

ESTUDO DE COMPORTAMENTO MECÂNICO DO COMPÓSITO REFORÇADO POR FIBRA DE COCO EM MATRIZ DE RESINA ACRÍLICA

F.C.P. GONÇALVES, M.Q. SILVA JUNIOR

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI ÁRIDO – CAMPUS MOSSORO

**RUA HERONDINA CAVALCANTE DANTAS, n° 18, DOM JAIME CAMARA,
MOSSORO-RN.**

Franciellycristine7@gmail.com

RESUMO

Atualmente muitos projetos estão sendo construídos a partir de uma base ecológica, visando além de um bom desempenho do material, uma alternativa positiva tratando de sustentabilidade. O emprego de compósitos de fibras vegetais, como material de reforço, ou mesmo como matéria prima principal na substituição de produtos derivados do petróleo, tem despertado o interesse de pesquisadores na busca da preservação ambiental. A utilização de recursos vegetais para fabricação de materiais é uma alternativa renovável, biodegradável e de baixo custo. Neste contexto, o presente trabalho averiguou a potencialidade do compósito composto por matriz de resina acrílica reforçado com fibra de coco. Sendo analisado o comportamento mecânico a partir de corpos de prova cilíndricos por meio do ensaio de compressão diametral, variando a quantidade de fibra de coco em cada classe amostral. Os resultados são conclusivos quanto ao aumento de plasticidade em função do aumento da quantidade de fibra utilizada no compósito.

Palavras Chaves: *fibra natural, fibra de coco, compósitos, resina.*

INTRODUÇÃO

A busca por produtos derivados de materiais classificados como ecologicamente corretos tem sido tratado como ferramenta básica na busca de alternativas para minimizar os problemas ambientais do mundo.

Assim, existe hoje um amplo interesse no uso de materiais lignocelulósicos (fibras de fontes naturais como sisal, coco, banana, curauá e

juta), como reforço em compósitos de matrizes poliméricas, termofixas ou termoplásticas. A importância do emprego das fibras vegetais como agente de apoio está atrelada ao seu baixo custo, a densidade menor do que de outras fibras, como por exemplo, a fibra de vidro, além de serem fontes renováveis, não abrasivas, biodegradáveis e vastamente disponíveis em território nacional. Além de constituírem uma fonte de recurso natural renovável as fibras naturais apresentam baixo custo, são biodegradáveis, recicláveis, não tóxicas e podem ser incineradas. (BRAGA, 2010).

O enorme potencial brasileiro para o cultivo de fibras naturais, entre elas a de coco, têm permitido com que indústria brasileira observe com atenção para as vantagens de uso destes materiais, visto que possuem alta biodegradabilidade e reciclabilidade, além de baixo consumo de energia e custo de produção. (CASTILHOS, 2011).

O presente trabalho pretende alinhar a ideologia do Eco Desenvolvimento, permitindo discutir qual material, dentre os estudados, proporciona melhor desempenho e resistência, aumentando a eficiência em seu emprego e proporcionando melhor resposta aos esforços envolvidos.

Um material compósito pode ser qualquer material multifásico, que apresente propriedades de ambas as fases constituintes, obtendo a melhor combinação entre elas (CALLISTER, 2002).

Esse trabalho foi proposto a partir da classificação dos compósitos. A classe representada será a classe dos compósitos estruturais. Essa classe é caracterizada por materiais compostos, geralmente, por materiais homogêneos, cujas propriedades dependem não somente das propriedades dos materiais constituintes, mas também do projeto geométrico dos vários elementos estruturais. A composição para essa análise será a de painel sanduíche, visto que consistem em duas folhas externas mais resistentes, ou faces, que se encontram separadas por uma camada de material menos denso, ou recheio, que por sua vez possui menor rigidez e menor resistência. (CALLISTER, 2002).

A fibra natural escolhida para a formação do compósito foi à fibra vegetal de coco, visto que esse tipo de fibra possui vantagens em relação a fibra sintética, como: grande abundância em território brasileiro, baixo custo quando comparada as fibras sintéticas, não prejudicial à saúde, prevenção a erosão, possibilidade de incremento a área agrícola, baixa densidade e biodegradáveis.

