CARACTERIZAÇÃO DE COMPÓSITOS DE POLIPROPILENO COM CASCA DE SOJA

Gabriel Henrique Ueno Scudlarek (PIBIC/PROVIC), Adriane Bassani Sowek, e-mail: absowek@uepg.br.

Universidade Estadual de Ponta Grossa/ Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Materiais.

Área: 3.03.00.00-2 (Engenharia de Materiais e Metalúrgica)
Subárea: 3.03.05.00-4 (Materiais não Metálicos)

Palavras-chave: Polipropileno, Soja, Compósito, Biodegradação.

Resumo

Atualmente a preocupação com questões ambientais vem sendo uma das pautas mais discutidas. Com isso vem se buscando cada vez mais alternativas quanto a degradação dos polímeros no meio ambiente, como a substituição de parte de seu volume por matéria orgânica. Este trabalho tem como objetivo avaliar a efetividade da incorporação de casca de soja em polipropileno quanto à degradação em solo simulado, segundo norma ASTM G160-03, medindo também os impactos causados às propriedades térmicas e mecânicas devido a adição dessa matéria à matriz polimérica. Foram analisados filmes de PP com incorporação de 10, 20 e 30% de casca de soja em peso.

Introdução

O polipropileno apresenta vasta gama de aplicações, sendo responsável por 21,9% do consumo de plásticos no brasil. Este é um *commodity* de extrema importância, uma vez em que apresenta uma combinação de baixo custo, aliada a baixa densidade e facilidade de moldagem. Dentre suas principais aplicações se destaca o uso do material em embalagens, brinquedos, sacarias, para-choques automotivos e como a carcaça de eletrodomésticos (1,2,3,4).

Os polímeros, como o polipropileno, são derivados do petróleo e, devido ao preço relativamente baixo, versatilidade e propriedades mecânicas, são amplamente utilizados em diversos setores do mercado (1, 2).

Graças a ampla versatilidade e aplicabilidade, os plásticos vêm sendo utilizados indiscriminadamente desde a década de 40, quando sua produção, em escala industrial foi inicializada, dando origem a diversos problemas ambientais e assim sendo um material nocivo ao planeta (5).

Com isso, devido ao grande consumo, maiores necessidades de alternativas que diminuam o impacto deste componente no meio ambiente são necessárias (1).

Uma das alternativas que vem sendo estudada é a incorporação de cargas naturais a exemplo do amido, derivados da soja e do arroz, entre outras, aos polímeros, a fim de substituir parte do material não biodegradável por um volume biodegradável e ainda conferir propriedades interessantes a esses materiais (3).

Materiais e Métodos (Arial 12, Negrito, alinhado à esquerda)

Materiais

Os materiais utilizados foram as misturas de polipropileno com casca de soja nas proporções de 10%, 20% e 30% em peso e o polímero puro.

Métodos

Preparação das amostras

Foram confeccionados filmes a partir do material com dimensões de 140mm x 80mm. Utilizado, para cada filme, cerca de 8g de material.

Os filmes foram produzidos fazendo-se uso de uma prensa com sistema de aquecimento e de um molde. O processo de prensagem se deu a partir do aquecimento da prensa a uma temperatura de 200ºC. Utilizou-se para os compósitos inicialmente uma pressão de 1,5 ton por 1min e uma segunda de 3 ton por 2 min. Logo em seguida o filme foi resfriado ao ar por 4 minutos.

Os filmes produzidos foram recortados obtendo-se: uma amostra para o ensaio de tração com dimensões de 25,4mm x 140mm, duas amostras para serem enterradas no solo, com dimensões de 50mm x 50mm e uma amostra para a realização de um ensaio de adsorção de água medindo 54,6mm x 40mm.

Caracterização das amostras antes da degradação

As propriedades térmicas das amostras foram avaliadas após ensaio de DSC, segundo norma ASTM D3418-15, com uma taxa de aquecimento e resfriamento de 10°C.min^{-1} e com um fluxo de 50 mL.min^{-1} de nitrogênio (N_2).

Foram realizadas duas corridas para cada amostra. A primeira corrida no DSC foi realizada partindo-se de uma temperatura de 30°C, sendo elevada até 220°C, sendo realizada posteriormente uma isoterma de três minuto, sendo depois resfriada até 30°C e isoterma de um minuto. Esta finalizada, deu-se início a segunda corrida, onde todo o ciclo é repetido.

Utilizou-se aproximadamente 10 mg de material para a produção de cada amostra, utilizada na realização do ensaio.

