BIODEGRADAÇÃO DE POLÍMEROS E COMPÓSITOS POLIMÉRICOS

Luis Felipe Monteiro, (Engenharia de Materiais - UEPG), Luís Antonio Pinheiro (Orientador), e-mail: lapinheiro@uepg.br

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

Ciências Exatas e da Terra, Engenharia de Materiais e Metalúrgica.

Palavras-chave: Compósito, degradação, caracterização.

Resumo

Os polímeros como materiais de engenharia apresentam inúmeras aplicações e, portanto, geram extensa quantidade de resíduos no meio ambiente. Para solucionar o problema tem-se pesquisado recentemente formas eficazes de reduzir o volume de resíduos ou mesmo reaproveita-los. A biodegradação é uma das alternativas, no entanto seus mecanismos não são totalmente conhecidos. Para o estudo do comportamento de polímeros biodegradáveis foi desenvolvido um sistema para biodegradação de polímeros.

Introdução

Na década de 1950 Karl Ziegler na Alemanha desenvolveu catalisadores organometálicos que foram utilizados por Giuglio Natta para obter polipropileno isotático, um plástico sólido. Essa descoberta rendeu um prêmio Nobel aos pesquisadores em 1963, pois até então o polipropileno só era obtido na forma atática que é viscosa e sem aplicações comerciais. Atualmente, materiais poliméricos como o polipropileno são uma grande preocupação ambiental devido a grande quantidade de resíduos que produzem e os impactos causados no meio ambiente. No mundo são produzidos mais de 100 milhões de toneladas de polímero por ano e 20% do volume total é descartado no ambiente como resíduo. (1,2)

O interesse pelo estudo da biodegradação, além do impacto ambiental, decorre de outras áreas da sociedade: biomédica (liberação controlada de medicamentos encapsulados e polímeros biocompatíveis para implantes cirúrgicos), agrícola e veterinária (encapsulamento de fertilizantes com biopolimeros e medicamentos veterinários) e industrial (recuperação dos monômeros correspondentes visando reemprega-los na síntese de novos polímeros, como no caso de sacolas de mercado, garrafas e embalagens). (3)

A biodegradação é uma das maneiras de reduzir o volume de resíduos poliméricos, através da ação de microorganismos como bactérias, fungos e algas de ocorrência natural que produzem CH_4, CO_2, entre outros produtos. Durante o processo são formados biofilmes sobre a superfície que contém água, polissacarídeos, proteínas e colônias de microorganismos. Esse processo de biodegradação causa mudança estruturais e morfológicas no polímero, uma vez que ocorrem rompimentos de ligações primárias na cadeia polimérica. Para que a

biodegradação ocorra devem existir condições favoráveis de calor, umidade, luz, oxigênio, nutrientes orgânicos e minerais adequados. (1,2,4)

O acompanhamento da biodegradação de polímeros é feito de diversas maneiras. Pode-se verificar alterações das propriedades mecânicas, térmicas e reológicas do material, acompanhar a erosão do filme polimérico e/ou o crescimento das colônias de microorganismos. Métodos que consistem na quantificação de substrato deteriorado ou produtos formados provam-se imprecisos pois é de difícil acompanhamento e o carbono presente no polímero é incorporado à biomassa microbiana. No presente trabalho foi optado pelo acompanhamento das colônias, embora trate-se do desenvolvimento de um sistema para biodegradação.(3)

Materiais e Métodos

Desenvolvimento de sistema para biodegradação de polímeros e compósitos poliméricos

No sistema foi utilizado terra coletado no aterro sanitário, placas de petri, meio de cultura LA e o compósito polimérico Ecoflex®.

O solo coletado no aterro foi diluido em salina nas concentrações 10-1, 10-2, 10-3, 10-4, 10-5 e 10-6. Para isso colocou-se 10 g de amostra para 90 ml de salina, retirou-se 1 ml. Essa primeira concentração é de 10-1. 1 ml retirado desse primeiro tubo foi colocado em mais 90 ml de salina, onde retirou-se mais 10 ml. Essa é a concentração 10-2 e assim foram preparadas até a concetração 10-6.

Foram produzidos 6 filmes polimericos de Ecoflex, com diâmetro de 1,5 cm. As 6 placas de petri foram esterilizadas para o experimento.

As placas de petri foram colocadas em estufa à 30 ºC, durante 7 dias. Ao final do experimento foram observadas as colônias formadas em cada amostra.

Foi realizado um estudo para homogeinizar a temperatura de caixa de vidro, que é a estufa para criação dos microorganismos. Utilizou-se o termômetro para medir a temperatura nas principais posições.