A fibra de coco é obtida da fruta proveniente do coqueiro (*Cocos nucifera*). Sua fibra é extraída da parte mais externa, chamada exocarpo, e do endocarpo. Suas fibras apresentam comprimento entre 150 e 300 mm consistindo principalmente de lignina, tanina, celulose, pectinina e outras substâncias solúveis em água. (PASSOS, 2005).

Analisando as propriedades mecânicas nota-se que a fibra de coco possui uma resistência à tração variando entre 69 e 200 MPa possuindo um módulo de elasticidade baixo quando comparado a outras fibras vegetais. (DUARTE, 2009).

As fibras de coco se destacam por apresentarem alta disponibilidade no país, baixo custo e propriedades físico-químicas adequadas à confecção de diversos produtos como cordas, escovas, tapetes, estofamentos automotivos, reforço em compósitos, entre outros (DUARTE, 2009).

O ensaio utilizado para determinar as propriedades mecânicas do compósito a ser estudado foi o ensaio de compressão diametral que é comum para obtenção de forma indireta da resistência à tração do material ensaiado. A fim de estudar a ductilidade ou plasticidade estrutural.

MATERIAIS E METODOS

Os corpos de prova foram fabricados com resina acrílica que é fornecida em pó, composta por microesferas de polimetacrilato de metila polimerizadas industrialmente, juntamente com seu catalizador químico que fornecido no estado líquido. A resina acrílica e o catalizador foram adquirido junto à Empresa RISITEC Indústria, Comércio e Materiais Laboratoriais Ltda., em Casa Verde, São Paulo, SP, e identificado da seguinte forma pelo fornecedor:

- Resina Acrílica em pó, matéria prima principal: MMA (CÃS 80626). Densidade: 1,1 a 16°C. Frasco 220g
- Catalizador para resina em pó, monômero metil metacrilato com crosslink. Frasco com 250ml.

A fibra escolhida para reforço foi a fibra de coco que foi fornecida pela Empresa SISALSUL Fibras Naturais em São Paulo, SP, e identificado da seguinte forma pelo fornecedor:

- SISALSUL: Manta de fibra de coco 100% natural Bouclê Native. Peça de manta de fibra de coco 100% natural Bouclê Native de 0,50m x 2,00m.

Para moldar os corpos de prova foi utilizado moldes cilíndricos de silicone com 30 mm de diâmetro e 15mm de altura. O tempo de cura do material foi de 72h para cada amostra.

Foram fabricadas amostras que sejam montadas de acordo com a forma de painel sanduíche. As amostras estarão divididas em 05 categorias, respectivamente, de acordo com a quantidade de camadas de cada uma, como segue:

- Categoria-0: apenas resina acrílica;
- Categoria-1: resina acrílica com uma camada de fibra de coco;
- Categoria-2: resina acrílica com duas camadas de fibra de coco;
- Categoria-3: resina acrílica com três camadas de fibra de coco;
- Categoria-4: resina acrílica com quatro camadas de fibra de coco.

Cada amostra foi medida e calculada sua média em relação a suas medidas para evitar erros de fabricação das amostras devido à forma macia do molde.

Foram fabricadas 43 amostras, sendo 10 amostras para cada categoria do compósito e 03 amostras só de resina (Categoria-0).

Para o ensaio de Compressão Diametral foi utilizada a Máquina Universal de Ensaio, modelo DL10000 da EMIC, com capacidade 100kN e software TESC para aquisição de dados, com os seguintes parâmetros de ensaio: método compressivo, célula de carga de 30kN, velocidade de ensaio de 0,05mm/s.

RESULTADOS E DISCUSAO

Cada amostra foi fabricada com as mesmas quantidades de resina acrílica e catalizador modificando apenas a quantidade de reforço utilizada.

