

Caracterização Mecânica de Compósitos PP/Cortiça Obtidos em Extrusora Dupla Rosca e Utilizando Compatibilizante

J. B. Azevedo¹, A. K. S. Loureiro¹, P. S.M. Cardoso¹, M. D. M. Martins¹, R. Barbosa², T. S. Alves².
Av. Orlando Gomes, 1845 – Piatã - CEP 41650-010 – Salvador, BA.
joyce.azevedo@fieb.org.br

¹ Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC

² Universidade Federal do Piauí, Departamento de Engenharia de Materiais

RESUMO

As fibras vegetais são de particular interesse para serem utilizadas em compósitos com matrizes poliméricas. Podem ser encontradas abundantemente, renováveis e apresentam uma favorável relação resistência peso. Entre as fibras vegetais, a cortiça é uma alternativa interessante, pois apresenta baixa densidade, associada à boa capacidade de isolamento térmico e acústico. Este trabalho avaliou as propriedades mecânicas de compósitos com matriz de polipropileno e cortiça. Foram obtidas formulações contendo 5 e 10% de cortiça em extrusora dupla rosca. O efeito de compatibilizante a base de anidrido maléico também foi avaliado. Através de ensaios mecânicos sob flexão verificou-se que apenas na presença de 10% de cortiça observa-se um aumento na rigidez do material. A adição de compatibilizante melhorou as propriedades de resistência à flexão devido ao aumento de interação entre as fases, conforme observado no MEV. A densidade dos compósitos não foi afetada pela cortiça, no entanto, na resistência ao impacto verificou-se alterações.

Palavras-chave: Compósitos, Cortiça, Polipropileno, Propriedades Mecânicas.

INTRODUÇÃO

O uso de fibras vegetais como carga em polímeros visando à substituição de reforços convencionais é fonte de pesquisas e desenvolvimento que busca garantir a preservação ambiental, mantendo o padrão dos produtos convencionalmente obtidos com matérias primas de fontes não renováveis.

Verifica-se, após longo tempo de desenvolvimento tecnológico, que em várias aplicações as fibras artificiais como de carbono e vidro estão sendo substituídas pelas fibras vegetais. Este fato é notável, por exemplo, na indústria

automobilística, que vem utilizando as fibras vegetais, em forma de compósitos, na fabricação de diversas peças ^(1,2).

Entre as fibras vegetais que podem ser utilizadas na obtenção de compósitos poliméricos pode-se citar a cortiça. Como a madeira, a cortiça é um material lignocelulósico composto principalmente por suberina, lenhina e polissacarídeos e vem sendo estudado como fase dispersa em compósitos com Polipropileno ^(3,4). Este material possui uma estrutura celular natural anisotrópica que proporciona características específicas tais como um elevado coeficiente de atrito, resiliência, impermeabilidade aos líquidos (capacidade de vedação excelente), baixa condutividade térmica, baixa densidade, alta energia de absorção e excelentes propriedades de isolamento, que o torna um material adequado para uma variedade de aplicações ⁽⁵⁾. Apesar disso, as propriedades mecânicas da cortiça como fase dispersa em compósitos são pouco conhecidas o que tem limitado a expansão das suas aplicações ⁽⁶⁾.

Neste sentido, este trabalho avaliou as propriedades físicas e mecânicas de compósitos obtidos em extrusora dupla rosca utilizando polipropileno, cortiça e compatibilizante.

MATERIAIS E MÉTODOS

MATERIAIS

Para produção dos compósitos foi utilizado como matriz um polipropileno de nome comercial EP 440L, fornecido pela Braskem. Segundo o fabricante, o PP utilizado é um copolímero heterofásico e possui um índice de fluidez de 6g/10min. Utilizou-se como fase dispersa, diferentes concentrações de pó de cortiça. Na formulação com 5% de cortiça utilizou-se também um compatibilizante com PP compatibilizado com anidrido maleico comercializado pela Arkema de nome comercial Orevac® CA100.

