



## ADIÇÃO DE BIOPRESERVADORES NA SÍNTESE DE BIOFILME DE AMIDO DE MANDIOCA PARA CONSERVAÇÃO DE BANANA 'PRATA'

Sérgio Thode Filho<sup>\*a</sup>, Emanuele Nunes de Lima Figueiredo Jorge<sup>b</sup>, Kamilly da Fonseca Nicomedes<sup>b</sup>, Franklin Parrini Sampaio<sup>a</sup>, Ricardo Schmitz Ongaratto<sup>a</sup>, Fernando Gomes de Souza Júnior<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Departamento de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PCTA/IFRJ), Rua Senador Furtado, 121, Rio de Janeiro, Brasil.

<sup>b</sup>Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro - IFRJ – Campus Duque de Caxias - Laboratório de Desenvolvimento de Soluções Tecnológicas, av. República do Paraguai, 120, Duque de Caxias, Rio de Janeiro, Brazil.

<sup>c</sup>Instituto de Macromoléculas: Professora Eloisa Mano, Centro de Tecnologia, Cidade Universitária, av. Horácio Macedo, 2030, bloco J. Universidade Federal de Rio de Janeiro, Brasil. Programa de Engenharia da Nanotecnologia, COPPE, Centro de Tecnologia, Cidade Universitária, av. Horácio Macedo, 2030, bloco I. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.

### RESUMO

O presente trabalho objetivou avaliar o uso do biofilme a base de amido de mandioca com adição de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum* L.) e casca de canela (*Cinnamomum zeylanicum* Breym) na manutenção da qualidade e vida de prateleira de banana cultivar Prata em temperatura ambiente. Previamente, preparou-se o extrato aquoso e o tratamento experimentado foi de 2,6% amido de mandioca (m/v) + 4 g de gelatina + 500 mL do extrato. Inicialmente, procedeu-se à gelatinização do amido até aproximadamente 85 °C sob agitação constante por 25 min. Acrescentou-se a gelatina diluída em 20 mL de água e adicionou-se a partir de 70 °C, por gotejamento. Na sequência, utilizou-se a banana para aplicação do biofilme e avaliou-se os parâmetros de perda de massa fresca, pH e sólidos solúveis totais. Observou-se portanto, a eficiência do biofilme de amido de mandioca com adição de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum* L.) e casca de canela (*Cinnamomum zeylanicum* Breym) para reduzir a taxa de escurecimento enzimático e aumentar a vida útil de prateleira de bananas (*Musa* Subgrupo Prata).

**Palavras-chave:** Biofilme, Cravo-da-Índia, Casca de Canela, Escurecimento Enzimático, Redução de Perdas.



## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a banana (*Musa spp.*) se destaca, não só por ser a mais difundida, mas também por ser a mais consumida por todas as classes sociais (FAO, 2015).

Apesar de haver muitas possibilidades de processamento para frutas, cada vez mais se procura utilizar métodos que alterem menos as características físico-químicas e sensoriais desses alimentos. Uma das formas de preservar as características originais de frutas e legumes e aumentar a vida de prateleira é aplicar o processamento mínimo. Frutas e vegetais minimamente processados são aqueles que passam apenas por alterações físicas, mantendo seu estado de frescor, incluindo operações como seleção, lavagem, sanitização, descascamento, corte, centrifugação, embalagem, armazenamento de congelamento (FONTES et al., 2008).

Apesar de garantir um alimento mais próximo ao *in natura*, o processamento mínimo ainda carece de uma vida de prateleira mais longa. Existem, no entanto, algumas possibilidades de tratamentos brandos que podem aumentar a vida útil de vegetais e frutas minimamente processados. Dentre elas, pode-se destacar a utilização de coberturas comestíveis ou biofilmes. Estes mostram-se eficientes quando não alteram os atributos físico-químicos do alimento recoberto (BATISTA et al., 2007).

Um estudo sobre a avaliação sensorial de bananas (*Musa* Subgrupo Prata) recobertas com biofilme de amido de mandioca com adição de gelatina, revelou que o material reduziu o escurecimento enzimático, aumentou o tempo de vida útil e, na opinião dos provadores, não influenciou na aparência, cor, aroma, sabor, textura, doçura e firmeza do fruto, além da aparência global (JORGE et al., 2021).

