

**ESTUDO DA BIODEGRADAÇÃO DE COMPÓSITOS DE PHB/FIBRA DE EPICARPO DE BABAÇU ADITIVADO COM ESTABILIZANTE TÉRMICO**

**CIPRIANO Bento, Pâmela<sup>1</sup>**; BARBOSA, Renata<sup>2</sup>; CARVALHO Hecker, Laura<sup>1</sup>; CANEDO, Eduardo Luis<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, Paraíba, ecanedo2004@yahoo.com, laura.hecker@ufcg.edu.br, pamela.ufcg@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí, rrenatabarbosa@yahoo.com

**RESUMO**

O impacto econômico e social referente aos problemas ocasionados pelo descarte de materiais plásticos convencionais tem crescido e é responsável pela busca de soluções menos impactantes ao meio ambiente como os polímeros biodegradáveis e suas blendas e compósitos. Nesse trabalho foram produzidos compósitos PHB/babaçu contendo 20% de fibra de epicarpo de babaçu, sem aditivação e aditivados com 5% de estabilizante térmico em uma extrusora dupla rosca corrotacional. A biodegradabilidade dos sistemas foi avaliada através do teste de Sturm. Os resultados mostraram que a incorporação da fibra vegetal e do aditivo aumentou a biodegradação dos sistemas.

**PALAVRAS-CHAVE:** biodegradação, PHB, fibra de epicarpo, estabilizante térmico.

**1. INTRODUÇÃO**

O consumo de plásticos tem gerado muitos problemas decorrentes da poluição ambiental e a biodegradação é uma das alternativas para reduzir esses efeitos.<sup>1</sup> Os polímeros biodegradáveis foram desenvolvidos para ser convertidos em dióxido de carbono, água, ou outras pequenas moléculas quando em contato com ambientes ricos em microrganismos.<sup>2,3</sup>

Polímeros biodegradáveis devem ser compatíveis com os microrganismos existentes no ambiente para que o material seja hidrolisado e biodegradado, além de apresentar boas condições de processabilidade e possibilidade de serem utilizados em equipamentos comumente usados na indústria de transformação de plásticos.<sup>4</sup> Uma das características indesejáveis de muitos materiais biodegradáveis é a sua instabilidade térmica durante o processamento.<sup>5</sup> Uma forma de minimizar a degradação do polímero durante o processamento é a incorporação de aditivos que visam também melhorar as propriedades do polímero sem que a biodegradação seja afetada de forma negativa.

O polihidroxibutirato (PHB) é sintetizado por bactérias como fonte de armazenamento de carbono e energia em pequenos grânulos.<sup>6</sup> Muitas bactérias aeróbicas e anaeróbicas, sob condições controladas de nutrientes com um fornecimento suficiente de carbono, acumulam em seu corpo, um composto de PHA (poli(hidroxialcanoatos)), predominantemente PHB, onde os corpos são normalmente esféricos com 0,5 µm de diâmetro.<sup>7</sup>

As principais partes do coco de babaçu são: amêndoas, mesocarpo e epicarpo. Para obter as fibras do epicarpo, é preciso “descascar” o coco. Este processo pode ser feito com o uso de uma máquina despeliculadeira que descasca o coco, separando a “pele” (epicarpo misturado ao mesocarpo) do endocarpo com as amêndoas. A fibra do epicarpo é biodegradável e propicia a retenção de umidade.<sup>8</sup>

O objetivo desse trabalho foi avaliar a biodegradabilidade de compósitos de PHB e fibra de epicarpo de babaçu, sem aditivo e aditivado com estabilizante térmico. Os compostos foram preparados em extrusora dupla rosca corrotacional e o efeito da carga e do aditivo na biodegradação foram avaliados através do teste de Sturm.

**2. METODOLOGIA**

Os materiais utilizados foram: a) PHB – um copolímero estatístico poli(3-hidroxibutirato-co-3-hidroxivalerato) comercial com teor nominal de 4,14% de 3-hidroxivalerato, fornecido em pó pela PHB Industrial S/A (Serrana, SP); b) o aditivo estabilizante (AD) em fase de desenvolvimento - fornecido em forma de concentrado contendo PHB e um composto vinilsilano e c) a fibra extraída do epicarpo de babaçu (EBF), fornecida pela empresa Florestas Brasileiras S.A. Itapecuru-Mirim, Maranhão.

