

MATERIAIS COMPÓSITOS DE MATRIZ EPOXI REFORÇADA POR FIBRAS NATURAIS DA AMAZÔNIA¹

Jean da Silva Rodrigues²
Roberto Tetsuo Fujiyama³

Resumo

O estudo do comportamento em flexão de materiais compósitos de matriz epóxi reforçado por fibras naturais vegetais é o objetivo deste trabalho. Inicialmente foram fabricados corpos de prova de secção transversal quadrada (30x30mm) e de comprimento 300 mm. Foram utilizadas como reforço fibras curtas de sisal e mantas híbridas de malva e juta. Vários arranjos de reforços foram empregados durante o processo de fabricação dos corpos, como reforço com fibras curtas (25 mm) de sisal de disposição aleatória, reforço com mantas de malva/juta variando-se sua fração mássica e um sistema híbrido sisal 25 mm e mantas malva/juta. A metodologia utilizada foi o ensaio de flexão em três pontos, monitorando-se a partir dos valores obtidos de carregamento (Kgf) e flecha (mm) a tensão até a ruptura das amostras. Por fim os dados foram estatisticamente tratados e traduzidos em gráficos para a análise dos resultados e avaliação do material.

Palavras-chave: Material compósito; Fibras naturais; Polímero.

COMPOSITES MATERIALS OF EPOXY MATRIX REINFORCED BY NATURAL FIBERS OF THE AMAZON

Abstract

The behavior in bending of materials composites of epoxy matrix reinforced by natural fibers is the objective of this work. Initially specimen of square traverse section were manufactured (30x30mm) and of length 300 mm. They were used as reinforcement short fibers of sisal and hybrid blankets of malva and jute. Several arrangements of reinforcements were employees during the process of production of the bodies, as reinforcement with short fibers (25 mm) of sisal of random disposition, I reinforce with malva / juta blankets being varied sweats fraction mass and a system hybrid sisal 25 mm and blankets malva / juta. The used methodology was the bending in three points, being monitored starting from the obtained values of shipment (kgf) and arrow (mm) the tension until the rupture of the samples. Finally the data were treated statistical and translated in graphs for the analysis of the results and evaluation of the material.

Key words: Composite material; Natural fiber; Polymer.

¹ *Contribuição técnica ao 63º Congresso Anual da ABM, 28 de julho a 1º de agosto de 2008, Santos, SP, Brasil*

² *Mestrando em Engenharia Mecânica, PPGEM-ITEC-UFFA.*

³ *Doutor em Engenharia Metalúrgica e de Materiais PPGEM-ITEC-UFFA.*

1 INTRODUÇÃO

A preocupação ambiental tem incentivado a pesquisas na aplicação de materiais compósitos reforçados com fibras naturais⁽¹⁾ bem como seu custo relativamente baixo, têm tornado diversas fibras naturais altamente competitivas em relação aos reforços tradicionais.⁽²⁾ O tipo de fibra, sua disposição na matriz, e a fração volumétrica de cada componente da combinação tornam-se fatores essenciais para o desempenho do compósito, de forma a se obter materiais de baixa densidade, alta razão força/peso e razão módulo/peso. Este artigo faz uma análise destes fatores e dá um indicativo, a partir dos resultados obtidos, das potencialidades de cada reforço estudado.

Os compósitos podem ser definidos como materiais constituídos por uma mistura de fases macrocomponentes compostas por materiais que, geralmente, são diferentes sob os pontos de vista de composição química e forma.⁽³⁾ O corpo do material é chamado de matriz, que tem por função envolver os componentes, ou seja, compõe a forma do material. A matriz atua ainda como uma base que confere ductilidade e mantém a estrutura coesa e que, em resumo, contribui para que o conjunto se caracterize por boas condições de fabricação e a necessária flexibilidade.⁽⁴⁾

Os componentes inseridos a matriz são denominados componentes estruturais, que determinam a natureza da estrutura interna do compósito e atuam, geralmente como substâncias de reforço ou enchimento da matriz, onde as propriedades dos compósitos são dependentes da natureza e das propriedades dos componentes. Nos compósitos poliméricos a fibra é mais rígida e mais forte que a matriz em fase contínua.

