CARACTERIZAÇÃO DA BIODEGRADAÇÃO EM COMPÓSITOS DE POLIPROPILENO COM FARELO DE SOJA E ECOVIO.

Rodolfo Zambrzycki Pauzer (PROVIC), Adriane Bassani Sowek (Orientador), 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: biodegradação, polipropileno, soja, ensaio de tração.

Resumo

O polipropileno (PP) é um dos polímeros mais usados em atualidade. Juntando o PP a outras diversas classes de polímeros, a quantia de resíduos gerada é grande e quando esses produtos são descartados de forma incorreta observam-se montantes de lixos preocupantes, já que a degradação dos polímeros em geral é lenta. A união de material orgânico, como farelo de soja, ao PP gera um compósito polimérico, biodegradável, com degradação acelerada quanto ao material puro. Dados comprovam que com o aumento da quantidade de carga de farelo, além de mais dias do material em exposição ao ambiente, maior é a quantidade de material degradado. Um empecilho para a aplicação destes são os valores de resistência mecânica que são prejudicados, tendo que haver uma aplicação restrita.

Introdução

O polipropileno (PP) apresenta-se como um dos materiais termoplásticos em mais uso, com consumo estimado de 21,9% e contabilizando a variedade de polímeros produzidos mundialmente, estimasse valores na casa de milhões de toneladas produzidas ao ano (1,2). A taxa de degradação dos polímeros é muito lenta e isso o torna um problema ambiental quando não tratado e descartado corretamente. Degradação é a mudança de propriedades do polímero, através de reações biológicas, químicas e físicas, resultando em cisão das cadeias do material, refletindo em propriedades como mecânicas e ópticas (2).

Um montante de 25 milhões de toneladas de material plástico por ano é gerada pelo descarte incorreto, impactando na quantidade de resíduo gerado no meio ambiente (2). Desta forma, há a real necessidade de saídas para evitar a geração dos mesmos. Uma possibilidade é a incineração do material, porém a produção de gases tóxicos acaba inviabilizando e apenas a reciclagem do material não vem mostrando bons resultados no meio ambiente.

Desta forma, o desenvolvimento de materiais com utilização de matérias primas agrícolas mostra-se como uma solução. Além de serem renováveis, tem um baixo custo e podem ser alinhados com a reutilização de recursos que na área agrícola seriam também descartados (3). A soja pode ser empregada neste seguimento de estudo, e como o Brasil está no topo de produção mundial de soja, os fatores acabam por contribuir um com outro. No entanto, propriedades inferiores são obtidas quando adiciona-se este material orgânico ao polímero, e acaba por restringir sua aplicação (3,4).

Materiais e Métodos

Materiais

As matérias primas para os testes são matriz de polipropileno, com composição variando entre 0% (PP100/0F), 10%(PP90/10F), 20%(PP80/20F) e 30%(PP70/30F) em peso de farelo de soja, além do Ecovio C2224, um polímero biodegradável.

Métodos

Os corpos de provas foram feitos com a prensa hidráulica 30T Schwing, em formatos de filmes com dimensões de 14x8 cm, sobre um molde metálico, adicionando os pellets que então são fundidos e pressionados pela prensa com uma temperatura de 210°C e carga de 3000kgf. Sobre a matriz metálica, para facilitar a remoção do material, é colocado uma folha de kapton e espalhado detergente neutro. Aplica-se força no processo por volta de 2,5 minutos e para retirada da amostra o resfriamento dos mesmos 2,5 minutos são aguardados.

Com o filme obtido pela prensa, foi recortado amostras com auxilio de estilete nas dimensões de 25x140 mm, 30x40 mm e 50x50mm, para serem testadas sob tração, absorção de água e teste de degradação em solo, respectivamente.

Para caracterização mecânica o ensaio de tração foi realizado, sendo embasado pela norma ASTM D-882, com o equipamento de ensaio universal SHIMADZU AUTOGRAPH AGS - 10 kN, em 5 amostras de cada composição, com uma taxa de 12,5mm/min. A absorção de água, com base na norma ASTM D-570, foi medida deixando os corpos de prova por 24 horas em estufa com temperatura próxima aos 100°C, medida a massa e então imersos em água por 24 horas. Retirava o excesso de água e então media novamente a massa. A diferença multiplicado por 100 refere-se a absorção em porcentagem.

O solo foi preparado através da norma ASTM G-160, totalizando 15kg de solo, onde 10kg são de terra com adubo orgânico e os 5kg restante de areia grossa. Realizada a mistura e homogeneização, o solo foi deixado em repouso por 3 meses e no intervalo de cada mês uma mistura foi promovida. O pH é aferido e deve estar entre 6,5- 7,5, além de humidade entre 20 e 30%. Tais parâmetros devem ser verificados e mantidos depois de iniciar o teste de degradação. Quanto a estufa, foi feita sobre uma bancada e coberta com película de polietileno, com apoio de canos de PVC, responsáveis por preservar a atmosfera, manter a umidade e temperatura. Duas lâmpadas e um termômetro eletrônico foram instalados dentro da estufa.

A análise de degradação é feita pela perda de massa nas amostras de dimensões de 50x50mm, medidas antes de enterradas e com um intervalo de cada 30 dias, por três meses. Com as amostras pesadas inicialmente e pós 30 dias no solo preparado, no interior da estufa, as amostras são retiradas, limpas com uso de escova e água corrente e então pesadas. O processo se repete com 60 e 90 dias.

