



DESENVOLVIMENTO DE COMPÓSITOS UTILIZANDO MATRIZ BIODEGRADÁVEL E FIBRA DE SISAL: AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS

Joyce Batista Azevedo¹, Josiane Dantas Viana Barbosa¹ e Luiza Caterine de Souza Bispo¹

¹Faculdade de Tecnologia Senai Cimatec, Salvador BA, 41650-010, Brasil

E-mails: joyce.azevedo@fieb.org.br, josiane.dantas@fieb.org.br,
luiza.bispo@ymail.com

RESUMO

Este estudo demonstra a influência do teor de fibra nas propriedades mecânicas de compósitos utilizando fibras vegetais e matriz de polímero biodegradável. Foram produzidos compósitos de blenda de PBAT/amido puro e com carga 10%, 20% e 30% de fibra de sisal, processados em extrusora dupla rosca co-rotacional com diâmetro de 30 mm e razão L/D de 40, velocidade de rotação de 70 rpm e um perfil de rosca com média intensidade de mistura. As propriedades mecânicas sob tração e a resistência ao impacto foram analisadas. Os resultados mostram que a adição da fibra de sisal influencia positivamente na resistência à tração. O módulo de elasticidade também aumentou nos sistemas com maior concentração de fibra.

1. INTRODUÇÃO

Os materiais ecologicamente corretos vêm sendo desenvolvidos para satisfazer a necessidade em reduzir os problemas ambientais provenientes dos materiais de fontes não renováveis. Esta é uma alternativa favorável que motiva a busca e pesquisas por uma nova classe de materiais totalmente biodegradáveis [1-7].

Nessa incessante procura por materiais que amenizem a degradação ambiental e atendam as demandas específicas do mercado, despertando interesse industrial, surgem os compósitos que podem combinar fibras naturais com resinas poliméricas biodegradáveis. Entre as grandes variedades de polímeros biodegradáveis existe disponível no mercado a blenda de PBAT/amido de nome comercial Ecobras. Esta blenda consiste na mistura de um poliéster com um polímero natural e possui na sua composição mais de 50% de matéria-prima de fonte renovável, o que ajuda a balancear o ciclo de carbono ao equilibrar o tempo de produção de matéria-prima dos plásticos ao tempo de consumo do produto [3].

Nos últimos anos, o uso de fibras naturais para reforço de plásticos tem aumentado significativamente. Em polímeros biodegradáveis, as fibras estão sendo utilizadas com o intuito de melhorar o desempenho mecânico e térmico nestes polímeros [4]. Entre as fibras vegetais utilizadas na produção de compósitos com matriz polimérica, a fibra de sisal apresenta enorme potencial tecnológico. É uma fibra leve, atóxica, que apresenta alto módulo e resistência específica e custa aproximadamente dez vezes menos que a

fibra de vidro. Esta fibra tem uma composição química básica de 47-62% de celulose, 7-9% de lignina, 21-24% de pentose e 0,6-1% de cinzas [5].

Neste contexto, o seguinte trabalho tem como objetivo avaliar a influência do teor de fibra de sisal nas propriedades mecânicas de compósitos obtidos a partir de matriz polimérica biodegradável.

2. METODOLOGIA

Os compósitos de PBAT/amido e sisal foram misturados em extrusora dupla rosca co-rotacional da marca Imacon, modelo DRC 30:40 IF com diâmetro de rosca de 30 mm e razão L/D de 40. Foram produzidos compósitos com 15, 30 e 45% em massa de fibra de sisal. Utilizou-se uma velocidade de rotação de 70 rpm e um perfil de rosca (Figura 1) com média intensidade de mistura. O perfil de rosca utilizado é composto por duas zonas de mistura, formadas com blocos amassados de 45° e 90°, os demais elementos são destinados ao transporte de material.



Figura 25. Configuração do perfil de rosca da extrusora dupla rosca utilizada para produção dos compósitos ecobras/sisal (diagrama exportado do Software WinTXS, versão3).

As condições de processamento para estes compósitos foram baseadas nos métodos usualmente utilizados para produção de compósitos com matrizes termoplásticas convencionais, no entanto, em virtude da baixa temperatura de fusão do PBAT/amido, foi necessário alterar o perfil de temperatura da rosca sendo Z1 e Z2 = 140°C; Z3= 145°C; Z4= 155°C; Z5 e Z6= 160°C; Z7 e Z8 = 155°C; Z9= 160°C; Z10 = 155°C e Z11=155°C. Estas temperaturas foram determinadas a partir da temperatura de fusão da matriz e de outros estudos já realizados com o Ecobras e fibras naturais [6].