Na busca pelo desenvolvimento de materiais mais sustentáveis, diversos trabalhos com biofilmes de amido de mandioca com adição de diferentes substâncias têm sido desenvolvidos (STEPTO, 2003; VEIGA-SANTOS et al., 2008; LU et al., 2009).



Diversos estudos sobre a aplicação de óleos essenciais, extratos e componentes de especiarias e outras plantas aromáticas tem sido utilizados como biopreservadores alternativos. Neste sentido, o extrato de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum* L.) e casca de canela (*Cinnamomum zeylanicum* Breym) apresentaram atividade fungistática sobre diversas espécies de fungos, tais como: de *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Colletotrichum* sp., *Fusarium solani*, *Cercospora kikuchii* e *Phomopsis* sp., apresentando-se como uma promissora alternativa no controle dos mesmos (VENTUROSOSO et al., 2011). O presente trabalho objetivou avaliar o uso do biofilme a base de amido de mandioca com adição de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum* L.) e casca de canela (*Cinnamomum zeylanicum* Breym) na manutenção da qualidade e vida de prateleira de banana 'Prata' em temperatura ambiente.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 PREPARAÇÃO DA SOLUÇÃO FILMOGÊNICA

A solução filmogênica foi elaborada utilizando a técnica de *casting*, segundo (SOUZA et al., 2011), com adaptações. Previamente, para a preparação do extrato, pesou-se 3 g de cravo da índia (*Syzygium aromaticum* L.) e casca de canela (*Cinnamomum zeylanicum* Breym), adquiridos comercialmente. Na sequência, adicionou-se 500 mL de água destilada que ficou em repouso durante 24hs. Adicionalmente, foram utilizados 2,6% amido de mandioca (m/v) + 4 g de gelatina + 500 mL do extrato aquoso. Inicialmente, procedeu-se à gelatinização do amido até aproximadamente 85 °C sob agitação constante por 25 min. Acrescentou-se a gelatina diluída em 20 mL de água, a partir de 70 °C, por gotejamento. Em seguida, o material foi colocado em um recipiente de vidro para esfriar à temperatura ambiente.

## 2.2 APLICAÇÃO DO BIOFILME EM FRUTAS

Com o objetivo de avaliar as propriedades protetoras do biofilme, foi utilizado o tratamento com biofilme (grupo teste), além de um grupo controle. Adotou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado com três repetições. A fruta escolhida para o recobrimento foi a banana (*Musa* Subgrupo Prata), tendo em vista o fato de ser uma fruta climatérica. As mesmas foram selecionadas por formato, cor e grau de maturação, sem danos ou presença de podridão, todas de uma mesma penca, adquiridas em um supermercado do Méier/RJ. As frutas foram higienizadas por meio de imersão, durante cinco minutos, em solução de hipoclorito de sódio (NaClO) a 2%, seguida de enxágue por imersão em água corrente antes do processamento (RODRIGUES et al., 2011). Adicionalmente, as frutas foram imersas na solução filmogênica durante 1 minuto e suspensas para posterior secagem em ambiente (Figura 1).

**Figura 1.** Aplicação da solução filmogênica por imersão durante 1 minuto por banana (*Musa* Subgrupo Prata)





### 2.3 PERDA DE MASSA FRESCA

A perda de massa fresca foi obtida pela diferença entre o peso inicial dos frutos e após cada intervalo de tempo (3, 6, 9 e 12 dias), com os resultados expressos em porcentagem (DOS SANTOS et al., 2011).

### 2.4 pH E SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS

Após o final de doze dias de aplicação do biofilme, avaliou-se o pH e o °Brix das frutas. Para medida de pH, 10 g de amostra foram maceradas com 90 g de água destilada em liquidificador. O sobrenadante da pasta obtida foi utilizado para leitura direta em medidor multiparâmetro digital AKSO Combo 5 (LUTZ, 1985). O teor de sólidos solúveis totais foi determinado utilizando-se refratômetro portátil, modelo RCZ, com leitura na faixa de 0 a 32 °Brix, após extrair uma amostra da polpa da região central de cada fruto, sendo o resultado expresso em °Brix (MARTINS et al., 2007; DOS SANTOS et al., 2011).

