

AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA INCORPORAÇÃO DE EXTRATO DE
GUARANÁ (*Paullinia cupana*) EM FILMES DE DESINTEGRAÇÃO ORAL À
BASE DE AMIDO DE ARARUTA (*Maranta arundinacea*)

Victor Andrade FREIRE¹, Julia Pereira SAMPAIO², Marjorie Casto Pinto PORFIRIO³, Charline Soares dos Santos ROLIM⁴, Gustavo Lopes Gomes da SILVA⁵, Willian Soares da SILVA⁶, Renata Cristina Ferreira BONOMO⁷.

RESUMO

Os filmes biodegradáveis, em especial os de desintegração oral (FDOs), destacam-se como sistemas inovadores para liberação rápida de compostos bioativos. Neste estudo, foram desenvolvidos filmes à base de amido de araruta incorporados com extrato hidroalcoólico de guaraná (5% e 10%), rico em compostos fenólicos e com propriedades antioxidantes, estimulantes e anti-inflamatórias, visando avaliar seu potencial como veículo funcional. A extração etanólica mostrou-se eficaz, com atividade antioxidante significativa. A adição do extrato influenciou diretamente as propriedades dos filmes: reduziu a espessura, a resistência à dobra e à tração, mas manteve a flexibilidade (alongamento similar ao controle). O tempo de desintegração apresentou redução significativa em todas as condições avaliadas, com destaque para o ensaio *in vitro* contendo 5% de extrato (16 s), o qual evidenciou maior permeabilidade do sistema à saliva artificial. Em contrapartida, a formulação contendo 10% de extrato exibiu desintegração ligeiramente mais lenta (26,19 s), sugerindo o estabelecimento de interações físico-químicas capazes de modular o processo de hidratação. Alterações visuais, como escurecimento e tonalidade amarela, confirmaram a incorporação dos compostos bioativos. Conclui-se que o extrato de guaraná é viável para produção de FDOs, sendo a concentração de 5% a mais equilibrada, com rápida desintegração e manutenção das propriedades mecânicas essenciais.

PALAVRAS-CHAVE: Antioxidante, biopolímero, colorimetria, desintegração.

EVALUATION OF THE IMPACT OF GUARANA EXTRACT (*Paullinia cupana*)
INCORPORATION IN ARROWROOT STARCH (*Maranta arundinacea*)-BASED ORAL
DISINTEGRATING FILMS

ABSTRACT

¹ Graduando em Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- Itapetinga.

² Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- Itapetinga.

³ Pós-Doutorado no Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- Itapetinga.

⁴ Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- Itapetinga.

⁵ Graduando em Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- Itapetinga.

⁶ Professora do Departamento de Tecnologia Rural e Animal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- Itapetinga.

⁷ Professora do Departamento de Tecnologia Rural e Animal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- Itapetinga.

Biodegradable films, especially those that disintegrate in the mouth (FDOs), stand out as innovative systems for the rapid release of bioactive compounds. In this study, arrowroot starch-based films were developed incorporating hydroalcoholic guarana extract (5% and 10%), rich in phenolic compounds and with antioxidant, stimulant, and anti-inflammatory properties, to evaluate their potential as a functional vehicle. Ethanolic extraction proved to be effective, with significant antioxidant activity. The addition of the extract directly influenced the properties of the films: it reduced thickness, fold resistance, and tensile strength, but maintained flexibility (elongation similar to the control). The disintegration time showed a significant reduction in all conditions evaluated, with emphasis on the in vitro test containing 5% extract (16 s), which showed greater permeability of the system to artificial saliva. In contrast, the formulation containing 10% extract exhibited slightly slower disintegration (26.19 s), suggesting the establishment of physicochemical interactions capable of modulating the hydration process. Visual changes, such as darkening and yellowing, confirmed the incorporation of bioactive compounds. It is concluded that guarana extract is viable for the production of FDOs, with a 5% concentration being the most balanced, with rapid disintegration and maintenance of essential mechanical properties.

KEYWORDS: Antioxidant, biopolymer, colorimetry, disintegration.

INTRODUÇÃO

Os filmes biodegradáveis vêm se destacando por oferecerem alternativa sustentável aos materiais sintéticos, reduzindo impactos ambientais e possibilitando aplicações em setores como alimentos, cosméticos e fármacos (Díaz-Montes, 2022).

