

## Estudo da incorporação de aditivos alimentares em filmes poliméricos

Study of the incorporation of food additives into polymeric films

Estudio de la incorporación de aditivos alimentarios en películas poliméricas

Recebido: 22/03/2023 | Revisado: 29/04/2023 | Aceitado: 08/12/2023 | Publicado: 10/12/2023

**Maria de Fátima Santos Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0593-1561>  
Instituto Federal do Triângulo Mineiro, Brasil  
E-mail: fatima-santos1@hotmail.com

**Flávio Caldeira Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6892-3117>  
Instituto Federal do Triângulo Mineiro, Brasil  
E-mail: flaviocaldeira@iftm.edu.br

### Resumo

As embalagens têm como função primordial proteger o alimento e garantir a sua integridade e propriedades durante todo o processo comercial, nesta linha o presente artigo é uma revisão bibliográfica que surge a partir da necessidade de entendimento da aplicação dos aditivos alimentares em filmes poliméricos como alternativas sustentáveis para a diminuição de geração de resíduos, e melhoramento da conservação e durabilidade dos alimentos. Foi realizado o levantamento dos estudos anteriores da temática tendo como principais descobertas que o amido é o principal aditivo alimentar utilizado e que outros aditivos são combinados a este buscando aumentar as vantagens e características dos filmes. O avanço dos estudos dos filmes poliméricos tende a proporcionar grandes benefícios a população mundial no que se refere ao consumo consciente de baixo desperdício e menor geração de resíduos sólidos descartados na natureza.

**Palavras-chave:** Filmes poliméricos; Membranas sintéticas; Biofilmes; Embalagens inteligentes.

### Abstract

Packaging serves its primary function to protect food and ensure its integrity and properties throughout the entire commercial process. In this context, the present article is a literature review that arises from the need to understand the application of food additives in polymeric films as sustainable alternatives to reduce waste generation and enhance food preservation and durability. A review of previous studies on the subject revealed that starch is the primary food additive used, and other additives are combined with it to enhance the advantages and characteristics of the films. The advancement of polymeric film studies is expected to bring significant benefits to the global population in terms of promoting conscious consumption, reducing waste, and minimizing the generation of solid waste disposed of in nature.

**Keywords:** Polymeric films; Synthetic membranes; Biofilms; Smart packaging.

### Resumen

El propósito principal de los envases es proteger los alimentos y garantizar su integridad y propiedades a lo largo de todo el proceso comercial. En este contexto, el presente artículo es una revisión bibliográfica que surge de la necesidad de comprender la aplicación de aditivos alimentarios en películas poliméricas como alternativas sostenibles para reducir la generación de residuos y mejorar la conservación y durabilidad de los alimentos. Se llevó a cabo una revisión de estudios previos sobre el tema, revelando que el almidón es el aditivo alimentario principal utilizado y que otros aditivos se combinan con él para potenciar las ventajas y características de las películas. El avance en los estudios de películas poliméricas tiende a brindar importantes beneficios a la población mundial en lo que respecta al consumo consciente, la reducción de residuos y la minimización de la generación de residuos sólidos desechados en la naturaleza.

**Palabras clave:** Películas poliméricas; Membranas sintéticas; Biofilmes; Envases inteligentes.

## 1. Introdução

Embalagens inteligentes é uma tecnologia que está em estudo para garantir a qualidade, aumentar a segurança dos alimentos e a vida útil de prateleira. Frente ao aumento populacional mundial, percebe-se a gradual necessidade do desenvolvimento de materiais que compõem às embalagens alimentícias que propiciam maior durabilidade e conservação,

principalmente dos alimentos in natura (Vicentino et al., 2011).

Os estudos de Ferreira (2012) e Carvalho et al. (2017), mostram que as embalagens ativas possuem função antimicrobiana, inibe as reações da superfície dos alimentos, criando barreiras para que a microbiota dos alimentos não sofra alterações, podendo ser usada para prevenir a oxidação dos alimentos preservando sua qualidade nutricional.

