e 8). Esses resultados mostram que existe uma relação estreita entre os aspectos benéficos de estratégias de manejo que proporcionam aumentos de compostos fenólicos com propriedades bioativas e compostos fenólicos que induzem ao escurecimento.

A atividade da PPO foi maior no tratamento BCR nos dias 3 a 15 de conservação. Seguido da batata sem revestimento no primeiro e último dia. Já o tratamento BMR apresentou os menores de atividade durante os 15 dias da conservação refrigerada, tendo sua

atividade mínima nos dias 0 e 15. A batata-doce com melatonina também apresentou baixa atividade da PPO (1,54 e 6,48), com valores semelhantes a BMR (Figura 9).

**Figura 9.** Atividade da polifenoloxidase da batata-doce minimamente processada ao longo dos 15 dias de conservação em diferentes tipos de revestimento de palma e melatonina.



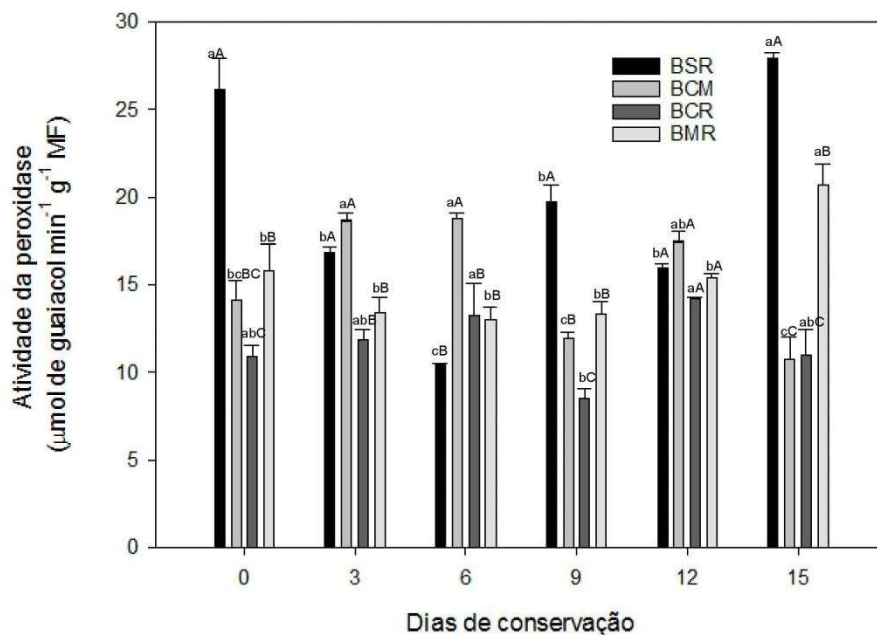
O processamento mínimo provoca lesões nos tecidos devido ao ferimento das células causados pelo manuseio, descasque e corte (BRECHT, 1995). A ferida gerada no tecido vegetal desencadeia a síntese de compostos fenólicos, induzido pelo corte através de PPO e oxigênio. Por fim, esse mesmo sinal desconhecido leva a síntese de suberina e cicatrização de feridas no tecido (SALTVEIT e MIKAL, 1996). Acredita-se que o esbranquecimento ou escurecimento superficial das raízes minimamente processadas, pode estar relacionado, isomerização dos carotenoides trans, que é a forma mais estável na natureza, para a forma cis, promovendo ligeira perda de cor e atividade pró-vitáminica, oxidações enzimáticas ou não enzimáticas (VALDUGA et al., 2009), envolve a participação de enzimas-chave, como PPO e POD, pertencentes ao grupo das enzimas oxidoredutoras, as quais induzem o escurecimento dos vegetais (GAO, 2017).

A enzima polifenoloxidase (PPO) que participa do grupo das oxirredutases e contém o cobre como grupo prostético, está relacionada à oxidação de compostos fenólicos. A enzima polifenoloxidase nas plantas estão distribuídas em toda a sua estrutura, podendo alguns órgãos apresentarem maiores concentrações, a qual poderá ser induzida ou inibida em algumas plantas por estresse como injúrias, toxicidade de nitrogênio e ataque de patógenos

(SANCHEZ et al., 2000). De acordo com Campos et al. (2004), a polifenoloxidase está associada ao surgimento de lesões e a fixação de microorganismos que acarreta oxidação dos fenóis presentes no fermento das plantas havendo estímulo em um aumento da atividade desta enzima. Ngadze et al. (2011) estudaram os mecanismos da atividade da PPO e relacionaram o aumento da atividade enzimática com a maior resistência de tubérculos de batata a ataques de patógenos.

