



XIX Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica

SENDI 2010 – 22 a 26 de novembro

São Paulo - SP - Brasil

Propriedades de Compósitos de Polipropileno Reforçado com Fibra de Coco

Maria Virginia Gelfuso	Daniel Thomazini	Micael Bezerra Cavalcante	José Alberto de Castro
Universidade de Fortaleza-UNIFOR	Universidade de Fortaleza-UNIFOR	Universidade de Fortaleza-UNIFOR	Coelce
virginia@unifor.br	thomazini@unifor.br	micael@edu.unifor.br	jacastro@coelce.com.br

Palavras-chave:

Palavra 1: Compósito

Palavra 2: Fibra de coco

Palavra 3: Polímero

Palavra 4: Resistência Mecânica

Resumo

Este trabalho faz parte do projeto de pesquisa que tem como objetivo desenvolver produtos para aplicação em sistemas de baixa tensão constituídos de compósito a base de fibra vegetal em matriz polimérica. Fibras de coco são excelentes candidatas para serem usadas como reforço de matrizes poliméricas, pois é um tipo de resíduo, gerado na indústria alimentícia, que apresenta propriedades mecânicas atraentes. Neste trabalho, são apresentados resultados sobre absorção de água, propriedades elétricas e mecânicas de compósitos de matriz de polipropileno (PP) reforçada com fibra de coco. Para isso, caixas compósitas contendo até 20% em peso de fibra foram fabricadas utilizando moldagem por injeção. Fibras tratadas química (NaOH 2%) e mecanicamente (agitação em ultrassom) foram utilizadas para compor o compósito. Além disso, medidas de resistividade elétrica foram realizadas aplicando 5kV/dc nas amostras do compósito visando caracterizar este material para ser utilizado no setor elétrico. O resultado da investigação indicou que o tratamento das fibras naturais, utilizando NaOH, tem um efeito negativo sobre o isolamento elétrico do compósito, mas pouco influencia na absorção de água do material. Por outro lado, o tratamento mecânico (1 h sob ultrassom) foi o procedimento que promoveu a melhor resistência mecânica dos compósitos.

1. Introdução

Atualmente, as bases de caixas para medidores de distribuição de energia elétrica, são constituídas essencialmente por materiais poliméricos (NORYL) ou metálicos. Embora a performance destes materiais seja satisfatória no momento, é importante substituí-los por materiais de menor preço, que apresentem as mesmas características de desempenho e que principalmente, tragam para o setor elétrico o desenvolvimento sustentável e amigável ao meio ambiente. Compósitos poliméricos reforçados com fibras naturais tem sido tema de interesse permanente de vários especialistas durante as últimas décadas (1, 2).

Neste trabalho foram desenvolvidas novas caixas de distribuição de energia utilizando materiais naturais e biodegradáveis, como a fibra de coco, e polímeros mais recicláveis como o Polipropileno (PP). Dentre as diversas vantagens desta proposta podem ser destacadas: utilização de matéria-prima não poluidora, biodegradável e abundante na região; redução da geração de resíduos orgânicos e a resistência à corrosão(3).

Deste modo, este trabalho está inserido em dois segmentos muito significativos para o desenvolvimento tecnológico. Em primeiro lugar, a matéria-prima que será utilizada não agride o meio-ambiente já que a fibra de coco é um componente orgânico e biodegradável. Além disso, o produto proposto tem uma forte componente social, já que permitirá o crescimento dos fornecedores locais e/ou o aparecimento de outros, utilizando um produto que é abundante na região, gerando empregos e agregando valor a toda a rede de produção de coco.

É importante acrescentar que o desenvolvimento da base da caixa para medidores, empregando compósitos constituídos de matéria prima natural, é uma realidade ainda pouco explorada no setor elétrico e abre espaço para trazer tal inovação para este segmento, aliando o desenvolvimento sustentável e amigável ao meio ambiente. Paralelamente, foi trabalhada a integração de um método de fabricação que pudesse ser atrativo e aplicável dentro do setor industrial, sendo desejável que o processo fosse de baixo custo e alta eficiência, vantagens claramente observadas na moldagem por injeção. Associado a estes aspectos, este trabalho promoveu um significativo aumento do conhecimento dos conceitos e parâmetros de métodos de fabricação trazendo o benefício da sinergia entre processamento, estrutura, propriedades e confiabilidade no desempenho de materiais utilizados em redes de distribuição.