Sob a perspectiva sustentável, especialmente voltada à geração de resíduos sólidos que potencializam a poluição do meio ambiente, Henrique et al. (2008) relatam que os biofilmes se destacam como uma alternativa eficaz para a produção de materiais biodegradáveis, assumindo a postura de uma ferramenta de controle a este problema global.

De acordo com Lucena et al. (2017) e Xu et al. (2005), o biofilme pode ser definido como uma fina membrana elaborada através de substâncias naturais, que substituem os atuais materiais sintéticos utilizados a fim de instaurar barreiras protetoras que potencializem a vida útil dos alimentos.

A adoção de novos processos que utilizam as membranas sintéticas como barreira seletiva datam no início da década de 1970 (Habert et al., 2006), portanto, o presente estudo justifica-se pela necessidade da realização de um levantamento bibliográfico que confirme a eficácia de contribuição dos filmes poliméricos como fator aliado na conservação dos alimentos.

Nesse sentido, conhecer e compreender, analisar criticamente os resultados obtidos com a utilização dos biofilmes através de estudos realizados anteriormente denotam o objetivo deste referido trabalho.

## 2. Metodologia

Através de uma abordagem qualitativa o referido estudo de revisão bibliográfica originou-se a partir da pesquisa sistemática, no qual a revisão integrativa, descrita por Souza et al. (2010), é a mais ampla abordagem metodológica dentre as revisões, que recorre aos dados da literatura teórica e empírica e/ou combinado com estudos experimentais. E neste estudo, realizada utilizando bancos de dados nacionais e internacionais, impressos e disponíveis na internet por meio eletrônico (destacando-se o *Google Scholar* e a *SciELO*), contemplando trabalhos acadêmicos, artigos científicos, publicações em periódicos e livros-texto especializados e publicados até o ano de 2021 Foram utilizadas as bibliografias que apresentaram maior interesse e relação com o estudo, sem exclusão de trabalhos por ano de publicação. As palavras chaves utilizadas foram: “biofilmes”, “filmes poliméricos”, “membranas sintéticas” e “embalagens inteligentes”.

## 3. Resultados e Discussão

Ao investigar a literatura pertinente à temática filme poliméricos, percebe-se que os estudos obtiveram maior alavancagem nos últimos anos, no que tange à números de publicações relativas a este campo de estudo. Fato este corroborado por Campagner et al. (2014), ao estudar biofilmes produzidos a partir de amido e lignossulfonatos, expõem que, a preocupação com o meio ambiente tem aumentado nos últimos anos, já que as embalagens de polímeros convencionais apresentam uma longa degradação natural.

Nesta mesma linha de pensamento, Castanho e Paiva (2019) denotam que a escassez de recursos fósseis e as crescentes preocupações ambientais, favorecem o interesse em utilização dos biopolímeros. Estes autores se propuseram a analisar os filmes poliméricos de amido de milho incorporando o bagaço de cevada e como resultados dos ensaios revelaram que o bagaço de cevada utilizado atuou como um agente de reforço, contribuindo para a elevação dos valores de resistência mecânica à tração dos biocompósitos.

Relacionados à amido, são numerosos os estudos que abordam este aditivo alimentício na produção dos filmes poliméricos. Amaral et al. (2019) apresentou no 15º Congresso Brasileiro de Polímeros seu trabalho sobre o amido de mandioca na conservação de conservação de alimentos, demonstrou que é de extrema importante avaliar a espessura,

solubilidade em água e teor de umidade na produção destas membranas, tendo em vista que as membranas podem absorver umidade dos alimentos, fato positivo que aumentaria a proteção e conservação do alimento ou em casos opostos colaborar com a proliferação microbiana. Reforçando esta temática de solubilidade, Brandelero e Brandelero (2017) afirmam que ao adicionar a cera de carnaúba aos filmes de amido e quitosana, eles ficaram mais solúveis e propiciando assim prejuízos estruturais ao biofilme, facilitando a permeação da água.

Ainda concernente às características mecânicas dos filmes, Moura et al. (2014) sugerem que os aditivos de canela e pectina oferecem grande potencial para serem aplicados como embalagens de alimentos, sendo observadas reduções na solubilidade e aumento nas propriedades mecânicas dos filmes.

