CARACTERIZAÇÃO DE COMPÓSITOS DE POLIPROPILENO COM FARELO DE SOJA

André Felipe Taques (PROVIC), Adriane Bassani Sowek (Orientador), e-mail: absowek@uepg.br.

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

3.03.00.00-2 (Engenharia de Materiais e Metalúrgica); 3.03.05.00-4 (Materiais não Metálicos)

Palavras-chave: Biodegradação, polímero, solo simulado

Resumo

Neste trabalho, estudou-se o efeito da adição de farelo de soja como fase dispersa em compósitos de matriz polimérica de polipropileno nas propriedades térmicas do material, bem como o comportamento do material quanto à degradação quando exposto a um solo simulado. Obtiveram-se perdas de massa de 14% para os compósitos com 30% em peso de farelo de soja na matriz após 90 dias de exposição ao solo. Os compósitos com 20% em peso da fase dispersa apresentaram perda de massa de mais de 7% após 90 dias de exposição ao solo. A adição de 10% em peso de farelo de soja na matriz de polipropileno provocou perda de cerca de 4% de massa no compósito, enquanto que a matriz pura de polipropileno obteve perda de 0,59% de massa, em ambos os casos, após 90 dias de exposição ao solo. Avaliou-se também a perda de massa do polímero ECOVIO C2224, onde o mesmo perdeu 1,12% de sua massa inicial após 90 dias de exposição ao solo simulado.

Introdução

Atualmente, verifica-se que existe uma tendência no desenvolvimento de soluções que reduzam os problemas ambientais oriundos do descarte incorreto de materiais poliméricos (1-3).

Neste âmbito, o polipropileno (PP), um polímero convencional, é utilizado em diversas aplicações, como em embalagens, brinquedos, utensílios domésticos, etc. Porém, o mesmo possui uma baixa taxa de degradação no ambiente, isto é, caso seja descartado incorretamente, permanece mais tempo no meio ambiente, tornando-se então um problema ambiental (2, 4).

Desta maneira, uma alternativa para que se acelere a taxa de degradação do polipropileno, é formar um compósito com outro material, preferencialmente natural, que favoreça a degradação do polímero (2, 3). O farelo de soja se enquadra neste quesito, visto que é um material barato, acessível e um recurso renovável, podendo ser incorporado de maneira dispersa numa matriz polimérica de polipropileno (2).

Portanto, ao se realizar a mistura racional de PP com farelo de soja, forma-se um compósito, cuja função é possuir propriedades mecânicas satisfatórias para sua aplicação, e também, ter a capacidade de se degradar no meio ambiente, auxiliado pela ação de microorganismos, ocasionando a biodegradação do polímero (2).

Com base nisto, este trabalho tem como objetivo a caracterização de compósitos de polipropileno com farelo de soja, analisando o efeito nas propriedades da matriz de PP quando há aumento da porcentagem de farelo de soja como fase dispersa.

Materiais e Métodos

Os materiais estudados foram compósitos de matriz de polipropileno (PP) com farelo de soja como fase dispersa, fornecidos na forma de pellets extrudados, bem como o polímero biodegradável ECOVIO C2224 BASF®, também na forma de pellets.
Os compósitos de matriz de PP possuíam proporções de 0% (PP100/0F), 10%(PP90/10F), 20%(PP80/20F) e 30%(PP70/30F) em peso de farelo de soja incorporados na matriz.
Para a caracterização dos compósitos de PP e do ECOVIO®, realizou-se a prensagem de filmes numa prensa hidráulica para 30T Schwing com sistema de aquecimento por resistência elétrica.
Os filmes de PP foram prensados com uma carga de 3000 kgf a uma temperatura de 210°C, mantida por 3 minutos em uma matriz metálica de dimensões 14x8cm. Para cada material, PP100/0F, PP90/10F, PP80/20F e PP70/30F, prensaram-se 5 filmes.
De forma similar, prensaram-se 4 filmes do polímero ECOVIO, com carga de 3000 kgf a uma temperatura de 175°C, mantida por 1 minutos e 30 segundos na matriz metálica citada.
A técnica de DSC foi executada no equipamento DSC-60 Shimadzu, com a purga e atmosfera sendo efetuada com fluxo de gás N2 a 50 mL/min. Em relação aos parâmetros de varredura, para as amostras PP100/0F, PP90/10F, PP80/20F e PP70/30F efetuou-se o aquecimento de 30°C a 220°C, com isoterma de 3 minutos e resfriamento até 30°C, ambos com taxa de 10°C/min. Fez-se duas corridas em duplicata.
Houve a determinação da temperatura de fusão, de cristalização, da entalpia de fusão (ΔH_m), de cristalização e da porcentagem de cristalinidade (X_c). A porcentagem de cristalinidade é calculada pela equação:

$$X_c = \frac{\Delta H_m}{\Delta H_m^0 \cdot \varphi_w} \cdot 100$$

Onde X_c é a porcentagem de cristalinidade, ΔH_m é a entalpia de fusão, ΔH_m^0 é a entalpia de fusão do PP 100% cristalino, sendo este com o valor de 209 J/g (5) e φ_w a fração em massa de PP nos compósitos.
Houve a introdução de 10 amostras dos corpos de prova de PP100/0F, PP90/10F, PP80/20F e PP70/30F, bem como de 8 amostras de ECOVIO. As amostras possuíam dimensões de aproximadamente 50x50cm.
O solo simulado foi acondicionado em copos plásticos descartáveis, ocupando cerca de 440 mL. Cada copo servia de suporte para 3 amostras. Houve a identificação das amostras com a amarração de um fio de Nylon com etiquetas descritivas de cada corpo de prova. Os copos eram acondicionados numa estufa.
Todas as amostras foram inicialmente pesadas, antes da imersão no solo. Houve então a pesagem dos corpos de prova após 30, 60 e 90 dias de enterro, para se avaliar perda ou ganho de massa proveniente da biodegradação.

Resultados e Discussão

Degradação das Amostras Enterradas no Solo Simulado

Para a análise da degradação das amostras enterradas no solo simulado, foram feitas pesagens dos corpos de prova, de modo a se aferir a perda de massa de cada compósito, após 30, 60 e 90 dias de exposição ao solo. Os dados de perda de massa

das amostras PP100/0F, PP90/10F, PP80/20F, PP70/30F e ECOVIO estão dispostos na Tabela 1:

Tabela 1 – Perda de massa das amostras PP100/0F, PP90/10F, PP80/20F, PP70/30F e ECOVIO.

Amostra	Perda de massa (%)		
	Após 30 dias	Após 60 dias	Após 90 dias
PP100/0F	0,18 ± 0,11	0,52 ± 1,34	0,59 ± 0,25
PP90/10F	0,82 ± 2,70	2,20 ± 2,69	4,40 ± 2,85
PP80/20F	*	5,60 ± 2,01	7,70 ± 2,05
PP70/30F	*	10,47 ± 2,85	14,28 ± 3,02
ECOVIO	0,19 ± 0,43	0,47 ± 0,40	1,12 ± 0,41

* O valor médio calculado havia dado ganho de massa, sendo descartado como erro experimental.
Fonte: O autor.

Percebe-se pela Tabela 1 que com o aumento do tempo de exposição ao solo, há um aumento na perda de massa. Ainda, o aumento na porcentagem em peso de farelo de soja acarreta em maior porcentagem de perda de massa, independentemente do tempo de exposição. Isto demonstra que o farelo de soja incorporado a matriz de PP é eficaz na aceleração da biodegradação do polímero exposto ao solo. Para o compósito com 30% em peso de farelo de soja houve aumento de mais de 24 vezes na perda de massa em comparação com a matriz de PP pura, após exposição ao solo simulado por 90 dias.
Embora o polímero ECOVIO seja considerado biodegradável, nota-se que o mesmo possui perdas de massa similares ao PP puro em 30 e 60 dias, porém, tem perda maior após 90 dias.