A atividade da POD apresentou maior atividade no tratamento BSR em quase todos os dias de conservação. BCR apresentou uma menor atividade durante todo o período de refrigeração. Já o tratamento BMR apresentou uma atividade da peroxidase sem muita variação ao longo dos dias, exceto no dia 15 de conservação refrigerada, onde teve um aumento acentuado, a batata-doce com melatonina apresentou comportamento semelhante.

**Figura 10.** Atividade da peroxidase da batata-doce minimamente processada ao longo dos 15 dias de conservação em diferentes tipos de revestimento de palma e melatonina.

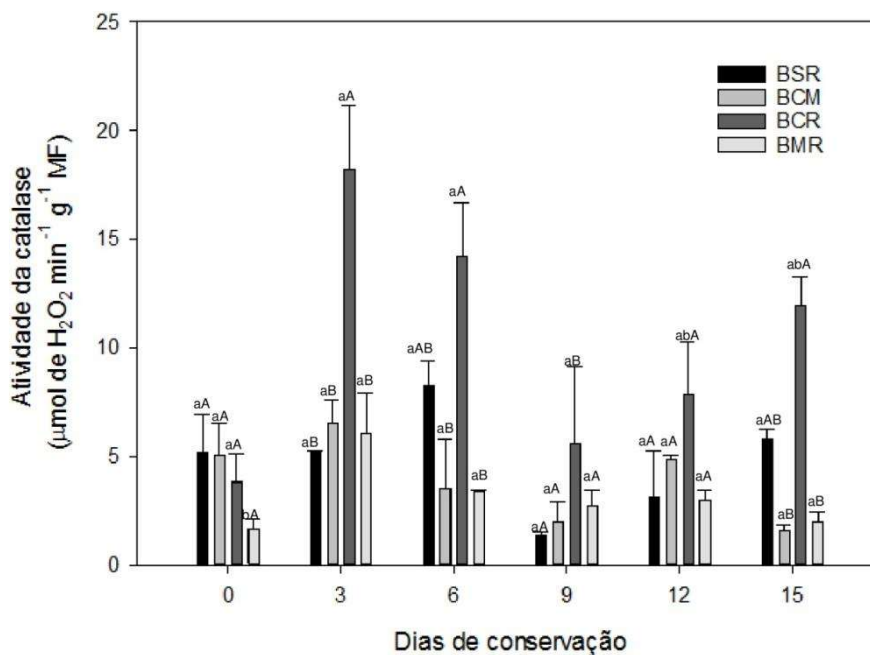


A peroxidase catalisa a oxidação e a eventual polimerização de álcool hidroxicinâmico em presença de peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ), que origina a lignina (ISHIGE et al., 1993), atuando na sinalização incitando a formação de fitoalexinas e no processo de lignificação (RESENDE et al., 2003). Além disso, participa na oxidação de ácido indol acético (AIA) e de compostos fenólicos (CAVALCANTI et al., 2005).

O estresse induzido pela alimentação de fungos patogênicos pode proporcionar a síntese de  $H_2O_2$ , devido à explosão oxidativa ocasionada pela ação destes estressores e esta

resposta pode ser local ou sistêmica (FÜRSTENBERG-HÄGG et al., 2013). O aumento da atividade enzimática nesse estudo no tratamento BMR poderá ser justificado devido esta enzima ser responsável por catalisar a oxidação hidroxicinâmica e polimerização de álcool na presença da peroxidase ao reforçar as paredes celulares da planta em resposta a ataques de patógenos (ARRIETA-BAEZ; STARK, 2006).

