CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA, TÉRMICA E MORFOLÓGICA DE EMBALAGENS POLIMÉRICAS BIODEGRADÁVEIS DE PBAT-PLA

Sara Scepanik, Benjamim de Melo Carvalho, bmcarval@hotmail.com.
Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Engenharia de Materiais.

Engenharia de Materiais e Metalúrgica, Materiais não Metálicos

Palavras-chave: Ecovio, propriedades, biodegradável.

Resumo

A visibilidade que os materiais biodegradáveis têm ganhado é resultado da preocupação com o acúmulo de resíduos gerados por materiais provenientes de fontes fósseis e assim se apresentam como alternativa sustentável ao uso de não biodegradáveis. Esse projeto de pesquisa tem objetivo de caracterizar o polímero biodegradável Ecovio (uma blenda de PLA-PBAT), em sacolas comerciais, analisando suas propriedades e comportamento em relação às caracterizações. Fabricou-se também filmes da resina via moldagem por compressão, para caráter comparativo com o material das sacolas. Ensaio mecânico de tração, microscopia eletrônica de varredura, espectroscopia no infravermelho por transformada de fourier e análise termogravimétrica foram empregados para avaliar as propriedades do material. Frente a essa questão, espera-se divulgar o potencial de polímeros biodegradáveis em pesquisas e aplicações tecnológicas para um desenvolvimento sustentável. (1,2)

Introdução

O Ecovio se apresenta como um polímero com conteúdo de fonte parcialmente renovável e resulta da mistura entre PLA (poli ácido lático, biodegradável) e PBAT poli(butileno adipato co-tereftalato). Esse material é uma alternativa aos polímeros convencionais por ser biodegradável e menos impactante ao ambiente, considerando que sua degradação se dá em tempo extremamente menor, além de apresentar elevada resistência. A preocupação com a crescente utilização de materiais não biodegradáveis se dá justamente devido ao grande volume de resíduos gerados que causam danos ambientais. (1)

As propriedades apresentadas pelo composto Ecovio o tornam um amplo substituto para plásticos como polietileno ou poliestireno, sendo aplicado em situações desde sacolas plásticas e filmes agrícolas até para embalagens comerciais. (3)

O poli (ácido lático) – PLA é um polímero alifático, termoplástico e biodegradável, sintetizado a partir do ácido lático obtido de fontes renováveis. O PLA exibe propriedades mecânicas do mesmo nível de derivados de fontes fósseis, como o módulo de elasticidade e rigidez. Esse polímero pode ser, em diversos aspectos, comparado ao polietileno tereftalato (PET), devido a similaridade entre eles. (1,2)

Considerando sua transparência, o PLA é um ótimo candidato para fabricação de filmes, embalagens e garrafas moldadas por injeção. É possível até seu uso como material na área médica, devido à sua biocompatibilidade. (1,2)

As blendas formadas por PLA e PBAT apresentam uma boa resposta mecânica, formando materiais mais flexíveis, diminuindo a rigidez exposta pelo PLA

puro. Suas propriedades mecânicas e térmicas podem ainda ser melhoradas com a utilização de alguns aditivos. Esse é outro tópico interessante quando se trata do composto Ecovio; outros materiais de carga podem ser combinados facilmente para incremento da matriz polimérica, com boa adesão e melhorando seu desempenho, com propriedades específicas. (2)

Materiais e Métodos

Moldagem por Compressão

Os filmes foram produzidos a partir da resina em forma de pellets, que foi seca em estufa, a 80ºC, por quatro horas, antes da moldagem. A temperatura utilizada na compressão foi de 175ºC. Para a confecção dos filmes na prensa, determinava-se a temperatura desejada no equipamento e utilizava-se a fita Kapton para envolver as placas metálicas que iriam ser prensadas juntamente com o material, para evitar que o mesmo aderisse às placas. Os melhores resultados obtidos foram nas condições seguintes: inicialmente apenas mantendo contato das placas metálicas com o material e a prensa aquecida, para que o material começasse a fundir, durante um minuto e trinta segundos. Em seguida, aplicava-se uma força de uma tonelada, novamente, por um minuto e trinta segundos. Finalmente, retirava-se os filmes resultantes.

Caracterização mecânica em tração

Foram extraídos corpos de prova em forma de “gravata” dos filmes das sacolas biodegradáveis e dos filmes feitos por compressão, com auxílio de um molde metálico. Foi realizado então o ensaio mecânico, com velocidade de 100 mm/min para ambos os casos, e os corpos de prova foram previamente armazenados em um dessecador com solução saturada de cloreto de sódio, tendo em vista o caráter altamente higroscópico do ecovio. A máquina para o ensaio de tração é do modelo Shimadzu AG-1.

Caracterização morfológica em Microscópio Eletrônico de Varredura por Emissão de Campo - FEG

As amostras foram previamente fraturadas criogenicamente em nitrogênio líquido e, em seguida, recobertas por superfície metálica. O princípio consiste em utilizar um feixe de elétrons para analisar a superfície da amostra, sendo o sinal de imagem resultado da interação do feixe incidente com a superfície da amostra.

Caracterização via Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR)

Também foi realizada a caracterização via Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier, para determinar os teores de PLA e PBAT no material, nas amostras de extrusão e compressão. O Espectrômetro Infra Vermelho FTIR é do modelo IRPrestige-21 com acessório de refletância difusa, DRS-8000/ Shimadzu. Os métodos de espectroscopia estudam a interação da radiação eletromagnética com a matéria, podendo identificar qualitativa e quantitativamente diversas amostras, utilizando pouca quantidade de matéria e se apresentando com rapidez na aquisição dos espectros. (4)

Caracterização termogravimétrica

As amostras foram também caracterizadas termogravimetricamente. Os espécimes foram submetidos a um processo de aquecimento de 10ºC/min, da temperatura ambiente até 400ºC, em atmosfera de ar sintético. As amostras foram depositadas em um cadinho de alumina para o posterior aquecimento. O sistema de análise termogravimétrica é do modelo LABSYS EVO DTA/DSC / Setaram Instrumentation, que monitora a variação da massa de uma amostra em função da temperatura em condições controladas.