PREPARAÇÃO DOS COMPÓSITOS

Os compósitos, com 5 e 10% de cortiça e 3% de compatibilizante, foram preparados em uma extrusora dupla rosca modular corrotacional, fabricada pela Imacom, modelo DRC 30:40 IF com diâmetro de rosca de 30 mm e razão L/D =

40. O perfil de temperatura utilizado do cabeçote ao funil foi de 140, 170, 170, 165, 175, 175, 190, 195, 205, 210 e 30 °C e a velocidade de rosca de 70 rpm. Antes do processamento, a cortiça foi seca em estufa a 60°C durante 4 horas. As formulações estão descritas na Tabela 1 e serão denominadas como F1, F2, F3 e F4.

Tabela 1: Formulações PP/Cortiça

Constituintes/Formulações	F1(%)	F2(%)	F3(%)	F4(%)
PP	100	95	90	90
Cortiça	-	5	10	5
Orevac	-	-	-	3

INJEÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

Os corpos de prova foram moldados por injeção para o ensaio de flexão (ISO 178) e impacto (ISO 180). Foi utilizada uma injetora da marca ROMI, modelo Primax, com capacidade de 100 toneladas de força de fechamento.

CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA E FÍSICA DOS COMPÓSITOS

Os compósitos foram caracterizados mecanicamente através de ensaio de flexão seguindo norma ISO 178. Os ensaios foram conduzidos em máquina universal de ensaios Emic Modelo DL 2000, com velocidade de deslocamento da garra de 2mm/min e distância entre os apoios de 64mm. O ensaio de impacto foi realizado seguindo a norma ISO 180, numa máquina Instron, modelo CEAST 9050, com martelo de 2,7 J e configuração IZOD.

O ensaio para determinação de densidade foi realizado no medidor de densidade DSL 910 utilizando a norma ISO 1183.

Para cada ensaio ensaiou-se 5 corpos de prova de cada formulação.

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA

As micrografias foram realizadas na superfície de fratura dos corpos de prova após o ensaio de impacto e recobertas com ouro. Utilizou-se um

microscópio eletrônico de varredura da marca Joel, modelo JSM-6510LV com magnificação de 100x.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos com a caracterização mecânica e física das amostras.

Tabela 2: Resultados propriedades mecânicas e densidade

Formulação	Módulo Elástico (MPa)	Resistência a Flexão (MPa)	Resistência ao Impacto (KJ/m ²)	Densidade (g/cm ³)
F1	788,20±28,95	21,27 ±0,85	27,16±1,32	0,879± 0,00
F2	787,72±54,15	21,61±0,60	6,93±0,67	0,878± 0,00
F3	839,09±49,80	21,97±0,87	7,80±1,08	0,841± 0,00
F4	899,44±28,04	23,83±0,61	7,58±0,67	0,868± 0,01

Comparado ao polímero puro (F1), observa-se que não existe diferença significativa entre o módulo elástico do polímero puro (F1) e do compósito com 5% de cortiça (F2) (Figura 1). As formulações com 10% de cortiça (F3) e 5% de cortiça e compatibilizante (F4) apresentam um aumento de 6,5 e 14% respectivamente. A presença de uma fase mais rígida, no caso a cortiça, deve resultar em um aumento no módulo elástico do compósito. Partículas desta natureza, quando adicionadas uma matriz polimérica, durante a produção de compósitos restringem a mobilidade e a deformação da matriz resultando no aumento do módulo elástico do material

Neste estudo o aumento foi verificado para a presença de 10% de cortiça. A presença do compatibilizante também influenciou para o aumento da rigidez dos compósitos (F4).