A catalase é uma enzima presente na maioria dos organismos aeróbicos e auxiliam a célula na detoxificação de espécies reativas de oxigênio. Estas enzimas atuam na catálise da conversão de peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) em água e oxigênio. A catalase apresentou maior atividade no tratamento BCR durante todo o período da conservação. Já o tratamento BMR apresentou uma menor atividade da catalase durante todo o período de refrigeração, e os tratamentos BSR e BCM apresentaram valores parecidos em praticamente todos os dias (Figura 11). O aumento na atividade de catalase resulta na ativação da resistência sistêmica adquirida, devido esta enzima ser a principal via de degradação do  $H_2O_2$  (SIQUEIRA, 2015). Na literatura outros autores ressaltam que a catalase apresenta uma função em degradar o peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) em plantas (APEL; HIRT, 2004).



**Figura 11.** Atividade da catalase da batata-doce minimamente processada ao longo dos 15 dias de conservação em diferentes tipos de revestimento de palma e melatonina.

A alta atividade da CAT no pode ser explicada, pois esse sistema ocorre quando as plantas sofrem estresse principalmente por fungos fitopatogênicos (GAYATRIDEVI et al., 2012). No tratamento BCR esses fatores provavelmente ocorreram devido ao acúmulo do

peróxido de hidrogênio até níveis tóxicos, ocasionando ativação da enzima, fato que não ocorreu nas batatas revestidas com a mucilagem de palma e com melatonina. O aumento na atividade de enzimas antioxidantes como a catalase pode demonstrar uma proteção da planta contra o ataque do patógeno e microrganismos, podendo ser interligado à adaptação, contribuindo na redução dos níveis tóxicos do peróxido de hidrogênio (KARUPPANAPANDIAN et al., 2011).

## 6- CONCLUSÕES

A qualidade visual das raízes com melatonina foi mantida ao longo da conservação, além disso, os teores dos compostos bioquímicos sólidos solúveis, compostos fenólicos e a capacidade antioxidante determinada pelos ensaios das atividades sequestrante dos radicais DPPH mantiveram-se durante os dias avaliados.

A aplicação da mucilagem de palma associada a melatonina, das raízes de batata-doce minimamente processada, resultou em tecidos com maior estabilidade na atividade enzimática durante a conservação refrigerada, estando associado a uma maior tolerância ao escurecimento e esbranquecimento dessa cultivar.

Para BSR, a qualidade visual não se manteve durante os dias de conservação, os teores de compostos fenólicos foram menores, a atividade enzimática das polifenoloxidase e peroxidase foram altas. A BCR a qualidade visual não foi mantida ao longo da conservação refrigerada, e ainda, as raízes obtiveram altos teores de sólidos solúveis, e maior atividade enzimática da PPO e CAT.

