

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FILME BIODEGRADÁVEL À BASE DE AMIDO REFORÇADO COM CASCA DE ARROZ

Gabriella F. P. GIFFONI¹; Thalita F. M. de SOUZA²; Renan F. M. de SOUZA³

RESUMO

Diante da crescente demanda por alternativas sustentáveis aos plásticos convencionais, este estudo avaliou as propriedades de filmes biodegradáveis à base de amido de milho reforçado com casca de arroz. Os filmes foram produzidos por *casting* e foram caracterizados em relação aos aspectos físico-químicos, mecânicos e de biodegradação. A adição de casca de arroz na matriz de amido aumentou a espessura e a flexibilidade dos filmes e reduziu o teor de umidade, que é uma característica importante para embalagens alimentícias. Os filmes apresentaram boa solubilidade em água, boa estabilidade ao ar e biodegradabilidade após 90 dias. Os resultados indicam que a incorporação da casca de arroz na matriz de amido representa uma alternativa promissora na formulação de embalagens biodegradáveis.

Palavras-chave: Economia circular; Sustentabilidade; Resíduos.

1. INTRODUÇÃO

Anualmente, a população mundial produz cerca de 435 milhões de toneladas de plástico, evidenciando uma crise global com impactos significativos no meio ambiente, no clima e na saúde humana (OECD, 2022). Diante desse cenário, torna-se urgente a busca por alternativas sustentáveis como a substituição dos plásticos convencionais por plásticos biodegradáveis de origem renovável.

Os polímeros biodegradáveis à base de amido têm ganhado destaque entre os pesquisadores, porém, possuem propriedades que limitam a sua aplicação, como a alta umidade, a alta solubilidade em água e à baixa resistência mecânica (Souza; Ferrão, 2020). Os resíduos agroindustriais, como a casca de arroz, podem ser adicionados no amido para melhorar essas limitações.

A casca de arroz é um subproduto que corresponde a aproximadamente 20% do peso do grão, sendo frequentemente negligenciado, apesar de seu grande potencial de reaproveitamento (Walter, Marchezan; Avila, 2008). Ela está localizada na camada externa do arroz e possui uma estrutura lignocelulósica, com cerca de 25–30% de lignina (Bakar; Putrajaya; Abdulaziz, 2010). A composição da casca de arroz confere à casca propriedades tecnológicas importantes, como o aumento da densidade de materiais, a redução da permeabilidade à água e a diminuição da perda de massa em aplicações, como filmes biodegradáveis. Assim, propor um novo destino à casca de arroz evita o descarte inadequado e promove soluções sustentáveis e de alto valor agregado.

Neste contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar as propriedades de filmes biodegradáveis à base de amido de milho reforçado com casca de arroz.

¹Bolsista, IFSULDEMINAS – Campus Carmo de Minas. E-mail: gabriella.giffoni@alunos.if suldeminas.edu.br

²Orientador, IFSULDEMINAS – Campus Carmo de Minas. E-mail: thalita.menegassi@if suldeminas.edu.br

³Doutorando, UFABC- Universidade Federal do ABC E-mail: renan.menegassi@ufabc.edu.br

