INFLUÊNCIA DE AGENTE ANTIMICROBIANO NA BIODEGRAÇÃO DA RESINA ECOVIO® (PBAT-PLA)

André Afonso Serenato (PIBIC/CNPq), Benjamim de Melo Carvalho (Orientador), e-mail: bmcarval@hotmail.com.

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Engenharia de Materiais.

3.03.05.00-4 Materiais Não Metálicos 3.03.05.03-9 Materiais Conjugados Não Metálicos

Palavras-chave: Polímero biodegradável, ecovio, PLA, PBAT, caracterização, Agente antimicrobiano, livre de prata, polímero antimicrobiano.

Resumo

O material Ecovio® é um novo produto desenvolvido pela BASF® produzido com Ecoflex® FS (parcialmente de fonte renovável) e PLA (ácido poliláctico). O Ecovio® sofre uma quebra enzimática de suas ligações por microorganismos o que o torna biodegradável. Filmes antimicrobianos vêm sendo estudados e avaliados como método auxiliar de conservação de alimentos como embalagens ativas, principalmente por aumentar a vida-de-prateleira e reduzirem os níveis de conservantes adicionados diretamente ao alimento. No presente estudo tais filmes foram preparados pela incorporação de agente antimicrobiano na resina Ecovio via extrusão. Foram realizados estudos de biodegradação para avaliação da influência deste agente antimicrobiano no processo de biodegradação da resina. Os resultados obtidos indicam que a presença do agente antimicrobiano EPL-40 afetou a cinética de biodegradação do material de maneira a reduzir a sua degradação.

Introdução

Os polímeros provenientes do petróleo têm sido muito utilizados e este sucesso se deve a sua versatilidade, propriedades mecânicas e custo relativamente baixo. Porém as mesmas propriedades que os tornam largamente utilizados também causam impacto ambiental, devido a grande quantidade de resíduos lançados ao meio ambiente. Já os polímeros biodegradáveis são aqueles que apresentam quebra de ligações químicas em suas cadeias poliméricas através de agentes biológicos, levando a uma fragmentação ou desintegração dos mesmos.

Com este intuito e visando sanar diversos problemas ambientais esta nova classe de polímeros, os biodegradáveis, vem recebendo destaque. Dentre eles alguns dos mais promissores são: PLA – poli(ácido lático); PHB – poli(hidroxibutirato); PHBV – poli(hidroxibutirato-co-hidroxivalerato) e copoliésteres biodegradáveis, tais como Ecoflex® e o Ecovio® da BASF S.A. Estes polímeros apresentam excelentes aplicações no setor de embalagens e filmes, devido a sua alta resistência à umidade, à gordura, à mudança de temperatura e propriedade de barreira a gases.

O elevado uso de polímeros na produção de embalagens para alimentos tem gerado preocupações sobre os problemas ambientais que podem ser causados pelo descarte e acúmulo de materiais não degradáveis no meio ambiente. A utilização de embalagens produzidas a partir de materiais biodegradáveis com caráter

antimicrobiano visa não somente a extensão da vida de prateleira, mas também a qualidade do alimento e a redução dos prejuízos ao meio ambiente.

Material e Métodos

Inicialmente secou-se o polímero ecovio (PBAT-PLA) e o agente antimicrobiano livre de partículas de prata em estufa por 4 horas a 80 °C.

Os compósitos de PBAT-PLA-Agente antimicrobiano livre de partículas de prata foram preparados via extrusão em proporções de Ecovio puro (ECP) e Ecovio com 0,2% w/w de antimicrobiano (EC02). A extrusão foi realizada na rotação de rosca de 38 rpm à temperatura de 175°C e 165°C na matriz.

Os corpos de prova para ensaios de biodegradação foram preparados via compressão do material a 180°C com 1 minuto de aplicação de carga a 3 ton, seguido de resfriamento sobre a bancada por 3 minutos em um molde 6x6cm.