Calorimetria Diferencial Exploratória (DSC)

Com a técnica de DSC obtiveram-se os valores de temperatura de fusão e de cristalização, bem como a entalpia de fusão e de cristalização, além da porcentagem de cristalinidade (X_c). A Tabela 2 demonstra estes valores para as amostras PP100/0F, PP90/10F, PP80/20F, PP70/30F:

Tabela 2 – Temperatura de fusão e cristalização, entalpia de fusão e cristalização e porcentagem de cristalinidade das amostras PP100/0F, PP90/10F, PP80/20F e PP70/30F.

Amostra	Temperatura de fusão (°C)	Temperatura de cristalização (°C)	Entalpia de fusão (J/g)	Entalpia de cristalização (J/g)	Xc (%)
PP100/0F	163,7 ± 1,9	118,5 ± 0,8	69,8 ± 7,1	71,8 ± 7,2	33,4
PP90/10F	164,6 ± 1,3	117,3 ± 1,2	63,4 ± 11,7	79,4 ± 13,6	33,7
PP80/20F	165,5 ± 1,1	117,2 ± 0,9	59,9 ± 10,7	76,4 ± 12,7	35,8
PP70/30F	166,2 ± 1,1	117,4 ± 0,5	49,8 ± 6,9	84,9 ± 4,7	34,0

Fonte: O autor.

Percebe-se pela Tabela 1 que com o aumento da porcentagem de farelo de soja, há um aumento na temperatura de fusão dos compósitos. De modo distinto, houve diminuição da temperatura de cristalização com aumento da porcentagem da fase

dispersa na matriz dos compósitos. O mesmo padrão é visualizado na entalpia de fusão, onde com o aumento da porcentagem de farelo de soja na matriz, houve diminuição dos valores de entalpia de fusão. Os valores de entalpia de cristalização não seguiram nenhum padrão em relação a porcentagem de farelo de soja incorporado na matriz.

Conclusões

Conclui-se que a incorporação de farelo de soja em compósitos de matriz de polipropileno, auxilia na biodegradação do material, acelerando a perda de massa quando enterrado no solo. O compósito com 30% em peso de farelo de soja propiciou a maior perda de massa após 90 dias, com decréscimo de cerca de 14,28% da sua massa inicial, enquanto a matriz pura de PP teve perda de aproximadamente 0,59% da massa inicial. Além disso a porcentagem de cristalinidade aumentou com o aumento da quantidade de farelo de soja, até atingir 20% em peso de fase dispersa na matriz. A amostra com 30% em peso de farelo teve decréscimo de porcentagem de cristalinidade em relação a amostra PP80/20F, mas foi maior que as amostras PP90/10F e PP100/0F.

Agradecimentos

Agradeço à professora Dra. Adriane Bassani Sowek por todo auxílio e disponibilidade na execução deste trabalho, aos colegas Gabriel Henrique Ueno, Alexandre Laco Dzazio e Rodolfo Pauzer, ao técnico Dr. Milton Domingos Michel e ao DEMA.

Referências

1 GOMES, L. B. et al. Study of Oxo-biodegradable Polyethylene Degradation in Simulated Soil. **Materials Research**, vol. 17, p. 121-126, Jun. 2014.

2 SAILAJA, R. R. N. et al. Effect of compatibilization on mechanical and thermal properties of polypropylene-soy flour composites. **Journal of Materials Science**, vol. 43, p. 64-74, Set. 2008.

3 COSTA, C. Z. et al. Degradação microbiológica e enzimática de polímeros: uma revisão. **Química Nova**, vol. 38, p. 259-267, Out. 2015.

4 COSTA, H. M. da et al. Degradation of polypropilene (PP) during multiple extrusions: Thermal analysis, mechanical properties and analysis of variance. **Polymer Testing**, vol. 26, p. 676-684, Abr. 2007.

5 CANEVAROLO JR., S. V. **Técnicas de Caracterização de Polímeros**. São Paulo: Artliber, 2004. 435 p.

6 WOOL, R.; SUN, X. S. **Bio-based Polymers and Composites**. New York: Elsevier, 2005. 620 p.