

AVALIAÇÃO DA BIODEGRADAÇÃO DE FILMES DE AMIDO DE MILHO REFORÇADOS COM CELULOSE DA COROA DO ABACAXI

ALEXANDRA AUGUSTA REICHERT¹; MARIANA RIBAS DE SÁ²; AMANDA DANTAS DE OLIVEIRA³

¹Universidade Federal de Pelotas – alereichert94@yahoo.com.br

²Universidade Federal de Pelotas – marianasa30@hotmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – amandaoliveira82@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A sociedade e o meio ambiente passam por uma fase crítica quando se fala sobre acúmulo de resíduos e uso indevido de materiais, o que acaba esgotando os recursos disponíveis e afetando diretamente a natureza (WRÓBLEWSKA-KREPSZTUL *et al.*, 2018). Dentre os principais destaques da degradação do meio ambiente estão os polímeros sintéticos, que quando descartados indevidamente vem degradando significativamente o meio ambiente (MONTERO *et al.*, 2017).

Uma alternativa é a produção de embalagens biodegradáveis devido ao fato de ao final de sua vida útil são degradados pela ação de bactérias ou fungos, sem deixar nenhum tipo de resíduo nocivo ao ambiente, fechando totalmente seu ciclo biológico. Um material muito utilizado em embalagens biodegradáveis é o amido, por apresentar múltiplas vantagens, dentre elas destacam-se o baixo custo e ser uma matéria prima renovável (LANDIM *et al.*, 2016).

Além disso, o Brasil conta com uma grande quantidade de resíduos agroindustriais. Um destes resíduos é a coroa do abacaxi, com altos teores de celulose, torna-se interessante a exploração deste tipo de subproduto para o desenvolvimento de materiais dinâmicos e tecnológicos (VINAYAKA *et al.*, 2017).

Com o propósito de unificar o uso destes dois tipos de materiais alternativos em aplicações sustentáveis, este trabalho desenvolveu compósitos biodegradáveis com matriz de amido de milho reforçados com celulose obtida da coroa do abacaxi e tem o objetivo de avaliar a taxa de biodegradação destes materiais.

2. METODOLOGIA

2.1 Preparo dos filmes

Para o desenvolvimento dos filmes adaptou-se a metodologia de MACHADO *et al.* (2012), onde foram utilizados o biopolímero amido de milho como matriz e celulose extraída da coroa do abacaxi como reforço e os filmes foram elaborados por *casting*.

Preparou-se uma solução de 5,0 g de amido e 1 ml de glicerol dispersos em 95 ml de água destilada e agitou-se em aquecimento até atingir 72 °C para ocorrer a gelatinização do amido. A celulose foi adicionada em concentrações de 5%, 10% e 15%, além disso, foram produzidos filmes puros, sem adição de reforço para fins de comparação. Para a formação dos filmes, foi vertida 18g da solução formadora sobre placas acrílicas e secas em estufa a 35 °C, por 24 h.

2.2 Preparo do solo simulado

O solo simulado para biodegradação foi preparando segundo a norma ASTM G 160-03, a partir de partes iguais de 1,4 kg de areia de praia, 1,4 kg de esterco de cavalo seco durante 48 horas e 1,4 kg de solo fértil. Os componentes foram misturados, foi adicionado água destilada para manter uma umidade de 30% e o solo ficou maturando durante 3 meses.

O sistema foi formado por recipientes, nas quais foram adicionados o solo preparado e as amostras em formato de 5cmx5cm. Os filmes foram acondicionados em recipientes para serem retirados após 15, 30, 45 e 60 dias, sendo que cada recipiente continha 5 amostras de cada formulação e do filme controle. Os sistemas foram colocados em estufa a 30 °C, e em cada retirada os filmes foram limpos e pesados.