Neste trabalho são apresentados os métodos de confecção de caixas de distribuição de energia a base de material compósito constituído de fibra de coco disperso em matriz de polipropileno (PP). As amostras foram submetidas a ensaios de tração, de absorção de água e de isolamento elétrico e os resultados foram comparados com amostras do material que compõem as caixas comerciais atuais (NORYL). Embora os valores de propriedades elétricas e mecânicas tenham sido inferiores aos obtidos para o NORYL, os resultados são adequados para a aplicação do material compósito como caixas de distribuição de energia.

A apresentação do Desenvolvimento do trabalho foi distribuída dentro dos tópicos: 2-Metodologia e 3-Resultados e Discussão.

2. Metodologia

Malha de fibra de coco (manta) fornecida pela COOBCOCO (Cooperativa de Beneficiamento do Coco Verde), domiciliada em Fortaleza-CE, são produzidas a partir de um processo baseado na secagem, moagem e classificação das fibras a partir de cascas de coco verde (4).

A manta foi tratada com solução de 2% em peso de NaOH durante 2 h a 25 ° C e em seguida foi lavada com água destilada várias vezes para remover os alcalinos absorvidos e, finalmente, foram secas em estufa a 70 °C. Posteriormente, as fibras foram tratadas sob irradiação solar por 24h. O tempo de irradiação solar considerado para o tratamento era realizado entre 9:00 e 16:00. Para outro conjunto de mantas, o tratamento químico foi submetido por tratamento mecânico baseado em ondas de choque ultra-sônicas. Neste caso, uma probe de ultrassom de 500W de potência (HORIBA Ultrasonic Processor modelo VC 505) foi usada para produzir erosão na superfície da fibra. Para obter esse efeito, a fibra foi imersa em água e a probe ultrassônica foi introduzida na água durante 1 e 2 horas. Após, a manta foi seca sob a radiação solar durante 24h. Os compósitos produzidos por tratamento químico, seguido de radiação UV foram chamados CCUV e o segundo conjunto tratado pelo método mecânico foi chamado CMUV.

2.1. Preparação do Compósito

A Figura 1 mostra o aspecto físico da manta de fibra de coco em diferentes etapas da preparação dos compósitos.



Figura 1- Aspecto físico da manta de fibra de coco nas diferentes etapas da preparação dos compósitos. A) Manta produzida Na COOBCOCO, B) Pré caixa de fibra. C) caixa final compósita.

Várias mantas de fibra de coco foram cortadas, empilhadas, e prensadas em forma de uma caixa de fibra de coco (B), denominada como pré-caixa de fibra. Depois disso, essa pré-caixa de fibra de coco foi colocada dentro de um molde para proceder à injeção e produzir o compósito, ou seja, a caixa final (C). O polímero termoplástico de polipropileno (PP), utilizado como material da matriz foi fornecido pela Braskem SA, na forma de homopolímero, tendo peso específico de 0,90-0,91, temperaturas de fusão de 165-171 °C e cristalinidade de 82%. Desta forma, caixas de compósitos de polipropileno contendo até 20% em peso de fibras de coco foram conformadas através de moldagem por injeção. Para moldagem por injeção, uma máquina injetora Haitian SA2500/1000 foi utilizada, trabalhando com pressão de injeção de 1057 bar e 175°C. Compósitos contendo fibras não tratadas foram produzidos e analisados para comparar a eficiência dos tratamentos propostos.

2.2. Ensaios mecânicos

Ensaio de tração foram realizados utilizando uma Instron-modelo 4484, em conformidade com a norma ASTM D638-03. Os corpos de prova foram tracionado em uma taxa de deslocamento transversal de 5mm/min. Os valores de limite de resistência foram obtidos a partir da curva tensão-deformação.

2.3. Absorção de água

Valores de absorção de água das fibras tratadas e não tratadas foram determinadas segundo a norma ASTM D 570-98. Com base nessa norma, as amostras foram colocadas em um recipiente com água à temperatura ambiente, e a absorção de água foi medida a cada hora. Para cada tipo de compósito, quatro amostras foram testadas e os valores médios são relatados. Todas as amostras, para todos os testes foram extraídas do fundo das caixas.

2.4. Ensaios elétricos

O efeito do tratamento químico sobre as propriedades elétricas foi avaliado através de ensaios definidos na Norma de Avaliação de Resistência ao Trilhamento e Erosão sob Severas Condições Ambientais - NBR 10296 (May/1988), a qual apresenta um método de ensaio brasileiro padrão, muito semelhante ao Internacional ASTM D3638 - 07 Standard Test Method for Comparative Tracking Index of Electrical Insulating Materials. Entretanto, a NBR 10296 é mais específica para aplicações industriais. Tendo em vista que o objetivo principal do presente trabalho é a produção de caixas para aplicação no setor elétrico, esta Norma é mais apropriada.