Para encontrar o balanceamento correto entre a resina e catalizador, partimos da recomendação do fabricante utilizando a proporção de 3:1, com isso, aplicamos um fator de correção correspondente a estrutura desejada para a composição de cada amostra, chegando a uma proporção de 60% para o pó da resina acrílica e 40% catalizador. Os Valores correspondem a 12,6g de resina acrílica e 12ml de catalizador. Sendo possível a fabricação de 02 amostras.

Definida a as proporções, foram geradas as categorias por ordem crescente, na qual a categoria-0 foi a categoria que não contém nenhum reforço. Foram fabricadas apenas 03 amostras devido a quantidade restrita de material.

A categoria-1 foram as amostras foram fabricadas com apenas uma camada de reforço de fibra de coco. Foram fabricadas 10 amostras.

A categoria-2 foram as amostras foram fabricadas com duas camadas de reforço de fibra de coco. Foram fabricadas 10 amostras.

A categoria-3 foram as amostras foram fabricadas com três camadas de reforço de fibra de coco. Foram fabricadas 10 amostras.

A categoria-4 foram as amostras foram fabricadas quatro camadas de reforço de fibra de coco. Foram fabricadas 10 amostras.

As medidas de cada corpo de prova foram agrupadas de acordo com sua categoria e a partir desses dados foram obtidos os dados estatísticos que minimizam os erros de fabricação do operador nas amostras. Abaixo no quadro 01, podemos observar os dados estatísticos de todas as categorias.

CATEGORIAS	MÉDIA DOS DIAMETROS	MÉDIA DAS ALTURAS	VARIANCIA DOS DIAMETROS	VARIANCIA DAS ALTURAS	DESVIO PADRAO DOS DIAMETROS	DESVIO PADRAO DAS ALTURAS
0	29,95 mm	14,93 mm	0,001667	0,003889	0,040825	0,062361
1	29,96 mm	14,94mm	0,0019	0,0009	0,043588	0,03
2	29,98 mm	14,97 mm	0,0011	0,0006	0,033166248	0,024494897
3	29,98 mm	14,97 mm	0,000525	0,0006	0,022912878	0,024494897
4	14,97 mm	14,95 mm	0,0011	0,0015	0,033166248	0,038729833

Quadro 01 – Dados estatísticos das categorias dos compósitos.

Nos ensaios compressivos, as amostras de cada categoria apresentaram resultados coerentes, ou seja, sem grandes discrepâncias quando comparadas às amostras contidas dentro de suas categorias. Porém, cada categoria apresentou diferentes resultados em relação às propriedades mecânicas após o ensaio. Esse evento ocorreu devido à variação da fibra de coco disposta em cada categoria. Para expor essa diferença entre as categorias analisadas foi produzido um gráfico de Força (N) X Deslocamento (mm) que consiste em uma média da curva de cada amostra inserida em sua categoria correspondente.

Lembrando que, para que ocorra a minimização dos erros de fabricação das amostras, foram utilizadas as médias aritméticas das forças (N) obtidas pelo ensaio, assim como também a média aritmética dos deslocamentos. Em

cada categoria de amostras analisadas foram calculados os desvios padrões e as variâncias para que se possa afirmar a confiabilidade de cada gráfico e minimizar qualquer erro aparente e para isso foi considerado o maior número de dados possíveis para evitar um valor elevado de desvio padrão entre as amostras.

A partir do gráfico 01 é possível observar que na categoria 0 os materiais são compostos apenas pela matriz, a resina acrílica, que é um material frágil, com baixo deslocamento, como apresentado no gráfico 01 e com uma ruptura brusca dividindo ao meio o material, típico de ruptura de materiais frágeis pelo ensaio de Compressão Diametral. A confiabilidade do Gráfico 1 é de 95%, com uma margem de erro de 0,070567.