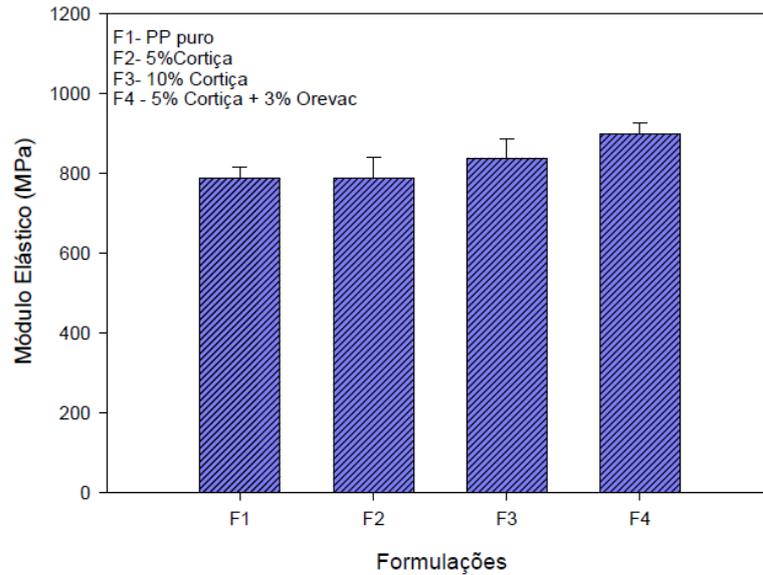


Figura 1: Módulo elástico dos compósitos PP/Cortiça

Apesar do aumento na rigidez do compósito com compatibilizante (F4), verificou-se que o uso deste aditivo melhorou a resistência a flexão dos compósitos aumentando em 12% esta propriedade quando comparada as demais formulações e ao polímero puro (Figura 2). Este comportamento pode estar associado a melhoria da interface com o uso de compatibilizante. Estes aditivos atuam alterando a estrutura química da matriz funcionalizada, aumentando assim a interação interfacial entre a matriz e a carga ⁽⁷⁾ o que resulta em um melhor ancoramento entre as fases e conseqüentemente melhoria nas propriedades mecânicas.

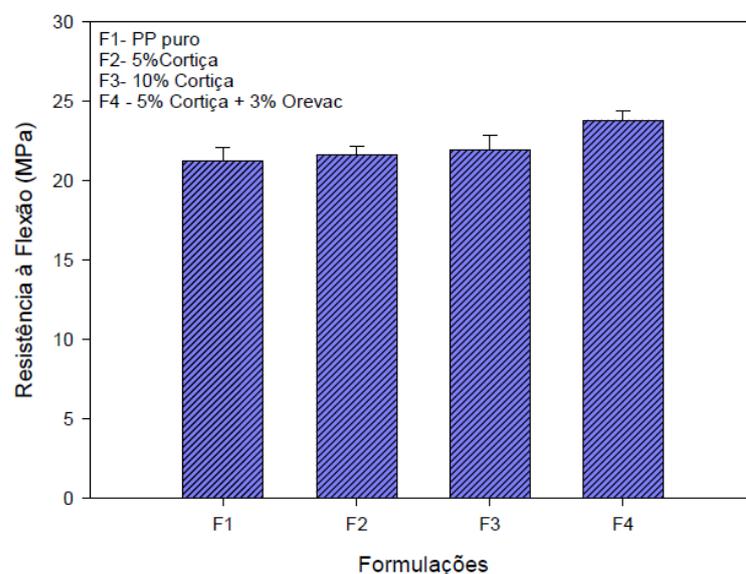


Figura 2: Resistência a Flexão dos compósitos PP/Cortiça

A microscopia da superfície de fratura das amostras com 10% de cortiça mostra as pequenas partículas de cortiça distribuídas de forma uniforme na matriz (Figura 3a). No entanto, a interface entre as fases, observada em um maior aumento na Figura 3b, é fraca.