3-Resultados e Discussão

3.1. Resistência mecânica

O efeito do tratamento superficial de fibras de coco na resistência à tração pode ser observado na Figura 2. Compósitos CMUV, contendo 15 a 20% de fibra teve a força de tração melhorada em 37%, em comparação com amostras de PP-Fibra sem tratamento.

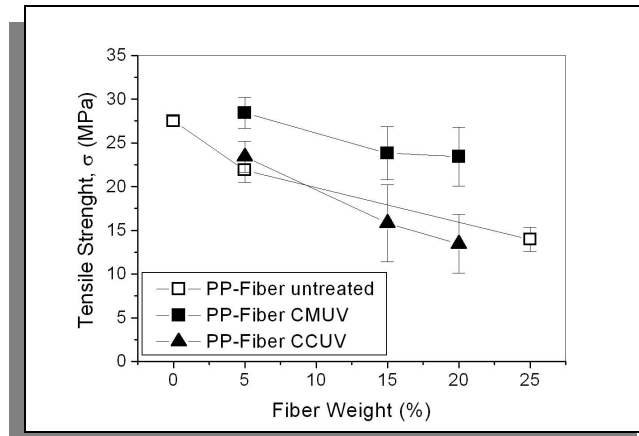


Figura 2-Resistência à ruptura do tratado, NaOH tratado (CCUV) e ultra-PP tratados amostras de fibra de coco (CMUV).

A resistência à ruptura dos compósitos de PP contendo fibras tratadas com NaOH (compósito CCUV) foram pouco expressivos podendo se observar que chega a ser deletério para o compósito em alguns casos, como pode ser visto em amostras contendo acima de 15 % de fibra. Como o aumento da carga de fibra, a fraca área interfacial entre a fibra e a matriz é aumentada e conseqüentemente há a diminuição da resistência à tração (5). Esse comportamento pode ser observado em todas as amostras com fibra tratada e não tratada. Indicula e colaboradores (6) encontraram resultados semelhantes e sugeriram que a alta carga de fibra de coco aumenta a população de fibras, leva a uma aglomeração e bloqueiam a transferência do reforço da fibra para a matriz o que diminui a resistência mecânica do compósito (7). Comparando os tratamentos superficiais, foi observado que o tratamento alcalino não melhora a adesão fibra-matriz. É sabido que este tratamento é capaz de remover as impurezas naturais e artificiais da superfície da fibra, bem como alterar a estrutura cristalina da celulose (8). Além disso, dependendo da concentração do tratamento alcalino, pode reduzir o diâmetro da fibra e, assim, há a diminuição da resistência à tração. Além disso, as modificações causadas pelo NaOH pode diminuir a força da fibra devido à quebra da estrutura superficial, causada pela desintegração da matéria celulósicas (7). Outra conseqüência do tratamento químico é a quebra das pontes de hidrogênio presentes na superfície da fibra tornando-as mais reativas. No caso das fibras não tratadas os grupos-OH são relativamente não-reativos e fazem ligações de hidrogênio fortes. Além disso, este tratamento alcalino pode levar à fibrilação, ou seja, quebra de fibras em pequeníssimos pedaços deteriorando as propriedades da fibra.

Para confirmar o efeito dos tratamentos realizados nas fibras foi elaborado o gráfico apresentado na Figura 3. Neste caso foram ensaiados compósitos contendo 5 % de fibra de coco. Observa-se que o tratamento mecânico causou um aumento da resistência à tração de compósitos CMUV. Este fato pode ser associado ao atrito ocorrido entre as fibras. Esta fricção da superfície da fibra desenvolve uma topografia de superfície áspera e aumenta a oferta de área de fibra e promovendo uma melhor adesão interfacial matriz-fibra. Conseqüentemente, verifica-se um aumento nas propriedades mecânicas para estes compósitos(7).

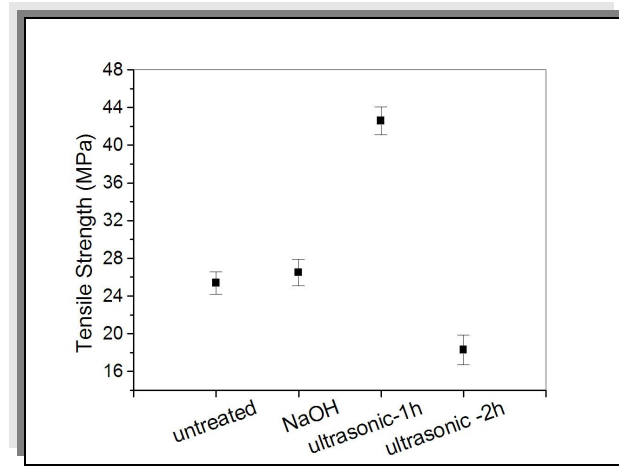


Figura 3- Resistência à tração obtida para os compósitos submetidos a diferentes tratamentos de superfície.