### 2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As médias das variáveis obtidas foram comparadas usando o teste de Tukey a 5% de probabilidade usando o programa SigmaPlot 12,5.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

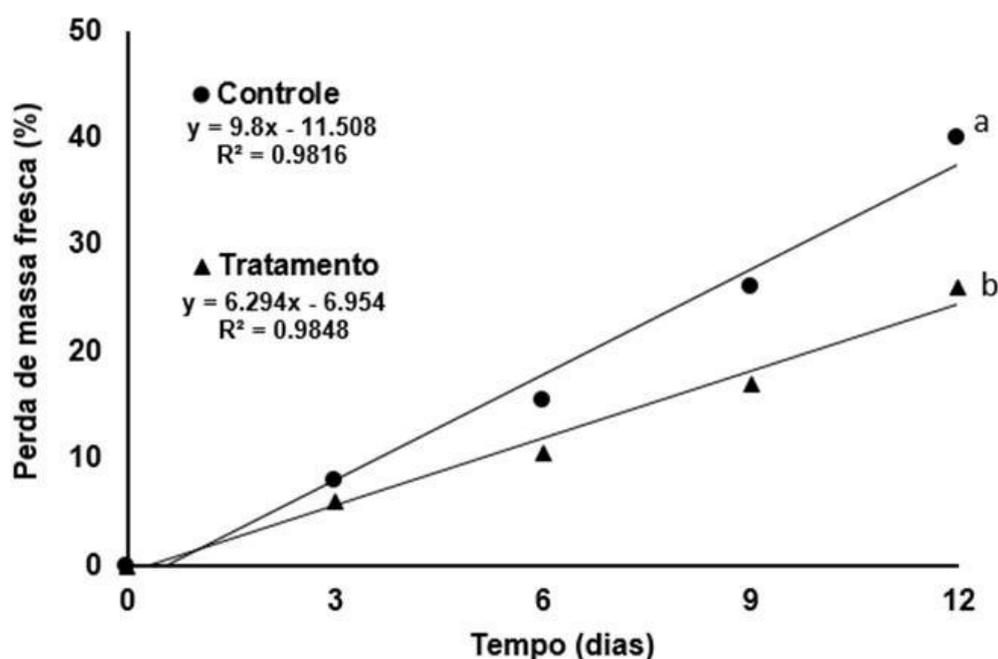
O biofilme sintetizado pela técnica *casting* apresentou bom aspecto visual, transparência homogeneidade e flexibilidade.

Os valores médios da perda de massa fresca em função do tempo estão apresentados no gráfico 1. Ao final do período de análise, o grupo controle apresentou perda de 40%, seguido do grupo teste com 26%. Foram encontradas diferenças significativas entre o grupo controle e teste. Verifica-se portanto, que o biofilme



produzido com biopreservadores é semipermeável, permitindo que os frutos continuem respirando e perdendo umidade ao longo do processo de amadurecimento. Portanto, a perda de massa ocorre pela saída na forma de vapor de água para o meio (ASSIS et al., 2014), assim os resultados obtidos demonstraram que o biofilme protege os frutos ao minimizar a perda de água pela transpiração, evitando o encolhimento e o murchamento da fruta como indicativo natural do amadurecimento. (THODE FILHO et al., 2021) observaram resultados semelhantes com biofilme de mandioca sem adição de ingredientes antifúngicos.