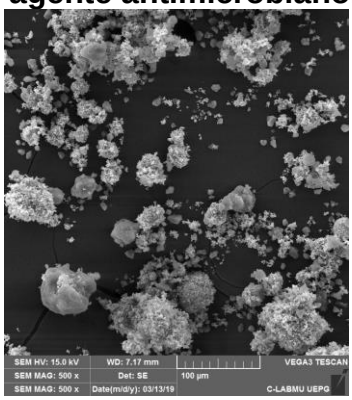
O ensaio de biodegradação foi realizado através de solo simulado com soterramento das amostras no mesmo em um período de 30, 60 e 90 dias, segundo a norma ASTM G160-12. A Caracterização térmica dos compósitos foi realizada via Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC) no equipamento DSC-60 da marca Shimadzu.

A caracterização via microscopia eletrônica de varredura foi realizada em equipamento VEGA3 da Tescan e a microanálise EDS foi realizada no FEG modelo Mira 3 da Tescan .

Resultados e Discussão

Para a caracterização do agente antimicrobiano, realizou-se a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) com microanálise afim de determinar os compostos presentes no antimicrobiano e apresentar a sua morfologia. Na figura 1 está apresentada a morfologia do antimicrobiano EPL-40.

Figura 1 – Análise MEV do agente antimicrobiano.



Fonte : O Autor.

Como demonstrado via MEV, embora o material seja composto por nanopartículas, observa-se a presença de aglomerados. Quanto ao ensaio de microanálise, foram analisadas duas regiões do antimicrobiano. As composições das duas regiões estão apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 – Composição do agente microbiano análisado em duas regiões diferentes, caracterizados como espectro 1 e espectro 2.

Espectro 1			Espectro 2		
Elemento	*Wt%*	*Sigma Wt%*	*Elemento*	*Wt%*	*Sigma Wt%*
C	21,28	0,34	C	39,78	0,36

O	54,83	0,28	O	19,48	0,24
Si	18,8	0,12	Na	1,87	0,23
Zn	5,09	0,11	Si	0,69	0,03
Total:	100		Zn	38,17	0,3
			Total	100	

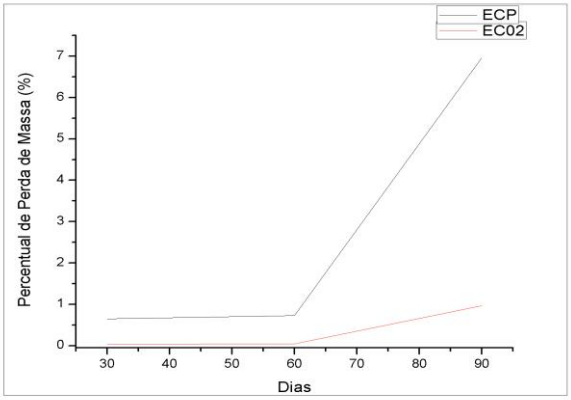
Fonte: O Autor.

Como demonstrado na Tabela 1 as duas regiões apresentam uma composição parecida, porém com teores diferentes. No entanto, a principal característica a ser destacada no agente é a não presença de íons de prata. Devido aos teores de zinco presente no material, o antimicrobiano atua através de compostos de zinco, os quais em nanopartículas possuem grande área superficial promovendo propriedades bactericidas e antifúngicas aos íons de Zn^{+2} [1].

A biodegradação nos polímeros ocorre através da liberação de exoenzimas de microrganismos, as quais quebram as cadeias maiores transformando-as em cadeias menores como oligômeros, dímeros e monômeros, uma vez para essas serem utilizadas como fonte de carbono e energia. Ao final da degradação são formados CO_2, H_2O e CH_4 e esse processo é chamado de mineralização [2].

No entanto o PBAT pode ser degradado através da hidrólise e por reação de microrganismos assim como o PLA, sendo assim possível a aplicação do Ecovio para embalagens descartáveis [3]. A figura 2 apresenta o comportamento de perda de massa durante ensaio de biodegradação do ecovio puro (ECP) e com 0,2% de antimicrobiano (EC02).

Figura 2 – Percentual de perda de massa do ECP e EC02 em 30, 60 e 90 dias.



