

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BIOFILMES A BASE DE PECTINA E TAPIOCA

Brenno L. C. de Souza¹, Judy M. C. S. da Silva¹, Thiago M. Aversa¹, Letícia C. L. de Abreu¹,
Queli A. R. de Almeida¹

¹ Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – Campus Duque de Caxias, CEP 25050-100, Brasil
breninholucas74@gmail.com, judyymaria@gmail.com, Thiago.aversa@ifrj.edu.br, leticia.abreu@ifrj.edu.br,
queli.passos@ifrj.edu.br

Palavras-Chave: Embalagens, Bioplástico, Meio Ambiente

Introdução

O uso intensivo de embalagens plásticas convencionais, derivadas majoritariamente de polímeros sintéticos oriundos do petróleo, representa um dos principais desafios ambientais da atualidade. Sua ampla aplicação, aliada à baixa taxa de reciclagem e à lenta degradação no ambiente, contribui significativamente para a poluição dos solos, dos ecossistemas aquáticos e para o acúmulo de resíduos em aterros sanitários e oceanos (Geyer *et al.*, 2017).

Estima-se que, desde a década de 1950, mais de 8,3 bilhões de toneladas de plásticos foram produzidas, das quais apenas cerca de 9% foram recicladas (Geyer *et al.*, 2017), evidenciando a urgência em se buscar alternativas ambientalmente responsáveis. Diante desse cenário, cresce o interesse científico e tecnológico por materiais biodegradáveis capazes de substituir os plásticos convencionais em aplicações como embalagens.

Os biofilmes poliméricos, desenvolvidos a partir de fontes renováveis como o amido e a pectina, surgem como alternativas promissoras devido à sua biodegradabilidade, baixo custo, abundância e propriedades funcionais (Brito *et al.*, 2011). O amido, proveniente de diversas fontes vegetais, possui boa capacidade de formação de filmes, enquanto a pectina, um polissacarídeo presente nas paredes celulares de frutas, contribui com características como flexibilidade e resistência mecânica (Fernandes, 2017).

O desenvolvimento de biofilmes à base de amido e pectina representa, portanto, uma estratégia promissora para mitigar os impactos ambientais das embalagens plásticas, ao mesmo tempo em que agrega valor a resíduos agroindustriais e promove uma economia circular. O objetivo deste trabalho é a produção de filmes à base de pectina e tapioca para embalagens alimentícias com características biodegradáveis e não tóxicas e a caracterização desses filmes quanto a umidade, absorção de água e degradação.

Material e Métodos

Os filmes biodegradáveis foram produzidos com tapioca comercial e pectina, com adição de uma solução de ácido cítrico e glicerol como plastificante. Na tabela 1 encontram-se a formulação para a fabricação dos filmes biodegradáveis.

Primeiramente, uma mistura de pectina/tapioca foi preparada em 80mL de água e foi adicionado uma solução aquosa de ácido cítrico. Essa mistura foi aquecida a 80°C e mantida sob agitação constante por 20 min para evitar aglomeração e 0,5mL de glicerol então foi adicionado como plastificante. A mistura final foi transferida para o banho ultrassônico por 10

minutos para remoção das bolhas de ar e por fim adicionada a um tapete de silicone para promover a evaporação de água em temperatura ambiente por 24h.

Tabela 1: Formulação para fabricação dos filmes biodegradáveis

Pectina e Tapioca	Pectina (g)	Tapioca (g)
100:0	10	-
70:30	7	3
50:50	5	5
30:70	3	7
0:100	-	10

Os filmes secos foram analisados quanto a sua espessura, umidade, absorção de água, degradação em solo e testados quanto a sua eficácia para embalagens de frutas.

Resultados e Discussão

Os biofilmes apresentaram boa processabilidade, manipulação e homogeneidade. Quanto a espessura, um micrômetro foi utilizado com resolução de 0-25 mm da marca COSA. Foram medidos dez lugares aleatórios para cada amostra. A ampla faixa de espessura encontrada se deve a concentração e processamento dos filmes (Barizão *et al.*, 2020) e variou de 0,24 a 0,58mm, conforme apresentado na tabela 2, onde constata-se que a adição de tapioca influí na espessura dos biofilmes.

Tabela 2: Espessura dos filmes

Pectina e Tapioca	Variação em mm
100:0	0,24-0,26
70:30	0,31-0,36
50:50	0,44-0,48
30:70	0,51-0,54
0:100	0,56-0,58

A umidade foi medida de acordo com Farhan e Hani (2017), onde três pedaços de filme foram cortados em diferentes posições de cada amostra com dimensões de 2cm x 2cm. As amostras foram colocadas em placas de Petri e condicionados a 103 °C em estufa por 24h e após esse tempo condicionadas em dessecador e pesadas. O teor de umidade foi mensurado através da equação 1 e os resultados se encontram na tabela 3.

Eq. 1: Teor de umidade (%) = $(M_0 - M_f / M_0) \times 100$, onde M_0 e M_f correspondem à massa inicial e final, respectivamente.

Tabela 3: Teor de umidade dos biofilmes

Pectina e Tapioca	Umidade (%)
100:0	24%
70:30	23%
50:50	22%
30:70	20%
0:100	20%

Em relação a umidade, os filmes com diferentes concentrações de tapioca e pectina não apresentaram diferença significativa. Resultados semelhantes de umidade foram encontrados por Farhan e Hani (2017).