**Gráfico 1.** Perda de massa fresca em função do biofilme de amido de mandioca durante 12 dias de experimento.



(●) Controle; (▲) Tratamento (2,6% amido de mandioca (m/v) + 4 g de gelatina + 500 mL de extrato). Os valores médios seguidos da mesma letra minúscula não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observou-se que as amostras tratadas com o biofilme apresentaram melhor aspecto visual e foram as que apresentaram menor perda de massa fresca durante o período de análise (Figura 2). Em apenas uma das réplicas do grupo controle foi

observada a presença de colônia de fungos, ainda que em tamanho menor. Nas outras réplicas, não foram percebidas colônias de fungo, mofos ou bolores (Figura 2). No entanto, observou-se abolorcimento em todas as réplicas do grupo controle. Estes fungos filamentosos, no entanto, podem causar graves problemas por contaminar os alimentos, causando a aceleração da sua deterioração, reduzindo seu valor nutricional e alterando suas qualidades sensoriais (RAVEN et al., 2001). Sugere-se portanto, que a ação antifúngica do cravo da índia (*Syzygium aromaticum* L.) e da casca de canela (*Cinnamomum zeylanicum* Breym) inibiram a formação dessas colônias, pelo menos em 2/3 do grupo teste. A aplicação do biofilme com adição desses ingredientes ativos, foi eficiente por permitir a redução do contato do fruto com o oxigênio do ar, retardar o escurecimento enzimático e formar uma barreira física eficiente para perda de água mais gradual. Sugerindo assim, uma ação parcial desses ingredientes como biopreservadores do fruto, proporcionando também, a redução da exsudação, garantindo a qualidade dos frutos por mais tempo (JACOBS et al., 2020).

**Figura 2.** Aplicação de biofilme em bananas (*Musa* Subgrupo Prata) durante 12 dias de experimento.





(A) Grupo de controle; (B) Tratamento (2,6% amido de mandioca (m/v) + 4 g de gelatina + 500 mL do extrato), (●) Presença de colônias de fungo, mofo ou bolores.  
Os valores médios do pH e sólidos solúveis totais estão apresentados na Tabela 1.

Os valores encontrados para o pH foi de 5.1 para o grupo controle e 5.0 para o grupo teste. Foram encontradas diferenças significativas entre os grupos controle e teste. O decréscimo do pH ao longo do amadurecimento é esperado por estar associado ao acúmulo de açúcar e de constituintes ácidos durante o amadurecimento dos frutos. Como os açúcares solúveis são precursores dos ácidos orgânicos, com predominância na banana, do ácido málico, o seu acúmulo acarreta diminuição do pH ao longo do amadurecimento (NASCIMENTO JUNIOR et al., 2008).

**Tabela 1.** Resultado de pH e sólidos solúveis totais

<b>Tratamentos</b>	<b>pH</b>	<b>Sólidos solúveis totais (°Brix)</b>
Controle	5.1 <sup>a</sup>	23.4 <sup>a</sup>
Teste	5.0 <sup>b</sup>	22.1 <sup>b</sup>

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O °Brix variou de 22.1 a 23.4 °Brix (Tabela 1). Os resultados encontrados no grupo controle foram mais elevados do que o grupo teste. Ao longo do amadurecimento do fruto ocorre a conversão do amido em açúcares, proporcionando um aumento do teor de sólidos solúveis (MATSUURA et al., 2001). Os sólidos solúveis em banana (*Musa* sp.), oscilam de 19,72 a 22,36 °Brix para o fruto maduro (MARTINS et al., 2007). Verifica-se, portanto, que o biofilme cumpriu a função na formação de uma barreira protetora, sem prejudicar o teor de açúcares da fruta. Neste sentido,



percebe-se que os valores encontrados estão dentro dos aceitáveis para um fruto maduro e em bom estado para consumo. Os resultados relatados por (THODE-FILHO et al., 2021) corroboram com os do presente estudo, onde foram observados resultados semelhantes para os parâmetros de pH e sólidos solúveis totais. Adicionalmente, ressalta-se, que vários fatores estão relacionados com o teor de sólidos solúveis, dentre eles, o estado de maturação, condições edafoclimáticas nas quais o fruto foi produzido, condições de amadurecimento artificial e armazenamento (DE SOUZA et al., 2005). Foram encontradas diferenças significativas entre os grupos controle e teste.

#### **4. AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem aos pequenos produtores rurais da Associação do Vale do Rio Sahy em Mangaratiba, RJ.