Após a etapa de extrusão, o material foi seco a 100°C em estufa por um período de 8 horas. Os corpos de prova foram preparados pelo processo de injeção, segundo as normas ISO 527 para ensaio de tração e ISO 180 para ensaio de impacto. Para esta etapa utilizou-se uma injetora com capacidade de 100 toneladas de força de fechamento, fabricada pela ROMI modelo Primax. As condições de injeção foram: pressão de injeção de 350bar, velocidade de injeção de 100 cm³/s, tempo de resfriamento de 35 segundos e perfil de temperatura do canhão de T1= 160 °C, T2= 150°C, T3= 155°C e no bico de injeção T4= 150°C.

Os compósitos foram caracterizados mecanicamente através de ensaio de tração e impacto seguindo norma ISO 527 e ISO 180 respectivamente. Para o ensaio de tração utilizou-se uma máquina universal de ensaios EMIC DL 2000. O ensaio de impacto IZOD foi realizado numa máquina Instron, modelo CEAST 9050, com martelo de 2,7J. Foram ensaiados 5 corpos de prova para cada composição.

A caracterização morfológica da superfície de fratura dos compósitos foi realizada em um microscópio eletrônico de varredura (MEV) da marca Jeol, modelo JSM-6510LV.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta os resultados de Resistência à Tração dos compósitos obtidos com 10, 20 e 30% de fibra de sisal.

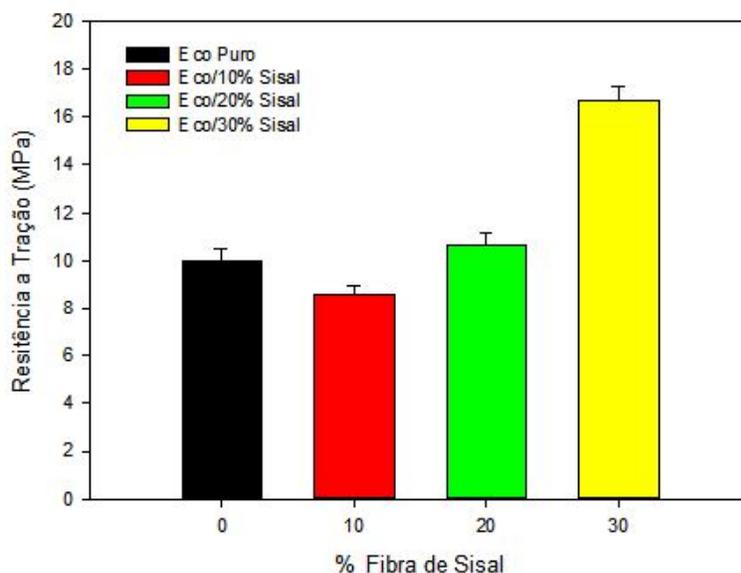
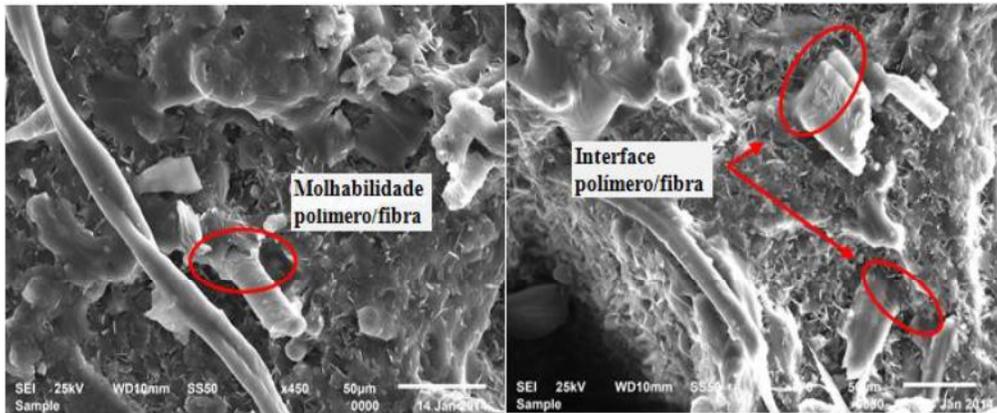


Figura 2. Resistência à Tração de compósitos PBAT amido/sisal.

