

## **Formulação e aplicação de revestimentos à base de farinha de casca de banana na conservação pós-colheita dos frutos**

**Formulation and application of coatings based on banana skin flour in post-harvest conservation of fruit**

**Formulación y aplicación de recubrimientos a base de harina de cáscara de banano en la conservación poscosecha de frutas**

Recebido: 01/08/2021 | Revisado: 07/08/2021 | Aceito: 10/08/2021 | Publicado: 14/08/2021

**Manoel Alves de Almeida Neto**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2127-6535>  
Universidade do Estado da Bahia, Brasil  
Email: [almeidaneto.bio@gmail.com](mailto:almeidaneto.bio@gmail.com)

**Tassiane Alves de Souza**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7891-9143>  
Universidade do Estado da Bahia, Brasil  
Email: [tassiane.alves20@gmail.com](mailto:tassiane.alves20@gmail.com)

**Maíra Gabriela Oliveira Costa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2120-163X>  
Universidade do Estado da Bahia, Brasil  
Email: [costamaira09@gmail.com](mailto:costamaira09@gmail.com)

**Rita de Cássia Mirela Resende Nassur**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4064-4500>  
Universidade de Brasília, Brasil  
Email: [rita.nassur@unb.br](mailto:rita.nassur@unb.br)

### **Resumo**

O presente estudo objetivou obter e avaliar farinhas de casca de banana (*Musa* spp.) em diferentes estádios de maturação na formulação de coberturas comestíveis a serem aplicadas em frutos de banana, visando o prolongamento da vida útil dos mesmos e avaliação tecnológica dos revestimentos produzidos. O experimento foi dividido em três etapas: produção e caracterização de farinha da casca de banana em diferentes estádios de maturação, onde foram analisados o pH, acidez titulável (AT) e sólidos solúveis (SS); formulação de filmes com a incorporação das farinhas em diferentes proporções, avaliando-se espessura, opacidade, solubilidade e permeabilidade ao vapor d'água; e aplicação das coberturas em frutos de banana e avaliando quanto a perda de massa, pH, AT, SS, teor de ácido ascórbico, conteúdo de amido e mudanças do estádio de maturação durante o armazenamento por 10 dias à temperatura de 25 °C, utilizando três repetições de três frutos por tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão, e as médias comparadas pelo teste de Tukey. A farinha de casca de banana apresentou maior teor de acidez quando proveniente de frutos em estádio de maturação mais avançados. Frutos sem coberturas tiveram amadurecimento evidenciado pela mudança acelerada de coloração da casca. Os filmes comestíveis com farinhas de cascas de bananas apresentaram características aceitáveis e semelhantes a outros estudos realizados, onde as formulações F3 e F4 obtiveram menor espessura e permeabilidade ao vapor d'água que os demais tratamentos, além de ter sido demonstrado a utilização e potencial das farinhas como agente espessante.

**Palavras-chave:** Amadurecimento; Filme comestível; Maturação; *Musa* spp.; Vida útil.

### **Abstract**

The present study aimed to obtain and evaluate banana peel flours (*Musa* spp.) at different stages of maturation in the formulation of edible coatings to be applied to banana fruits, aiming at extending their shelf life and technological evaluation of the coatings produced. The experiment was divided into three stages: production and characterization of banana peel flour at different stages of maturation, where pH, titratable acidity (TA) and soluble solids (SS) were analyzed; film formulation with the incorporation of flours in different proportions, evaluating thickness, opacity, solubility and permeability to water vapor; and application of toppings on banana fruits and evaluating for mass loss, pH, TA, SS, ascorbic acid content, starch content and changes in the maturation stage during storage for 10 days at 25 °C, using three repetitions of three fruits per treatment. Data were subjected to analysis of variance and regression, and means compared by Tukey test. The banana peel flour had higher acidity content when coming from fruits in more advanced stages of ripening. Uncoated fruits had ripening evidenced by the accelerated change in skin color. Edible films with banana peel flour showed acceptable characteristics and similar to other studies, where the formulations F3

and F4 had less thickness and permeability to water vapor than the other treatments, in addition to having demonstrated the use and potential of flours as a thickening agent.

**Keywords:** Ripening; Edible film; Maturation; *Musa* spp.; Shelf life.

### Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo la obtención y evaluación de harinas de cáscara de banano (*Musa* spp.) En diferentes etapas de maduración en la formulación de recubrimientos comestibles para ser aplicados a frutos de banano, con el objetivo de extender su vida útil y evaluación tecnológica de los recubrimientos producidos. El experimento se dividió en tres etapas: producción y caracterización de harina de cáscara de banano en diferentes etapas de maduración, donde se analizaron pH, acidez titulable (AT) y sólidos solubles (SS); formulación de películas con incorporación de harinas en diferentes proporciones, evaluando espesor, opacidad, solubilidad y permeabilidad al vapor de agua; y aplicación de coberturas en frutos de banano y evaluación de pérdida de masa, pH, AT, SS, contenido de ácido ascórbico, contenido de almidón y cambios en la etapa de maduración durante el almacenamiento durante 10 días a 25 °C, utilizando tres repeticiones de tres frutos por tratamiento. Los datos se sometieron a análisis de varianza y regresión, y se compararon las medias mediante la prueba de Tukey. La harina de cáscara de plátano presentó mayor contenido de acidez al provenir de frutos en etapas más avanzadas de maduración. Las frutas sin recubrir tenían una maduración evidenciada por el cambio acelerado en el color de la piel. Los films comestibles con harina de cáscara de plátano mostraron características aceptables y similares a otros estudios, donde las formulaciones F3 y F4 presentaron menor espesor y permeabilidad al vapor de agua que los otros tratamientos, además de haber demostrado el uso y potencial de las harinas como espesante.

**Palabras clave:** Madurez; Película comestible; Maduración; *Musa* spp.; Vida útil.

## 1. Introdução

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas e o vigésimo terceiro no *ranking* dos exportadores globais, com uma produção de mais de 40 milhões de toneladas ao ano, mas exporta apenas menos de 3% da safra total, o que demonstra o forte consumo interno (Kist et al., 2019). Contudo, parte dessa produção não chega à mesa da população, pois é perdida durante o armazenamento, principalmente quando é atingida por patógenos próprios da fase de pós-colheita, quando encontram condições favoráveis ao seu desenvolvimento (Borges et al., 2016). E ainda ocorre as perdas na indústria, onde alguns frutos não tem todo o seu peso aproveitado no processamento para o consumo, como por exemplo o descarte das cascas, que podem ter outro destino e não o descarte com seu uso em tecnologias como formulações de coberturas e filmes comestíveis (Farias et al., 2020; Kadzińska et al., 2019).

Além disso, do volume total de produção, acredita-se que as perdas no mercado interno possam chegar a 40%. E contribuindo para estes números pode-se citar o mau uso das técnicas de colheita, falta de estrutura de armazenamento, embalagens inadequadas, logística e a própria desinformação do produtor (Fachinello et al., 2011; Rosa et al., 2018), sendo necessário o desenvolvimento de tecnologias visando maior vida útil e manutenção da qualidade de frutos na pós-colheita.

Inserido neste contexto, a banana (*Musa* spp.) é um fruto climatérico que possui um curto período de vida útil, o que aumenta a suscetibilidade às perdas pós-colheita, sejam de natureza quantitativa ou qualitativa, durante a comercialização (Mahajan et al., 2014; Oliveira et al., 2016). Como outros produtos hortícolas, a banana sofre uma série de alterações bioquímicas após a colheita, o que afeta a qualidade do armazenamento e sua vida útil (Thakur et al., 2019). Assim, desenvolver técnicas para a redução de perdas pós-colheita na produção de frutas é um grande desafio, considerando que o fruto é um órgão que apresenta alto teor de água e nutrientes e que mesmo após a colheita até a senescência mantém vários processos biológicos ativos, permitindo uma maior predisposição a ocorrência de podridões (Oliveira et al., 2015).

Novas abordagens de técnicas de armazenamento, incluindo o desenvolvimento de coberturas e filmes comestíveis, mostraram grande potencial e atraíram a atenção de muitos pesquisadores da área (Azarakhsh et al., 2014; Fai et al., 2016; Thakur et al., 2017). O uso de coberturas e filmes comestíveis pode contribuir para prolongar a vida útil de frutas e hortaliças, reduzindo a umidade e migração de solutos, as trocas gasosas, a respiração e as taxas de reação oxidativa, além de reduzir ou até suprimir distúrbios metabólicos (Farina et al., 2020; Madanipour et al., 2019; Maringgal et al., 2020; Panahirad et al.,

2020).

Desta forma, os revestimentos comestíveis devem ser seguros para uso em alimentos (FDA, 2015) e, de maneira geral, possuem como base materiais orgânicos, como lipídeos, polissacarídeos e proteínas. Dentre estes, o amido, a celulose e a pectina são os mais comuns, que são gerados no processamento de alimentos (Tzoumaki et al., 2009) e muitas vezes tratados como resíduos.

Buscando fontes alternativas de biopolímeros para esse tipo de embalagem, estudos já mostram o uso de frutas e hortaliças para produzir matrizes de coberturas e de formação de filmes (Azeredo et al., 2012; Dantas et al., 2015; Deng et al., 2017; Martelli et al., 2014). Geralmente, os filmes à base de materiais vegetais apresentam baixa permeabilidade ao oxigênio e propriedades mecânicas aceitáveis, sendo sugeridos como material alternativo para a produção de coberturas e filmes comestíveis (Azeredo et al., 2009; Martelli et al., 2013).

Dentre os materiais vegetais, a farinha da casca da banana é uma das alternativas para produzir matrizes de coberturas, uma vez que é fonte de macroelementos nutricionais e contém ingredientes benéficos para a saúde, como amido resistente e fibras alimentares, com potencial para aumentar a hidrofobicidade dos polímeros (Anyasi et al., 2013; Pelissari et al., 2013). Além disso, os compostos polifenólicos presentes na banana podem fornecer aos alimentos em que são inseridos, um incremento das propriedades funcionais, e da vida útil dos mesmos (Pereira & Maraschin, 2015).

Diante do exposto, o presente estudo objetivou obter e avaliar farinhas de casca de banana (*Musa spp.*) em diferentes estádios de maturação na formulação de matrizes de coberturas comestíveis a serem aplicadas em frutos de bananas da cultivar Prata Rio, visando o prolongamento da vida útil dos mesmos e avaliação tecnológica dos revestimentos produzidos.

## 2. Metodologia

O experimento foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Alimentos e Bebidas pertencente ao Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS), Universidade do Estado da Bahia – *Campus III*, em Juazeiro-BA.

### Obtenção da matéria prima e obtenção da farinha

A elaboração da farinha da casca da banana foi realizada utilizando bananas cv. Prata em três estádios de maturação (1, 3 e 6). Os frutos da bananeira foram provenientes de um pomar comercial, situado no Projeto Salitre, zona rural de Juazeiro-BA e colhidos no estádio 1 de maturação (totalmente verdes) e armazenados em temperatura de 25 °C até que atingissem os estádios de maturação 3 e 6.