Resultados e Discussão

Ao retirar as placas de petri da estufa, notou-se a presença de colônias de microorganismos. Com o auxílio de uma lupa, fez-se uma contagem das colônias presentes na placa de petri, porém só das que apresentavam entre 25 e 250 colônias. A placa 1 apresentou um número muito elevado de colônias que dificultou sua contagem. A diluição da placa 1 foi de 10^{-1}. O mesmo aconteceu na placa 2, mas o número de colônias foi menor que na placa 1. A diluição foi de 10^{-2}. Na placa 3, com o meio de cultura diluído à 10^{-3}, o número de colônias era elevado, na faixa de 179 colônias. Na placa 4 o meio de cultura foi diluído à 10^{-4} e o número de colônias visualizadas foi 83. Na placa 5 o meio de cultura foi diluído à 10^{-5} e o número de colônias visualizadas foi 33. Na placa 6 que apresentava o meio de cultura diluído à 10^{-6} apresentou um número de colônias menor que o mínimo estipulado.

Para a contagem, faz-se a conversão de acordo com o estipulado na literatura que multiplica o número de colônias pelo inverso da diluição feita. As placas 3,4 e 5 estão dispostas na tabela abaixo.

	PLACA 3	PLACA 4	PLACA 5
DILUIÇÃO	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}
INVERSO	10^{3}	10^{4}	10^{5}
CONTAGEM	179	83	33
CONVERSÃO	$1{,}79 \times 10^{5}$	$8{,}3 \times 10^{5}$	$3{,}3 \times 10^{5}$

A contagem é da ordem de UFC/g ou por ml. Percebe-se que as maiores contagens de UFC foram obtidas nos inóculos mais diluídos, sendo os recomendados para quantificar o número de microorganismos em uma amostra de solo. No entanto, se a intenção for estudar a variabilidade de bactérias numa determinada amostra, as diluições mais concentradas proporcionam um maior número de colônias por placa.

Para fazer os testes na estufa, foram realizadas medidas de temperatura. A temperatura programada para a caixa foi de 30 ºC. No centro da caixa, a temperatura mostrada pelo termômetro foi de 31 ºc. Na parte frontal da caixa, foi medido a temperatura variando a posição do termômetro ao longo de 30 cm de altura, em intervalos de 5 cm. Nas laterais esquerda e direita frontais, a temperatura variou, respectivamente, de 24 a 22 ºC e de 23 ºC a 21 ºC. Nas laterais esquerda e direita traseiras, a temperatura variou, respectivamente, de 24 a 23 ºC e de 24 ºC a 21 ºC.

Percebeu-se com as medições que no centro a temperatura estava de acordo com a programada, e nas laterais as temperaturas foram reduzindo. Teve-se a ideia de colocar ventoinhas na caixa, para tentar homogeneizar. As tabelas a seguir mostram as temperaturas nas laterais da caixa de vidro com a instalação de ventoinhas. Foram testas várias temperaturas, e a seguir, apresenta-se resultados da estufa com a temperatura de 60 ºC. Nas laterais esquerda e direita frontais, a temperatura variou, respectivamente, de 60 a 58 ºC e de 61 ºC a 59 ºC. Nas laterais esquerda e direita traseiras, a temperatura variou, respectivamente, de 60 a 59 ºC e de 61 ºC a 59 ºC.

Conclusões

As maiores contagens de UFC foram obtidas nos inóculos mais diluídos, sendo os recomendados para quantificar o número de microorganismos em uma amostra de solo. No entanto, se a intenção for estudar a variabilidade de bactérias numa determinada amostra, as diluições mais concentradas proporcionam um maior número de colônias por placa.

Com a instalação das ventoinhas, a transferência de calor na estufa foi mais efetiva. A biodegradação é uma técnica limitada que depende da capacidade de processamento dos agentes biológicos, e é de extrema importância na eliminação de resíduos.

Agradecimentos

Agradeço a Fundação Araucária pela bolsa concedida, ao professor Luís Antônio Pinheiro e a minha família pela oportunidade concedida.

Referências

(1) CANEVAROLO, Sebastião V., J. **Ciência dos Polímeros:** um texto básico para tecnólogos e engenheiros. São Carlos: Artliber, p. 183, 2002.
(2) MEI, L. H. I. OREFICE, R. L. PEREIRA, M. M. MANSUR, H. S. Biomateriais: Fundamentos e aplicações. Cultura Médica, Rio de Janeiro, p. 177-184, 2006.
(3) COSTA, Carolina Zanon et al. Microbial And Enzymatic Degradation Of Polymers: A Review. Química Nova: Publicações da Sociedade Brasileira de Química**,** Rio de Janeiro, v. 38, n. 2, p.259-267, 2014. Disponível em: <http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=6138>. Acesso em: 13 de Setembro de 2017.
(4) SHAH, A. A. HASAN, F. HAMEED, A. AHMED, S. Biological Degradation of plastics: a comprehensive review. Biotecnology Adv., p. 246, 2008.