Outro estudo que explora o amido de milho foi desenvolvido por Krein et al. (2019), explicando que os filmes poliméricos desenvolvidos a partir de gelatina bovina apresentam menor variação da massa quando expostos à uma variação de temperatura com relação aos de amido, importante análise visto que o entendimento efetivo da estabilidade térmica dos componentes dos filmes podem favorecer grandemente com o propósito da conservação alimentícia. Investigando desta vez a utilização da palha do milho para a produção de filmes, Ribeiro et al. (2021) demonstraram ser viável esta aplicação reforçando apenas que deve ser levantada previamente as necessidades para cada produto a ser embalado e da sua destinação.

Vicentino (2011) seguindo a aplicação de amido, agora para armazenamento de uvas, caracteriza esta tecnologia viável, pois além de diminuir as perdas, também evita a utilização de embalagens não biodegradáveis, que são prejudiciais ao meio ambiente. No mesmo sentido, Villadiego et al. (2005) anos antes, já declarava que mesmo improvável a substituição das embalagens sintéticas tradicionais pelos filmes comestíveis, as pesquisas deste tema são necessárias e ajudaram a diminuir milhões de toneladas de resíduos sólidos gerados pela população mundial.

Sob uma perspectiva de inovação tecnológica, Brito et al. (2019) investigaram a utilização de nanopartículas de prata incorporadas às embalagens ativas, tendo como principal resultado que filmes nanoestruturados inibiram o crescimento e a reprodução de células bacterianas durante os estágios iniciais, sendo assim um material que pode contribuir significativamente para a segurança e qualidade dos alimentos. Neste mesmo ano, porém, com uma abordagem voltada para as frutas, Conzatti et al. (2019) em sua pesquisa elucidaram o alto potencial de utilização de resíduos de uva tinta na produção de filmes, pois apresentaram uma elevada capacidade antioxidante e teor de polifenóis, ou seja, possuem função protetora contra insetos e radiações.

Com relação à aditivos oleosos, o estudo de Fernandes et al. (2017) investigou as movimentações moleculares dos filmes poliméricos a base de óleo de palma, popularmente conhecido como azeite de dendê, em diferentes temperaturas e espaços de tempo, concluindo que estes permanecem com suas estruturas mais rígidas em temperaturas negativas. Diante da mesma perspectiva das características mecânicas dos filmes, no estudo de Jesus et al. (2021) foi apresentado que os filmes produzidos com pectina extraída do mesocarpo externo do pequi apresentaram características mecânicas inferiores às produzidas com pectina cítrica comercial, destacando-se assim a seriedade com que deve ser tratada a escolha de qual aditivo será melhor empregado na elaboração dos filmes.

Por sua vez, ao analisar as propriedades da quitosana e cúrcuma longa, Santos et al. (2021) na formulação dos filmes, observou-se que estes aditivos contribuíram para a melhora das propriedades físicas, mecânicas e de barreiras, além de torná-lo mais hidrofóbico, podendo ser utilizados como embalagens comestíveis de alto desempenho. Sob a mesma perspectiva analítica de dois aditivos, desta vez, o extrato de jurema preta e de cajueiro, Silva et al. (2021) notou-se que ambos possuem capacidades antioxidantes e atividade antimicrobiana em proporções distintas, mas que se caracterizam como potenciais aditivos para embalagens ativas alimentícias.

O estudo de Xavier et al. (2020) também analisou a aplicabilidade da quitosana, porém, alinhada aos aditivos de fécula de mandioca e cera de carnaúba, o qual obteve como marco principal que resultados sugerem que a incorporação de cera e quitosana melhoraram as propriedades dos filmes para a aplicação pretendida de conservação em grau alimentício.

Conforme exposto por Teixeira, Soares e Stringheta (2021), o processo de estudo e produção das embalagens inteligentes está estruturado e controlado conforme demanda atual dos consumidores, haja vista que estes adotaram cada vez mais uma postura crítica e alerta relacionadas à segurança e à qualidade dos alimentos comercializados.