O uso de melatonina isolada ou associada ao revestimento de mucilagem de palma em batata-doce resultou em tecidos com maior proteção oxidativa; com menores alterações no metabolismo dos compostos fenólicos e maior composição de fitoquímicos com propriedades funcionais para batata minimamente processada, tornando-a mais atrativa para o consumo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, T. R. et al. Avaliação Da Adubação Orgânica E Mineral No Cultivo De Batata-Doce Na Região Amazônica. **Brazilian Journal Of Development**, Vol. 6, No. 8, P. 62133–62142, 2020.
- Alarcón-Flores Mi, Romero-González R, Vidal Jlm, Frenich Ag. (2013). Multiclass Determination Of Phytochemicals In Vegetables And Fruits By Ultra High Performance Liquid Chromatography Coupled To Tandem Mass Spectrometry. **Food Chemistry**, 141: 1120-1129.
- Alexandra, S. M. L. A., Denise, R. M., Díaz, F. L. S. & Rodríguez, L. L. (2019). Effects Of Under-Water Cutting Treatments On Oleocellosis Development, Quality And Shelf-Life Of Minimally Processed Persian Lime Fruit. **Postharvest Biology And Technology**. 156, P. 110.
- Allegra, A.; Sortino, G.; Inglese, P.; Settanni, L.; Todaro, A.; Gallotta, A. A The Influence Of *Opuntia Ficus-Indica* Mucilage Edible Coating On The Quality Of ‘Hayward’ Kiwifruit Slices, **Postharvest Biology And Technology**. V. 120, P. 45-51, 2016.
- Almeida, S. L. **Cultivares De Batata-Doce Colhidas Em Diferentes Épocas Para Processamento Mínimo**. Dissertação (Mestrado Em Produção Vegetal) – Universidade Federal Rural De Pernambuco/Unidade Acadêmica De Serra Talhada. Serra Talhada-Pe, P.76, 2018.
- An, D; Yang, J; Zhang, P. Transcriptome Profiling Of Low Temperature-Treated Cassava Apical Shoots Showed Dynamic Responses Of Tropical Plant To Cold Stress. **Bmc Genomics**, V. 13, N. 1, P. 1-25, 2012.
- Anzaldúa-Morales, A. La Evaluación Sensorial De Los Alimentos En La Teoría Y La Práctica. Zaragoza: **Acribia Sa**, 1994. 198 P.
- Argandona, E. J. S.; Teixeira, A. M.; Forlin, D. et al. **Boas Práticas De Fabricação Para Micro E Pequenas Empresas De Panificação**. Unicentro, Guarapuava, 2005.
- Benzie, I. F. F; Strain, J. J. The Ferric Reducing Ability Of Plasma (Frap) As A Measure Of “Antioxidant Power”: The Frap Assay. **Analytical Biochemistry**, V. 239, N. 1, P. 70-76, 1996.
- Brand-Williams, W; Cuvelier, M. E; Berset, C. L. W. T. Use Of A Free Radical Method To Evaluate Antioxidant Activity. **Lwt-Food Science And Technology**, V. 28, N. 1, P. 25-30, 1995.
- Cândido Filho, A.; Pereira, F.; Lima, A. Base Alimentar Humana Com O Uso Da Palma Forrageira. **Vi Simpósio De Reforma Agrária E Questões Rurais**. Recife: Instituto Agronômico De Pernambuco, 2014.
- Chitarra, M. I. F.; Chitarra A. B. **Pós-Colheita De Frutos E Hortaliças: Fisiologia E Manuseio**. Lavras: 2 Ed, - Lavras :Ufla, 2005.
- Coelho, D. G. Et Al. Application Of Antioxidants And Edible Starch Coating To Reduce Browning Of Minimally-Processed Cassava. **Revista Caatinga**, V. 30, N. 2, P. 503-512, 2017.
- Daglia, M. Polyphenols As Antimicrobial Agents. **Current Opinion In Biotechnology**, 23, 174-181, (2012).

- Del-Valle, V.; Hernandez-Munh oz, P.; Guarda, A.; Galotto, M. J. Food Development Of A Cactus- Mucilage Edible Coating (*Opuntia Ficus Indica*) And Its Application To Extend Strawberry (*Fragaria Ananassa*) Shelf-Life. **Chemistry**, V 91, N. 4, P 751-756, 2005.
- Floegel, A. et al. Comparison Of Abts/Dpph Assays To Measure Antioxidant Capacity In Popular Antioxidant-Rich Us Foods. **Journal Of Food Composition And Analysis**, 2011, 24, 1043-1048.
- Fonseca, K. S. et al. Baby Cassava: An Alternative Marketing Strategy For Freshly Cut Cassava. Cassava. Reino Unido, Londres: **Intechopen**, 1, 185-198, 2018
- Freire, C. S. et al. Qualidade De Raízes De Mandioca De Mesa Minimamente Processada Nos Formatos Minitolete E Rubiene. **Revista Caatinga**, V. 27, N. 4, P. 95-102, 2014.
- George, T., & Eug nio. Scharacterization Of Mucilage From Clones Of Opuntia And Nopalea Prickly Pear Cactus Harvested In Different Seasons In Brazilian Semiarid. **Journal Of The Professional Association For Cactus Development**, 23, 180–198, 2021.
- Gheribi, R.; Puchot, L.; Verge, P.; et al. Development Of Plasticized Edible Films From *Opuntia Ficus Indica* Mucilage: A Comparative Study Of Various Polyol Plasticizers. **Carbohydrate Polymers** V. 190, N. 15, P. 204-211, 2018.
- Hassan, B.; Chatha, S. A. S.; Hussain, A. I.; Zia, K. M.; Akhtar, N. Recent Advances On Polysaccharides, Lipids And Protein Based Edible Films And Coatings: A Review. **International Journal Of Biological Macromolecules**, Faisalabad, Pakistan, V. 109, P. 1095–1107, 2018.
- Hattori, A., Migitaka, H., Iigo, M., Itoh, M., Yamamoto, K., Ohtani-Kaneko, R., & Reiter, R. J. Identification Of Melatonin In Plants And Its Effects On Plasma Melatonin Levels And Binding To Melatonin Receptors In Vertebrates. **Biochemistry And Molecular Biology International**, 35(3), 627-634, 1995.
- Havir, E. A.; Mchale, N. A. Biochemical And Developmental Characterization Of Multiple Forms Of Catalase In Tobacco Leaves. **Plant Physiology**, V. 84, N. 2, P. 450-455, 1987.
- Hu, W., Kong, H., Guo, Y., Zhang, Y., Ding, Z., Tie, W., Yan, Y., Huang, Q., Peng, Inhibitor On Postharvest Enzymatic Browning And Oxidative Stress Of Litchi Fruit. **Postharvest Biology And Technology**, 62, 288–294.
- Hui, Y. H. Sensory Evaluation Of Dairy Products. In: **Dairy Science And Technology Handbook**. New York: **Vch Publishers**, V. 1, 1992.
- Insa (2019). **Tabela Da Composi o De Alimentos (TCA)**. [Http://Www2.Insa.Pt/Sites/Insa/Portugues/Areascientificas/Alimentnutricao/Aplicacoesonline/Tabelaalimentos/Pesquisaonline/Paginas/Detalhealimento.aspx?Id=Is593](http://Www2.Insa.Pt/Sites/Insa/Portugues/Areascientificas/Alimentnutricao/Aplicacoesonline/Tabelaalimentos/Pesquisaonline/Paginas/Detalhealimento.aspx?Id=Is593).
- Junqueira, A. H. & Luengo, R. F. A. (2000). **Mercados Diferenciados De Hortaliças**. Horticultura Brasileira, Brasília, 18(2): 95-99.
- Ke, D; Saltveit Jr, M. E. Spotting And Phenylalanine Ammonia-Lyase Activity In Iceberg Lettuce. **Hortscience**, V. 21, N. 5, 1986.
- Lafia, A. T.; Ketounou, T. R.; Rodrigues, D. S.; Da Silva, E. O.; Bonou, S. I.; De Melo Lopes, R. M.; De Sousa, S. Composi o Nutricional De Biscoitos Biofortificados Com Farinha De Batata-Doce. **Brazilian Journal Of Development**, Vol. 6, No. 9, P. 66846–66861, 2020.