Resultados e Discussão

Caracterização mecânica em tração

Durante o ensaio, com as medidas de cargas e das respectivas deformações, a máquina de tração fornece a curva tensão-deformação para os corpos de prova. Analisando os gráficos obtidos, percebe-se que em ambos os casos houve uma deformação plástica, entretanto, essa deformação permanente foi muito mais expressiva no caso dos corpos de prova retirados da sacola, feita por extrusão. No caso da compressão, essa região não se estende e logo a fratura acontece. Para a extrusão, a deformação plástica perdura por uma maior região antes da fratura do corpo. Percebe-se que o alinhamento das cadeias poliméricas ocasionado durante o processo industrial de extrusão, confere a esse caso a possibilidade dos corpos de prova suportarem maior tensão antes da ruptura.

Caracterização morfológica em Microscópio Eletrônico de Varredura por Emissão de Campo - FEG

Para fraturar o material criogenicamente, as amostras foram submersas no liquefator de nitrogênio líquido. A amostra da compressão permaneceu por 20 minutos no liquefator, em seguida foi retirada e fraturada com auxílio de um alicate. Entretanto, a amostra da extrusão ainda se encontrava dúctil após mais de 30 minutos. Sendo assim, esta foi tensionada manualmente por suas extremidades, com o intuito de se produzir uma fratura frágil para ser analisada. O material foi então recoberto por ouro para que a microscopia fosse realizada e foram analisadas as superfícies das amostras bem como a área da fratura em cada caso. Na compressão, percebe-se uma estrutura semicristalina e opaca, sendo uma blenda polimérica imiscível, como pode se observar pela micrografia representada. Nota-se também o formato irregular e alongado da fase dispersa na matriz, bem como alguns aglomerados. (5)

Para o caso da extrusão, entretanto, as imagens não forneceram dados suficientes para uma análise precisa. Isso se deve ao fato de que o filme estudado tem uma espessura muito pequena, sendo assim muito sensível. Assim, durante o procedimento, o filme “queimou”, ou seja, este foi se deteriorando devido à interação com a corrente utilizada. Contudo, pode-se observar a homogeneidade das superfícies, o que se difere do caso anterior. Isso ocorre devido ao procedimento de extrusão, cujo possibilita fabricação de um material altamente preciso.

Caracterização via Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR)

Para ambos os casos, os picos de absorção máxima são coerentes, porém, são mais visíveis e individuais no material feito por extrusão. No caso da compressão esses picos se transformam em regiões de máxima absorção e não somente pontos

isolados. Dessa forma, pode-se afirmar que o processamento preciso e controlado da extrusão permite um espectro mais pontual do que no caso da compressão.

Caracterização termogravimétrica

A análise permite observar que a única mudança ocorrida foi a degradação do material, com uma queda acentuada no final, porém sem acompanhamento de alguma transição. Esses resultados são obtidos considerando que a temperatura do ensaio estava acima da transição vítrea, assim não se pode observar uma mudança de inclinação nítida na curva que indique a transição. Dessa forma, só ocorre a redução de viscosidade e degradação do material.

Conclusões

Nesse estudo, foram comparadas as propriedades da blenda polimérica Ecovio, formada por PLA e PBAT, nas formas de processamento de extrusão e compressão. Em todos os casos analisados, percebe-se que a extrusão possibilitou propriedades mais pontuais e aprimoradas em relação à compressão, devido ao rigoroso processo industrial que foi aplicado. Entretanto, a consideração final desse trabalho é tornar visível o potencial competitivo do Ecovio em comparação com os polímeros derivados dos combustíveis fósseis. Embora seja um estudo recente e, por consequência, de um custo mais elevado, a perspectiva é de barateamento com o avançar do tempo e de estudo nessas novas tecnologias, o que seria de grande interesse na área da engenharia e do meio ambiente.

Agradecimentos

Primeiramente à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação - PROPESP e ao programa PIBIC, que possibilita a realização desse projeto, bem como ao apoio da Fundação Araucária. Em segundo lugar, ao Prof. Dr. Benjamim de Melo Carvalho, pela confiança, apoio, orientação e incentivo ao desenvolvimento dessa pesquisa. À doutoranda Kairin Cristine Ribeiro, pelo suporte e auxílio durante a realização das atividades. Igualmente, ao C-LABMU juntamente com os técnicos responsáveis, que possibilitaram os procedimentos realizados durante a execução desse trabalho.

Referências

(1) BRITO, G.F., et al. **Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes.** 2011. Departamento de Engenharia de Materiais – Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2011.

(2) GEORGIOPOULOS, P.; KONTOU, E. **The effect of wood-fiber type on the thermomechanical performance of a biodegradable polymer matrix.** Journal of Applied Polymer Science. 2015.

(3) SIEGENTHALER, K. O., et al. **Ecoflex and Ecovio: Biodegradable, Performance-Enabling Plastics.** 2011.

(4) RUFINO, A. K.; DE LIMA, D. M. V.; OLIVEIRA, S. L. A. **Técnica FTIR e suas aplicações em amostras orgânicas.** Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso do Sul.

(5) VACCIOLI, K. **Estudo da blenda PBAT/PLA com cargas.** São Paulo. 2015.