A partir dos resultados de DSC será determinado o Índice de Cristalinidade (Xc) das amostras. O Xc será calculado com a utilização da Equação 1.

$$Xc = \frac{\Delta Hf_{polímero}}{(\Delta Hc \times \phi)} x100\% \qquad \text{(Equação 1)}$$

Onde $\Delta Hf_{polímero}$ refere-se à entalpia de fusão do polímero, ΔHc a entalpia de fusão do polímero 100% cristalino e ϕ a fração de polímero na mistura.

Para análise mecânica, os filmes foram submetidos ao ensaio de tração numa máquina universal de ensaios de tração, seguindo a norma ASTMD882-12. Sendo utilizadas 5 amostras para cada mistura, que foram ensaiadas a uma taxa de 12,5mm/min.

A absorção de água das amostras também foi analisada, de acordo com a norma ASTM D570-98. Onde amostras foram colocadas na estufa por 24 horas para secar e pesados, obtendo o peso seco, então serão imersas na água por, também, 24 horas e então pesadas, obtendo-se o peso úmido. A absorção de água foi calculada utilizando-se a equação 2.

$$AA\% = \frac{(\text{Peso úmido} - \text{Peso seco})}{(\text{Peso seco})} \times 100\% \qquad \text{(Equação 2)}$$

Disposição das amostras para degradação

Filmes foram alocados em copos plásticos contendo entorno de 350g de solo preparado, sendo três filmes por copo. Estes copos foram dispostos no interior de uma estufa.

Preparação do solo

O solo simulado foi preparado realizando a mistura de terra, esterco e areia, respeitando a proporção de 1:1:1. O produto resultante deverá ser armazenando por 3 meses, sendo misturado periodicamente.

Retirada das amostras poliméricas

As amostras foram retiradas do solo após 30, 60 e 90 dias. Sendo analisada a perda de massa dessas amostras afim de determinar o nível de degradação. Para

isso as amostras retiradas foram lavadas, secadas com papel absorvente e pesadas, para a determinação da perda de massa.

Resultados e Discussão

Análise de Calorimetria Exploratória Diferencial *(DSC)*

Ao realizar o ensaio de DSC obteve-se os resultados dispostos na tabela 1.

Tabela 1: Resultados de DSC.

PP/Casca de Soja	Tm (ºC)	Tc (ºC)	% Cristalinidade
100/0	165,2 ± 0,1	118,8 ± 0,8	26,6%
90/10	165,9 ± 0,2	116,3 ± 0,2	28,5%
80/20	166,5 ± 0,3	116,6 ± 0,1	38,9%
70/30	166,2 ± 0,1	116,0 ± 0,1	33,4%

Os resultados dispostos na tabela 1 correspondem aos valores médios de pico de fusão (Tm) e de pico de cristalização (Tc). Também está presente na tabela 1 a porcentagem de cristalinidade de cada amostra analisada.

Ao observar-se as temperaturas de fusão obtidas, nota-se que houve acréscimo em função da adição de cascas de soja na mistura, enquanto que o inverso pode ser observado quanto a temperatura de cristalização que diminuiu para as misturas nas quais a proporção de casca de soja é maior. Ainda a porcentagem de cristalinidade foi maior para a mistura com 20% de casca de soja e, em geral, foi maior para as misturas em relação ao PP puro.

Análise Mecânica

Realizou-se, como citado anteriormente, o ensaio de tração a taxa de deformação de 12,5mm/min. A tabela 2 apresenta os resultados obtidos por meio do ensaio.

Tabela 2: Resultados ensaio de tração.

PP/Casca de Soja	Resistência à tração (MPa)	Tensão no ponto de escoamento (MPa)	Módulo de elasticidade (MPa)	Alongamento no ponto de escoamento (%)	Alongamento na ruptura (%)
100/0	34,41 ± 3,38	33,94 ± 3,09	1551,7 ± 127,6	5,09 ± 0,32	5,61 ± 0,39
90/10	18,43 ± 2,27	17,90 ± 2,04	1232,8 ± 152,2	2,16 ± 0,52	2,59 ± 0,49
80/20	10,63 ± 2,89	11,05 ± 2,59	1318,9 ± 182,7	1,05 ± 0,40	1,12 ± 0,34
70/30	8,15 ± 2,21	10,46 ± 2,17	1083,3 ± 230,2	1,25 ± 0,30	0,92 ± 0,22

Na tabela 2 percebe-se queda diretamente proporcional ao aumento da porcentagem em peso de casca de soja nos filmes de polímero da resistência mecânica das amostras, sendo que o PP puro possui a maior resistência a tração de 34,41 ± 3,38 MPa e a mistura com 30% de casca de soja possui a menor resistência de 8,15 ± 2,21. Além disso nota-se a diminuição também da deformação até ruptura que as misturas sofrem.