Observa-se um aumento da resistência a tração com o teor de carga: a resistência do compósito com 30% de carga é aproximadamente 60% maior que a resistência à tração do polímero puro. Este comportamento pode ser associado à boa adesão entre os constituintes do compósito, demonstrada através da Figura 3. A morfologia da superfície de fratura destes compósitos mostra uma boa molhabilidade da fibra com a matriz. A interação entre os componentes na região interfacial depende, na prática de dois fatores: o grau de contato (molhabilidade) das superfícies na interface e as forças coesivas ou de adesão neste região [6]. Sendo assim, verifica-se que existe uma transferência de esforço da matriz para a carga, resultando em um aumento na resistência a tração. Nas Figuras 3a e 3b pode-se verificar a aderência entre a fase polimérica e a fibra.

Fibras de celulose, oriundas de eucalipto e casca de arroz também apresentaram boa adesão com o ecobras [8]. Nos compósitos com celulose obteve-se um aumento de 150% na resistência a tração com 12,5% de fibra [8], para 30% de casca de arroz observou-se um aumento de 35% nesta mesma propriedade [6].



(a)

(b)

Figura 3. MEV superfície de fratura do compósito PBAT/amido com 30% (a) e 20% (b) de fibra de sisal.

O módulo elástico (Figura 4) foi influenciado pela adição da fibra. Observou-se um aumento significativo com adição de 30% de sisal. O compósito com esta concentração de sisal foi quase 4 vezes maior que o polímero puro. Sendo assim, os resultados mostram que a incorporação das fibras tornou o material mais rígido e mais forte, possivelmente devido a uma boa adesão interfacial entre fibra-matriz conforme observado na morfologia dos sistemas.

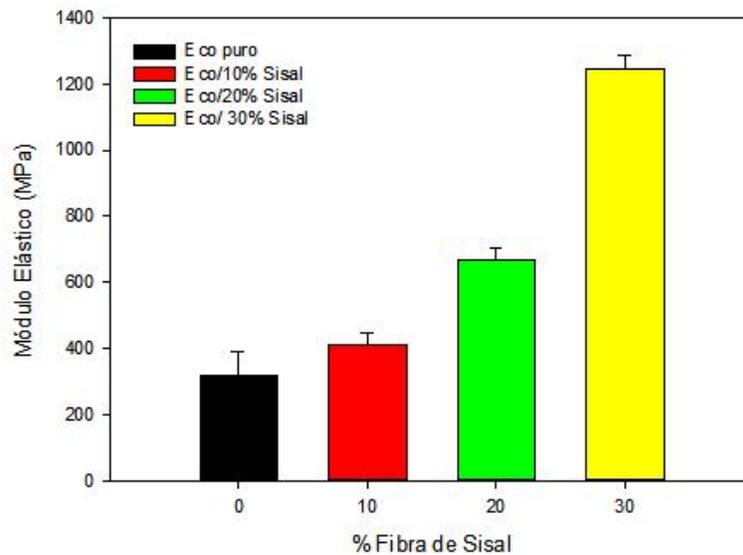


Figura 4. Módulo Elástico de compósitos PBAT amido/sisal.

A adição de fibra de sisal também influenciou na resistência ao impacto (Figure 5) dos materiais, sendo menor com maior concentração de fibra. Apesar da adição de fibra aumentar a resistência e rigidez dos compósitos, esse aumento não compensa as reduções observadas no alongamento na ruptura (Figura 6), aumentando a fragilidade do material. A resistência ao impacto é uma combinação complexa entre resistência, rigidez e tenacidade. Em geral, sistemas mais tenazes são também mais resistentes ao impacto, mas essa propriedade depende fortemente da capacidade do aumento na resistência do sistema superar as perdas observadas em sua deformação.