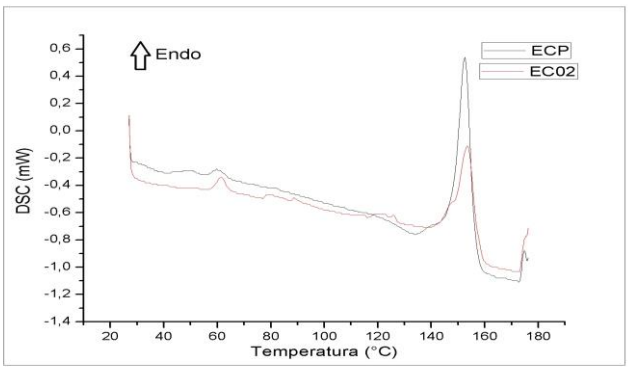
Fonte: O Autor.

Comparando os valores de percentual de perda de massa entre ECP e EC02 nota-se uma grande variação na biodegradabilidade. Devido a ação do antimicrobiano EPL-40 contra os microrganismos que atuam através de enzimas para degradar os polímeros, observou-se uma significativa e indesejada diminuição na cinética de biodegradação do Ecovio.

Maldonado L.F. et. al. (2018) apresentaram resultados com cerca de 2,5% de perda percentual de massa em 60 dias de ensaio para o PBAT utilizando a norma ASTM G160-03, demonstrando assim a variação entre os métodos [4].

Afim de analisar a influência do aditivo no comportamento térmico do ecovio, foram realizadas as análises de DSC, conforme apresentado na figura 3.

Figura 3 – Ciclo de aquecimento no DSC com as amostras de ECP e EC02.



Fonte: O Autor.

Na figura 3 nota-se dois picos endotérmicos um em 65°C e outro em 155°C, sendo o primeiro pico representado pela cristalização à frio após a T_g do Ecovio, enquanto o segundo pico representa a T_m do material. Com a adição do antimicrobiano no polímero não houve alterações na faixa de temperatura de T_m. No entanto houve uma diminuição no pico de fusão, demonstrando que houve uma diminuição na quantidade de cristais no Ecovio [5].

Conclusão/ões

O presente estudo demonstrou que o agente antimicrobiano EPL-40 atua através de íons de zinco para obter propriedades bactericidas, através de nanopartículas desse material. O antimicrobiano apresentou um efeito negativo em reduzir a biodegradabilidade do material. O estudo demonstrou que o método de biodegradação em solo simulado apresenta baixas perdas de massas percentuais, mesmo sem o antimicrobiano.

Agradecimentos

Agradeço a CNPq pelo fomento a pesquisa realizada e ao Professor Benjamim de Melo Carvalho pela oportunidade de pesquisa.

Referências

[1] CAPELEZZO A. P. et. al. Polímero Biodegradável Antimicrobiano Através da Aditivação com Compostos a Base de Zinco. **Quim. Nova.** Santa Catarina, v. 41, n. 4, p. 367-374, fev. 2018.

[2] SHAH, A.A. et. al. Biological degradation of plastics: A comprehensive review. **Biotechnology Advances**, v. 26, p. 246–265, 2008.

[3] DONG J. et. al. Enzyme-catalyzed degradation behavior of L-lactide/trimethylene carbonate/glycolide terpolymer and their composites with poly(L-lactide-co-glycolide) fibers. **Polymer Degradation and Stability,** Shangai, v. 103, p 26-34, 2014.

[4] MALDONADO L.F. et. al. Transfer of Graphene CVD to Surface of Low Density Polyethylene (LDPE) and Poly(butylene adipate-co-terephthalate) (PBAT) Films: Effect on Biodegradation Process. **Journal of Polymers and the Environment.** v 26, p 3187-3196, 2018.

[5] KONTOU E.; GEORGIOPOULOS P. The effect of wood-fiber type on the thermomechanical performance of a biodegradable polymer matrix. **Journal of Applied Polymer Science.** Athenas, p 1-10, 2015.