2. MATERIAL E MÉTODOS

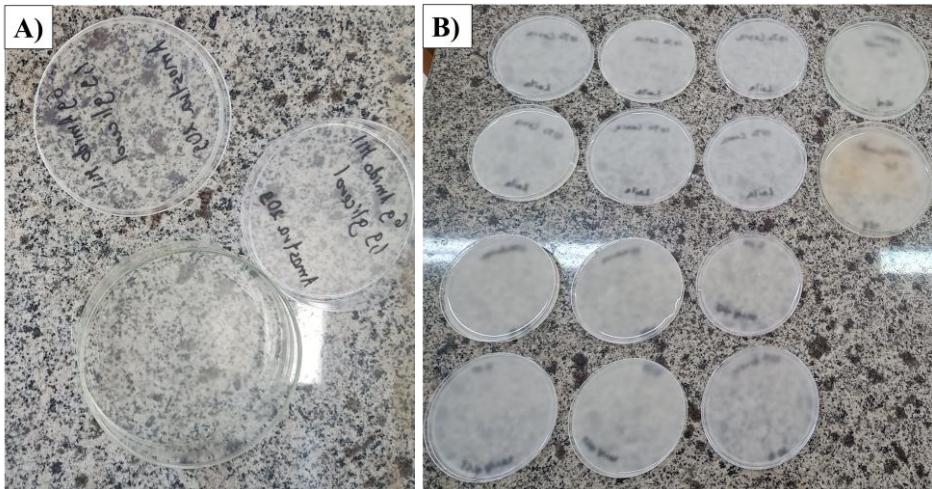
Preparo dos filmes: Foram preparados dois sistemas filmogênicos, utilizando 6 g de amido de milho e 200 mL de água destilada em um bêquer de 500 mL. As misturas foram aquecidas a 80 °C (± 5 °C) sob agitação magnética constante por 10 min. Após, foi adicionado 1,9 mL de glicerol, como plastificante, mantendo-se a temperatura e a agitação por 10 min. O sistema foi resfriado a 60 °C. O primeiro sistema não recebeu nenhum tipo de componente adicional. No segundo sistema, foi adicionado 15% m/m (% m/m - porcentagem em massa em relação ao amido de fibras de casca de arroz (0,9 g). A mistura foi agitada por 10 min para garantir a completa homogeneização. Após, as soluções filmogênicas foram transferidas para placas de Petri de plástico polipropileno com diâmetro de 9 cm, com aproximadamente 20 g de material em cada placa. As placas foram mantidas em estufa a 40 °C por 36 h, até que os filmes estivessem completamente secos.

Caracterizações: Os filmes foram caracterizados quanto aos aspectos visuais, espessura, teor de umidade, solubilidade, estabilidade ao ar, biodegradação e propriedades mecânicas. A espessura foi medida com micrômetro manual (Cosa Intermáquinas®, 0 - 25 ($\pm 0,001$) mm) em três pontos de seis corpos de prova. O teor de umidade foi avaliado, em triplicata, em estufa a 105 °C até massa constante, sendo representado em porcentagem da massa inicial e final. A solubilidade foi determinada, em triplicata, após agitação das amostras em água por 24 h, seguida de filtração e secagem até massa constante, sendo representado em porcentagem da massa inicial e final. Os ensaios de tração foram realizados em um equipamento Instron® (5582 UTM) de acordo com a norma ASTM D882-95a usando cinco corpos de prova por filme (10 × 70 mm). O ensaio foi realizado com a separação das garras em 50 mm, a velocidade de 4 mm/min e uma célula de carga de 50 kN. A análise foi realizada na Universidade Federal do ABC (UFABC). A estabilidade ao ar foi obtida pela medida da perda de massa após 35 dias de exposição ao ar. A biodegradação foi avaliada enterrando as amostras e avaliando a perda de massa após 90 dias. A análise estatística foi realizada pela análise de variância (ANOVA) usando o software SISVAR (Ferreira, 2019). As diferenças estatísticas entre os valores foram avaliadas pelo teste de Tukey com nível de significância de $p = 0,05$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 mostra os filmes de amido de milho (F0) e os filmes de amido contendo 15% m/m de casca de arroz (F15) após a secagem em estufa. Ambos os filmes não apresentaram bolhas e rachaduras. O filme F0 apresentou-se transparente, homogêneo e com aparência fosca, além de fácil desprendimento das placas de Petri, possivelmente devido à distribuição da solução e à ação da estufa. Já o filme F15 apresentou cor esbranquiçada, menor transparência e partículas levemente aparentes, distribuídas de forma relativamente homogênea.

Figura 1. Imagens fotográficas do A) Filme de amido de milho (F0); e B) Filme de amido de milho com 15% m/m de casca de arroz (F15).



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

A Tabela 1 mostra os valores obtidos nas caracterizações físico-químicas e mecânicas.

Tabela 1. Valores das análises físico-químicas e mecânicas do filme de amido de milho (F0) e do filme de amido de milho com 15% m/m de casca de arroz (F15).