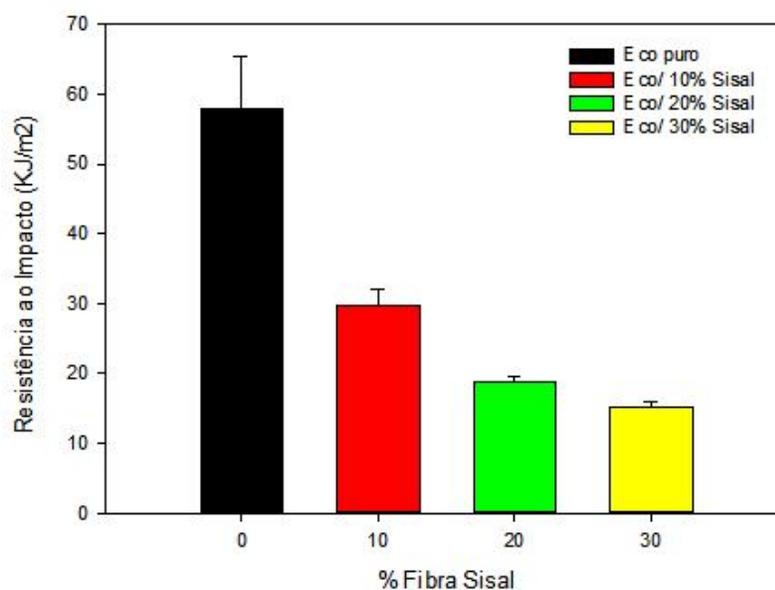


Figura 5. Resistência ao impacto de compósitos PBAT amido / sisal.

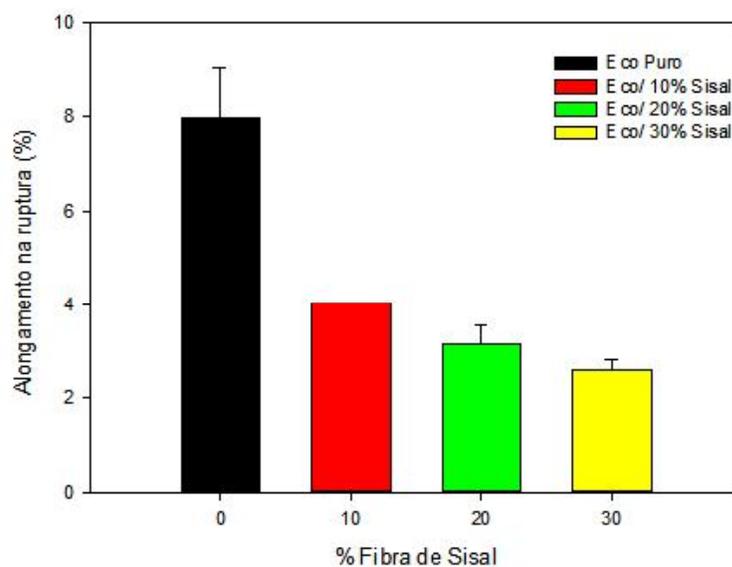


Figura 6. Alongamento na ruptura de compósitos PBAT amido / sisal.

4. CONCLUSÃO

A pesquisa constatou que a adição de sisal nos compósitos com matriz de PBAT/amido influencia as propriedades mecânicas de resistência a tração, resultando em materiais mais rígidos e resistentes com redução da resistência ao impacto. Este comportamento foi justificado através da análise morfológica onde se verificou que a fibra foi adequadamente molhada pela matriz e que a adesão carga/matriz é boa. A realização deste trabalho permitiu a obtenção de compósitos biodegradáveis utilizando fibra de sisal com propriedades mecânicas satisfatórias.

REFERÊNCIAS

- ¹Bordes, P.; Pollet, E; Averous, L. *Progress in Polymer Science*, **2009**, *34*, 125–155.
- ²Jonh, M. J.; Thomas, S. *Carbohydrate Polymers*, **2008**, *71*, 343-364.
- ³Harada, J.; Manosso, L. *Plástico Industrial*, **2011**, *38*.
- ⁴Satyanarayana, K. G.; Arizaga, G. C.; Wypych, F. *Progress in Polymer Science*, **2009**, *34*, 982-1021.
- ⁵Rowell, R. M.; Young, R. A.; Rowell, J. K. *Papel e compósitos a partir de recursos de base agrícola*. New York: CRC Press, **1997**.
- ⁶Azevedo, J. B. *Tese de Doutorado*, Universidade Federal de Campina Grande, **2011**.
- ⁷Kloss, J. R. *Tese de Doutorado – Universidade Federal do Paraná*, **2007**.
- ⁸Bonse, B.C.; Larroza, T. C. *Anais do 20º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais*, Joinville, Brasil, **2012**.