Para a obtenção da farinha, foram utilizadas duas dúzias de bananas, as quais passaram por processo de lavagem e sanitização em solução de hipoclorito de sódio na concentração de 150 mg L<sup>-1</sup>, durante 10 minutos, e em seguida realizado o enxague em água corrente, para posteriormente serem descascadas. Realizou-se a secagem das cascas em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C até atingir massa constante para posterior moagem do material seco em liquidificador industrial. Logo após, verificou-se o rendimento pela diferença de massa, do resíduo seco, fresco e da farinha após passar por peneira de 20 mesh.

Para a caracterização da farinha, realizou-se análises de sólidos solúveis com um refratômetro digital portátil (marca SIMOKIT, com compensação automática de temperatura e faixa de medição 0.0 a 90% °Brix), pesando-se 5 g da farinha e adicionando 45 mL de água destilada para posterior homogeneização. Em seguida as amostras foram filtradas em tecido tipo organza e posteriormente realizada a leitura, com resultados expressos em °Brix. O pH foi determinado diretamente pela imersão do eletrodo do pHmetro (potenciômetro) digital de bancada (MS TECNOPON INSTRUMENTAÇÃO®) na solução descrita anteriormente (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

A acidez titulável foi determinada pelo método acidimétrico, utilizando-se uma solução tampão padronizada de hidróxido de sódio (NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup>), requerido para titular 5 g de amostra diluída e homogeneizada em 45 mL de água destilada até coloração rósea, usando 2-3 gotas de fenolftaleína (1%) como indicador, quando todo o ácido foi neutralizado pela base. O cálculo foi realizado a partir do volume (mL) gasto de NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> na titulação, sendo os resultados expressos em % de ácido málico (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

### Elaboração dos filmes

A elaboração dos filmes foi realizada de acordo com metodologia proposta por Fakhouri et al. (2007) e consistiu na hidratação de 10 g de gelatina em 100 mL de água destilada durante 1 hora. Após este período, a solução foi aquecida a 85 °C em banho Maria por 10 minutos. Em seguida o xilitol foi adicionado na concentração de 5% em relação à massa da gelatina. As suspensões de amido (Sinhá®) foram preparadas seguindo as proporções descritas na Tabela 1, onde adicionou-se 100 mL de água destilada e 10% de xilitol em relação a massa de amido, sendo utilizadas as farinhas de cascas de bananas dos estádios de maturação 1, 3 e 6, totalizando 7 filmes. A suspensão foi aquecida a 85 °C em banho Maria por 5 minutos, e posteriormente filtrada. Após o preparo das soluções, foi realizada a mistura da solução de gelatina com a suspensão de amido e proporção de farinha.

**Tabela 1.** Descrição da composição das soluções filmogênicas utilizadas.

Tratamentos	Composição da solução filmogênica
F1	100% amido de milho
F2	33,34% de farinha de cascas de banana no estádio 1 + 66,66% de amido de milho
F3	66,66% de farinha de cascas de banana no estádio 1 + 33,34% de amido de milho
F4	33,34% de farinha de cascas de banana no estádio 3 + 66,66% de amido de milho
F5	66,66% de farinha de cascas de banana no estádio 3 + 33,34% de amido de milho
F6	33,34% de farinha de cascas de banana no estádio 6 + 66,66% de amido de milho
F7	66,66% de farinha de cascas de banana no estádio 6 + 33,34% de amido de milho

F: Filme. Fonte: Autores (2021).

Alíquotas de 2,5 mL da solução filmogênica foram distribuídas em placas de Petri descartáveis de 9 cm de diâmetro e secas a 25 °C por 24 horas para a formação dos filmes, posteriormente os mesmos foram analisados quanto a espessura, opacidade, solubilidade e permeabilidade ao vapor d'água, de acordo com metodologias descritas a seguir.

### Caracterização dos filmes

A espessura foi determinada como sendo a média de cinco medições aleatórias em diferentes partes do filme e medida utilizando-se um paquímetro digital (Digital Caliper Stainless Hardened®), com resultados expressos em milímetros (mm).

A permeabilidade ao vapor d'água foi determinada pelo método descrito na norma ASTM E96/E96M - 16 (ASTM, 2016), com algumas modificações. Foram utilizadas amostras em triplicatas de cada filme e colocadas em dessecador contendo sílica gel em seu interior e acondicionados em ambiente climatizado a 25 °C por 24 horas antes da medição. A permeabilidade ao vapor d'água (PVA) foi calculada por meio da perda de massa por unidade de tempo (P/t), espessura dos filmes (x) e gradiente de pressão ( $\Delta P$ ), conforme a equação 1:

$$PVA = \frac{P/t * x}{\Delta P} \quad (\text{Eq. 1})$$

A solubilidade dos filmes comestíveis em água foi determinada de acordo com Fakhouri et al. (2007). Os filmes foram cortados com tesoura em formato circular com 2 cm de diâmetro e secos em estufa a 105 °C por 24 horas para determinação do peso seco. Colocou-se as amostras em béqueres imersas em 50 mL de água destilada e mantendo-as sob agitação constante por 24 horas. As amostras foram removidas e novamente secas em estufa para determinar a massa da matéria seca que não se dissolveu em água, e posteriormente realizado o cálculo de acordo com a equação 2, onde  $m_0$  = massa inicial,  $m$  = massa final, e os resultados expressos em porcentagem (%).

$$S = \left( \frac{m_0 - m}{m_0} \right) \times 100 \quad (\text{Eq. 2})$$

A opacidade dos filmes foi avaliada em triplicata em espectrofotômetro (Spectrum), onde foi definida como a medida da absorvância na região visível (600 nm) ( $A_{600}$ ) em relação à espessura dos respectivos filmes, e o cálculo realizado conforme a equação 3 (Liporacci et al., 2005).

$$\text{Opacidade} = \frac{A_{600}}{\text{Espessura do filme}} \quad (\text{Eq. 3})$$

### Aplicação das coberturas

Para a aplicação das coberturas, utilizou-se bananas da cultivar Prata Rio, recém colhidas, cedidas por uma fazenda comercial localizada no projeto Mandacaru, Juazeiro-BA. As bananas foram encaminhadas para o Laboratório de Tecnologia de Alimentos e Bebidas, pertencente ao DTCS da Universidade do Estado da Bahia, sanitizadas, separadas em grupos, seguindo os tratamentos. Cada tratamento foi constituído por três repetições de três frutos cada. Nesta etapa do trabalho não foi possível realizar os testes de aplicação das coberturas comestíveis com proporções de farinha de casca de banana no estádio 3, então utilizou-se apenas os tratamentos: Controle (água destilada) (C1); 100% amido de milho (C2), 33,34% farinha de cascas de banana no estádio 1 + 66,66% amido de milho (C3), 66,66% farinha de casca de banana no estádio 1 + 33,34% amido de milho (C4), 33,34% farinha de cascas de banana no estádio 6 + 66,66% amido de milho (C5), 66,66% farinha de casca de banana no estádio 6 + 33,34% amido de milho (C6), totalizando 6 tratamentos.

Para cada tratamento foram produzidos 1 litro da solução filmogênica. As bananas foram imersas na solução filmogênica durante 1 minuto, com exceção do tratamento controle, que consistiu na imersão em água destilada durante 1 minuto e armazenadas por 10 dias com temperatura ambiente controlada de 25 °C, simulando condições reais de armazenamento. Os parâmetros de qualidade foram avaliados na polpa e na casca dos frutos. As análises foram realizadas a cada 2 dias de armazenamento, quanto a perda de massa, pH, sólidos solúveis totais, acidez titulável, teor de ácido ascórbico e conteúdo de amido da polpa.

### Caracterização das amostras

#### Perda de massa

As bananas foram pesadas em balança analítica, utilizando três repetições com um fruto cada. Os resultados foram expressos em porcentagem (%) considerando a diferença entre a massa inicial ( $m_0$ ) e a massa final ( $m$ ) obtida a cada intervalo de tempo.

### **Sólidos solúveis, pH, acidez titulável e teor de ácido ascórbico (AA)**

Foram realizadas as análises de sólidos solúveis, pH e acidez titulável de acordo com a mesma metodologia citada na caracterização das farinhas de cascas de banana.

A determinação do conteúdo de ácido ascórbico (AA) foi realizada através do método de Tilmens, pelo princípio da quantificação da volumetria ou titulometria de óxido redução, empregando-se solução de 2,6-Diclorofenolindofenol (DFI) como agente titulante, para a determinação do AA presente nas amostras, sendo expresso em mg 100 g<sup>-1</sup>, conforme metodologia descrita por Strohecker e Henning (1967).

Estes parâmetros foram avaliados na polpa e na casca dos frutos *in natura*, armazenados a 25 °C em cada tempo de armazenamento (0, 2, 4, 6, 8, 10 dias).

### **Amadurecimento dos frutos**

As avaliações de amadurecimento dos frutos foram realizadas com observações visuais, de acordo com escala diagramática de Von Loesecke (1950), que descreve as mudanças de coloração da casca da banana em 7 estádios de maturação durante o período de amadurecimento.

### **Determinação de presença de amido na polpa de frutos de banana**

A determinação de presença de amido na polpa dos frutos de banana foi realizada pelo método de imersão em iodo (Blankenship et al., 1993) com algumas modificações propostas por Thakur et al. (2019). Foi preparada uma solução coloração de iodeto de potássio a 1% e iodo de tintura a 0,1% em água destilada. As bananas foram cortadas em fatias de aproximadamente 5 mm de espessura e imersas na solução por 30 segundos, utilizando três repetições para cada tratamento, onde observou-se a mudança de coloração da polpa (desenvolvimento da cor azul-preta) e quantificado a porcentagem de área não corada da superfície.

### **Análise estatística**

Para a caracterização dos filmes comestíveis, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado.

Já a avaliação da aplicação das coberturas nos frutos *in natura*, o delineamento experimental empregado foi em esquema fatorial duplo (6 x 6), sendo seis tempos de avaliação (0, 2, 4, 6, 8, 10 dias) e oito coberturas a serem estudadas. Os resultados foram submetidos à análise de variância e regressão no tempo, com as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Ambas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software SISVAR<sup>®</sup> (Ferreira, 2011).

## **3. Resultados e Discussão**

### **Caracterização das farinhas de cascas de bananas**

Na Tabela 2 pode-se observar os resultados das médias das características físico-químicas da farinha de cascas de bananas (FCB) em três estádios de maturação (1, 3 e 6). Observou-se que a maturação dos frutos foi responsável por diferenças estatísticas ( $p < 0,05$ ) nos teores das variáveis avaliadas.



**Tabela 2.** Características físico-químicas das farinhas de casca de banana cultivar Prata obtidas em diferentes estádios de maturação.

Tratamentos	Variáveis		
	SS (°Brix)	pH	AT (% de ácido málico)
FCB1	2,43 b	6,18 a	0,50 b
FCB3	5,10 a	6,04 b	0,55 ab
FCB6	4,63 a	5,97 b	0,64 a

Médias dos tratamentos seguidas da mesma letra nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. FCB1: farinha de casca de banana no estádio 1; FCB3: farinha de casca de banana no estádio 3; FCB6: farinha de casca de banana no estádio 6; SS: sólidos solúveis; AT: acidez titulável. Fonte: Autores (2021).