Para o teste de absorção de água três pedaços com dimensões de 2cm x 2cm foram cortadas em três locais diferentes de cada biofilme, pesadas e colocados em bêcheres contendo 30mL de água deionizada em diferentes tempos, variando de 5 a 60min conforme mostra a tabela 4. Em cada tempo determinado a amostra era retirada da água, seca levemente em papel de filtro e pesada. O procedimento foi realizado até a última pesagem possível da amostra, já que após um determinado período ela se transforma em um aspecto de “gosma” e se desfaz em pequenos pedaços no meio aquoso.

Tabela 4: Tempo máximo de absorção de água dos biofilmes

Pectina e Tapioca	Tempo máximo (min)
100:0	15
70:30	20
50:50	40
30:70	45
0:100	60

As amostras com maior teor de tapioca foram os biofilmes que resistem a mais tempo em meio aquoso, já a amostra de filme padrão (100:0), que são os filmes somente à base de pectina, solubilizou-se completamente na água em menos de 20min. Batista e Grosso (2005) citam em seu trabalho que os polissacarídeos são altamente hidrofilicos, característica altamente desejável em algumas aplicações, como no uso em produtos semi-prontos preparados, onde a embalagem irá se desintegrar totalmente ao entrar em contato com a água.

Em relação a degradação em solo, todas as amostras obtiveram resultados muito satisfatórios, onde desaparecem por completo em solo em torno de 15 dias.

O uso de biofilmes como embalagem alimentar foi testado em tomates cereja, avaliando-se sua conservação por 10 dias à temperatura ambiente (Figura 1). Em 10 dias foi possível observar que os tomates cerejas acondicionados com os biofilmes de 100% de pectina, 70% de pectina e 50% de pectina ainda não apresentavam sinais de rugosidade na sua superfície e sua polpa era mais firme do que os tomates não acondicionados com nenhum material ou com plástico filme convencional (Figura 2). Isso pode se explicar devido à característica do biofilme de possuir uma melhor propriedade de barreira ao oxigênio, mesmo quando comparados ao filme comercial de PVC, que consequentemente faz com que diminua a taxa de respiração dos frutos e retarde seu processo de envelhecimento (Maia *et al.*, 2000). Vale ressaltar que o biofilme contendo apenas tapioca em sua formulação possui aspecto mais rígido e não é eficiente na embalagem de alimentos.

FIGURA 1: Tomates cereja sem proteção, em plástico filme PVC, em biofilme pectina, em biofilme pectina e tapioca 1:1 e em biofilme pectina e tapioca 7:3 – dia 1



Fonte: Autores

FIGURA 2: Tomates após 10 dias em temperatura ambiente



Fonte: Autores

Conclusões

A obtenção de filmes biodegradáveis é uma maneira de substituir aos plásticos de origem fóssil. Os filmes produzidos apresentaram boas propriedades físico-químicas, tendo baixa espessura, umidade não muito variável em relação a sua composição e menor solubilidade em água, quando se tem maior teor de tapioca em sua formulação.

A resistência mecânica dos filmes está sendo verificada a fim de se observar se a concentração da tapioca vai resultar num aumento ou diminuição nas propriedades mecânicas dos filmes. Os resultados indicaram ainda elevada biodegradabilidade em solo, e apresentaram características promissoras para aplicação como materiais de embalagem alimentar. Estudos complementares estão em andamento com o objetivo de explorar ainda o potencial desses filmes para aplicações farmacológicas via desintegração oral e cutânea.

O aproveitamento de insumos de origem renovável e de baixo custo fortalece a perspectiva de implementação desses materiais em uma lógica de economia circular, contribuindo para a redução do impacto ambiental causado pelo descarte inadequado de plásticos derivados do petróleo.

Dessa forma, os resultados obtidos reafirmam a relevância de pesquisas voltadas ao desenvolvimento de materiais biodegradáveis, apontando os filmes à base de pectina e tapioca como alternativas promissoras para o setor de embalagens alimentícias. Futuras investigações podem ampliar este estudo, explorando melhorias nas propriedades mecânicas e de barreira dos filmes, bem como sua aplicabilidade em escala industrial.

Agradecimentos

CNPq, IFRJ e UFRJ.

Referências

BARIZÃO, C. L. de. Biodegradable films based on commercial κ -carrageenan and cassava starch to achieve low production costs. **International Journal Of Biological Macromolecules**. v. 165, p. 582-590, dez. 2020.

BRITO, G. F.; AGRAWAL, P.; ARAÚJO, E. M.; MÉLO, T. J. A. Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v.6, p.127-139, 2011.

FARHAN, A.; HANI, N. M. Characterization of edible packaging films based on semi-refined kappa-carrageenan plasticized with glycerol and sorbitol. **Food Hydrocolloids**, v. 64, p. 48-58, 2017.

FERNANDES, F. P. **Desenvolvimento e caracterização de filmes e comprimidos bucais a base de pectina e goma gelana para liberação tópica de triancinolona**. Universidade de São Paulo, 2017.

GEYER, R.; JAMBECK, J. R.; LAW, K.L. Production, use, and fate of all plastics ever made. **Science Advances**, v. 3, p. 13-32, 2017.

MAIA, L. H.; PORTE, A.; SOUZA, V. F de. Filmes Comestíveis: aspectos gerais, propriedades de barreira a umidade e oxigênio. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**. Curitiba, PR. v. 18, n. 1. 2000.