Objetivando consolidar o fichamento dos estudos elencados no presente estudo que realizaram pesquisa experimental em ordem cronológica, a Tabela 1, apresentada abaixo demonstra os componentes alimentícios abordados pelos estudiosos.

**Tabela 1** - Relação dos compostos alimentícios utilizados na produção dos filmes poliméricos dos estudos utilizados.

Ano da Publicação	Aditivo Alimentar	Autor(es)
2005	Quitosana e Amido de Milho	Xu et. al
2008	Amido de Mandioca	Henrique, Cereda e Sarmiento
2011	Amido de Mandioca	Vicentino et. al
2014	Amido de Milho e Lignossulfonatos	Campagner et. al
2014	Canela e Pectina	Moura et. al
2017	Acetato de celulose e Curcumina	Carvalho et. al
2017	Quitosana, Amido de Milho e Carnaúba	Brandelero e Brandeleiro
2017	Óleo de Palma (Azeite de Dendê)	Fernandes et. al
2017	Xilana e Xilana Gelatinosa	Lucena et. al
2019	Amido de Milho e Bagaço de Cevada	Castanho e Paiva
2019	Amido de Mandioca	Amaral et. al
2019	Amido de Milho e Gelatina	Krein et. al
2019	Nanopartículas de Prata	Brito et. al
2019	Casca e Bagaço de Uva Tinta	Conzatti et. al
2020	Fécula, Quitosana e Carnaúba	Xavier et. al
2021	Palha de Milho	Ribeiro et. al
2021	Mesocarpo do Pequi	Jesus et. al
2021	Carboximetilcelulose, Quitosana e Cúrcuma	Santos et. al
2021	Jurema Preta e Cajueiro	Silva et. al

Fonte: Elaborado pelos autores.

É perceptível que em virtude de sua abundância na natureza e facilidade de acesso, o amido refere-se ao aditivo de maior amplitude de investigações e estudos relacionado ao tema de desenvolvimento dos filmes poliméricos. A simplificada manipulação, o baixo investimento, comestibilidade e sua originação por fontes renováveis são outros fatores contribuintes para o foco dos estudos com amido, tendo como diferenciais os estudiosos que buscam combinar outros aditivos para que as vantagens sejam maximizadas e as desvantagens reduzidas.

#### 4. Considerações Finais

Filmes poliméricos incorporados de aditivos alimentares e conhecidamente como embalagens inteligentes são aquelas que surgem através da necessidade do aprimoramento da relação de comunicação e interface com o consumidor final, visto que esta é a responsável por fornecer a informação real sobre a qualidade e durabilidade do produto.

Diante o cenário atual de maior procura por ferramentas que mantenham ou melhores as características sensoriais, textura e propriedades dos alimentos perecíveis, as embalagens inteligentes formuladas a partir de aditivos alimentícios assumem um papel fundamental como barreiras conservadoras dos alimentos durante transporte, estocagem e manipulação. Neste sentido o presente estudo denota a grande predominância majoritária do amido como o aditivo alimentar com maior predominância de estudos e eficácia frente à relação custo-benefício.

Com a evolução cronológica fica evidente também o avanço dos estudos, nos últimos três anos de pesquisa novos aditivos alimentares estão sendo aplicados aos polímeros, em destaque a aplicação de aditivos frutíferos. Essa abertura de novas abordagens na produção dos filmes poliméricos é de grande valia para o campo de estudo, visto que a partir das pesquisas os novos hábitos de consumo podem ser nutridos e a queda no desperdício alimentício mundial tendem a ser melhorados.

A qualidade de vida mundial está intimamente relacionada com a conservação da natureza e do planeta em que habitamos, seguindo esta linha de pensamento a exploração dos filmes poliméricos e a elaboração das embalagens inteligentes devem ser estimuladas gradualmente de modo que seja aumentada a segurança e qualidade dos alimentos que consumimos, bem como visando a redução significativa da produção exorbitante de resíduos não biodegradáveis gerados na atualidade.