Em relação aos sólidos solúveis totais (Tabela 2), não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos FCB3 e FCB6, com valores equivalentes a 5,10 °Brix e 4,63 °Brix, respectivamente, mas que diferiram do tratamento FCB1. Os valores de todos os tratamentos aqui avaliados foram superiores aos encontrados por Kumar et al. (2019), onde avaliando as propriedades físico-químicas, estruturais e térmicas de farinha de banana das variedades Grande Naine, Monthan, Saba, Nendran e Popoulu em comparação com a farinha de trigo observaram valores de 3,38 °Brix; 2,48 °Brix; 1,45 °Brix; 4,75 °Brix; e 3,90 °Brix, respectivamente.

Estes valores distintos de sólidos solúveis (SS) podem ser explicados pelas diferenças nos estádios de maturação dos frutos para a obtenção das farinhas, uma vez que os teores de SS geralmente aumentam durante o amadurecimento devido à biossíntese ou degradação de polissacarídeos complexos (Chitarra & Chitarra, 2005). Além disso, os açúcares presentes em frutas, podem atuar como plastificante natural de filmes comestíveis, além de interferir na formação dos mesmos (Azeredo et al., 2016), e quanto maior a presença de açúcares, maior essa propriedade, devido a presença de monossacarídeos (glicose e frutose) e pectina em sua composição (Martelli et al., 2013).

O maior valor médio de pH registrado neste trabalho foi de 6,18 para a farinha de casca de banana no estádio 1 (Tabela 2), sendo que os demais tratamentos (FCB3 e FCB6) não apresentaram diferença significativa. Estes valores obtidos são superiores ao relatado por Szeremeta et al. (2019), que analisando as características físico-químicas da farinha da casca de banana verde observaram o valor de 5,69 de pH. De acordo com Carvalho et al. (2011), após a colheita à medida que o fruto amadurece, o pH tende a diminuir, comportamento este explicado pela elevação da acidez, que gera um aumento nos níveis de ácidos orgânicos, com predominância do ácido málico, porém podem aumentar no final do amadurecimento ou início da senescência das frutas.

Para a variável acidez (Tabela 2), maiores médias foram observadas em farinhas de frutos em estádios mais avançados de maturação (FCB6), apresentando diferenças estatísticas quando comparadas com o tratamento FCB1. Na maioria dos frutos a acidez tende a diminuir durante o amadurecimento, porém, existe algumas exceções, como o caso da banana, em que no estádio verde caracteriza-se por apresentar baixa acidez, que aumenta com o decorrer da maturação, até atingir um máximo, quando a casca está totalmente amarela (Prill et al., 2012), sendo que esse comportamento pode ser atribuído ao fato do fruto de banana ser rico em carboidratos, que são utilizados no metabolismo da respiração, e como consequência leva ao acúmulo de ácidos orgânicos (Chitarra & Chitarra, 2005).

Vargas et al. (2012) em estudo sobre a secagem da casca e polpa da banana verde da variedade Prata para a produção de farinha, realizaram a caracterização físico-química e o seu rendimento, encontraram um valor de acidez de 0,75% de ácido málico, superior aos observados neste experimento. Ainda, Oliveira Neto et al. (2018) caracterizando farinha da casca de banana madura da cultivar Pacovan para utilização na elaboração de doces tipo mariola, obtiveram o valor de acidez equivalente a 0,74% de ácido málico.

A acidez titulável tem influência direta nos componentes de qualidade, que constituem o sabor e aroma (*flavor*) de frutos, podendo ser utilizado em conjunto com o teor de sólidos solúveis como ponto de referência do estágio de maturação, além de ser um importante parâmetro avaliativo do estado de conservação de um produto alimentício (Batista et al., 2013).

### Filmes comestíveis caracterizados

Os dados das características físicas e tecnológicas dos filmes produzidos podem ser observados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Características físicas de filmes (F) produzidos a partir da farinha da casca da banana e amido de milho.

Tratamentos	Espessura (mm)	Permeabilidade (g mm h <sup>-1</sup> m <sup>2</sup> KPa)	Solubilidade (%)	Opacidade
F1	0,020 c	1,51 b	52,98 a	6,15 a
F2	0,043 a	3,64 a	20,87 a	3,40 c
F3	0,036 ab	2,80 ab	41,37 a	4,46 bc
F4	0,033 b	1,78 b	37,41 a	4,44 bc
F5	0,038 ab	2,26 ab	36,52 a	5,29 ab
F6	0,038 ab	3,20 ab	25,64 a	4,18 bc
F7	0,040 ab	2,32 ab	20,54 a	4,13 bc

Médias dos tratamentos seguidas da mesma letra nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Fonte: Autores (2021).

A espessura é um fator importante nas propriedades mecânicas dos filmes, pois tem influência direta na permeabilidade. A espessura de todos os tratamentos com a presença de farinha de casca de banana (F2, F3, F4, F5, F6 e F7) foi estatisticamente diferente ( $p < 0,05$ ) do filme com apenas amido de milho (F1) (Tabela 3), apresentando maior espessura em relação a este. A espessura dos filmes comestíveis variaram de 0,020 mm a 0,043 mm, sendo inferiores aos resultados encontrados por Arquelaou et al. (2019), encontrando médias que foram de 0,059 a 0,085 mm, com filmes elaborados de farinha de casca de banana no estágio 7 de maturação e de Pelissari et al. (2013), que utilizaram farinha e amido isolado de banana da variedade Terra, obtendo 0,087 e 0,086 mm, respectivamente.

Segundo Carvalho e Conti-Silva (2018), a maior espessura apresentada por filmes com a farinha de casca de banana pode ser atribuída à presença de alto teor de fibras solúveis, que contribuem para as propriedades de retenção de água e capacidade de expansão. Concordando com essa afirmação, Emaga et al. (2007) em estudo realizado com farinha da casca da banana, detectaram a presença de pectina, que é amplamente utilizada na indústria alimentar como espessante na preparação de geleias, doces e outras formulações alimentares.

De acordo com os resultados obtidos, observou-se que os valores de permeabilidade ao vapor d'água (Tabela 3), oscilaram de 1,51 a 3,64 g mm h<sup>-1</sup> m<sup>2</sup> KPa, apresentando diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos, sendo o filme F2 mais permeável que F1 e F4. Além disso, os filmes com farinha de casca de banana (F4, F5 e F7) foram os que apresentaram menor permeabilidade ao vapor d'água. Resultados semelhantes foram observados por Orsuwan e Sothornvit (2017a), onde relataram que filmes formulados com farinha de banana apresentaram maior permeabilidade ao vapor d'água que filme a base de amido, e concluíram que isso pode ser devido ao efeito das diferentes composições químicas entre a farinha e o amido, principalmente no teor de proteína. Corroborando com este fato, Al-Hassan e Norziah (2012) relataram que o maior teor de proteína em filme de amido-gelatina provavelmente aumentaria a propriedade de absorção de água, em comparação com os filmes de amido, que possui menor teor de proteína.

Conforme Stoll et al. (2015), o aumento da espessura em filmes com componentes hidrofílicos promove aumento na sua permeabilidade ao vapor, uma vez que o processo de difusão de água através do mesmo é facilitado, resultado que pode ser observado neste trabalho. Além disso, uma das principais funções de um filme comestível para alimentos é muitas vezes



impedir a transferência de umidade entre os alimentos e a atmosfera circundante, de modo que a permeabilidade ao vapor d'água do filme deve ser o mais baixo possível (Wang et al., 2015).

Já a análise de solubilidade em água dos filmes comestíveis fornece informações importantes para a caracterização do filme e quanto a sua aplicabilidade na indústria alimentícia, sendo a sua composição determinante para a solubilidade em água do mesmo.

A solubilidade média dos filmes (Tabela 3), elaborados com a farinha de casca de banana nos estádios 1, 3 e 6 variou de 20,54% a 41,37%. Não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos, assim como no trabalho realizado por Arquela et al. (2019), que também desenvolveu revestimentos comestíveis com farinha de casca de banana, relataram uma variação não significativa na solubilidade entre os tratamentos, que apresentaram valores médios de 27,35% e 43,83%.

A opacidade dos filmes pode ser observada na Tabela 3, e variou de 3,40 a 6,15, valores estes referentes aos tratamentos F2 (33,34% de farinha de cascas de banana no estádio 1 + 66,66% de amido de milho) e F1 (100% amido de milho), respectivamente, e apresentando diferença estatística significava entre os tratamentos, sendo que quanto maior o valor, mais opaco será o filme. Além disso, o filme F5 (66,66% de farinha de cascas de banana no estádio 3 + 33,34% de amido de milho) apresentou resultados estatisticamente semelhantes ao tratamento F1, evidenciando a influência da farinha da casca da banana sobre essa propriedade.

Além disso, a opacidade é outra característica importante em filmes para proteção de alimentos embalados e expostos a luz visível (Sothornvit et al., 2010), uma vez que determinados produtos, principalmente alimentícios, estão suscetíveis à fotodegradação ou fotoxidação, e filmes que são levemente opacos, fornecem propriedades de barreira à luz visível e ultravioleta, responsáveis pelas perdas de nutrientes, descoloração e sabor desagradável dos alimentos (Riaz et al., 2018).

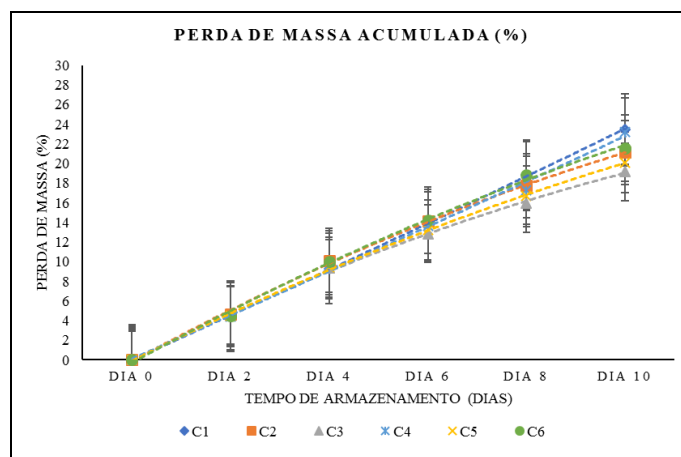
Orsuwan e Sothornvit (2017b), desenvolvendo filmes de farinha de casca da banana incorporado com nanopartículas de montmorilonita e amido de banana, observaram valores inferiores aos relatados neste trabalho, com 3,1 de opacidade para filme com farinha de banana em sua composição e 3,9 em revestimento com nanopartícula de amido, ressaltando que os filmes incorporados com a respectiva farinha podem atuar como barreira à luz quando aplicados em frutos.