Dentro desse contexto, os filmes de desintegração oral (FDO) têm se mostrado particularmente promissores na área farmacêutica. Esses sistemas permitem a administração rápida e prática de compostos bioativos, uma vez que se desintegram em poucos segundos em contato com a saliva, liberando o princípio ativo sem necessidade de água ou deglutição (Takeuchi et al., 2025). Essa característica é especialmente vantajosa para pacientes pediátricos, idosos ou indivíduos com disfagia, além de possibilitar maior adesão ao tratamento e biodisponibilidade mais rápida de nutrientes e fármacos (Flórez et al., 2022).

Os extratos vegetais, são ricos em compostos bioativos como fenólicos, flavonoides e alcaloides, apresentam ação antioxidante e antimicrobiana, contribuindo para maior estabilidade e funcionalidade dos filmes (Karnwal et al., 2025). O guaraná (*Paullinia cupana*), fonte natural de destaque, possui elevada concentração de cafeína, teobromina, taninos e saponinas, conferindo propriedades antioxidantes, estimulantes e anti-inflamatórias (Rocha et al., 2024).

O presente estudo teve como finalidade desenvolver e caracterizar filmes de desintegração oral à base de amido de araruta (*Maranta arundinacea*), incorporados com extrato hidroalcoólico de guaraná (*Paullinia cupana*) em duas concentrações (5%

e 10%), a fim de analisar os efeitos dessa adição sobre as propriedades físico-químicas, funcionais e estruturais dos filmes.

MATERIAIS E MÉTODOS

A extração, baseada em Colucci et al. (2022) com adaptações, consistiu em macerar 5 g de pó de guaraná em etanol absoluto por 24 h à temperatura ambiente, separando e armazenando o extrato a -18 °C até a aplicação nos filmes..

A atividade antioxidante foi determinada pelo método DPPH, incubando o extrato (20–100%) por 30 minutos no escuro e lendo a absorbância a 517 nm para calcular a porcentagem de inibição Eq.1 (EMBRAPA, 2015).

$$\% \text{ Inibição} = \left[1 - \frac{\text{Absorbância da amostra}}{\text{Absorbância do controle}} \right] \times 100 \quad \text{Eq. 1}$$

Os filmes foram produzidos por casting, segundo Nogueira et al. (2022), usando solução de 4% de amido de araruta e 1,5% de xilitol. Incorporado o extrato de guaraná (5% ou 10%). As soluções foram secas em estufa a 20 °C por 14 ± 2 horas.

A espessura foi determinada utilizando micrômetro digital calibrado (PIK B-Pantec, Modelo IP54, São Paulo, Brasil), com 20 leituras feitas de maneira aleatória por amostra e cálculo da média logo após as medições.

As propriedades físicas e mecânicas dos filmes foram caracterizadas seguindo as metodologias de Irfan et al. (2016) e Gomes et al. (2015). Os ensaios mecânicos foram realizados em um texturômetro TA.HDplus Texture Analyser (Stable Micro Systems, Reino Unido), com capacidade máxima de 750 kgf (≈7,5 kN), utilizado para determinar a resistência e a tensão suportadas pelos materiais. O teste de aderência dos filmes seguiu o método descrito por Awalekar et al. (2018), enquanto o teste de resistência à dobra foi conduzido conforme a metodologia de (Fatima et al., 2024).

A desintegração dos filmes foi analisada por três abordagens: quadro de lâminas, placa de Petri e ensaio *in vitro*. No método do quadro de lâminas, seguiu-se a metodologia descrita por (Noor et al., 2020); para o método da placa de Petri, adotou-se o procedimento proposto por J Pytko-Polonczyk et al. (2017); e, no ensaio *in vitro*, aplicou-se a metodologia apresentada por (Sampaio et al., 2025).

A cor dos filmes foi avaliada em triplicata no sistema CIELAB (L*, a*, b*) com colorímetro Hunter ColorQuest XE, em triplicata.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram que a extração de compostos bioativos do guaraná com etanol absoluto sob repouso de 24 horas foi eficaz, resultando em uma atividade antioxidante significativa, aferida pela capacidade de sequestro do radical livre DPPH.

O tempo de repouso prolongado mostrou-se um parâmetro crucial, permitindo uma penetração gradual do solvente e uma liberação mais completa dos compostos solúveis.