## Referências

- Amaral, D. P., Hoffmann, T. G., Oliveira, J. T., Angioletti, B.L., Barbieri, M. R., Carvalho, L. F., Bertoli, S. L., & Souza, C.K. (2019) Material Biodegradável à Base de Amido de Mandioca (Manihot Esculenta) Para Aplicação na Conservação de Alimentos. In: 15º Congresso Brasileiro de Polímeros, 2019, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves: 15º CBPOL, 721-72.
- Brandelero, R. P. H., & Brandelero E. M. (2017) Filmes de Amido/Quitosana Adicionados de Cera de Carnaúba: Isotermas de Sorção e Solubilidade. In: 14º Congresso Brasileiro de Polímeros, 2017, Águas de Lindóia. Anais... Águas de Lindóia: 14º CBPOL, 781-785.
- Brito, S. C., Bresolin, J. D., Sivieri, K., & Ferreira, M. D. (2019) Filmes Poliméricos Com Nanopartículas de Prata Fornecem Atividade Antimicrobiana Para Embalagens Alimentícias. In: Simpósio Nacional de Instrumentação Agropecuária, São Carlos. Anais... São Carlos: SIAGRO, 680-684.
- Campagner, M. R., Moris, V. A. S., Pitombo, L. M., Carmo, J. B., & Paiva, J. M. F. (2014) Filmes Poliméricos Baseados em Amido e Lignossulfonatos: Preparação, Propriedades e Avaliação da Biodegradação. *Polímeros*, 24(6), 740-751. <https://doi.org/10.1590/0104-1428.1700>.
- Carvalho, D. M., Takeuchi, K. P., Geraldine, R. M., Moura, C. J., & Silveira, M. F. A. (2017) Filme Ativo de Acetato de Celulose Incorporado Com Nanosuspensão de Curcumina. *Polímeros*, 27, 70-76. <https://doi.org/10.1590/0104-1428.2232>.
- Castanho, M. N., & Paiva, J. M. F. (2019) Avaliação de Propriedades de Tração de Filmes Poliméricos a Base de Amido de Milho Com Incorporação de Bagaço de Cevada. In: 15º Congresso Brasileiro de Polímeros, 2019, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves: 15º CBPOL, 590-594.
- Conzatti, R., Novello, A., Stoffel, F., & Barreto, L. T. P. (2019) Avaliação Antioxidante e Fenólica de Filmes Produzidos a Partir de Casca e Bagaço de Uva Tinta. In: 15º Congresso Brasileiro de Polímeros, 2019, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves: 15º CBPOL, 648-652.
- Fernandes, H., Azevêdo, E. R., Chianellatto, M. A., Filgueiras, J. G., & Neto, B. L. (2017) Polímeros a Base de Óleo de Palma: Um Estudo por Dma, Dsc e Rmn no Domínio do Tempo. In: 14º Congresso Brasileiro de Polímeros, 2017, Águas de Lindóia. Anais... Águas de Lindóia: 14º CBPOL, 229-233.
- Ferreira, M. P. F. (2012) Embalagens Ativas Para Alimentos: Caracterização e Propriedades. 123f. Tese (Doutorado em Ciência de Materiais) – Programa de Pós Graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Habert, A.C., Borges, C. P., & Nóbrega, R. (2006) *Processos de Separação Com Membranas*. Ed. Ed. e-papers.180p.
- Henrique, C. M., Cereda, M. P., & Sarmiento, S. B. S. (2008) Características Físicas de Filmes Biodegradáveis Produzidos a Partir de Amidos Modificados de Mandioca. *Food Science and Technology* 28(1), 231-240. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000100033>.
- Jesus, L. S., Plácido, G. R., Cavalcante, M. D., Cagnin, C., Santos, H. C. F., & Souza, T. L. (2021) Extração da Pectina e Produção de Filmes a Partir do Mesocarpo Externo do Pequi (Caryocar brasiliense Camb.). *Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB*, (56), 126-133. <http://dx.doi.org/10.18265/1517-0306a2021id4306>.
- Krein, D. D. C., Rosseto, M., Balbé, N. P., Dettmer, A., & Rigueto, C. V. T. (2019) Análise de Propriedades Física e Térmica de Filmes de Amido e Gelatina. In: 15º Congresso Brasileiro de Polímeros, 2019, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves: 15º CBPOL, 4484-4488.
- Lucena, C. A. A., Costa, S. C., Eleamen, G. R. A., Mendonça, E. A. M., & Oliveira, E. E. (2017) Desenvolvimento de Biofilmes à Base de Xilana e Xilana/Gelatina Para Produção de Embalagens Biodegradáveis. *Polímeros*, 27, 35-41. <https://doi.org/10.1590/0104-1428.2223>.
- M, R., Aouada, F. A., Souza, J. R., & Mattoso, L. H. C. (2014) Preparação de Novos Nanobiocompósitos Comestíveis Ativos Contendo Nanoemulsão de Canela e Pectina. *Polímeros*, 24(4), 486-490. <https://doi.org/10.1590/0104-1428.1508>.