Resultados e Discussão

Absorção de água

A absorção de água foi baseada na norma ASTM D-570, onde os dados obtidos estão na Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Absorção de água

PP/Casca de soja	Média (%)	Desvio
PP100/0F	0,05	0,06
PP90/10F	3,91	1,44
PP80/20F	5,27	1,6
PP70/30F	13,57	3,28

Observa-se que conforme aumenta-se a porcentagem de carga, a absorção também aumentou e a amostra de 30% de farelo de soja apresenta mais de duas vezes a porcentagem da amostra de 20%. Este fenômeno pode ser explicado pela carga do farelo ser polar e pelo formato do filme obtido não ser homogêneo, com diferentes concentrações de farelo na geometria do filme, que por vezes causavam imperfeições na superfície e desta forma a absorção se deu entre o farelo-água e a água absorvida pelo polímero em si teve valores muito pequenos tendo em vista a amostra pura.

Ensaio de tração

Ao adicionar-se a carga de farelo de soja, as propriedades do material foram prejudicadas, conforme a Tabela 2:

Tabela 2 – Dados ensaio de Tração

PP/Casca de soja	Resistência à tração no escoamento (MPa)	Resistência a tração na ruptura (MPa)	Módulo elástico (MPa)	Alongamento no escoamento (%)	Alongamento na ruptura (%)
PP100/0F	39,6± 3,2	37,4± 3,3	1605± 80	1122± 149	9,0± 1,0
PP90/10F	14,2± 2,5	12,9± 2,7	1122±149	1,9± 05	2,1± 0,4
PP80/20F	11,2± 1,5	9,5± 1,4	995± 56	1,8± 0,4	1,9± 0,3
PP70/30F	5,0± 1,9	2,5± 1,7	776± 81	1,1± 0,5	1,5± 0,3
Ecovio	11,9± 4,9	8,5± 4,7	364± 8	6,0± 2,8	6,3± 2,4

Durante o ensaio, o material falhava de forma frágil, após o aparecimento das primeiras trincas, tendo deformações pequenas. Além disso, foi perceptível a região de fissuramento do corpo de prova com a trinca começando a se propagar em regiões que o farelo de soja estava em maior quantidade e mais concentrado.

Comparando com o Ecovio em que as propriedades apresentaram-se melhores e este também sendo capaz de degradar-se frente ao meio ambiente, o uso desse se faz mais coerente quando para aplicações mecânicas, podendo suportar taxas de deformações maiores que o material com farelo de soja.

Biodegradação em solo simulado

As amostras foram inseridas em solo e alocadas em estufa conforme norma ASTM G-160, e foram retiradas em 30, 60 e 90 dias para terem suas massas aferidas e então enterradas novamente. A Tabela 3 informa a porcentagem de perda de massa, em função da massa inicial, de acordo com os dias, conforme a equação a seguir:

$$X = \frac{m_0 - m_d}{m_0} x\ 100$$

onde m_0 é a massa inicial e m_d é a massa no dia de teste.

Tabela 3 – Perda de massa das amostras

PP/Casca de soja	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%

* Erro experimental

O erro experimental é devido que buracos foram formados com a degradação e assim pode ter ficado terra incrustada no material, mesmo com a limpeza em água, e esta pode ter sida absorvida pelas amostras, como observado pelo teste de absorção, aumentando o peso e interferindo na medição.

Observa-se que com mais tempo de permanência em solo a perda de massa aumenta e o PP puro é o que apresenta a menor degradação, comprovando a degradação mais efetiva do compósito. Além disto, quanto maior a carga de farelo, maior é a degradação.

Analisando as amostras é possível observar buracos, correspondentes as regiões que foram degradadas. Essas regiões são em grande maioria regiões que estavam alocados o farelo de soja, mostrando que a maior parte que foi consumida por degradação não foi o material polimérico e sim a soja.

Conclusões

Com a produção em alta escala de materiais poliméricos, atitudes de controle ambiental são necessárias, para tentar reduzir o dano ao meio ambiente, que é um assunto de relevância em tempos atuais. Uma rota para isso é acelerar a degradação dos materiais, diminuindo o volume de material nos lixões, aterros e centros urbanos e a união de PP com farelo de soja é um exemplo de solução.

Com os dados obtidos comprova-se a degradação, havendo uma diminuição de massa nas amostras. Em contra partida, propriedades mecânicas são prejudicadas, e quanto mais carga mais intensa a degradação, assim como a absorção de água. O Ecovio é um material biodegradável com propriedades mecânicas intermediarias, assim para estas aplicações seria o mais indicado.

Agradecimentos

Inicialmente agradeço a Professora Adriane Bassani Sowek, por fornecer a possibilidade de desenvolvimento desta pesquisa, assim como todo o auxilio e conhecimento necessário. Aos amigos Alexande Dzazio, André Felipe Taques e Gabriel H. Ueno Scudlarek, por dividirem essa frente de pesquisa, auxiliando no trabalho e trocando conhecimento. Ao técnico do laboratório Milton Domingos Michel e ao Departamento de Engenharia de materiais da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Referências

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> Acesso em: 27 agosto 2018.

Gomes, L. B. **Avaliação da degradação em solo simulado de filmes de polietileno com aditivos pró-degradantes após exposição ao envelhecimento acelerado.** 2010, 110 f. Relatório de Estágio Supervisionado (Graduação em Engenharia de Materiais)-Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2010.

Sailaja, R. R; Girija, B. G. **Effect of compatibilization on mechanical and thermal properties of polypropylene–soy flour composites**. 2007.

Costa, C. Z; Albuquerque, C. C. Degradação microbiológica e enzimática de polímeros: uma revisão. **Química Nova**. Vol. 38, No. 2, 259-267, 2015.

ASTM – American Society for Testing Materials. **ASTM G160 Standard Practice for Evaluating Microbial Susceptibility of Nonmetallic Materials By Laboratory Soil Burial**. In annual Book of ASTM Standards, 2017.