Na caracterização dos filmes de desintegração oral, a incorporação do extrato de guaraná influenciou decisivamente suas propriedades mecânicas. Em comparação ao filme controle, as formulações com 5% e 10% de extrato exibiram redução na espessura, e na resistência à dobra, indicando uma possível interferência dos compostos bioativos na coesão da matriz polimérica. A resistência à tração também diminuiu de forma proporcional à concentração do extrato, Tabela 1. Contudo, o parâmetro de alongamento à ruptura manteve-se similar entre todas as amostras, e nenhuma delas apresentou aderência.

TABELA 1. Espessura, resistência a dobra e propriedades mecânicas dos filmes de amido de araruta incorporados com extrato hidroalcoólico de guaraná.

Filmes	Espessura (mm)	Resistência a dobra	Alongamento (%)	Resistência a tração (Mpa)
Controle	0,114 ± 0,01	167,67	11,40 ± 1,02	30,1 ± 6,06
AMX5%	0,0197 ± 0,02	68,67	11,50 ± 1,12	16,04 ± 10,05
AMX10%	0,0692 ± 0,00	46,00	11,70 ± 0,64	10,56 ± 6,02

Nota: Os valores são expressos como média ± DP. Controle: Filme sem dição de extrato de guaraná; AMX5%: Filme incorporado com 5% v/v de extrato de guaraná; AMX10%: Filme incorporado com 10% v/v de extrato de guaraná.

A avaliação de desintegração revelou que o extrato de guaraná atua como um modificador crítico do comportamento dos filmes. Os tempos de desintegração foram significativamente menores nas formulações contendo o extrato, especialmente na concentração de 5%, nos métodos de placa de Petri e quadro de lâminas. Este efeito é atribuído à capacidade do extrato em aumentar a permeabilidade da matriz à água. No ensaio *in vitro*, a formulação com 5% manteve o menor tempo, enquanto a de 10% apresentou um ligeiro aumento, sugerindo que concentrações mais elevadas podem promover alterações estruturais que moderam a velocidade de desintegração, Tabela 2.

TABELA 2. Avaliação de desintegração em três métodos: Placa de Petri, Quadro de Lâminas e *In vitro* dos filmes de amido de araruta incorporados com extrato hidroalcoólico de guaraná.

Filmes	Placa de Petri (s)	Quadro de Lâmina (s)	<i>In vitro</i> (s)
Controle	55,31	292,90	24,86
AMX5%	18,17	159,26	16,20
AMX10%	18,60	172,34	26,19

Nota: Controle: Filme sem dição de extrato de guaraná; AMX5%: Filme incorporado com 5% v/v de extrato de guaraná; AMX10%: Filme incorporado com 10% v/v de extrato de guaraná.

Para a análise de cor no sistema CIELAB, foi possível confirmar alterações ópticas significativas. A adição do extrato promoveu uma redução na luminosidade (L) e um aumento acentuado na coordenada b (tonalidade amarela), efeitos que se

intensificaram com a concentração de 10%. Tais alterações são consistentes com a presença de compostos fenólicos e pigmentos naturais do guaraná, que interagem com a matriz do filme, podendo também indicar uma certa heterogeneidade na distribuição desses compostos em concentrações mais altas.

CONCLUSÕES/CONSIDERAÇÕES

Em síntese, este estudo permitiu compreender de que maneira o extrato de guaraná atua como um modificador fundamental das propriedades de filmes orais de desintegração. Observou-se que a incorporação do extrato, impactada positivamente na resistência mecânica do filme, onde, a baixa resistência é desejável para aplicações, não comprometeu sua flexibilidade, uma vez que o alongamento se manteve estável. O aspecto mais promissor reside no efeito do extrato sobre o tempo de desintegração. A formulação com 5% de extrato destacou-se por proporcionar a desintegração mais rápida, um atributo essencial para a tecnologia, graças ao aumento da permeabilidade da matriz ao meio aquoso. Notavelmente, na concentração de 10%, notou-se uma moderação nesse efeito, sugerindo que concentrações mais elevadas podem induzir interações na matriz que regulam a velocidade de hidratação. As alterações visuais, marcadas pelo aumento da coloração amarela, confirmam a integração dos compostos bioativos ao filme, servindo como um indicativo visual da presença do extrato. Portanto, conclui-se que o extrato de guaraná apresentou um componente viável e funcional para o desenvolvimento desses filmes, com a concentração de 5% apresentando o melhor equilíbrio entre velocidade de desintegração e características físico-mecânicas, abrindo caminho para futuras investigações sobre a liberação de seus princípios ativos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AWALEKAR, Y. J.; TAKALKAR, A. S.; SHINDE, S. Investigation of peel resistance of adhesive materials: A review. *Materials Science and Engineering: R: Reports*, v. 134, p. 100504, 2018.