## **Caracterização físico-química de frutos de banana *in natura***

### **Perda de massa**

Observou-se diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) na perda de massa (Figura 1) em frutos com os diferentes tratamentos em relação ao tempo de armazenamento, observando-se o aumento da perda de massa durante todo o período analisado, como ciclo normal da vida útil de frutos. Maiores valores de perda de massa foram observados em frutos do tratamento Controle (sem cobertura), com 23,49%, e a menor perda foi observada em frutos tratados com a cobertura formulada com 33,34% de farinha de cascas de banana no estádio 1 (C3) (19,15%) no 10º dia de armazenamento, sendo estas perdas dos tratamentos referentes as coberturas relacionadas à diferença de permeabilidade observadas nos revestimentos. Tais resultados indicam a eficiência de tal cobertura na redução de perda de massa, como uma barreira semipermeável contra oxigênio, dióxido de carbono, umidade e movimento de solutos, devido o preenchimento parcial dos estômatos e lenticelas da superfície do fruto, reduzindo dessa forma a respiração e a perda de água para a atmosfera circundante.

**Figura 1.** Perda de massa acumulada (%) dos frutos de banana da cultivar Prata Rio (controle e com coberturas) durante o período de armazenamento à 25 °C. C: Cobertura.



Fonte: Autores (2021).

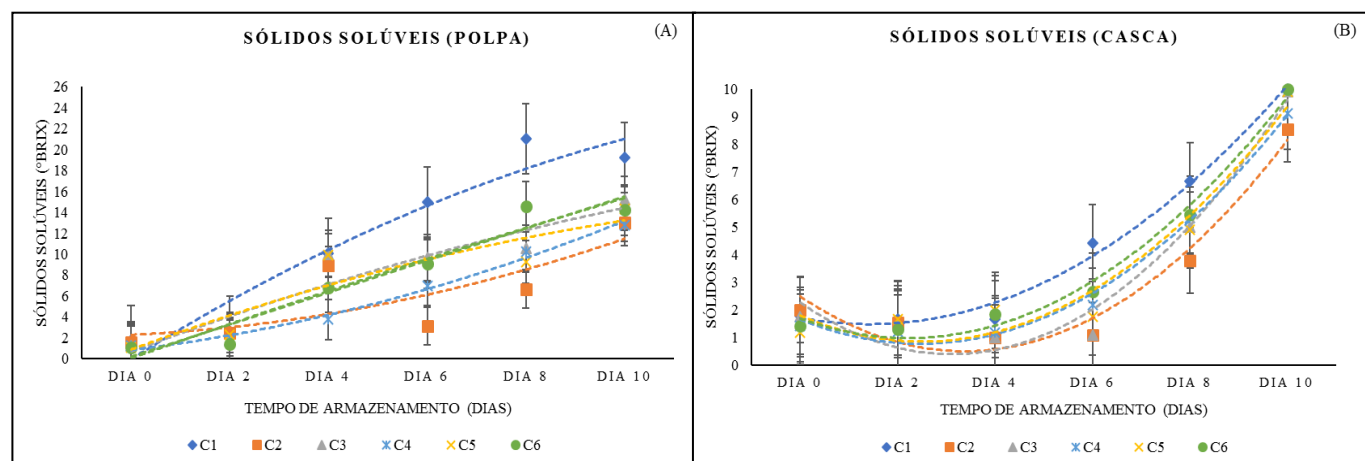
Comportamento semelhante foi relatado por Pigozzi et al. (2020), em estudo com a utilização de cobertura comestível com álcool polivinílico e amido em frutos de banana provenientes de Central de Abastecimento de Minas Gerais S/A CEASA/Minas, em que os autores relatam que todos os revestimentos influenciaram na perda de massa dos frutos, apresentando menores valores para esta característica ao final do armazenamento em relação ao tratamento controle.

Segundo Nobre et al. (2018), a perda de massa fresca é comum durante o armazenamento de frutas e hortaliças, uma vez que, ocorre o consumo de nutrientes no próprio metabolismo do produto, principalmente perda hídrica, ocasionada pela transpiração provocada pela diferença de pressão entre o produto e o meio ambiente.

### Sólidos solúveis

Os valores obtidos de sólidos solúveis (SS) presentes apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos. Para os resultados desta característica na polpa dos frutos (Figura 2A), os tratamentos C2 e C4 resultaram em retardo na síntese de sólidos solúveis (SS) e menores valores para essa característica durante o período de armazenamento estudado, sugerindo uma redução na velocidade de degradação do amido nos frutos, retardando então seu amadurecimento. Os tratamentos só apresentaram diferenças estatísticas a partir do quarto dia de armazenamento, sendo o tratamento Controle com maiores valores de teor de SS (variando de 1,76 a 19,23 °Brix). Diante disso, os tratamentos formulados com farinha de casca de banana apresentaram reduções nos teores de SS, destacando-se os tratamentos C3 (com valores médios de 1,23 a 15,23 °Brix), C5 (progredindo de 1,10 a 14,36 °Brix) e C6, que apesar dessa redução mostraram-se promissores na manutenção dessa característica, mantendo valores próximos aos que são encontrados nos frutos *in natura* da cultivar Prata Rio.

**Figura 2.** Sólidos solúveis da polpa (A) e casca (B) dos frutos de banana da cultivar Prata Rio (controle e com coberturas) durante o período de armazenamento à 25 °C. C: Cobertura.



Fonte: Autores (2021).

De acordo Chitarra e Chitarra (2005), espera-se que durante o amadurecimento ocorra aumento de SS em decorrência da transformação dos polissacarídeos insolúveis em açúcares solúveis, tal característica foi evidenciada neste estudo. Montibeller et al. (2016) também observaram o efeito no retardar do amadurecimento dos frutos de bananas da cultivar Caturra com aplicação de filmes de polímeros naturais (pectina, albúmen de ovo, carragena, gelatina, fécula de batata com glicerol, xantana e amido de milho com glicerol), e de acordo com os resultados, os sólidos solúveis totais (SS) apresentaram valores entre 16,9 a 25,1 °Brix durante o armazenamento de oito dias.

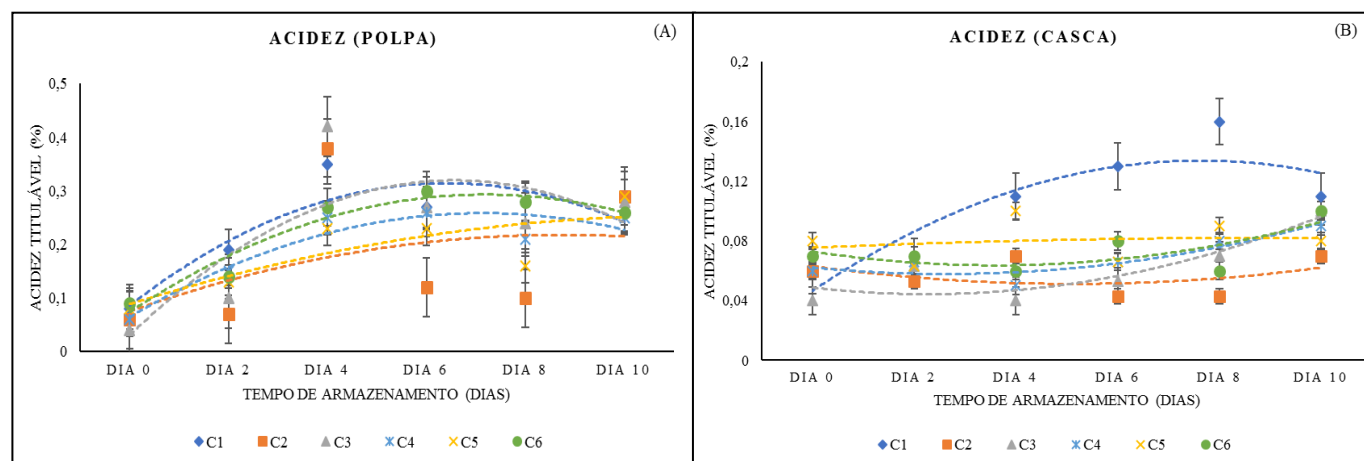
O teor de sólidos solúveis das cascas dos frutos (Figura 2B) diferiu estatisticamente entre os tratamentos apenas nos dias 6 e 8 do armazenamento. No 6º dia, todas as coberturas se mostraram eficientes no retardo da hidrólise do amido quando comparadas as amostras do tratamento Controle, enquanto que no 8º dia, as amostras com a cobertura formulada apenas de amido de milho apresentaram menores teores de sólidos solúveis (3,80 °Brix). Este resultado pode ser justificado pelo fato de que os frutos do tratamento C2 (100% amido de milho) encontravam-se visualmente no estágio 2 de maturação.

Os valores encontrados neste estudo até o sexto dia de avaliação foram inferiores ao do relatado por Silva Júnior et al. (2020), que caracterizando a casca de banana observaram sólidos solúveis totais de 5,75 °Brix, sendo menor apenas que os valores encontrados no oitavo e décimo dia de armazenamento, apresentando neste período teores máximos de 9,3 °Brix (C4) e 10 °Brix, correspondentes aos tratamentos C1 e C6, respectivamente.

### Acidez titulável

A respeito do teor de acidez da polpa (Figura 3A), obteve-se diferenças significativas entre os tratamentos apenas nos tempos de armazenamento 4, 6 e 8 dias, onde se observou um aumento da acidez em alguns tratamentos até o 6º dia, havendo uma redução aos 8 e 10 dias. No período avaliado o tratamento C2 apresentou menores teores de acidez da polpa, enquanto que os frutos do C1 (Controle) foram estatisticamente semelhantes aos tratamentos C4 e C6 em todos dos tempos de armazenamento, exceto no 4º dia. Estes resultados podem ser explicados pelo fato de que a acidez dos frutos pode diminuir ou aumentar dependendo da espécie em questão, sendo o ácido málico o principal ácido orgânico presente em frutos de banana (Turner & Fortescue, 2012).

**Figura 3.** Acidez titulável da polpa (A) e casca (B) dos frutos de banana da cultivar Prata Rio (controle e com coberturas) durante o período de armazenamento à 25 °C. C: Cobertura.



Fonte: Autores (2021).

Em trabalho realizado o objetivo de avaliar a qualidade pós-colheita de frutos de banana da cultivar Prata Anã com a utilização de revestimento a base de microalgas, Oliveira et al. (2018) observaram o mesmo comportamento de aumento dos teores de acidez entre os tratamentos em relação ao tempo de armazenamento, e que apresentaram diferença estatística apenas a partir do sexto dia de avaliação, como valores médios de 0,40 a 0,65% de ácido málico e ao final do período avaliado teores de 0,72 e 1,33% de ácido málico, superiores aos maiores resultados encontrados neste trabalho (0,38 e 0,42% de ácido málico), correspondente aos tratamentos C2 e C3, respectivamente, no quarto dia de avaliação.

Segundo Pimentel et al. (2010), os ácidos orgânicos são utilizados na respiração para a produção de energia (ATP), resultando na diminuição da acidez dos frutos, como também o próprio processo respiratório produz ácidos orgânicos que podem acumular-se no fruto, ocasionando um leve aumento da acidez dos mesmos. A variação dos dados, mesmo com a utilização das coberturas, pode ser justificada pela heterogeneidade das amostras analisadas, uma vez que o método avaliativo é o de análises destrutivas, sendo em cada tempo de armazenamento, frutos diferentes para a realização da avaliação.