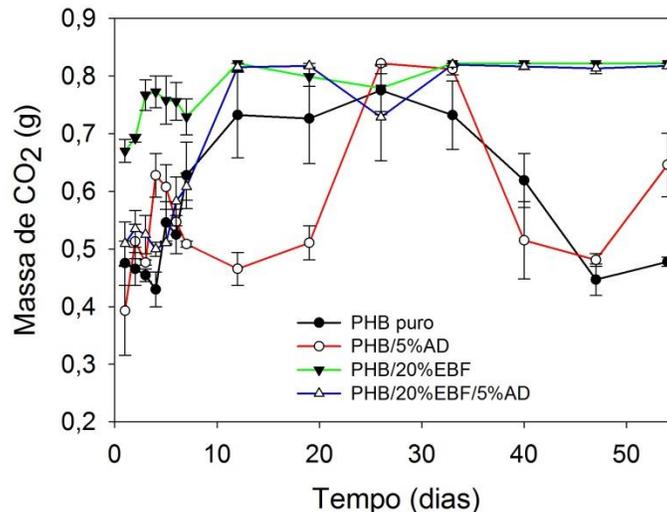
Os compósitos de PHB e 20% de fibra de epicarpo de babaçu, sem aditivo e aditivado com 5% de estabilizante, foram processados em uma extrusora dupla rosca corrotacional. Os corpos de prova para o ensaio de biodegradação foram moldados por compressão com dimensões de 2 cm x 2 cm x 0,3 cm.

O teste de Sturm quantificou a produção de CO<sub>2</sub> durante o ensaio de biodegradação, através do sistema de reator biorgânico. Esse sistema é formado por um compressor de ar e pelos recipientes interligados, onde o polímero foi submerso no solo contendo húmus (composto orgânico), esterco de aves e água destilada. A quantidade de CO<sub>2</sub> gerada pela respiração celular dos microrganismos em contato com polímero foi determinada através de cálculos estequiométricos. Cada amostra foi ensaiada em duplicata. O monitoramento do sistema foi realizado a cada 24 h nos primeiros 7 dias e, em seguida, a cada 7 dias até o final do ensaio.<sup>9</sup>

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta a produção de CO<sub>2</sub> em função do tempo de biodegradação, avaliada através do teste de Sturm, para o PHB puro e aditivado durante 54 dias.

Figura 1 – Produção de CO<sub>2</sub> em função do tempo de biodegradação para o PHB puro, compósito PHB/EBF (fibra de epicarpo) sem e com 5% de aditivo.



Observa-se na **Erro! Fonte de referência não encontrada.1** que PHB puro e com aditivo liberaram o CO<sub>2</sub> de forma irregular, não mostrando uma tendência clara de comportamento. Essa geração de CO<sub>2</sub> variou com o tempo de exposição do material aos microrganismos até sua estabilização. Os compósitos com epicarpo apresentaram estabilidade após 30 dias de ensaio. Não houve diferença significativa com a presença de aditivo. As diferenças na biodegradação destes materiais podem ser atribuídas aos diferentes valores de cristalinidade dos polímeros e às estruturas químicas dos mesmos.<sup>9</sup>