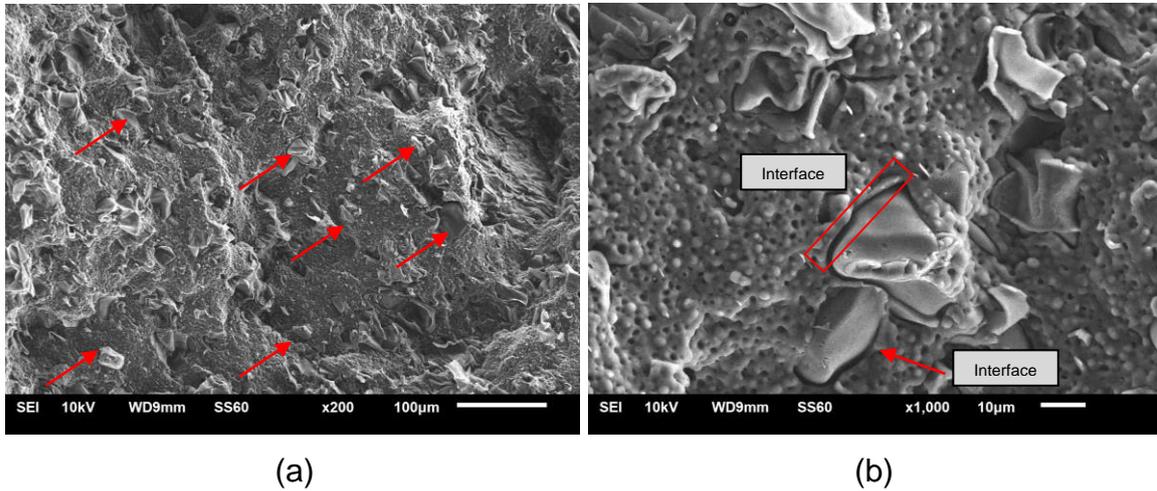


Figura 3: Morfologia da superfície de fratura de compósitos PP/10% de cortiça (F3).

O uso de compatibilizante, como observado na Figura 4, melhora parcialmente a interface entre o PP e a cortiça. O que justifica a melhoria das propriedades mecânicas em F4.

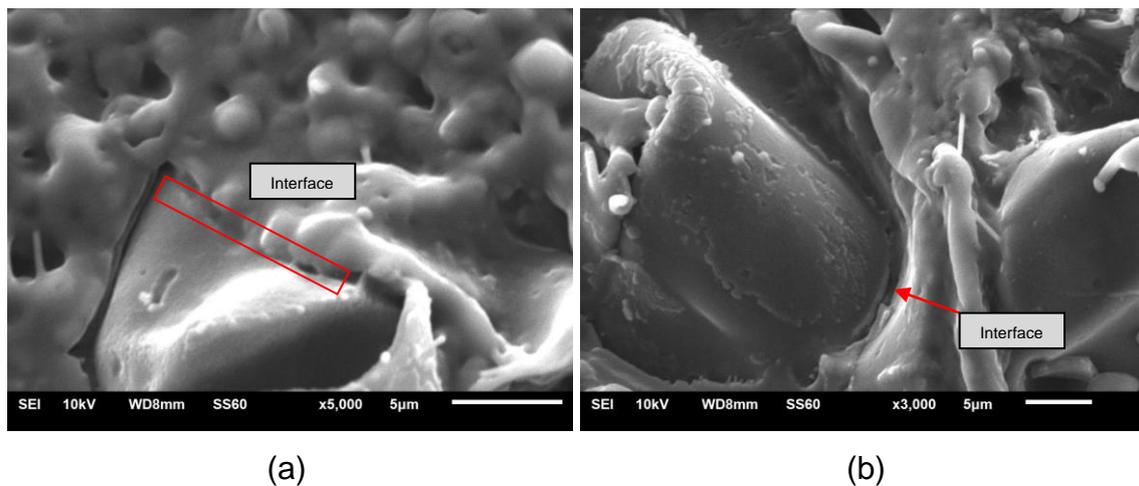


Figura 4: Morfologia da superfície de fratura de compósitos PP/5% cortiça/3% Orevac (F4)

Quando submetidos ao impacto, os compósitos com cortiça não apresentaram resultados satisfatórios. Verificou-se uma redução de 392% da resistência ao impacto quando comparado o compósito com 5% de cortiça (F2) e o polímero puro (F1). Apesar da adição da cortiça ter mantida a rigidez e a resistência dos compósitos, esse aumento pode não ter refletido no aumento da tenacidade 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.