2.3 Teste de Biodegradabilidade

Seguindo a norma ASTM G 160-03 foi feito o acompanhamento do teste de degradação dos filmes em solo simulado. A avaliação para apreciação da biodegradabilidade foi realizada por meio da perda de massa dos compósitos e filme puro após 15, 30, 45 e 60 dias de imersão em solo, em que o dia 0 corresponde a massa inicial (COELHO *et al*, 2008). A perda de massa foi calculada através da equação 1, onde M_i corresponde a massa inicial e M_f refere-se a massa final.

$$\text{Variação de massa (\%)} = \frac{(M_i - M_f)}{(M_i)} \cdot 100 \quad (1)$$

Além disso, para fins de comparação foi verificado o aspecto visual das amostras através de fotografias ao fim de cada ensaio.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A perda de massa é um método muito comum utilizado para determinar alterações causadas pelo ataque microbiano nos polímeros biodegradáveis. Para isso fez-se a média das 5 amostras de cada formulação com o passar dos dias 0, 15, 30, 45 e 60, apresentadas na Tabela 1 e assim calculou-se a porcentagem de perda de massa após cada ensaio simulado (Tabela 2).

Tabela 1 - Média em gramas dos pesos das amostras com o passar do tempo

Amostra	Dia 0	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60
Puro	0,40072	0,26466	0,06348	0,02412	0
5% Celulose	0,40872	0,20674	0,06154	0,02266	0
10% Celulose	0,41444	0,19846	0,0639	0,02154	0
15% Celulose	0,45746	0,15206	0,05622	0,01786	0

Tabela 2- Porcentagem de perda de massa

Amostra	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60
Puro	33,9%	84,1%	93,9%	100%
5% Celulose	49,4%	84,9%	94,4%	100%
10% Celulose	52,1%	84,6%	94,8%	100%
15% Celulose	66,7%	87,7%	96,1%	100%

Já nos primeiros 15 dias de contato das amostras com o solo percebe-se que houve perdas significativas de massa em todos os grupos de amostras de praticamente metade da massa dos corpos de prova. Nota-se também que as perdas foram maiores nos compósitos do que no filme de amido puro e quanto maior a porcentagem de celulose, maior a perda de massa.

Com o passar dos dias a taxa de degradação se torna mais uniforme, no entanto, o compósito com maior porcentagem de celulose ainda se degrada mais rapidamente. Este fato pode ser explicado devido à maior absorção de umidade no material devido à presença de celulose, levando ao crescimento da atividade microbiana e diretamente ao aumento da taxa de degradação (IBRAHIM *et al.*, 2019). Ao fim dos 60 dias não foram mais encontrados quaisquer resíduos, indicando que todos os filmes foram completamente degradados.

Na Figura 1 pode-se observar as mudanças nos filmes puros e com reforço antes e depois do ensaio de biodegradação no período de 0, 15, 30 e 45 dias.

