Caracterização mecânica e morfológica de compósitos biodegradáveis de PBAT-PLA/farinha de madeira.

André Afonso Serenato (PROVIC/UEPG) Benjamim de Melo Carvalho
Benjamim de Melo Carvalho email: bmcarval@hotmail.com

Universidade Estadual de Ponta Grossa/ Departamento de Engenharia de Materiais

3.03.05.00-4 Materiais Não Metálicos 3.03.05.03-9 Materiais Conjugados

Palavras-chave: Polímero biodegradável, embalagens, ecovio, PLA, PBAT.

Resumo

A resina termoplástica comercial Ecovio® sofre quebra enzimática de suas ligações por microorganismo, o que a torna biodegradável. Entretanto, devido ao seu alto preço, a incorporação de cargas biodegradáveis tal como a farinha de madeira pode ser uma alternativa para diminuição de custos, mas mantendo-se o caráter de biodegradação. Portanto, no presente trabalho foram preparados via misturador Drais compósitos de Ecovio® com 10 e 20 % em massa de farinha de madeira. As caracterizações mecânicas mostraram que a farinha de madeira promoveu aumento no módulo elástico, mantendo-se a resistência à tração no escoamento. Como esperado, o pó de madeira promoveu uma diminuição na ductilidade e na resistência ao impacto em relação ao Ecovio® puro. Entretanto, os valores de resistência ao impacto ainda se mostraram superiores à resina comerciais não biodegradáveis como o polipropileno homopolímero. Conclui-se que a incorporação de 20% de farinha de madeira em resina Ecovio® é viável tecnicamente, promovendo uma significativa redução de custos, mas mantendo-se o caráter biodegradável devido à carga também passível de biodegradação.

Introdução

Os polímeros provenientes do petróleo têm sido muito utilizados e este sucesso se deve a sua versatilidade, propriedades mecânicas e custo relativamente baixo. Porém as mesmas propriedades que os tornam largamente utilizados também causam impacto ambiental, devido a grande quantidade de resíduos lançados ao meio ambiente. Com este intuito e visando sanar diversos problemas ambientais esta nova classe de polímeros, os biodegradáveis, vem recebendo destaque. Dentre eles alguns dos mais promissores são: PLA – poli(ácido lático) e copoliésteres biodegradáveis, tais como Ecoflex® e o Ecovio® da BASF S.A. Entretanto, os polímeros biodegradáveis ainda são bem mais caros que os convencionais. Portanto, a incorporação de cargas biodegradáveis tal como a farinha de madeira pode ser uma alternativa para diminuição de custos destes polímeros.

Materiais e Métodos

Material

No presente trabalho foi utilizado o polímero Ecovio® F2224, uma blenda dos polímeros PLA e Ecoflex® - poli(butileno adipato co-tereftalato) (PBAT). Também foi utilizada farinha de madeira pinus 100, gentilmente cedida pela empresa Pinho Pó.

Métodos

Granulometria

Através de peneiras de malha 48, 60, 100, 150, 325 e 400 mesh, das marcas Bertel Indústria Metalúrgica LTDA e Granutest, determinou-se a distribuição granulométrica da farinha de madeira.

Preparação das Amostras

Para o preparo dos compósitos foi utilizada a farinha de madeira passante em peneira MESH 60. Em seguida a farinha de madeira e o polímero Ecovio® foram secos a 70°C por 12 h e as amostras foram preparadas através do equipamento homogeneizador Drais da marca MH com capacidade de 100g a 700-3200 RPM por 35 segundos. A massa fundida foi retirada do Drais e prensada na sequência em uma prensa da marca MH por 30 segundos a uma pressão de 8 T e temperatura de 172°C, produzindo-se placas retangulares.

Caracterização Mecânica em Tração e Impacto

O ensaio de tração foi realizado no equipamento de ensaios universal da marca Shimadzu modelo AG-1 de 10kN, tendo sido utilizados corpos de prova produzidos por corte a laser a partir das placas prensadas, conforme ASTM D-638. O ensaio de impacto Izod (ASTM 256) foi realizado em equipamento da marca Zwick/Roell com martelos de 1 J e 2,75 J (instrumentado), com entalhe.