3.2. Absorção de água

Valores de absorção de água são mostrados na Figura 4A para as amostras contendo fibras tratadas PP-fibra (CMUV) e Figura 4B para as amostras com fibras não tratadas. Absorção de água aumentou ligeiramente com o aumento na carga de fibras tratadas e não tratadas. De acordo com Yang (5), os grupos hidroxila em ambos os casos é responsável pela absorção de água elevada. Com o aumento de carga de fibra, o número de grupos hidroxila nos compósitos aumenta, aumentando a absorção de água.

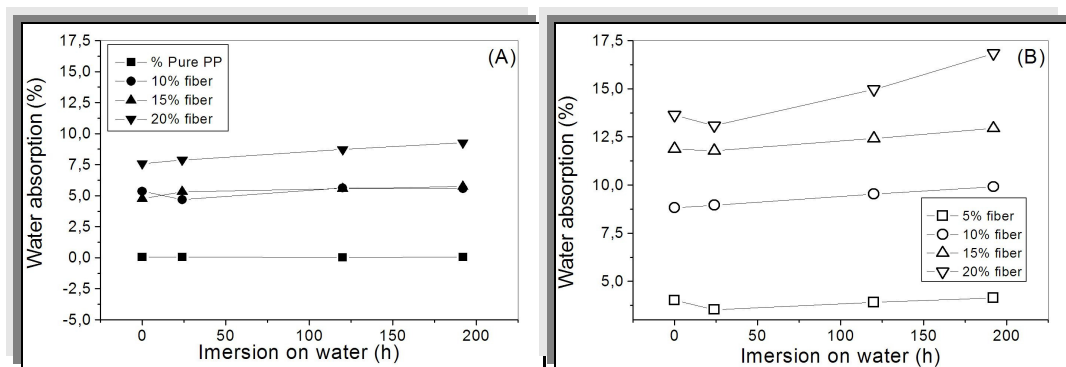


Figura 4-Absorção de água (A) tratados PP-fibra (CMUV) e (B) as amostras não tratadas.

No estado de fibra não tratada os grupos-OH são relativamente não-reativos, fazem ligações de hidrogênio fortes e são capazes de reter água. A modificação química da superfície proporciona um a remoção destes grupos hidroxilas e, portanto, observa-se que a absorção de água reduzida.

3.2. Características Elétricas

O estudo da condutividade elétrica do material compósito é importante porque a propriedade mais desejável de um isolador é a sua capacidade de resistir à fuga de corrente elétrica. A Figura 5 mostra o aspecto visual dos compósitos de PP-fibra após o ensaio de trilhamento elétrico. Pode-se observar que a amostra CMUV não apresenta os danos por carbonização, ao contrário de compósitos de fibra não tratada (no meio). Como explicado anteriormente, a presença do grupo OH na superfície faz com que essas fibras de alta absorção de água formem um caminho para a corrente elétrica e, portanto, marcas de carbonização são formadas na superfície da amostra.

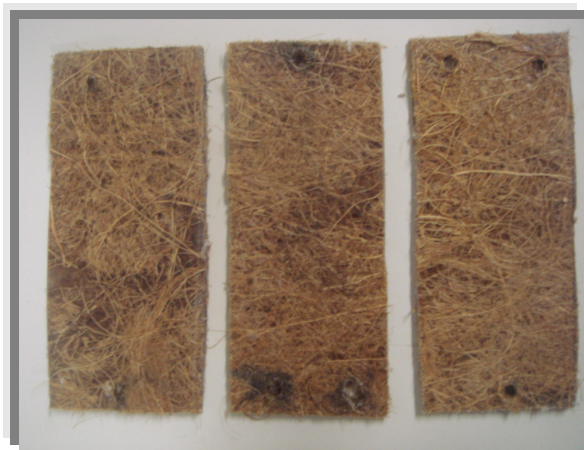


Figura 5- Aspecto Visual do PP compósitos de fibra depois do Trilhamento elétrico. Da esquerda para a direita, CMUV, não tratadas e as amostras CCUV.