Foram observadas diferenças significativas entre os teores de acidez da casca de frutos dos diferentes tratamentos aos 4, 6 e 8 dias de armazenamento (Figura 3B), assim como observado para os teores de acidez da polpa de frutos tratados. As diferenças de acidez podem ser justificadas pela aplicação de coberturas, que mantiveram os valores de acidez inferiores aos do tratamento Controle, a partir do quarto dia de armazenamento, sugerindo uma redução da atividade metabólica do fruto. Entre os tratamentos com coberturas, o C2 (100% amido de milho) apresentou menores teores de acidez da casca no 6, 8 e 10 dias, estatisticamente semelhante aos dois tratamentos com proporção de farinha de casca de banana no estágio 1 de maturação (C3 e C4), nestes mesmos períodos.

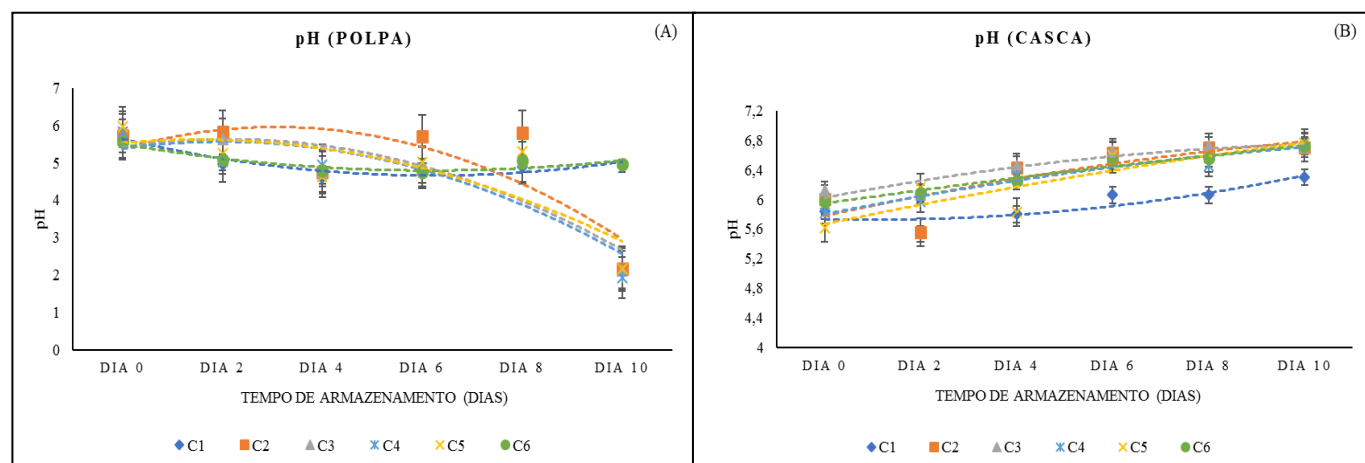
Resultados distintos foram relatados por Castilho et al. (2014), onde observaram que a casca da banana *in natura* de duas cultivares (Maçã e Prata,) apresentaram 0,63 e 0,68% de ácido málico de acidez, respectivamente, sendo os frutos avaliados no estágio verde de maturação, enquanto que no início do armazenamento deste trabalho, quando os frutos encontravam-se também no mesmo estágio de maturação, observou-se valores iniciais entre os tratamentos variando de 0,04 a 0,08% de ácido málico (0 dia) e 0,07 a 0,19% de ácido málico (2 dias).

## pH

Quanto aos teores de pH, observa-se diferença significativa para esta variável na polpa dos frutos com os diferentes tratamentos a partir do segundo dia de armazenamento (Figura 4A), com decréscimo de teores até o quarto dia para todos os

tratamentos, apresentando valores entre 5,55 a 5,96 no dia 0, correspondente ao dia de montagem do experimento e valores entre 1,92 a 4,96 no décimo dia. Além disso, os dois únicos tratamentos que apresentaram menores variações durante o período avaliado, na respectiva variável foram os tratamentos C1 (Controle) e C6 (66,66% farinha de casca de banana no estágio 6 + 33,34% amido de milho), e foram estatisticamente semelhantes, quando comparados com os demais.

**Figura 4.** Valores de pH da polpa (A) e casca (B) dos frutos de banana da cultivar Prata Rio (controle e com coberturas) durante o período de armazenamento à 25 °C. C: Cobertura.



Fonte: Autores (2021).

Este comportamento de redução do pH da polpa dos frutos avaliados corroboram com resultados observado por Sousa et al. (2018), que avaliando o efeito de diferentes revestimentos (gelatina, pectina e goma xantana) sob a conservação da banana da cultivar Prata, relatam um decréscimo desta característica no período de 12 dias de armazenamento em condições ambientais ( $24,3 \pm 5^{\circ}\text{C}$  e  $74 \pm 4\%$  U.R), apresentando médias de 4,88 a 5,08 de pH entre os tratamentos.

Durante o amadurecimento o pH pode continuar diminuindo, até mesmo na senescência, devido da acidificação da casca pela presença dos microrganismos e dos compostos excretados no meio (Neris et al., 2018).

Os resultados de pH da casca dos frutos *in natura* obtidos neste trabalho (Figura 4B) variaram de 5,53 a 6,76 entre os tratamentos, apresentando diferença estatística significativa, e um comportamento de aumento durante o armazenamento, inverso ao que foi observado no pH da polpa. O tratamento Controle apresentou menores valores de pH quando comparado com os frutos revestidos, indicando que possivelmente a cobertura fornece um caráter básico as cascas. Os valores foram distintos aos registrados no trabalho realizado por Kumar et al. (2019), em estudo avaliando as propriedades físico-químicas de farinha de banana de diferentes variedades (Grande Naine, Monthan, Saba, Nendran e Popoulu) em comparação com a farinha de trigo, onde observaram valores de pH que variaram de 5,00 a 5,78. Enquanto que Viana et al. (2017) obtiveram teores levemente inferior com relação a este parâmetro em frutos de bananas das variedades Grande Naine (5,00) e Prata-Anã (4,19).

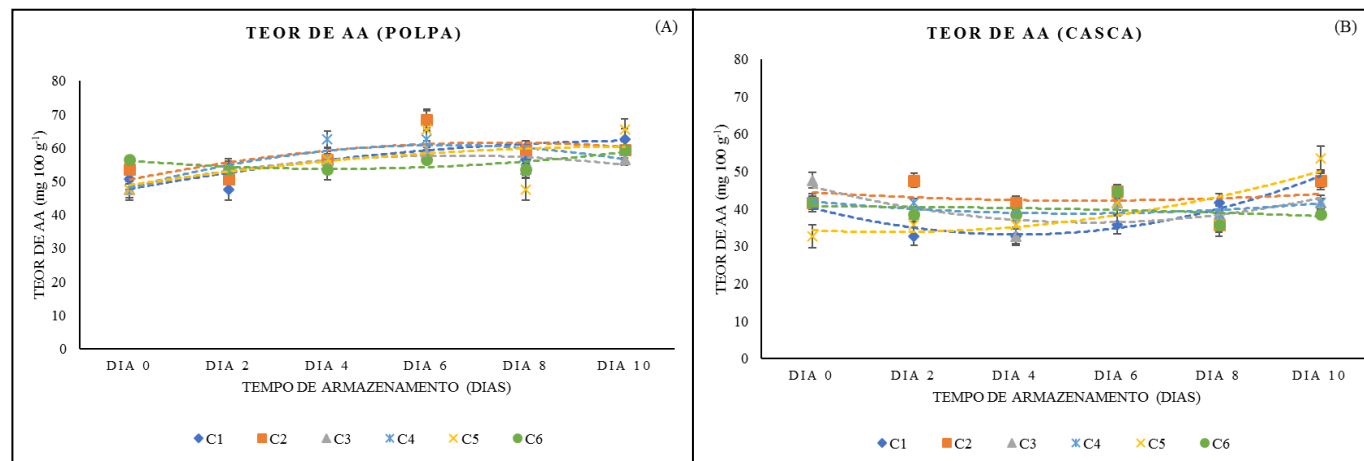
Em cobertura comestíveis, o pH atua como barreira para o crescimento de microrganismos, e essa variável está relacionada com a acidez, pois há uma tendência quando a redução ou aumento da acidez, para que haja uma elevação ou diminuição no pH, respectivamente, além disso, do ponto de vista comercial, é desejável que os frutos apresentem menor pH e maior acidez, o que representa menores riscos de deterioração do alimento (Oliveira et al., 2017).

### Teor de ácido ascórbico (AA)

Na Figura 5A encontram-se os resultados referentes ao teor de Vitamina C (ácido ascórbico) da polpa dos frutos de banana (controle e com cobertura) durante o período de armazenamento. Não foram observadas diferenças estatísticas no teor

desses compostos entre os tratamentos e em relação aos tempos avaliados, apresentando valores médios variando de 47,61 a 68,45 mg 100 g<sup>-1</sup>. Observa-se um comportamento de aumento desses teores até o sexto dia de armazenamento na polpa dos frutos avaliados, enquanto que menores teores foram observados nos períodos 0 e 2 dias de avaliação, momento no qual todos os frutos encontravam-se nos estádios 1 e 2 de maturação, respectivamente (exceto o tratamento C1 que já encontrava-se no estágio 3) e conseqüentemente, apresentaram menores valores para esta característica.

**Figura 5.** Teor de ácido ascórbico (AA) da polpa (A) e casca (B) dos frutos de banana da cultivar Prata Rio (controle e com coberturas) durante o período de armazenamento à 25 °C. C: Cobertura.



Fonte: Autores (2021).

Resultados distintos foram observados por Araújo et al. (2020), que avaliando compostos bioativos em banana Pacovan com utilização de cera de carnaúba armazenadas em diferentes temperaturas (23 °C e 13 °C) relataram um aumento nos teores de ácido ascórbico (AA) no quarto dia de armazenamento sob temperatura de 13 °C para os frutos do tratamento controle (26,4 mg 100 g<sup>-1</sup>), enquanto que os frutos que receberam o revestimento de cera de carnaúba nas concentrações de 5, 7,5, e 10% apresentaram 31,8, 30,1 e 30,2 mg 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente.

Além disso, outro fenômeno que pode estar relacionado a elevação do teor de vitamina C é a concentração promovida pela perda de massa do fruto, bem como sua redução com o processo de maturação, uma vez que os mecanismos de oxidação deste composto são utilizados como substrato para respiração nos frutos (Mathyambath et al., 2016), comportamento esse que foi observado neste estudo, uma vez que maiores teores de ácido ascórbico foram encontrados até o sexto dia de avaliação, com subsequente redução ao final do armazenamento.