Ribeiro, E. A., Filho, G. R., Assunção R. M. N., Ferreira, M. V., Royerd, B., Reisa, F. V., Cerqueira, D. A., & Muñoz, R. A. A. (2021) Efeito do Teor de Glicerol no Transporte de Vapor D'água Através de Filmes de Triacetato de Celulose Produzidos a Partir do Aproveitamento da Palha de Milho (*Zea Mays* L.). *Química Nova*, 44(1), 28-34. <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170662>.

Santos, V. S., Santos, V. S., Fernandes, R. S., Júnior, C. R. F., Aouada, F. A., Pinheiro, J. H. P. A., & Moura, M. R. (2021) Avaliação e Caracterização de Biofilme Comestível de Carboximetilcelulose Contendo Nanopartículas de Quitosana e Cúrcuma Longa. *Revista Matéria*. 26(1), e- 12926. <https://doi.org/10.1590/S1517-707620210001.1226>.

Silva, I. D. L., Oliveira, F. S. M., Andrade, M. F., Brito, A. M. S. S., Hallwass, F., & Vinhas, G. M. (2021) Avaliação das Potencialidades dos Extratos Vegetais de Jurema Preta (*Mimosa tenuiflora*) e Cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) Para Uso em Embalagens Ativas Antimicrobianas e Antioxidantes. *Revista Matéria*, 26(1), e- 12924. <https://doi.org/10.1590/S1517-707620210001.1224>.

Souza, M. T. S., Silva, M. D., & Carvalho, R. (2010) Revisão integrativa: o que é e como fazer. *Rev. Einstein*, 8(1), 102-106.

Teixeira, S. C., Soares, N. F. F., & Stringheta, P. C. (2021) Desenvolvimento de Embalagens Inteligentes Com Alteração Colorimétrica Incorporadas Com Antocianinas: Uma Revisão Crítica. *Brazilian Journal of Food Technology*, 24, e- 2021033. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.03321>.

Vicentino, S. L., Floriano, P. A., Dragunski, D. C., & Caetano, J. (2011) Filmes de Amidos de Mandioca Modificados Para Recobrimento e Conservação de Uvas. *Química Nova*, 34(8), 1309-1314. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422011000800003>.

Villadiego, A. M. D., Soares, N. F. F., Andrade, N. J., Puschmann, R., Minin, V. P. R., & Cruz, R. (2005) Filmes e Revestimentos Comestíveis na Conservação de Produtos Alimentícios. *Revista Ceres*, 52(300) 221-224. <https://locus.ufv.br/handle/123456789/20629>.

Xavier, T. D. N., Oliveira, V. R. L., Leite, R. H. L., Aroucha, E. M. M., & Santos, F. K. G. (2020) Filmes Biopoliméricos Baseados em Fécula, Quitosana e Cera de Carnaúba e Suas Propriedades. *Revista Matéria*, 25(4), e- 12866. <https://doi.org/10.1590/S1517-707620200004.1166>.

Xu, Y. X., Kimb, K. M., & Nag, D. (2005) Chitosan-Starch Composite Film: Preparation And Characterization. *Industrial Crops And Products*, 21(2), 185-192. <http://doi:10.1016/j.indcrop.2004.03.002>.