Outra observação interessante é que a resistividade diminui com carga de fibra (Figura 6). Isto implica que a condutividade aumenta com a adição destas fibras lignocelulósicas, devido, provavelmente à presença dos grupos polares, que facilitam o fluxo da corrente elétrica. É bem sabido que para a maioria dos polímeros atuais, o fluxo elétrico entre as regiões cristalinas e amorfas é devido à presença de umidade. A presença de uma fibra lignocelulósica aumenta o teor de umidade e, conseqüentemente, aumenta a condutividade do sistema.

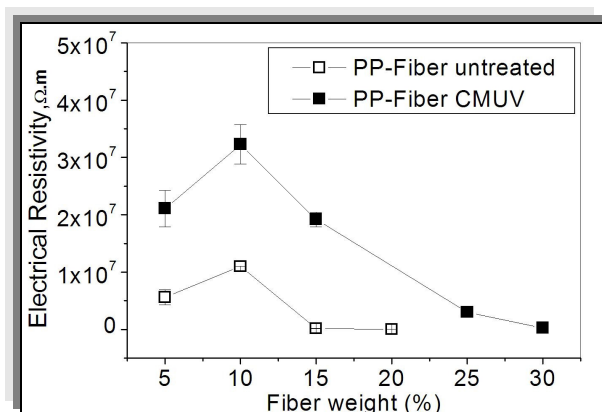


Figura 6- Resistividade elétrica dos compósitos de PP-fibra, não tratada e as amostras CMUV.

4. Conclusões

Tratamentos superficiais a nível mecânico (ultrassom) durante 1 hora, realizados nas fibras de coco, apresentaram melhora das propriedades mecânicas dos compósitos (CCUV) em comparação com os não compósitos contendo fibras não tratadas (CMUV). Como conseqüência das modificações de superfície, a absorção de água foi reduzida quando comparado com os resultados obtidos para compósitos de PP-fibra sem tratamento. Embora os valores de resistividade elétrica apresentados pelas amostras CCUV e CMUV tenham sido inferiores aos de fibra não tratada, o comportamento elétrico destes materiais ainda pode ser considerado como qualificado para serem utilizados no setor elétrico.

Agradecimentos

Os autores agradecem as contribuições de Marcus P. Peixoto e Pedro V. Gurgel da Silva. Ao técnico do laboratório de Química Wellington Lobo pela contribuição de ações e sugestões técnicas valiosas. Ao técnico Karlisbênio Tarso Oliveira de Menezes, pelo auxílio nos ensaios mecânicos

5. Referências Bibliográficas

- 1 Garkhail, S.K.; Heijenrath, W.H.; Peijs, T. Mechanical Properties of Natural-Fibre-Mat- Reinforced Thermoplastics based on Flax Fibres and Polypropylene. *Applied Composite Material*, 2000, p. 351-372.
- 2 Martins G. S.; Iozzi M. A.; Martins M. A.; Mattoso L. H. C.; Ferreira F. C. Caracterização Mecânica e Térmica de Compósitos de Poli(Cloreto de Vinila) Reforçados com Fibras de Sisal. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 2004, p. 326-330.
- 3 Cantero, G.; Arbelaiz, A.; Llano-Ponte, R.; Mondragon, I. Effects of fibre treatment on wettability and mechanical behaviour of flax/polypropylene composites. *Compos. Sci. Tech.*, 2003, p. 1247–1254.
- 4 Carrijo, O. A.; Liz, R. S.; Makishima, N. Fibra da casca de coco verde como substrato agrícola. *Horticultura Brasileira*, 2002, p.533-535.
- 5 Yang, H.S.; Kim, H.J; Park, H.J.; Lee, B.J.; Hwang, T.S. Effect of compatibilizing agents on rice husk flour reinforced polypropylene composites. *Compos. Struct.*, 2007 p. 45–55.
- 6 Indicula, M.; Malhotrab,S. K.; Joseph, K.; Thomas, S. Dynamic mechanical analysis of randomly oriented intimately mixed short banana/sisal hybrid fiber reinforced polyester composites, 2005, p. 1077-1087.
- 7 Sreekala, M. S.; Kumaran, M. G.; Joseph, S.; Jacob, M.; Thomas, S. Oil palm fiber reinforced phenol formaldehyde composites: influence of fiber surface modifications on the mechanical performance. *Appl Comp. Mat.*, 2000, p.295–329.
- 8 Mohanty, A. K.; Misra, M.; Drzal, L. T. Surface modifications of natural fibers and performance of the resulting biocomposites: an overview”. *Compos Interf.*, 2001, p. 313–343.