Em relação ao teor de Vitamina C (ácido ascórbico - AA) na casca de frutos (Figura 5B), assim como na polpa, não observou-se diferenças entre os tratamentos, mas uma redução até o quarto dia de avaliação, com estabilidade para a maioria dos tratamentos até o oitavo dia de armazenamento, possivelmente pelo fato de que os frutos dos tratamentos com cobertura mantiveram-se no estágio verde de maturação por todo período de avaliação, levando a mudanças não significativas nos teores de ácido ascórbico na casca dos frutos. Neste experimento, foi relatado também que menores valores de AA foram encontrados na casca do que na polpa dos frutos, onde no dia 0 estes valores oscilaram entre 32,73 a 47,66 mg 100 g<sup>-1</sup> e ao décimo dia de avaliação foi observado teores de 38,68 a 53,57 mg 100 g<sup>-1</sup>.

Estes valores são próximos dos relatados por Neris et al. (2018) que realizando a caracterização de casca de banana de quatro cultivares (Maçã, Nanica, Terra e Prata) observaram que o teor de vitamina C aumentou com o amadurecimento da banana, para quase todas as variedades avaliadas, com exceção dos frutos da cultivar Nanica, que teve seu teor de ácido ascórbico reduzido no estágio de maturação verde para o de senescência. Quando no estágio verde os valores entre as



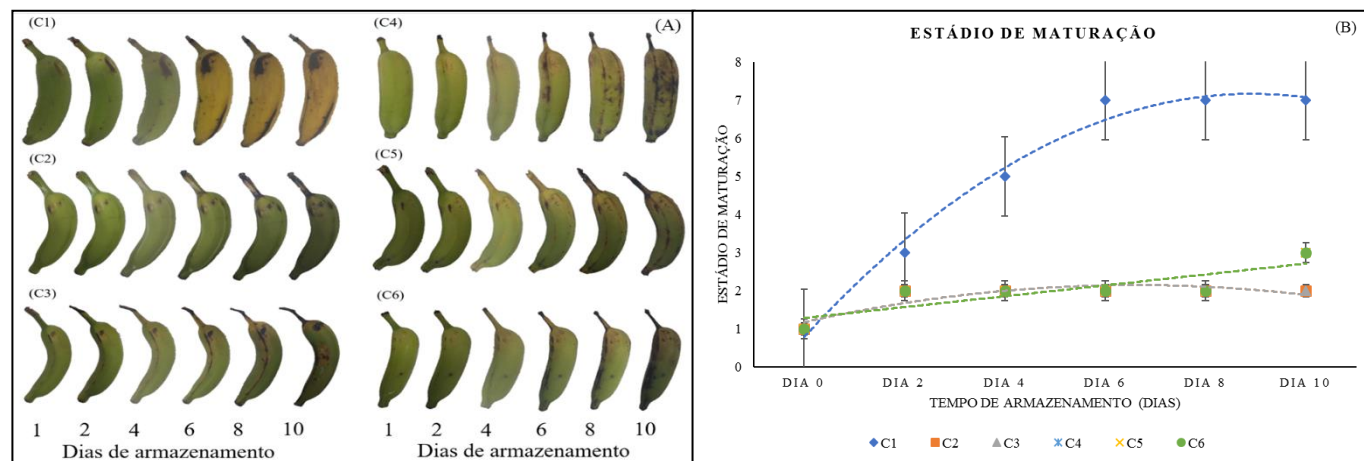
cultivares estudadas variaram de 31,72 a 35,41 mg 100 g<sup>-1</sup>, enquanto que no estágio maduro os valores registrados foram de 41,64 a 44,24 mg 100 g<sup>-1</sup>.

Um fator que pode estar relacionado ao aumento no teor de ácido ascórbico de frutos durante o amadurecimento, devido a contínua síntese e translocação da enzima D-glicose (precursora da vitamina C), que durante a maturação e a condição de armazenamento pode manter-se estável ou aumentar em resposta ao acúmulo de sólidos solúveis e açúcares redutores que estão acumulados e não foram utilizados no processo de amadurecimento dos frutos (Ferreira et al., 2010), justificando assim este comportamento de estabilidade desta característica na casca dos frutos.

### Efeito da cobertura na aparência e estágio de maturação dos frutos

Durante as avaliações deste trabalho, foi realizado o acompanhamento do amadurecimento das bananas, através da avaliação visual por meio da escala de Von Loesecke (1950), no qual constatou-se que as cascas dos frutos tratados com as coberturas mantiveram a coloração esverdeada durante os 10 dias de armazenamento (Figura 6A), semelhante ao trabalho realizado por Sarmento et al. (2015), que avaliando biofilmes de fécula de mandioca com a concentração de 3% e filme de PVC em bananas da cultivar Prata Catarina, observaram que a mudança da cor verde para amarela ocorreu apenas nos frutos do tratamento controle, enquanto que os demais tratamentos mantiveram partes verdes por mais tempo, não atingindo a mesma intensidade de coloração amarela que os frutos controle ao final do armazenamento.

**Figura 6.** Evolução de mudanças na coloração da casca (A) e estádios de maturação (B) de frutos de banana da cultivar Prata Rio (controle e com coberturas) durante o período de armazenamento à 25 °C. C: Cobertura.



Fonte: Autores (2021).

A mudança da cor verde para amarela foi mais intensa nos frutos do tratamento Controle, ou seja, a mudança do estágio de maturação foi perceptível (Figura 6B), enquanto que nos demais tratamentos, os frutos permaneceram verdes por mais tempo, mudando apenas do estágio 1 ao 3, apresentando o aparecimento de pequenas manchas amarelas nas extremidades do fruto, não atingindo a mesma intensidade de coloração amarela e grau de maturação que os frutos controle ao final do armazenamento, indicando um possível retardo no amadurecimento dos mesmos, não apresentando características visíveis que indicassem que estavam aptos para o consumo, uma vez que não atingiram o completo amadurecimento.

A não mudança de coloração da casca pode ser justificada pelo efeito da atmosfera modificada proporcionada pelas coberturas, havendo uma diminuição do nível de oxigênio (O<sub>2</sub>) e etileno, sem o consequente aumento de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) no interior dos frutos, retardando assim, a degradação de clorofila e o aparecimento da coloração amarela da casca dos mesmos (Banks, 1983; Castricini et al., 2010).

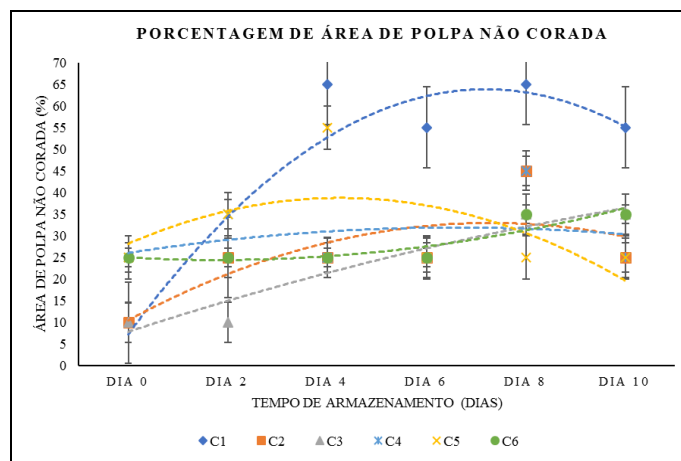
Esta observação está de acordo com relatos de Deng et al. (2017), que investigaram a ação de revestimentos aplicados sob diferentes métodos (imersão, pulverização e escovação) em banana da cultivar Cavendish e avaliaram a atividade fisiológica (via da biossíntese do etileno e CO<sub>2</sub>), e chegaram à conclusão de que alterações na composição interna dos gases dos frutos atrasaram significativamente a degradação da clorofila da banana, assim como também atrasaram a via de biossíntese de etileno (hormônio que controla o amadurecimento) e reduziram a produção de CO<sub>2</sub> do fruto.

### Determinação de presença de amido na polpa de frutos de banana

A concentração de amido na banana pode ser analisada qualitativamente por uma solução de iodo, desenvolvendo uma coloração azul/preto denotando a presença do conteúdo de amido (Thakur et al., 2019). Essa resposta ocorre devido as reações de complexação de amilose e amilopectina com o iodo, ocorrendo a formação de um compostos colorido azul/preto e vermelho-violáceo, respectivamente. Essa propriedade se deve ao fato de que a amilose possui estrutura em formato de hélice, que aprisiona o iodo no seu interior. Já a amilopectina, devido à presença de ramificações, não apresenta estrutura helicoidal, sendo a interação com o iodo menor, assim como a intensidade da coloração (Denardin & Silva, 2009; Nelson, 2014).

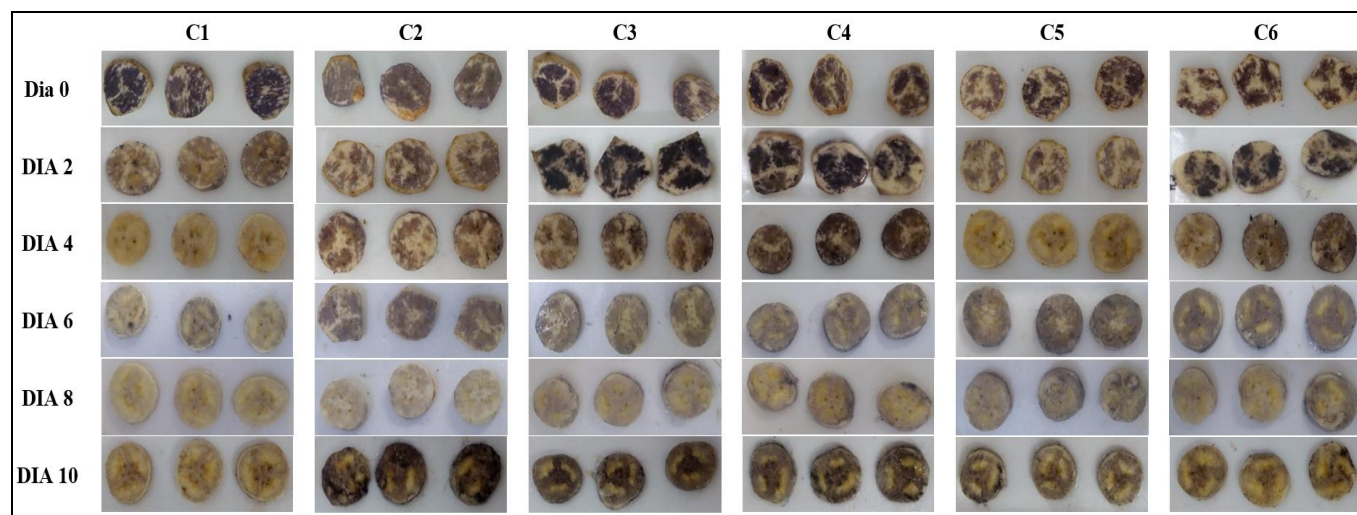
O efeito das coberturas com farinha de cascas de bananas no conteúdo de amido de polpas de banana está exposto nas Figuras 7 e 8.

**Figura 7.** Porcentagem de área de polpa não corada com solução de iodo em frutos de banana da cultivar Prata Rio (controle e com coberturas) durante o período de armazenamento à 25 °C. C: Cobertura.



Fonte: Autores (2021).

**Figura 8.** Padrão de teor de amido da polpa de frutos de banana da cultivar Prata Rio (controle e com coberturas) armazenados à 25 °C, corada com solução de iodo (% representa a área da polpa não corada). C: Cobertura.