Outro fator importante para o resultado desta propriedade é a formação de aglomerados na presença de carga. Os aglomerados atuam como concentradores de tensão, proporcionando a formação de trincas o que reduz a energia absorvida sob impacto.

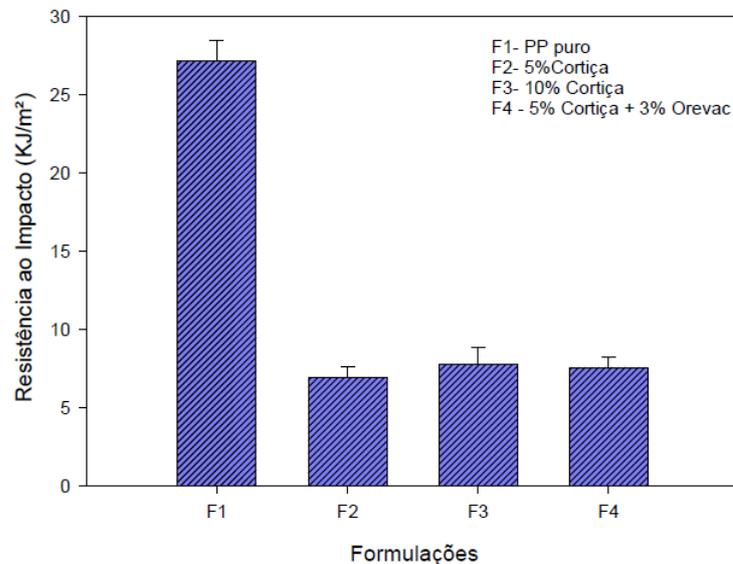


Figura 5: Resistência ao impacto de compósitos PP/Cortiça

A Figura 6 mostra os resultados obtidos para a densidade dos compósitos. Não foram observadas alterações significativas. Apesar das fibras vegetais possuírem uma menor densidade que os polímeros, o que deveria resultar em compósitos com menor densidade, esta propriedade não segue a regra da mistura no sentido de produzir compósitos com densidades

intermediárias e proporcionais às densidades de seus constituintes ⁽⁹⁾. Pode-se esperar que, durante o processamento, a matriz polimérica penetre na estrutura celular das fibras, preenchendo os espaços vazios e com isso aumentando a densidade dos materiais.