Microscopia Eletônica de Varredura

Os corpos de prova de tração foram fraturados criogenicamente após imersão por 30 minutos em nitrogênio líquido. A microscopia eletrônica de varredura foi realizada em equipamento da marca Tescan modelo Mira3 após metalização com ouro.

Resultados e Discussão

Granulometria

No gráfico 1 está apresentado o resultado da distribuição granulométrica da farinha de madeira.

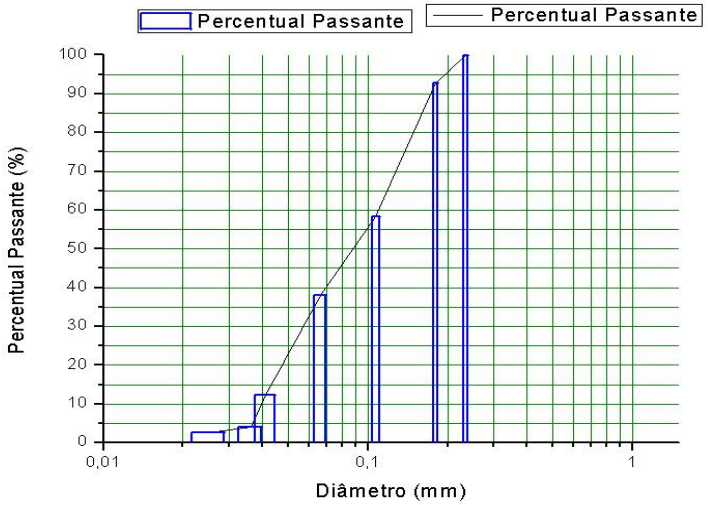


Gráfico 1 – Granulometria da farinha de madeira 100 da pinho pó, madeira do tipo Pinus.

Em torno do diâmetro de tamanho 0,1 mm é possível observar uma queda abrupta na curva de percentual passante. Isso se deve ao tamanho mais comum encontrado na farinha de madeira o qual é de 100 mesh (abertura de 0,147 mm).

Ensaio de tensão

O gráfico 2 apresenta o comportamento das amostras sob tração.

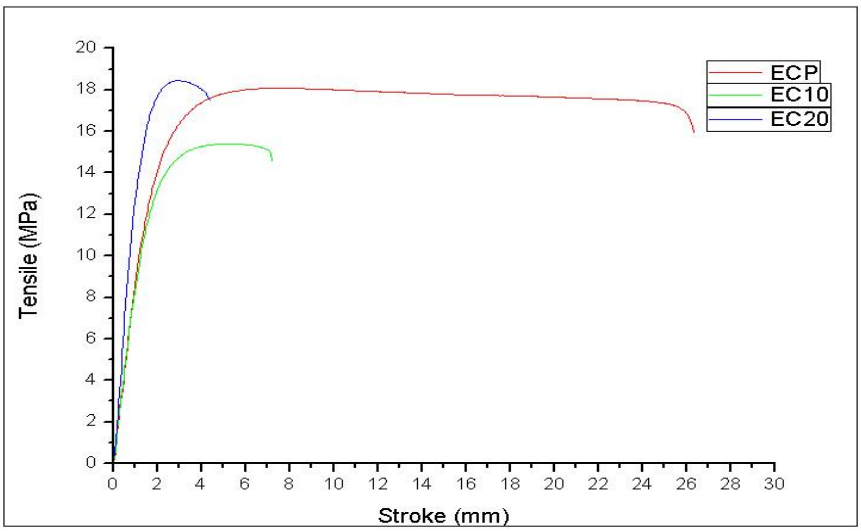


Gráfico 2 – Ensaio de tração a 5mm/min das amostras de ecovio puro (ECP), EC10 E EC20.

O material ECP possui elevada ductilidade e tensão de escoamento de 17,8 +/- 0,9 MPa. O compósito com 20% de farinha de madeira (EC20) apresentou maior módulo elástico em relação ao ECP, inferido pela inclinação das curvas. Isso se deve à rigidez das fibras, as quais são solicitadas quando matriz polimérica é tracionada [1,2]. Entretanto, a tensão de escoamento (18,4 +/- 0,8Mpa) se mostrou similar ao ECP, mas a EC10 apresentou a menor resistência à tração (15,4 +/- 0,7 MPa), tendo prevalecido o fenômeno de concentração de tensão nas fibras.