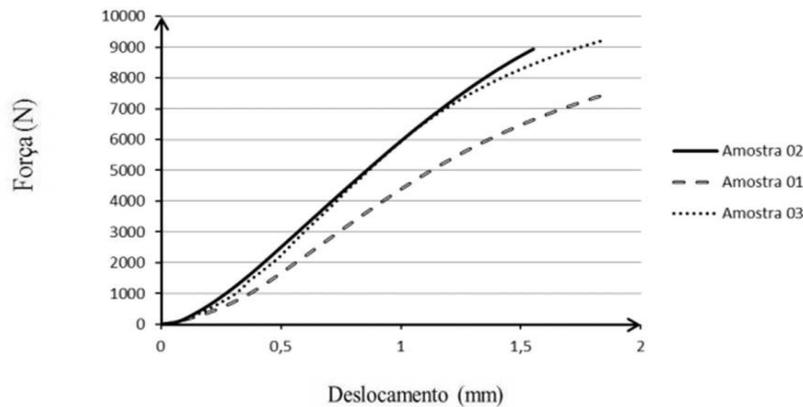


Gráfico 01. Gráfico Força (N) x Deslocamento (mm) para os materiais da categoria 0.

Já nos materiais da categoria 1, como podemos observar no gráfico 02, nota-se que este material não consegue resistir a uma força aplicada, na mesma proporção, comparada com a da Categoria-0, isso pode ser explicado pela diminuição da resina que rompe sem a ruptura da fibra. Para esse caso, o resultado não é satisfatório, pois a resistência mecânica desse compósito material é menor por usar menos resina, e o deslocamento também é menor. Sendo observado que a fibra, nessa quantidade, não promoveu nenhum reforço, o que não é desejado para um compósito. A confiabilidade do gráfico é de 95% com uma margem de erro de 0,018594.

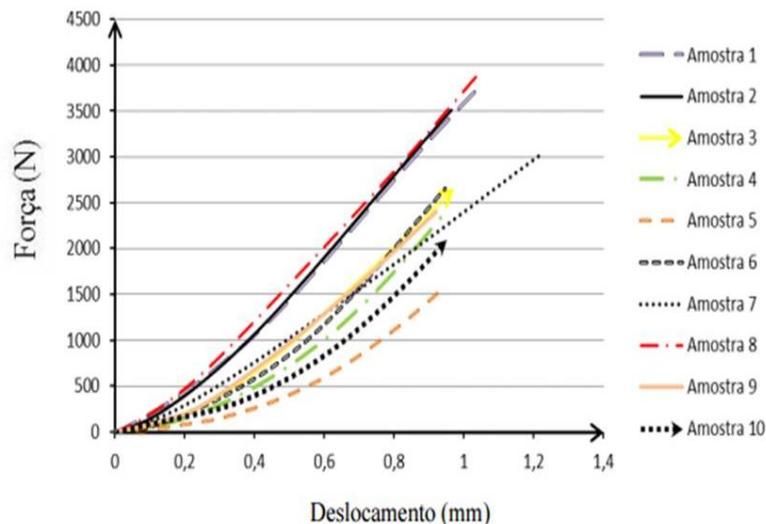


Gráfico 02. O Gráfico de Força (N) x Deslocamento (mm) para os materiais da categoria 1.

Os materiais da categoria 2 apresentaram um comportamento semelhante aos materiais da Categoria-1, porém com maior índice de deformação, podendo ser observado por um maior deslocamento, antes da ruptura, mostrado no gráfico 03. A confiabilidade do gráfico é de 95%, com uma margem de erro de 0,015182.