Absorção de água

Os dados do ensaio de absorção de água estão expostos na tabela 3.

Tabela 3: Resultados de absorção de umidade.

PP/Casca de Soja (%peso)	Absorção de umidade (%)
100/0	2,51 ± 2,13
90/10	9,35 ± 2,34
80/20	14,24 ± 2,92
70/30	13,19 ± 2,27

Nota-se, na tabela 3 o aumento da absorção de umidade com o aumento do percentual de casca de soja presente na mistura. Apesar de na última mistura, 70/30, o valor médio ser menor que na mistura 80/20, ao considerar o desvio padrão pode-se considerar até mesmo que são iguais.

Perda de massa

Obteve-se os percentuais de perda de massa dispostos na tabela 4.

Tabela 4: Percentual de perda de massa.

PP/ Casca de Soja	Perda de Massa 30 dias	Perda de Massa 60 dias	Perda de Massa 90 dias
100/0	0,24%	0,11%	0,15%
90/10	2,98%	3,03%	3,73%
80/20	0,47%	6,75%	9,37%
70/30	3,32%	13,10%	23,48%

Vê-se na tabela 4 que o percentual de perda de massa aumenta conforme o tempo de permanência na terra das amostras. O PP puro é o que possui menor percentual de perda de massa, cerca de 0,24.

A mistura 90/10 apesar de superar a mistura 80/20 na primeira medida é ultrapassada nas posteriores, tendo o percentual de perda de massa apenas superior ao PP puro (100/0).

O percentual de 0,47% de perda de massa na primeira medida da mistura 80/20 se mostra diferente do esperado, tendo sido menor do que a mesma medida para uma amostra com menos casca de soja (90/10) isso pode decorrer de erros experimentais, como a absorção de água e não secagem correta para pesagem.

A mistura 70/30, com 70% de casca de soja em massa, obteve os maiores percentuais de perda de massa em todas as medidas.

Conclusões

A adição de casca de soja ao polipropileno causa poucos efeitos quanto às propriedades térmicas medidas. Porém há um efeito grande sobre as propriedades mecânicas do polímero, pois tem-se um intenso declínio na resistência à tração, bem como na deformação até a ruptura. A absorção de umidade também é influenciada pelo incremento da casca de soja ao polímero, havendo um grande aumento de absorção.

A degradação das amostras é atestada pela perda de massa medida, sendo mais intensa naquelas com maior porcentagem de carga, mostrando que o método de adição de carga orgânica tem grande efetividade. Sendo assim adicionar casca de soja a uma matriz polimérica não biodegradável um método assertivo.

Agradecimentos

Aos professores pela paciência, em especial à minha orientadora Profª Dra. Adriane Bassani Sowek pelas orientações, ajuda e conselhos. Aos meus colegas por toda ajuda. E a todos do Departamento de Engenharia de Materiais da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Referências

1 FRANCHETTI, S. M. M.; MARCONATO, J. C. Polímeros biodegradáveis – Uma solução parcial para diminuir a quantidade de resíduos plásticos. **Química Nova.** v. 29, n. 4, p. 811-816, 2006.

2 ABIPLAST – Associação Brasileira da indústria do Plástico (Perfil 2016 Indústria Brasileira de Transformação e Reciclagem de Material Plástico). Disponível em: http://file.abiplast.org.br/file/noticia/2017/folder_preview_perfil2016_separado.pdf

3 REDIGHIERI, K. I.; COSTA, D. A. Compósitos de Polietileno Reciclado e Partículas de Madeira de Reflorestamento Tratadas com Polietileno Modificado. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**. v.18, n. 1, p. 5-11, 2008.

4 MANO, Eloisa Biasotto; MENDES, Luís Cláudio. **Introdução a Polímeros.** 2º edição. São Paulo. Edgard Blücher LTDA.

5 PRADO, M.R., **Análise do Inventário do Ciclo de Vida de Embalagens de Vidro, Alumínio e pet utilizadas los Uma Indústria de Refrigerantes no Brasil**, Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná. Brasil, 2007.