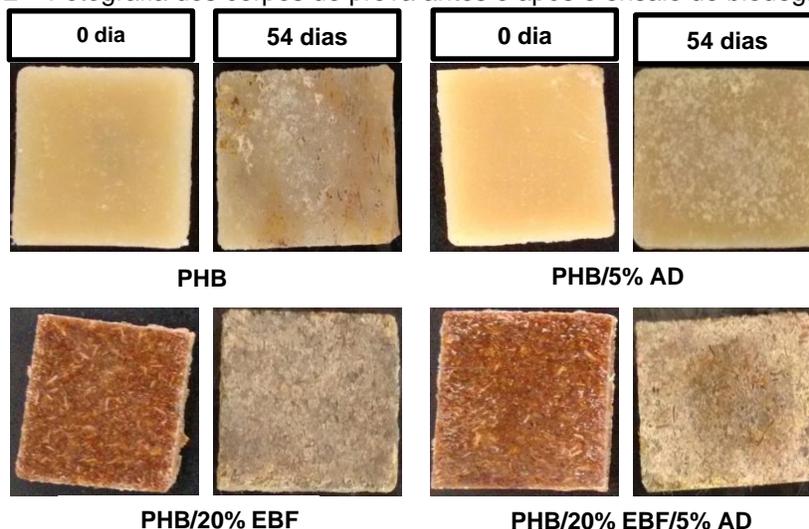
Os resultados mostraram uma liberação de CO<sub>2</sub> maior com a incorporação de carga nos compósitos, indicando que a fibra acelera a biodegradação dos sistemas. Estudo similar mostrou que, durante o teste de Sturm, compósitos biodegradáveis de PBAT/amido e casca de arroz, tiveram a quantidade de CO<sub>2</sub> liberada pelos sistemas aumentada com a incorporação da casca de arroz.<sup>10</sup>

Os resultados também sugerem que a incorporação do aditivo nos sistemas pode acelerar a sua biodegradação. Estudos mostraram que a incorporação de pequenos teores de aditivos de baixo peso molecular ao PHB pode acelerar a biodegradação dos sistemas.<sup>11</sup>

No teste de Sturm, o pH neutro e o meio líquido são mais favoráveis ao crescimento bacteriano causando o desenvolvimento de uma população mista capaz de degradar os componentes de celulose e hemicelulose do material, mas não a lignina. Os fungos não são favorecidos nestas condições, pois estes microrganismos são os principais destruidores de lignina.<sup>12</sup>

A Figura 2 mostra as amostras ao iniciar o teste de Sturm e após 54 dias de biodegradação.

Figura 2 – Fotografia dos corpos de prova antes e após o ensaio de biodegradação.



#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A incorporação da fibra de epicarpo de babaçu nos compósitos mostrou uma tendência maior de degradação em relação ao polímero. A presença do aditivo pode aumentar a biodegradação dos sistemas.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem a UAEMA/UFCG pelo apoio a pesquisa e a Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina-PI pela realização do teste de Sturm.

#### 5. REFERÊNCIAS

1. ARAÚJO, R. J., DA CONCEIÇÃO, I. D., DE CARVALHO, L. H., ALVES, T. S., BARBOSA, R. *Polímeros: Ciência e Tecnologia Polímeros* 2015, 25, 483.
2. WANG, H., WEI, D., ZHENG, A., XIAO, H. *Polymer Degradation and Stability* 2015, 116, 14.
3. KIJCHAVENGKUL, T., AURAS, R., RUBINO, M., ALVARADO, E., MONTERO, J. R. C., ROSALES, J. M. *Polymer Degradation and Stability* 2010, 95, 99.
4. DE PAOLI, M. A. *Degradação e estabilização de polímeros*. Chemkeys, 2ª on-line, 2008.
5. COSTA, A. R. M., REUL, L. T. A., SOUSA, F. M., ITO, E. N., CARVALHO, L. H., CANEDO, E. L.. *Polymer Testing* 2018, 69, 266.
6. SOUZA, J. DE L.; CHIAREGATO, C. G.; FAEZ, R. *Journal of Polymers and the Environment* 2018, 26, 670.
7. GRIFFIN, G. J. L. *Chemistry and technology of biodegradable polymers*. Blackie academic & professional, 1994.
8. CARRAZZA, L. R., SILVA, M. L. D., ÁVILA, J. C. C. E. *Manual Tecnológico de Aproveitamento Integral do Fruto e da Folha do Babaçu (Attalea ssp)*. ISPN, 2012.
9. ROSA, D., CHUI, Q. *Polímeros: Ciência e Tecnologia* 2002, 12, 311.
10. AZEVEDO, J. B. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Campina Grande, 2013.
11. YOSHIE, N., NAKASATO, K., FUJIWARA, M., KASUYA, K., ABE, H., DOI, Y., INOUE, Y. *Polymer* 2000, 41, 3227.
12. AVELLA, M., LA ROTA, G., MARTUSCELLI, E., RAIMO, M., SADOCCO, P., ELEGIR, G., RIVA, R. *Journal of Materials Science* 2000, 5, 829.