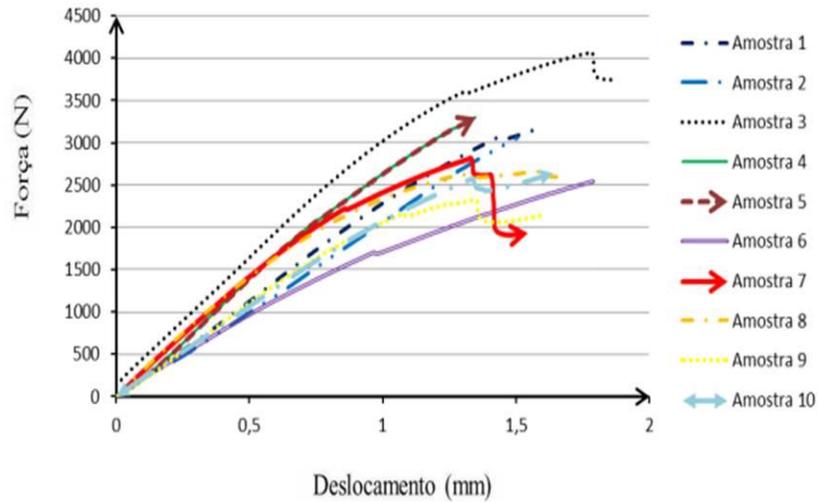


Gráfico 03. O Gráfico de Força (N) x Deslocamento (mm) para os materiais da categoria 2.

As amostras da categoria 3 apresentaram um comportamento diferenciado comparado aos materiais das categorias anteriores, como pode ser visto no gráfico 04, é observado um maior deslocamento, antes da ruptura, sendo explicado pela ação de reforço da fibra de coco. Obtendo agora um material que apresenta resistência mecânica menor, quando comparado com a resina pura, mas um maior índice de deformação, ou seja, um material mais plástico. A confiabilidade do gráfico é de 95%, com uma margem de erro de 0,015182.

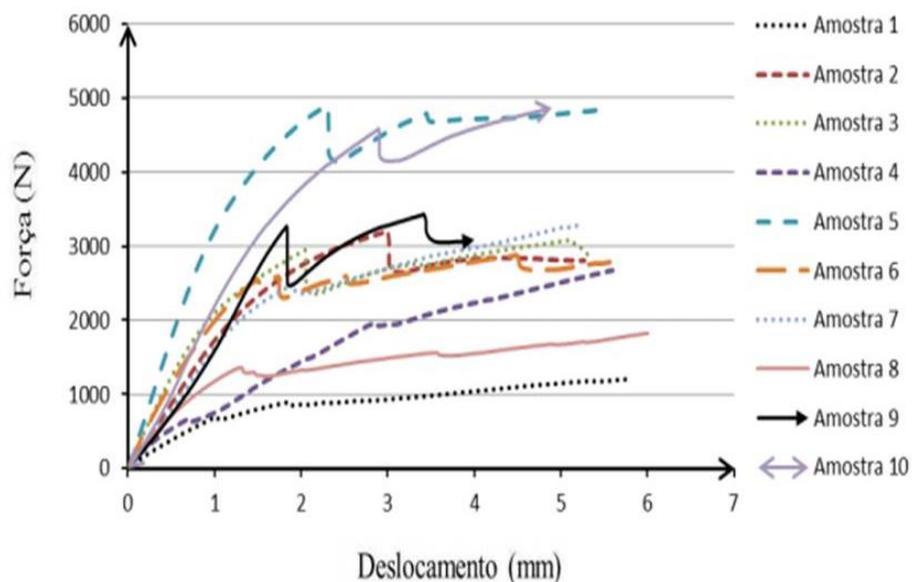


Gráfico 04. O Gráfico de Força (N) x Deslocamento (mm) para os materiais da categoria 3.

Já os modelos da categoria 4 apresentaram um comportamento semelhante aos materiais da Categoria-3, porém com maior índice de

deformação, como pode ser observado no gráfico 05. Para essa categoria, observamos um deslocamento de quase cinco vezes maior, antes de romper, comparado com o material Categoria 0. Um material com uma ótima plasticidade, adquirida pelo reforço da fibra de coco. A confiabilidade do gráfico é de 95%, com uma margem de erro de 0,024005.