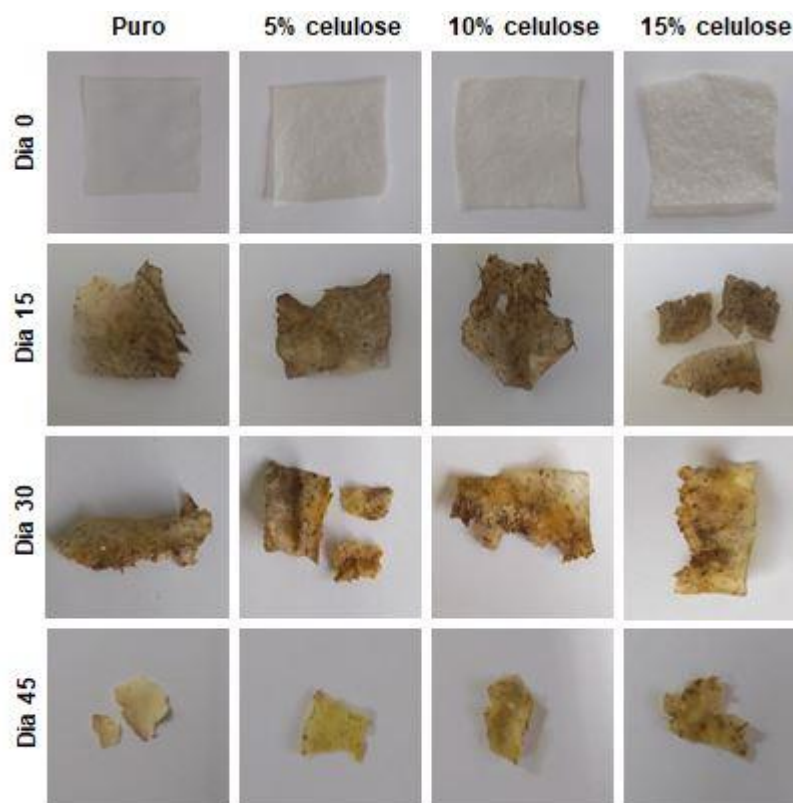


Figura 1: Aspecto visual das amostras após ensaio de biodegradação.

Nota-se que nos primeiros 15 dias em que as diferenças são mais visíveis, pois o filme de amido puro ainda apresentava regiões um pouco mais claras, com menor taxa de biodegradação. Enquanto que, para os filmes com adição de celulose já não foi possível observar regiões livres de microrganismos. Com o passar dos dias os filmes se tornam mais frágeis e ocorre a ruptura dos mesmos, além das mudanças de cor serem visíveis. Corroborando com a análise de perda de massa, houve maiores indícios de a degradação ser mais acelerada nos filmes com celulose (GULATI *et al.*, 2019).

4. CONCLUSÕES

Pode-se concluir que os filmes reforçados com celulose apresentaram maior potencial de biodegradação, visando que foram mais passíveis ao ataque de microrganismos. Assim indicando que estes compósitos apresentam grande

potencial para serem aplicados em embalagens de única utilização em que após seu descarte serão rapidamente degradados.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COELHO, N. S.; ALMEIDA, Y. M. B.; VINHAS, G. M. A biodegradabilidade da blenda de Poli(β -Hidroxibutirato-co-Valerato)/Amido Anfótero na presença de microrganismos. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 18, n. 3, p. 270-276, 2008.

GULATI, K.; LAL, S.; DIWAN, P. K.; ARORA, S. Investigation of thermal, mechanical, morphological and optical properties of polyvinyl alcohol films reinforced with buddha coconut (sterculia alata) leaf fiber. **International Journal of Applied Engineering Research**, v.14, n.1, p.170-179, 2019.

IBRAHIM, M. I. J.; SAPUAN, S. M.; ZAINUDIN, E. S.; ZUHRI, M. Y. M. Potential of using multiscale corn husk fiber as reinforcing filler in cornstarch-based biocomposites. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 139, p. 596-604, 2019.

LANDIM, A. P. M.; BERNARDO, C. O.; MARTINS, I. B. A.; FRANCISCO, M. R.; SANTOS, M. B.; DE MELO, N. R. Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v.26, p. 82-92, 2016.

MACHADO, B. A. S.; NUNES, I. L.; PEREIRA, F. V.; DRUZIAN, J. I. Desenvolvimento e avaliação da eficácia de filmes biodegradáveis de amido de mandioca com nanocelulose como reforço e com extrato de erva-mate como aditivo antioxidante. **Ciência Rural**, v. 42, n. 11, p. 2085–2091, 2012.

MONTERO, B.; RICO, M.; RODRÍGUEZ-LLAMAZARES, S.; BARRAL, L.; BOUZA, R.. Effect of nanocellulose as a filler on biodegradable thermoplastic starch films from tuber, cereal and legume. **Carbohydrate polymers**, v. 157, p. 1094-1104, 2017.

VINAYAKA, D. L.; GUNA, V.; MADHAVI, D.; ARPITHA, M.; REDDY, N. Ricinus communis plant residues as a source for natural cellulose fibers potentially exploitable in polymer composites. **Industrial Crops and Products**, v. 100, p.126-131, 2017.

WRÓBLEWSKA-KREPSZTUL, J.; RYDZKOWSKI, T.; BOROWSKI, G.; SZCZYPIŃSKI, M.; KLEPKA, T.; THAKUR, V. K.. Recent progress in biodegradable polymers and nanocomposite-based packaging materials for sustainable environment. **International Journal of Polymer Analysis and Characterization**, v.23, n.4, p. 383-395, 2018.