Lázari, T. M.; Silveira, M. A.; Dourado, D. P.; Miranda, F. F. R.; Muraishi, C. T. Path Analysis In Characteristics Of Sweet Potato Clones Aiming Ethanol Yield. **Brazilian Journal Of Applied Technology For Agricultural Science**, V. 7, N. 2, P. 41-47, 2014.

Liang, D. et al. Exogenous Melatonin Application Delays Senescence Of Kiwi Fruit Leaves By Regulating The Antioxidant Capacity And Biosynthesis Of Flavonoids. **Frontiers In Plant Science**, V. 9, P. 1-14, 2018

Lin, K. H., Lai, Y. C.; Chang, K. Y.; Chen, Y. F.; Hwang, S. Y.; Lo, H. F. Improving Breeding Efficiency For Quality And Yield Of Sweet Potato. **Botanical Studies**. V.48, P. 283- 292, 2007.

Liu, C., Zheng, H., Sheng, K., Liu, W., & Zheng, L. Effects Of Melatonin Treatment On The Postharvest Quality Of Strawberry Fruit. **Postharvest Biology And Technology**, 139, 47–55, 2018.

Liu, S., Huang, H., Huber, D., Pan, Y., Zhang, Z. Delay Of Ripening And Softening In 'Guifei' Mango Fruit By Postharvest Application Of Melatonin. **Postharvest Biol. Technol.** 163, 111136, 2020.

Luo, S., Hu, H., Wang, Y., Zhou, H., Zhang, Y., Zhang, L., Li, P., 2020. The Role Of Melatonin In Alleviating The Postharvest Browning Of Lotus Seeds Through Energy Metabolism And Membrane Lipid Metabolism. **Postharvest Biol. Tec.** 167, 111243

Ma, Q., Zhang, T., Zhang, P., Wang, Z. Melatonin Attenuates Postharvest Physiological Deterioration Of Cassava Storage Roots. **J. Pineal. Res.** 60, 424–434, 2016.