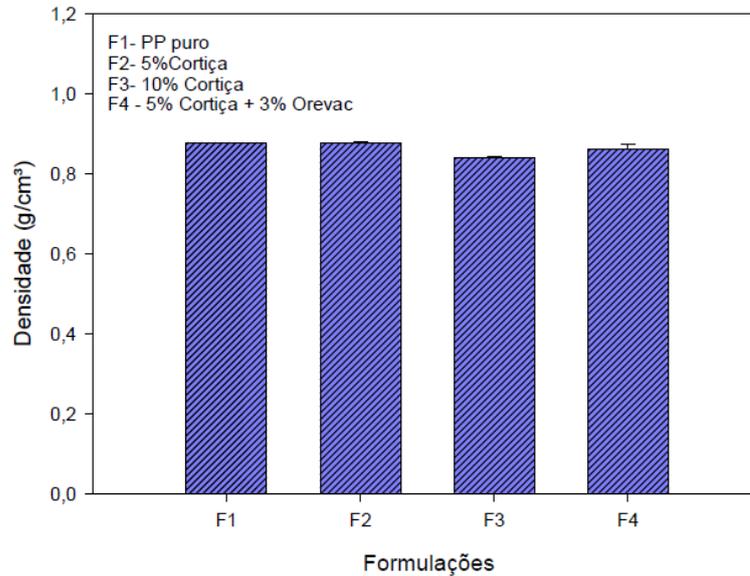


Figura 6: Densidade de compósitos PP/Cortiça

CONCLUSÕES

A presença de 5% de cortiça na matriz de PP não influenciou nas propriedades mecânicas analisadas. A partir de 10% de cortiça verifica-se um pequeno aumento na rigidez, porém não houve melhoria significativa nas propriedades mecânicas sob flexão. A interface PP/cortiça é fraca, no entanto, o uso de compatibilizante aumentou a molhabilidade entre as fases, a rigidez e a resistência à flexão dos compósitos com 5% de cortiça. A resistência ao impacto é significativamente afetada na presença de cortiça. Não houve alteração na densidade dos compósitos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao SENAI CIMATEC e a UFPI.

REFERÊNCIAS

1. BLEDZKI, A. K., SPERBER, V. E., FARUK, O. Natural and Wood Fiber Reinforcement in Polymers, **Rapra Review Reports**, Report 152, 12, n 8, 2002.
2. SILVA, R. HARAGUCHI, S. K., MUNIZ, E. C., RUBICA, A. F. Aplicações de Fibras Lignocelulósicas na Química de Polímeros e em Compósitos. **Química Nova**. V. 32, No 3, 661-671, 2009.
3. AROSO, I. M., FERNANDES, E. M.; PIRES, R. A.; MANO, J. F.; REIS, R. I. Cork extractives exhibit termo-oxidative protection in polypropylene-cork composites and as direct additives for polypropylene. **Polymer Degradation and Stabilit**, 116, p. 45-52, 2015.
4. FERNANDES, E. M.; CORRELO, V. M.; MANO, J. F.; REIS, R. I. Polypropylene-based cork-polymer composites: Processing parameters and properties. **Composites: Part B**, 66, p. 210-223, 2014.
5. SILVA, S. P.; SABINO, M. A.; FERNANDES, E. M.; CORRELO, V. M.; BOESEL, L. F.; REIS, R. L. Cork: properties, capabilities and applications. **International Materials Reviews**, V. 50, n. 6, 2005.
6. ALCANTÂRA, I.; TEIXEIRA-DIAS, F.; PAULINO, M. Cork composites for the absorption of impact energy. **Composite Structures**, 95, p. 16-27, 2013.
7. RAZZINO, C. A.; HAGE, E.; CORREA, C. A.; FONSECA, C. N. P.; NEVES, S. Compósitos Termoplásticos com Madeira. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v 13, 3, p-154-165, 2003.
8. MORESCO, M. Efeito do agente de acoplamento em compósitos de polipropileno com cargas vegetais. Trabalho de diplomação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

MECHANICAL CHARACTERIZATION OF COMPOSITE PP / CORK PRODUCED IN EXTRUDER TWIN SCREW AND USING COMPATIBILIZER.

ABSTRACT

The vegetable fibers are of particular interest for use in composites with polymeric matrix. They can be found abundantly renewable and have a favorable ratio resistance weight. Among the natural fibers, cork is an attractive alternative because it has low density, combined with good capacity of thermal and acoustic insulation. This study evaluated the mechanical properties of composites of polypropylene and cork material. Formulations were obtained containing 5 to 10% of cork twin screw extruder. The compatibilizing effect of the maleic anhydride was also evaluated based. Through mechanical tests on bending it was found that only in the presence of 10% cork observed an increase in the stiffness of the material. The addition of compatibilizer improved flexural strength properties due to increased interaction between the phases, as observed under SEM. The density of the composites is not affected by the cork, however, the impact resistance was found to change.

Key- words: Composites, Cork, Polypropylene, Mechanical properties