COLUCCI, Larissa Aroca; RODRIGUES, Leticia Norma Carpentieri. Development of Orally Disintegrating Films HPMC-Based Containing Captopril: Mechanical, Optical and Physicochemical Studies. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 65, p. e22220073, 2022.

DÍAZ-MONTES, Elsa. Polysaccharide-Based Biodegradable Films: An Alternative in Food Packaging. **Polysaccharides**, v. 3, n. 4, p. 761–775, 25 nov. 2022.

EMBRAPA. **Protocolo para avaliação da atividade antioxidante pelo método do DPPH**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2015.

FATIMA, Saeeda *et al.* Recent advances in modified starch based biodegradable food packaging: A review. **Heliyon**, v. 10, n. 6, p. e27453, 30 mar. 2024.

FLÓREZ, María *et al.* Chitosan for food packaging: Recent advances in active and intelligent films. **Food Hydrocolloids**, v. 124, p. 107328, mar. 2022.

GOMES, A. F.; FERREIRA, M. C. M.; GOZZO, A. M. AVALIAÇÃO DO EFEITO DO SORBITOL E DO GLICEROL NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, TÉRMICAS E MECÂNICAS DE HIDROGEL DE AMIDO DE MILHO RETICULADO COM GLUTARALDEÍDO. *In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA EM INICIAÇÃO CIENTÍFICA. Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica - Cobeq IC 2015.* Campinas, Brasil: Editora Edgard Blücher, jun. 2015. Disponível em: <<http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/19921>>. Acesso em: 28 set. 2025

IRFAN, Muhammad *et al.* Orally disintegrating films: A modern expansion in drug delivery system. **Saudi Pharmaceutical Journal**, v. 24, n. 5, p. 537–546, set. 2016.

J PYTKO-POLONCZYK, J. *et al.* Artificial saliva and its use in biological experiments. **Journal of Physiology and Pharmacology: An Official Journal of the Polish Physiological Society**, v. 68, n. 6, p. 807–813, dez. 2017.

KARNWAL, Arun *et al.* Advanced starch-based films for food packaging: Innovations in sustainability and functional properties. **Food Chemistry: X**, v. 29, p. 102662, jul. 2025.

NOGUEIRA, Gislaire Ferreira *et al.* Development and Characterization of Arrowroot Starch Films Incorporated with Grape Pomace Extract. **Polysaccharides**, v. 3, n. 1, p. 250–263, 23 fev. 2022.

NOOR, Amjed H.; M. GHAREEB, Mowafaq. Formulation and Evaluation of Ondansetron HCl Nanoparticles for Transdermal Delivery. **Iraqi Journal of Pharmaceutical Sciences (P-ISSN: 1683 - 3597 , E-ISSN : 2521 - 3512)**, v. 29, n. 2, p. 70–79, 27 dez. 2020.

ROCHA, Claudia Alexandra Melgaço *et al.* Comprehensive evaluation of methylxanthines and phenolic compounds in Bahia's guarana (*Paullinia cupana*), Brazil: implications for variety selection and by-product utilization. **Food Science and Technology**, v. 44, 5 jun. 2024.

SAMPAIO, Julia Pereira *et al.* Orally disintegrating film with arrowroot (*Maranta arundinacea* L.) starch: An alternative for rapid administration. **Next Research**, v. 2, n. 4, p. 100790, dez. 2025.

TAKEUCHI, Yoshiko; HAYAKAWA, Fumika; TAKEUCHI, Hirofumi. Formulation Design of Orally Disintegrating Film Using Two Cellulose Derivatives as a Blend Polymer. **Pharmaceutics**, v. 17, n. 1, p. 84, 10 jan. 2025.