Ma., Shi, H., Guo, A. Comparative Physiological And Transcriptomic Analyses Reveal The Actions Of Melatonin In The Delay Of Postharvest Physiological Deterioration Of Cassava. **Front. Plant Sci.** 7, 736, 2016.

Mantilla, N., Castell-Perez, M.E., Gomes, C., Moreira, R.G. Multilayered Antimicrobial Edible Coating And Its Effect On Quality And Shelf-Life Of Fresh-Cut Pineapple (Ananas Comosus). **Lwt Food Science Technology**, V. 51, P. 37–43, 2013.

Mcgee, H. Comida E Cozinha: Ciência E Cultura Da Culinária. 2. Ed. São Paulo: 922 Pp, 2014.

Miller, G. L. Use Of Dinitrosalicylic Acid Reagent For Determination Of Reducing Sugar. **Analytical Chemistry**, V. 31, N. 3, P. 426-428, 1959.

Moretti, C. L. Processamento Mínimo: Uma Alternativa De Agregação De Valor Para A Bataticultura Brasileira. **Batata Show**, N. 9, P. 31-32, 2004.

Moura, M. R. Et al. Preparação De Novos Nanobiocompósitos Comestíveis Ativos Contendo Nanoemulsão De Canela E Pectina. Polímeros: Ciência E Tecnologia. **Associação Brasileira De Polímeros**, São Paulo, Vol. 24, Núm. 4, 2014, Pp. 486-490, Julho-Agosto, 2014.

Nakano, Y; Asada, K. Hydrogen Peroxide Is Scavenged By Ascorbate-Specific Peroxidase In Spinach Chloroplasts. **Plant And Cell Physiology**, V. 22, N. 5, P. 867-880, 1981.

Oliveira, C.S.; Grden, L; Ribeiro, M.C.O. **Utilização De Filmes Comestíveis Em Alimentos**. Ponta Grossa, Utfpr, 2007. V.1, P. 52-57 (Série Ciência E Tecnologia De Alimentos V.1).

- Oloniyo, R. O.; Omoba, O. S.; Awolu, O. O.; Olagunju, A. I. Orange-Fleshed Sweet Potatoes Composite Bread: A Good Carrier Of Beta (B)-Carotene And Antioxidant Properties. **Journal Of Food Biochemistry**, Vol. 45, No. 3, P. E13423, 2021
- Otálora, M. C., Wilches-Torres, A., & Gómez Castaño, J. A. Extraction And Physicochemical Characterization Of Dried Powder Mucilage From *Opuntia Ficus-Indica* Cladodes And Aloe Vera Leaves: A Comparative Study. **Polymers**, V.13, No. 11, 2021.
- Padilla, M. C.; García, M. E. R.; Cortez, E. G.; Bravo, M.C.V.; Molina, R. I. J.; Muñoz, E. M. R. Physicochemical And Rheological Characterizations Of *Opuntia Ficus Indica* Mucilage At Three Different Maturity Stages Of Cladode. **European Polymer Journal**. V. 78, P.226-234. 2016.
- Prajapati, V.D.; Jani, G.K.; Moradiya, N.G.; Randeria, N.P. Pharmaceutical Applications Of Various Natural Gums, Mucilages And Their Modified Forms. **Carbohydrate Polymers**. Vol 92, P- 1685-1699. 2013
- Puchau, B. Et al. Dietary Total Antioxidant Capacity Is Negatively Associated With Some Metabolic Syndrome Features In Healthy Young Adults. **Nutrition**, 2010, 26, 534-541.
- Reyes, F. L.; Villarreal, J. E.; Cisneros-Zevallos, L. The Increase In Antioxidant Capacity After Wounding Depends On The Type Of Fruit Or Vegetable Tissue. **Food Chemistry**, V. 101, P. 1254–1262, 2007.
- Reyes, L. F.; Villarreal, J. E.; Cisneros-Zevallos, L. The Increase In Antioxidant Capacity After Wounding Depends On The Type Of Fruit Or Vegetable Tissue. **Food Chemistry**, 2007, 101, 1254-1262.
- Sáenz, C.; Sepúlveda, E.; Matsuhira, B. *Opuntia* Spp Mucilage's: A Functional Component With Industrial Perspectives. **Journal Of Arid Environments**. Vol 57, P 275-290. 2004.
- Saltveit, Mikal E. Physical And Physiological Changes In Minimally Processed Fruits And Vegetables. In: Proceedings-Phytochemical Society Of Europe. **Oxford University Press Inc.**, 1996. P. 205-220.
- Sanchez, P. D. C.; Hashim, N.; Shamsudin, R.; Nor, M. Z. M. Applications Of Imaging And Spectroscopy Techniques For Non-Destructive Quality Evaluation Of Potatoes And Sweet Potatoes: A Review. **Trends In Food Science & Technology**, Vol. 96, P. 208–221, 2020.
- Silva, A.G; Rocha, L.C; Canniatti Brazaca, S.G. Caracterização Físico-Química, Digestibilidade Protéica E Atividade Antioxidante De Feijão Comum (*Phaseolus Vulgaris* L.)\*. **Alim. Nutr., Araraquara** V.20, N.4, P. 591-598, Out./Dez. 2009.
- Silva, J.B.C. Da; Lopes, C A.E. E Magalhães, J.S. Cultura Da Batata-Doce. In: Cereda, M.P.; Agricultura: Tuberosas Amiláceas Latino Americanas, São Paulo: **Cargill**. Vol. 2. Pp. 449-503, 2002.
- Silva, N. Et al. Manual Of Methods For Microbiological Analysis Of Food And Water. **Blucher Publisher**, 2017.
- Turhan, K. N. Is Edible Coating An Alternative To Map For Fresh And Minimally Processed Fruits? In: X International Controlled And Modified Atmosphere Research Conference 2009, Anais [...]. : **Acta Horticulturae**, 2009. P. 299–305.