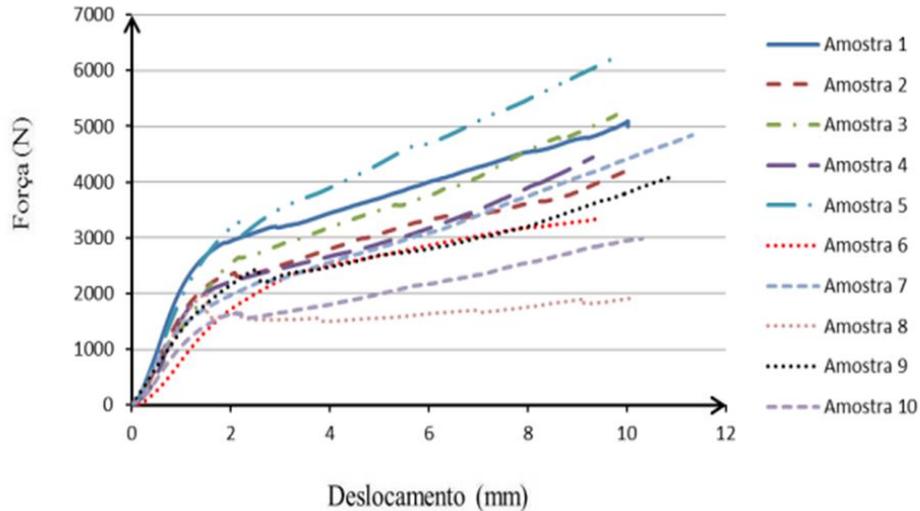


Gráfico 5. O Gráfico de Força (N) x Deslocamento (mm) para os materiais da categoria 4.

No gráfico 06, podemos analisar as categorias de cada amostra e assim observar qual categoria possui amostras com maior capacidade de absorção de energia, quando aplicada uma força compressiva.

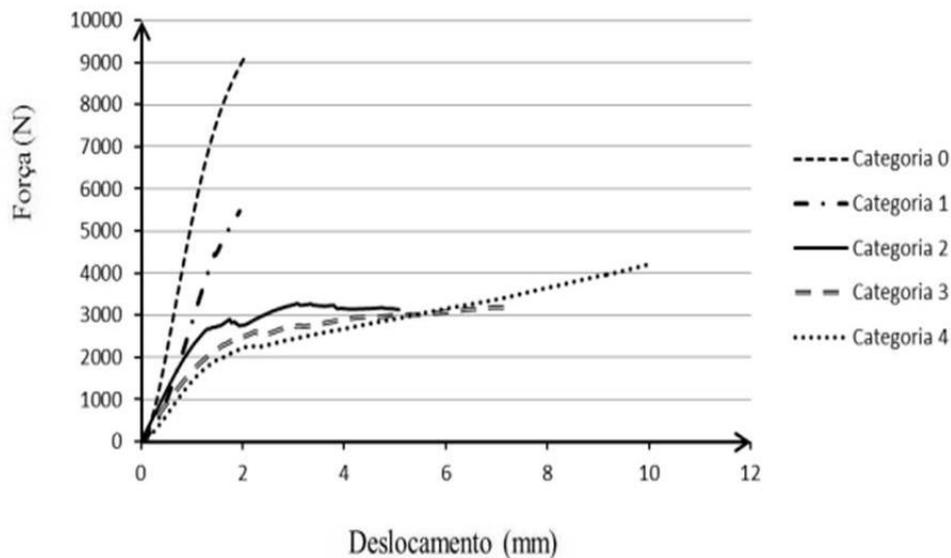


GRÁFICO 06. O Gráfico de Força (N) x Deslocamento (mm) para os materiais das categorias 0, 1, 2, 3 e 4.

Em outras palavras, com o aumento das camadas de fibra de coco no material ocorre um aumento da plasticidade que se trata da capacidade que o material deve ter de se deformar quando submetido a um esforço, sem ruptura brusca. Ou seja, quanto maior o número de camadas de fibra de coco, maior a plasticidade do compósito, com maior índice de deformação. Nos gráficos

apresentados podemos observar uma grande zona plástica e que quando ensaiados, sob o aspecto da fratura, apresentam uma grande deformação, que resulta em uma dilatação transversal pronunciada, causando um aumento irregular no diâmetro do corpo de prova, maior na região central e menor na região em contato com as placas da máquina de ensaio, conferindo-lhes a forma de um barril, como mostrado na figura 01, abaixo.



Figura 01. Amostras ensaiadas da categoria 4.