Ensaio de Impacto

Na tabela 2 estão apresentados os resultados do ensaio de impacto.

Tabela 2 – Resistência ao impacto (RI) Izod com entalhe das amostras ECP, EC10 e EC20 com martelos de 1 J e 2,75 J (instrumentado).

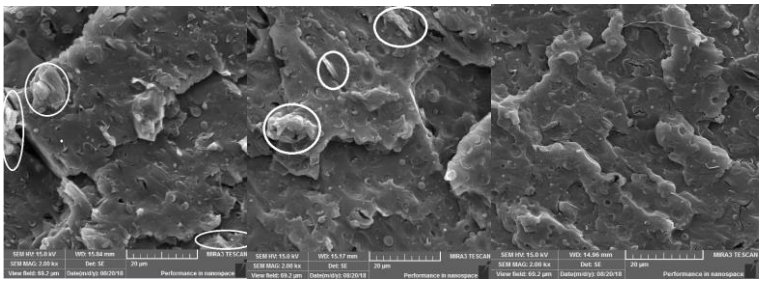
Amostras	***RI (J/m) (martelo 1 J)***	***Desvio Padrão (martelo de 1J)***	***RI (Jm) (Martelo 2,75 J)***
ECP	212	39	208
EC10	81	10	97
EC20	58	7	55

Fonte: O Autor.

As amostras de ECP não romperam com o martelo de 1 J e, por conta desse fenômeno, realizou-se um ensaio com o martelo instrumentado de 2,75 J, tendo sido confirmada a tendência, conforme apresentado na tabela 2. A diminuição da RI com a incorporação da farinha de madeira é esperada devido ao seu efeito de concentração de tensão, facilitando a propagação da trinca através do material. [1,3,5] Entretanto, a RI dos compósitos E20 ainda é superior à do polipropileno homopolímero puro.

Microscopia Eletrônica de Varredura

Na figura 1 estão apresentadas as imagens obtidas no FEG das amostras ECP EC10 E EC20.



(a) (b) (c)

Figura 1 – Imagens de MEV: a) EC10; b) EC20; c) ECP

Nas amostras de EC10 e EC20 apresentadas na figura 1(a e b) observa-se que a matriz "molha" as partículas de madeira, podendo-se inferir que há uma boa adesão, fato corroborado pela superfície de fratura apresentar também algumas quebras de fibras ao invés do arrancamento, como apresentado nas áreas circuladas em branco [1]. O Ecovio® é uma blenda imiscível em formas de gota de PLA/PBAT aonde o PLA é a matriz predominante e as os círculos mais claros em forma de gotas são as fases de PBAT [1,3,4].

Conclusões

O presente estudo demonstrou a viabilidade técnica de incorporação de 20% em massa de pó de madeira em relação ao matriz de ecovio. Tal incorporação promoveu aumento na rigidez, manteve a tensão de escoamento, embora tenha provocado diminuição na ductilidade e na resistência ao impacto em relação à resina ecovio pura.

Agradecimentos

Ao Professor Benjamim, Emiliano, Kairin, Bruno e ao C-LABMU.

Referências

[1] GEORGIOPOULOS, Panayiotis; KONTOU, Evagelia. The effect of wood-fiber type on the thermomechanical performance of a biodegradable polymer matrix. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 132, n. 27, 2015

[2] KONTOU, E. Thermomechanical Properties and Rheological Behavior of Biodegradable Composites. **Polymer Composites**, Atenas, v. 35, n.6, p 1140-1149, 2014.

[3] HAMAD K. et. al .Polylactic acid blends: The future of green, light and tough. **Progress in Polymer Science**, Jangan-gu, v 85, p 83-127, 2018.

[4] Lin S, Guo W, Chen C, Ma J, Wang B. Mechanical properties and morphologyof biodegradable poly(lactic acid)/poly(butylene adipate-co-terephthalate)blends compatibilized by transesterification. **Materials and Desing**, Taiyuan, v. 36, p. 604-608, 2013.

[5] CORREA, C. A.; YAMAKAWA, R. S.; HAGE Jr, E. Determinação de Temperatura de Transição Dúctil-frágil de Plásticos Através de Testes de Impacto Instrumentado. **Polímeros: Ciência e Tecnologia,** [s.l.] jan. 99