Fonte: Autores (2021).

Neste estudo, a taxa de degradação de amido da polpa da banana foi significativamente maior nos frutos do tratamento Controle quando comparado com os demais tratamentos, sendo esta observação indicada por maiores porcentagens de área de polpa não corada com solução de iodo. Os frutos do tratamento C1 até o quarto dia de armazenamento encontravam no estágio 5 de maturação (amarelo com pontas verdes) e a polpa apresentou uma porcentagem de área não corada com mais de 65% da superfície com o interior esbranquiçado com algumas bordas azuis (Figuras 7 e 8), enquanto as amostras com cobertura estavam no estágio 2 (verde com traços amarelos) e a avaliação visual indicou que encontravam-se com 25% da superfície mais violeta escuro que esbranquiçado, exceto o tratamento C5, que apresentou 55% da superfície mais esbranquiçado que azul, o que pode ser justificado pela heterogeneidade dos frutos (Figura 8). Em relação aos demais tempos de armazenamento (6, 8 e 10 dias), o tratamento Controle manteve a porcentagem de área não corada variando entre 55% e 65%, uma vez que os frutos já tinham atingido o estágio 7 de maturação, enquanto que a polpa dos frutos com coberturas apresentaram uma variação da porcentagem de 25% a 45%, indicando que a concentração de amido dos mesmos ainda era elevada.

Estes resultados indicam que as coberturas inibiram a conversão de amido em açúcar, devido a características de barreira proporcionada pelas mesmas, uma vez que a conversão do amido para açúcar é influenciada por níveis de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>, observados durante a respiração e metabolismo de frutos. Baixos níveis de O<sub>2</sub> e altos níveis de CO<sub>2</sub> podem inibir as atividades de enzimas envolvidas na hidrólise do amido (Ali *et al.*, 2010).

Dentro do contexto da pós-colheita, a inibição ou atraso da degradação do amido é um fator muito importante e objeto de estudo na área de pesquisa, pois é um dos processos de transformação que acontece durante o amadurecimento dos frutos, assim como a síntese de sólidos solúveis. Desta forma, as coberturas formuladas produziram esse efeito em frutos de banana da cultivar Prata Rio, retardando a hidrólise do amido, o que pode significar em um aumento da vida útil dos mesmos.

#### 4. Conclusão

Os filmes comestíveis com farinhas de cascas de bananas apresentaram características aceitáveis e semelhantes a outros estudos realizados, onde as formulações F3 e F4 obtiveram menor espessura e permeabilidade ao vapor d'água que os demais tratamentos, além de ter sido demonstrado a utilização e potencial das farinhas como agente espessante.

As coberturas foram eficientes no retardo da degradação da clorofila e da hidrólise do amido em bananas, sendo a cobertura elaborada com 33,34% de farinha de cascas de banana no estágio 1 de maturação (C3) mais eficiente na redução da perda de massa, em manter a aparência externa e retardar o amadurecimento dos frutos, observado pelos teores de compostos avaliados durante o amadurecimento e armazenamento.

## Referências

- Al-Hassan, A. A., & Norziah, M. H. (2012). Starch-gelatin edible films: water vapor permeability and mechanical properties as affected by plasticizers. *Food Hydrocolloids*, 26(1), 108-117.
- Ali, A., Maqbool, M., Ramachandran, S., & Alderson, P. G. (2010). Gum arabic as a novel edible coating for enhancing shelf-life and improving postharvest quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 58(1), 42-47.
- Anyasi, T. A., Jideani, A. I. O., & Mchau, G. R. A. (2013). Functional properties and postharvest utilization of commercial and noncommercial banana cultivars. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12(5), 509-522.
- Araújo, A. K. P., Araújo, R. C., Martins, L. P., Sousa, S., Santos, A. F., & Sousa, Á. B. B. (2020). Compostos bioativos e carboidratos em banana 'Pacovan' submetida ao revestimento com cera de carnaúba. *Research, Society and Development*, 9(11), 1-15.
- Arquelau, P. B. F., Silva, V. D. M., Garcia, M. A. V. T., Araújo, R. L. B., & Fante, C. A. (2019). Characterization of edible coatings based on ripe "Prata" banana peel flour. *Food Hydrocolloids*, 89, 570-578.
- ASTM. American Society for Testing and Materials. (2016). *Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials – E96/E96M – 16*. Annual book of ASTM, Philadelphia, PA: American Society for Testing and Materials.
- Azarakhsh, N., Osman, A., Ghazali, H. M., Tan, C. P., & Adzahan, N. M. (2014). Lemongrass essential oil incorporated into alginate-based edible coating for shelf-life extension and quality retention of fresh-cut pineapple. *Postharvest Biology and Technology*, 88, 1-7.
- Azeredo, H. M. C.; Mattoso, L. H. C., Wood, D., Williams, T. G., Avena-Bustillo, R. J., & Mchugh, T. H. (2009). Nanocomposite edible films from mango puree reinforced with cellulose nanofibers. *Journal of Food Science*, 74(5), 31-36.
- Azeredo, H. M. C., Miranda, K. W. E., Ribeiro, H. L., Rosa, M. F., & Nascimento, D. M. (2012). Nanoreinforced alginate-acerola puree coatings on acerola fruits. *Journal of Food Engineering*, 113(4), 505-510.
- Azeredo, H. M. C., Morrugares-Carmona, R., Wellner, N., Cross, K., Bajka, B., & Waldron, K. W. (2016). Development of pectin film with pomegranate juice and citric acid. *Food Chemistry*, 198, 101-106.
- Banks, N. H. (1983). Evaluation of methods for determining internal gases in banana fruit. *Journal of Experimental Botany*, 34(144), 871-879.
- Batista, A. G., Oliveira, B. A., Oliveira, M. A., Guedes, T. J., Silva, D. F., & Pinto, N. A. V. D. (2013). Parâmetro de qualidade de polpas de frutas congeladas: uma abordagem para produção do agronegócio familiar no Alto Vale do Jequitinhonha. *Tecnologia e Ciência Agropecuária*, 7(4), 49-54.
- Blankenship, S. M., Ellsworth, D. D., & Powell, R. L. (1993). A ripening index for banana fruit based on starch content. *Horttechnology*, 3(3), 338-339.
- Borges, I. V., Cavalcanti, L. S., Figueirêdo Neto, A., Almeida, J. R. G. S., Rolim, L. A., & Lima, M. A. G. (2016). Aplicação de revestimento com extratos de jurema preta no controle de antracnose em frutos de manga. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 17(2), 205-216.
- Carvalho, A. V., Seccadio, L. L., Mourão Júnior, M., & Nascimento, W. M. O. (2011). Qualidade pós-colheita de cultivares de bananeira do grupo 'maçã', na região de Belém - PA. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33(4), 1095-1102.
- Carvalho, V. S., & Conti-Silva, A. C. (2018). Cereal bars produced with banana peel flour: evaluation of acceptability and sensory profile. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(1), 134-139.
- Castilho, L. G., Alcantara, B. M., & Clemente, E. (2014). Desenvolvimento e análise físico-química da farinha da casca, da casca *in natura* e da polpa de banana verde das cultivares Maçã e Prata. *E-xacta*, 7(2), 107-114.
- Castricini, A., Coneglian, R. C. C., & Vasconcellos, M. A. S. (2010). Qualidade e amadurecimento de mamões 'Golden' revestidos por película de fécula de mandioca. *Revista trópica: Ciências Agrárias e Biológicas*, 4(1), 32-42.
- Chitarra, M. I. F., & Chitarra, A. B. (2005). *Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio*. (2a ed.), ESAL; FAEPE, 783 p.
- Dantas, E. A., Costa, S. S., Cruz, L. S., Bramont, W. B., Costa, A. S., Padilha, F. F., Druzian, J. I., & Machado, B. A. S. (2015). Caracterização e avaliação das propriedades antioxidantes de filmes biodegradáveis incorporados com polpas de frutas tropicais. *Ciência Rural*, 45(1), 142-8.

- Denardin, C. C., & Silva, L. P. (2009). Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. *Ciência Rural*, 39, 945-954.
- Deng, Z., Jung, J., Simonsen, J., & Zhao, Y. (2017). Cellulose nanomaterials emulsion coatings for controlling physiological activity, modifying surface morphology, and enhancing storability of postharvest bananas (*Musa acuminata*). *Food Chemistry*, 232, 359-368, 2017.
- Emaga, T. H., Andrianaivo, R. H., Wathelet, B., Tchango, J. T., & Paquot, M. (2007). Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels. *Food Chemistry*, 103(2), 590-600.
- Fachinello, J. C., Pasa, M. S., Schmitz, J. D., & Betemps, D. L. (2011). Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33(1), 109-120.
- Fai, A. E. C., Souza, M. R. A., Barros, S. T., Bruno, N. V., Ferreira, M. S. L., & Gonçalves, É. C. B. A. (2016). Development and evaluation of biodegradable films and coatings obtained from fruit and vegetable residues applied to fresh-cut carrot (*Daucus carota* L.). *Postharvest Biology and Technology*, 112, 194-204.
- Fakhouri, F. M., Fontes, L. C. B., Gonçalves, P. V. M., Milanez, C. R., Steel, C. J., & Collares-Queiroz, F. P. (2007). Filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatina na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 27(2), 369-375.
- Farias, R. P., Silva, W. P., Magalhães, H. L. F., Lima, W. M. P. B., Gomez, R. S., Lima, E. S., Silva, S. K. B. M., & Lima, A. G. B. (2020). Estudo teórico e experimental da secagem de banana inteira em estufa. *Research, Society and Development*, 9(11), e56991110093.
- Farina, V., Passafiume, R., Tinebra, I., Palazzolo, E., & Sortino, G. (2020). Use of Aloe Vera Gel-Based Edible Coating with Natural Anti-Browning and Anti-Oxidant Additives to Improve Post-Harvest Quality of Fresh-Cut "Fuji" Apple. *Agronomy-Basel*, 10(4), 18.
- FDA. Food and Drug Administration. (2015). *Generally Recognized as Safe (GRAS)*, Silver Spring. <<http://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/GRAS/default.htm>>.
- Ferreira, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. (2011). *Ciência e Agrotecnologia*, 35(6), 1039-1042.
- Ferreira, S. M. R., Freitas, R. J. S., Karkle, E. N. L., Quadros, D. A., Tullio, L. T., & Lima, J. J. (2010). Qualidade do tomate de mesa cultivado nos sistemas convencional e orgânico. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30(1), 224-230.
- Instituto Adolfo Lutz. (2008). *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de Alimentos*. (4a ed.), Instituto Adolfo Lutz, 1020 p.
- Kadzińska, J., Janowicz, M., Kalisz, S., Bryś, J., & Lenart, A. (2019). An overview of fruit and vegetable edible packaging materials. *Packaging Technology and Science*, 32(10), 483-495.
- Kist, B. B., Santos, C. E., Carvalho, C., & Beling, R. R. (2019). *Anuário brasileiro de horti&fruti 2019*. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 96 p.: il.
- Kumar, P. S., Saravanan, A., Sheeba, N., & Uma, S. (2019). Structural, functional characterization and physicochemical properties of green banana flour from dessert and plantain bananas (*Musa* spp.). *LWT - Food Science and Technology*, 116, 108524-108536.
- Liporacci, J. S. N., Mali, S., & Grossmann, M. V. E. (2005). Efeito do método de extração na composição química e nas propriedades funcionais do amido de inhame (*Dioscorea alata*). *Semina: Ciências Agrárias*, 26(3), 345-352.
- Madanipour, S., Alimohammadi, M., Rezaie, S., Nabizadeh, R., Khaniki, G. J., Hadi, M., Yousefi, M., Bidgoli, S. M., & Yousefzadeh, S. (2019). Influence of postharvest application of chitosan combined with ethanolic extract of liquorice on shelflife of apple fruit. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 17(1), 331-336.
- Mahajan, P. V., Caleb, O. J., Singh, Z., Watkins, C. B., & Geyer, M. (2014). Postharvest treatments of fresh produce. *Philosophical Transactions of The Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 372(2017), 1-19.
- Maringgal, B., Hashim, N., Tawakkal, I., Mohamed, M. T. M., Hamzah, M. H., Ali, M. M., & Razak, M. F. H. A. (2020). Kinetics of quality changes in papayas (*Carica papaya* L.) coated with Malaysian stingless bee honey. *Scientia Horticulturae*, 267, 109321-109332.
- Martelli, M. R., Barros, T. T., & Assis, O. B. G. (2014). Filmes de polpa de banana produzidos por batelada: propriedades mecânicas e coloração. *Polímeros Ciência e Tecnologia*, 24(1), 137-142.
- Martelli, M. R., Barros, T. T., Moura, M. R., Mattoso, L. H. C., & Assis, O. B. G. (2013). Effect of chitosan nanoparticles and pectin content on mechanical properties and water vapor permeability of banana puree films. *Journal of Food Science*, 78(1), 98-104.
- Matheyambath, A. C., Padmanabhan, P., & Paliyath, G. (2016). Citrus Fruits. In: Caballero, B., Figlas, P. M., & Toldrá, F. *Encyclopedia of Food and Health*, Elsevier, 136-140.