Com base nos resultados obtidos, podemos elencar algumas vantagens apresentadas pelos compósitos com matriz de resina acrílica reforçada com fibra de coco quando comparadas a outros materiais sintéticos, como propriedades mecânicas variadas, parcialmente biodegradáveis, baixo consumo de energia na produção do compósito e baixo custo de produção, considerando que 12,6g de resina acrílica e 12 ml de catalizador constituíram a base para a fabricação de duas amostras. O reforço utilizado para a fabricação das amostras foi de 0,2463 m². A fibra de coco foi comprada no valor de R\$ 20,00 o metro quadrado e a resina acrílica juntamente com o catalizador no valor de R\$95,00 o frasco com 220g e 250 ml respectivamente.

CONCLUSÕES

Diante dos resultados e discursões apresentados nota-se que o compósito fabricado com resina acrílica com reforço de quatro camadas de fibra de coco corresponde ao material mais plástico, possuindo assim, um desempenho mecânico singular quando comparado ao compósito frágil (amostras da categoria 0). Os compósitos estudados possuem uma enorme capacidade de absorção de energia quando ocorre a aplicação de uma força compressiva. Dependendo do objetivo do final do material, é possível aplicar todas as categorias em distintas funções. Portanto, pode-se concluir que esse tipo de compósito pode ser utilizado para substituir peças confeccionadas por fibras sintéticas, visto que o material suporta uma carga satisfatória e que não irá afetar nenhum desempenho de outro mecanismo, quando relacionamos o limite de resistência a tração do material com sua função principal no projeto. Com isso o processo de fabricação descrito é viável, considerando a quantidade de material para a produção de peças, atendendo a uma demanda com baixo custo de fabricação. Novos testes podem ser realizados e melhorar as características que cada emprego necessita.

REFERÊNCIAS

BRAGA, Roney A. Uma análise da utilização de fibra vegetal na indústria automobilística. 2006. Monografia (Especialização em Engenharia Automotiva) – PUCMG, Belo Horizonte.

BRAGA, Roney Amarante. A Análise da utilização de fibras naturais aglutinadas com resina epóxi, para fabricação de uma cobertura central do porta-malas de um automóvel de passageiros. / Roney Amarante Braga. Belo Horizonte, 2010.

CALLISTER, W.D., Jr. Ciência e Engenharia de Materiais: Uma introdução, 5 e 8 ed., 2002 e 2013.

CASTILHOS, Lisiane Fernanda. Fibra de Aproveitamento da fibra de coco. Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR 8/8/2011.

SOUZA, Sérgio Augusto de. Ensaio Mecânicos de Materiais Metálicos, 5 ed. 1982. 12º reimpressão, 2012.

PASSOS, Paulo Roberto de Assis. Destinação sustentável de cascas de coco (Cocos nucifera) verde: obtenção de telhas e chapas de partículas. 2005. 166 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: Acesso em: 25 jan. 2016.

SHACKELFORD, James F. Introdução à ciência dos materiais para engenheiros. Tradução: Daniel Vieira; revisão técnica Nilson C. Cruz. – São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

SISALSUL. Sisalsul fibras naturais. 2005 – Disponível em: www.sisalsul.com.br Acesso em: 08 jan. 2016.

BEHAVIOR STUDY OF COMPOSITE MECHANIC STRENGTHENED IN COCONUT FIBER ACRYLIC RESIN MATRIX

ABSTRACT

Currently many projects are being constructed from an ecological basis, aiming addition to a good performance of the material, a positive alternative comes to

sustainability. The use of composite plant fiber as a reinforcing material, or even as the main raw material in the replacement of petroleum products, has aroused the interest of researchers in the pursuit of environmental preservation. The use of plant resources for the manufacture of materials is an alternative renewable, biodegradable and of low cost. In this context, the present study examined the potential composite matrix composed of acrylic resin reinforced with coir. It is analyzed the mechanical behavior from cylindrical specimens through the diametrical compression test, varying the amount of coconut fiber in each sample class. The results are conclusive as to increase plasticity due to the increase of the amount of fiber used in the composite.

Key words: natural fiber, coconut fiber, composite resin.