Filme	Espessura (mm)	Teor de umidade (%)	Solubilidade (%)	Resistência à tração (MPa)	Deformação na ruptura (%)
F0	$0,114 \pm 0,007^a$	$23,7 \pm 1,6^a$	$46,0 \pm 3,9^a$	$3,4 \pm 0,4^a$	$12,1 \pm 3,7^a$
F15	$0,124 \pm 0,008^b$	$17,8 \pm 2,3^b$	$52,2 \pm 8,2^a$	$2,1 \pm 0,3^b$	$27,2 \pm 6,2^b$

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

A espessura média dos filmes aumentou significativamente com a adição de 15% m/m de casca de arroz, provavelmente devido à presença de partículas sólidas que expandem o volume da matriz amilácea (Bakar; Putrajaya; Abdulaziz, 2010). Em embalagens, a espessura influencia diretamente nas propriedades funcionais: filmes mais espessos, proporcionam maior resistência mecânica e barreira contra umidade, mas podem comprometer a flexibilidade, transparência e viabilidade econômica. Em relação ao teor de umidade, o filme F15 apresentou valores inferiores ao F0, o que pode estar relacionado à capacidade das fibras em limitar a interação das cadeias poliméricas com moléculas de água (Avérous; Fringant; Moro, 2001). Em relação à solubilidade em água, os resultados não apresentaram diferenças significativas. Em contato com o ar atmosférico, o filme F15 apresentou perda de massa de 3,4% indicando uma boa estabilidade e perda de 30,6%, após 90 dias enterrado, sugerindo ser biodegradável.

Comparando as propriedades mecânicas, o F15 apresentou menor resistência à tração que pode ser atribuída à interferência das fibras da casca na matriz polimérica reduzindo a interação entre as cadeias poliméricas da estrutura do amido. Porém, o F15 apresentou maior deformação na ruptura,

indicando que o filme tornou-se mais flexível e com maior capacidade de alongamento antes da ruptura.

A partir dos resultados, pode-se observar que a adição de 15% m/m de casca de arroz ao filme de amido de milho aumentou a espessura dos filmes e a sua flexibilidade, sendo o ponto destaque a redução no teor de umidade, característica importante para a área de embalagens e revestimentos alimentícios.

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que a adição de casca de arroz apresentou redução significativa no teor de umidade, aspecto fundamental para aplicações em revestimentos e embalagens de alimentos, aumentando sua estabilidade, vida útil e prevenindo contra possíveis ataques microbiológicos, tornando assim uma alternativa eficaz para a substituição do plástico convencional. Assim, reforça-se a importância da continuidade das pesquisas para viabilizar, gradativamente, a substituição do plástico sintético por plásticos biodegradáveis, contribuindo para a redução do desperdício, mitigação dos impactos ambientais e construção de um planeta mais sustentável.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - IFSULDEMINAS pelo fomento à pesquisa. A Universidade Federal do ABC (UFABC) pela parceria na realização do teste de propriedades mecânicas.

REFERÊNCIAS

- AVÉROUS, L; FRINGANT, C; MORO, L. Plasticized starch-cellulose interactions in polysaccharide composites. *Polymer*, v. 42, n. 15, p. 6565–6572, 2001.
- BAKAR, B. H. A.; PUTRAJAYA, R.; ABDULAZIZ, H. Malaysian rice husk ash – improving the durability and corrosion resistance of concrete: pre-review. *Concrete Research Letters*, v. 1, p. 6–13, 2010.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Brazilian Journal of Biometrics*, Lavras, MG, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). *Plastic leakage and greenhouse-gas emissions are increasing*. Paris: OECD, 18 ago. 2022. Disponível em: <<https://web-archive.oecd.org/2022-08-18/622468-increased-plastic-leakage-and-greenhouse-gas-emissions.htm>>. Acesso em: 18 jun. 2025.
- SOUZA, D. R.; FERRÃO, S. P. Biodegradable packaging: Status and trends. *Revista Virtual de Química*, v. 12, n. 5, p. 1191-1210, 2020.
- WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L. A. D. Arroz: composição e características nutricionais. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 1184–1192, jul.–ago. 2008.