#### **5. CONCLUSÃO**

Este estudo revelou a eficiência do biofilme de amido de mandioca com adição de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum* L.) e casca de canela (*Cinnamomum zeylanicum* Breym) para reduzir a taxa de escurecimento enzimático e aumentar a vida útil de prateleira de bananas (*Musa* Subgrupo Prata). Recomenda-se avaliar a ação de cada um desses ingredientes em separado e em maior proporção.



## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, Odilio Benedito Garrido; BRITTO, Douglas de. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, p. 87-97, 2014.

BATISTA, Patrício F. et al. Utilização de filmes plásticos e comestíveis na conservação pós-colheita de melão amarelo. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 4, p. 572-576, 2007.

DE SOUZA, Pahlevi A. et al. Conservação pós-colheita de berinjela com revestimentos de fécula de mandioca ou filme de PVC. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 235-239, 2009.

DOS SANTOS, Ana Elisa Oliveira et al. Influência de biofilmes de fécula de mandioca e amido de milho na qualidade pós-colheita de mangas Tommy Atkins. **Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2011.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The state of food security in the World 2015**. Available in: <<http://goo.gl/RX14zT>>. accessed in: 21 out. 2021.

FONTES, Luciana Cristina Brigatto et al. Conservação de maçã minimamente processada com o uso de películas comestíveis. **Food Science and Technology**, v. 28, p. 872-880, 2008.

JACOBS, Vanessa et al. Produção e caracterização de biofilmes de amido incorporados com polpa de acerola. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, v. 21, n. 3, p. 107-119, 2020.

JORGE, Emanuele Nunes de Lima Figueiredo et al. AVALIAÇÃO SENSORIAL DE BANANA 'PRATA' A PARTIR DA APLICAÇÃO DE BIOFILME COMESTÍVEL DE AMIDO DE MANDIOCA. **Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente**, v. 2, n. 6, p. 13-22, 2021.

LU, D. R.; XIAO, C. M.; XU, S. J. Starch-based completely biodegradable polymer materials. **Express polymer letters**, v. 3, n. 6, p. 366-375, 2009.

LUTZ, Adolfo. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, v. 2, 1985.

MARTINS, Ramilo Nogueira et al. Armazenamento refrigerado de banana 'Prata Anã' proveniente de cachos com 16, 18 e 20 semanas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 1423-1429, 2007.

MATSUURA, FERNANDO CÉSAR AKIRA URBANO et al. Avaliações físico-químicas em frutos de diferentes genótipos de acerola (*Malpighia puniceifolia* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, p. 602-606, 2001.



NASCIMENTO JUNIOR, Baraquizio Braga do et al. Diferenças entre bananas de cultivares Prata e Nanicão ao longo do amadurecimento: características físico-químicas e compostos voláteis. **Food Science and Technology**, v. 28, p. 649-658, 2008.

RAVEN, P. H.; EICHHORN, S. E.; EVERT, R. F. *Biologia Vegetal* - 6ª Edição. **Guanabara Koogan**. Rio de Janeiro. 2001.

RODRIGUES, Diandra Graciela et al. Avaliação de Dois Métodos de Higienização Alimentar. **Saúde e Pesquisa**, v. 4, n. 3, 2011.

SOUZA, Carolina O. et al. Mango and acerola pulps as antioxidant additives in cassava starch bio-based film. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, n. 6, p. 2248-2254, 2011.

STEPTO, R. F. T. The processing of starch as a thermoplastic. In: **Macromolecular Symposia**. Weinheim: WILEY-VCH Verlag, 2003. p. 203-212.

THODE-FILHO, SÉRGIO; Jorge, emanuele nunes de lima figueiredo et al. Assessment of cassava starch biofilm in the quality and shelf life of banana 'prata'. **Brazilian Journal of Experimental Design, Data Analysis and Inferential Statistics**, v. 1, p. 186-193, 2021.

VEIGA-SANTOS, P. et al. Evaluation of optical microscopy efficacy in evaluating cassava starch biofilms microstructure. **LWT-Food Science and Technology**, v. 41, n. 8, p. 1506-1513, 2008.

VENTUROSOSO, L. dos R. et al. Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o desenvolvimento de fitopatógenos. **Summa Phytopathologica**, v. 37, p. 18-23, 2011.