- Montibeller, M. J., Zapparoli, F. B., Oliveira, B. G., Pietrowski, G. A. M., & Almeida, D. M. (2016). Efeito de filmes de polímeros naturais na conservação de banana cv. Caturra (*Musa paradisiaca* L.). *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 8(1), 11-19.
- Nelson, D. L. (2014). *Princípios de bioquímica de Lehninger*. (6a ed.), Artmed, 1250 p.
- Neris, T. S., Silva, S. S., Loss, R. A., Carvalho, J. W. P., & Guedes, S. F. (2018). Avaliação físico-química da casca da banana (*Musa* spp.) *in natura* e desidratada em diferentes estádios de maturação. *Ciência e Sustentabilidade*, 4(1), 5-21.
- Nobre, R. C. G., Lucena, E. M. P., Gomes, J. P., Araújo, D. R., & Quirino, D. J. G. (2018). Postharvest quality of bananas Prata-anã and Nanica after application of exogenous ethylene in maturation. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 40(5), 904-915.
- Oliveira Neto, J. O., Oliveira, E. N. A., Feitosa, B. F., Germano, A. M. L. O., & Feitosa, R. M. (2018). Aproveitamento da casca de banana na elaboração de doce tipo mariola. *Científica*, 46(3), 199-206.
- Oliveira, Á. M. F., Araújo, R. H. C. R., Teodosio, A. E. M. M., Lima, J. F., Freitas, E. F. Q., Santos, J. J. F., Santos, B. G. F. L., Onias, E. A., Rodrigues, M. H. B. S., & Alves, K. A. (2018). Postharvest Quality of 'Prata Anã' Bananas Treated with Microalgae Coating. *Journal Of Experimental Agriculture International*, 27(2), 1-11.
- Oliveira, D. A. S. B., Müller, P. S., Franco, T. S., Kotovicz, V., & Waszczynskij, N. (2015). Avaliação da qualidade de pão com adição de farinha e purê da banana verde. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 37(3), 699-707.
- Oliveira, E. S., Viana, F. M. P., & Martins, M. V. V. (2016). Alternativas a fungicidas sintéticos no controle da antracnose da banana. *Summa Phytopathologica*, 42(4), 340-350.
- Oliveira, L. M., Rodrigue, M. H. B. S., Bomfim, M. P., Sousa, V. F. O., Trigueiro, R. W. P., & Melo, E. N. (2017). Uso de coberturas comestíveis a base de fécula de mandioca associado à refrigeração na qualidade pós-colheita de goiaba paluma. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 12(3), 540-546.
- Orsuwan, A., & Sothornvit, R. (2017a). Effect of banana and plasticizer types on mechanical, water barrier, and heat sealability of plasticized banana-based films. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(1), 13380-13388.
- Orsuwan, A., & Sothornvit, R. (2017b). Development and characterization of banana flour film incorporated with montmorillonite and banana starch nanoparticles. *Carbohydrate Polymers*, 174, 235-242.
- Panahirad, S., Naghshband-Hassani, R., & Mahna, N. (2020). Pectin-based edible coating preserves antioxidative capacity of plum fruit during shelf life. *Food Science and Technology International*, 26(7), 583-592.
- Pelissari, F. M., Andrade-Mahecha, M. M., Sobral, P. J. A., & Menegalli, F. C. (2013). Comparative study on the properties of flour and starch films of plantain bananas (*Musa paradisiaca*). *Food Hydrocolloids*, 30(2), 681-690.
- Pereira, A., & Maraschin, M. (2015). Banana (*Musa* spp.) from peel to pulp: Ethnopharmacology, source of bioactive compounds and its relevance for human health. *Journal of Ethnopharmacology*, 160, 149-163.
- Pigozzi, M. T., Mendes, F. Q., Caldas, J. N., Oliveira, I. R. N., Moraes, A. R. F., Eufrazio Filho, F. A. S., Sousa, L. A. T., & Silva, I. B. (2020). Qualidade pós-colheita de banana revestida com álcool polivinílico e amido. *Brazilian Journal of Development*, 6(10), 74637-74648.
- Pimentel, R. M. A., Guimarães, F. N., Santos, V. M., & Resende, J. C. F. (2010). Qualidade pós-colheita dos genótipos de banana PA 42-44 e Prata-Anã cultivados no norte de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32(2), 407-413.
- Prill, M. A. S., Neves, L. C., Tosin, J. M., & Chagas, E. A. (2012). Atmosfera modificada e controle de etileno para bananas 'Prata-Anã' cultivadas na Amazônia setentrional brasileira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 34(4) 990-1003.
- Riaz, A., Lei, S., Akhtar, H. M. S., Wan, P., Chen, D., Jabbar, S., Abid, M., Hashim, M. M., & Zeng, X. (2018). Preparation and characterization of chitosan-based antimicrobial active food packaging film incorporated with apple peel polyphenols. *International Journal of Biological Macromolecules*, 114, 547-555.
- Rosa, C. I. L. F., Moribe, A. M., Yamamoto, L. Y., & Sperandio, D. (2018). Pós-colheita e comercialização. In: Brandão Filho, J. U. T., Freitas, P. S. L., Berian, L. O. S., & Goto, R. *Hortaliças-fruto*. Maringá: EDUEM, p. 489-526.
- Sarmento, J. D. A., Morais, P. L. D., Almeida, M. L. B., Silva, G. G., Rocha, R. H. C., & Miranda, M. R. A. (2015). Qualidade pós-colheita da banana 'Prata Catarina' submetida a diferentes danos mecânicos e armazenamento refrigerado. *Ciência Rural*, 45(11), 1946-1952.
- Silva Júnior, J. F., Santiago, Â. M., Galdino, P. O., Santos, N. C., Barros, S. L., Marsiglia, W. I. M. L., & Almeida, R. L. J. (2020). Aplicação da desidratação osmoconvectiva para o aproveitamento tecnológico da casca de banana. *Research, Society and Development*, 9(1), 1-20.
- Sothornvit, R., Hong, S. I., An, D. J., & Rhim, J. W. (2010). Effect of clay content on the physical and antimicrobial properties of whey protein isolate/organo-clay composite films. *LWT: Food Science and Technology*, 43(2), 279-284.
- Sousa, S. F., Feitosa, R. M., & Figueirêdo, R. M. F. (2018). Aplicação de diferentes revestimentos na conservação pós-colheita da banana cv. Prata. *Nativa*, 6(6), 563-568.
- Stoll, L., Costa, T. M. H., Jablonski, A., Flôres, S. H., & Rios, A. O. (2015). Microencapsulation of Anthocyanins with Different Wall Materials and Its Application in Active Biodegradable Films. *Food and Bioprocess Technology*, 9(1), 172-181.
- Strohecker, R., & Henning, H. M. (1967). *Análises de vitaminas: métodos comprovados*. Paz Montalvo, 428p.



Szeremeta, J. S., Siguel, G.; Amaral, J. G., Nascimento, R. F., & Canteri, M. H. G. (2019). Farinhas de banana: desenvolvimento do produto e sua caracterização físico-química e funcional. *Revista Tecnológica*, 27(1), 1-10.

Thakur, R., Pristijono, P., Bowyer, M., Singh, S. P., Scarlett, C. J., Stathopoulos, C. E., & Vuong, Q. V. (2019). A starch edible surface coating delays banana fruit ripening. *LWT - Food Science and Technology*, 100, 341-347.

Thakur, R., Pristijono, P., Golding, J. B.; Stathopoulos, C. E., Scarlett, C., Bowyer, M.; Singh, S. P., & Vuong, Q. V. (2017). Effect of starch physiology, gelatinization, and retrogradation on the attributes of rice starch- $\kappa$ -carrageenan film. *Starch - Stärke*, 70(1), 1700099-17000109.

Turner, D. W., & Fortescue, J. A. (2012). Bananas (*Musa* spp.). *Crop Post-Harvest: Science and Technology*, 24-42.

Tzoumaki, M. V., Biliaderis, C. G., & Vasilakakis, M. (2009). Impact of edible coatings and packaging on quality of white asparagus (*Asparagus officinalis* L.) during cold storage. *Food Chemistry*, 117(1), 55-63.

Vargas, B. C., Monsore, R. M. C., Silva, P. I., & Junqueira, M. S. (2012). Composição físico-química de farinha de casca e de polpa de banana verde. In: *XVI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e XII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação*, Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos.

Viana, E. S., Reis, R. C., Sena, L. O., Santos Júnior, M. B., & Silva, P. N. R. (2017). Produção de bananas-passa com frutos de variedades melhoradas e avaliação da qualidade físico-química e sensorial. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 35(1), 1-10.

Von Loesecke, H. (1950). *Bananas*. (2a ed.), InterScience.

Wang, Q., Tian, F., Feng, Z., Fan, X., Pan, Z., & Zhou, J. (2015). Antioxidant activity and physicochemical properties of chitosan films incorporated with *Lycium barbarum* fruit extract for active food packaging. *International Journal of Food Science & Technology*, 50(2), 458-464.