- Valduga, Valduga, E., Tatsch, P. O., Tiggemann, L., Treichel, H., Toniazzo, G., Zeni, J., ... & Júnior, A. F. Produção De Carotenoides: Microrganismos Como Fonte De Pigmentos Naturais. **Química Nova**, V. 32, N. 9, P. 2429-2436, 2009.
- Vargas, P. F., Godoy, D. R. Z., De Almeida, L. C. F., & Castoldi, R. Agronomic Characterization Of Sweet Potato Accessions. **Comunicata Scientiae**, V. 8, N. 1, P. 116-125, 2017.
- Vila Nova, S.R.M. Palma Forrageira (*Opuntia Ficus-Indica*): Prospecção Das Tecnologias E Potencialidades De Inovação.2014.106 F. Dissertação (Mestrado Em Propriedade Intelectual) **Instituto De Química E Biotecnologia**, Universidade Federal De Alagoas, Maceió, 2018.
- Vilas Boas, B. M., Siqueira, H. H., Leme, S. C., Lima, L. C. O. & Alves, T. C. (2012). Conservação De Pimentão Verde Minimamente Processado Acondicionado Em Diferentes Embalagens Plásticas. **Pesqui. Agropecu. Trop.** 42(1): 34-39.
- Villordon, A.; Solis, J.; Labonde, D.; Clark, C. Development Of A Prototype Bayesian Network Model Representing The Relationship Between Fresh Market Yield And Some Agroclimatic Variables Known To Influence Storage Root Initiation In Sweet Potato. **Horticultural Science**, V. 45, P. 1167-1177, 2010.
- Wang, T., Hu, M., Yuan, D., et al. Melatonin Alleviates Pericarp Browning In Litchi Fruit By Regulating Membrane Lipid And Energy Metabolisms. **Postharvest Biology And Technology**, 160, 111066, 2020.
- Xu, T., Chen, Y., Kang, H. Melatonin Is A Potential Target For Improving Postharvest Preservation Of Fruit And Vegetables. *Front. Plant Sci.* 10, 1388, 2019.
- Yemm, E. W.; Willis, A.J. The Estimation Of Carbohydrates In Plant Extracts By Anthrone. **Biochemical Journal**, V. 57, N. 3, P. 508-514, 1954.
- Ze, Y., Gao, H., Li, T., Yang, B., & Jiang, Y. Insights Into The Roles Of Melatonin In Maintaining Quality And Extending Shelf Life Of Postharvest Fruits. **Trends In Food Science & Technology**, 109, 569-578, 2021.
- Zhao, C., Nawaz, G., Cao, Q., Xu, T. Melatonin Is A Potential Target For Improving Horticultural Crop Resistance To Abiotic Stress. **Sci Hortic-Amsterdam** 291, 2022.