1.1 Matriz e Reforço

Uma das funções da matriz é a transferência da carga aplicada ao corpo de prova às fibras. Dentre as matrizes poliméricas, as resinas epóxis se destacam por possuir muitas características notáveis incluindo a dureza extrema, o baixo encolhimento durante a cura devido à ausência de matérias voláteis, excelente resistência térmica e química, especialmente aos solventes e a água. As resinas epóxi possuem excelentes características como adesivos.⁽⁵⁾ É utilizada na indústria aeronáutica para a colagem de metal com metal, para revestimentos superficiais como tinta para automóveis, para fabricação de laminados de baixa e alta pressão, tanques resistentes aos produtos químicos e tubos laminados para transporte de óleo.⁽¹⁾ Já os polímeros termofixos apresentam atualmente largo emprego como adesivos e matrizes de compósitos de alto desempenho.⁽⁶⁾ Devido a variedade e versatilidade, as resinas epóxi formam o grupo mais importante de termofixos. O comportamento mecânico e a resistência ao ataque químico dos epóxidos são dependentes do endurecedor, da razão resina/endurecedor bem como de parâmetros de processo, tais como, tempo e temperatura de cura.⁽⁷⁾

A maioria dos materiais rígidos altamente resistentes falham em virtude da propagação de rachaduras.⁽⁸⁾ Uma fibra desse material é inerentemente mais forte que sua massa, pelo fato de o tamanho da rachadura ser limitado ao pequeno diâmetro da fibra. Mesmo ocorrendo falha em virtude da rachadura, ela não se propagará ao conjunto todo, o que não ocorre com o material bruto.⁽⁹⁾

Além disso pode ser utilizada a orientação preferencial para aumentar o módulo de elasticidade e a resistência de um produto bem acima dos valores

isotrópicos. Quando esse material é também leve, apresenta uma grande vantagem na relação resistência / peso sobre os materiais convencionais.⁽¹⁰⁾

Na prática, fibras individuais são, geralmente, denominadas filamentos e o termo fibra se refere a um feixe de fibra de muitos filamentos.

Nos compósitos reforçadas por fibra, estas fornecem virtualmente todas as resistências e rigidez. Fibras múltiplas tornam o compósito um material robusto porque a falha de várias fibras resulta numa distribuição da carga pelas outras fibras. A fibra de sisal é a mais usada, e é cultivada em países como Tanzânia, Indonésia, Haiti e Brasil. É uma planta dos trópicos, suas folhas possuem características predominantemente rígidas, lisas, verde – brilhante, com largura aproximadamente de 100 mm e 1.500 mm de comprimento. Golpeando-se vigorosamente a folha obtém-se o desfibramento. A resistência, baixo custo e abundância da fibra de sisal criam boas possibilidades para seu uso como reforço dentre as principais aplicações do sisal destacam-se a manufatura de cordoalha em geral, fabricação de barbantes, produção de estofamentos, tapetes, produtos artesanais, etc. A fibra de juta é a segunda fibra têxtil mais cultivada no mundo, perdendo apenas para o algodão. Ela é cultivada principalmente no Paquistão, na Índia e na China. No Brasil, esta fibra é encontrada nos estados da região sul. Sua resistência e módulo de elasticidade são relativamente elevados, permitindo seu uso como reforço. Sua principal utilização é na produção de sacos, barbantes, esteiras, papel de parede e produtos similares. A fibra de malva cresce nas regiões de clima tropical e subtropical do mundo. Ela tem boa resistência e pode ser utilizada como reforço. Seu uso principal se dá na produção de linha.⁽¹¹⁾

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

O tipo de resina e de reforço encontra-se apresentados a seguir: A resina epóxi utilizada neste trabalho (a Gama 300 fabricada pela EMBRAPOL) foi adicionado um catalisador na proporção de 2% em volume, de forma a se iniciar o processo de cura. O tempo de trabalhabilidade da matriz após a adição do catalisador, foi previamente estabelecido em 10 minutos, sendo todo o procedimento de fabricação de corpos de prova (CP's) realizado dentro deste limite. As fibras foram utilizadas da forma como produzidas localmente, sem tratamento superficial. Foram utilizadas as seguintes fibras naturais: Sisal - de comprimento 25 mm e disposição aleatória (5g para cada amostra); Tecido híbrido de juta e malva (50%/50%) - tecidas em mantas, cortadas na dimensão dos corpos de prova (300 mm x 30 mm) com 2 g de massa cada, variando-se de uma a sete mantas por amostra.

2.2 Fabricação dos Corpos

O processo de fabricação foi estritamente manual, onde as misturas foram preparadas e vazadas em moldes de madeira desmontáveis revestidos com papel alumínio, de forma a se evitar o vazamento do polímero e a aderência deste à parede do molde. Para cada composição foram fabricados sete corpos de prova.

Corpos de prova sem reforço de fibras foram fabricadas para se verificar a influencia destas, em relação matriz pura. Para os CP's nos quais a fibra fora utilizada em mantas, estas foram adicionadas intercaladas a uma pequena

quantidade de material (resina + catalisador), de modo a se obter uma distribuição a mais homogênea possível. Nos CP's reforçados com sisal, parte da resina foi inicialmente vazada sendo então adicionada a fibra disposta aleatoriamente e por fim vazado o restante da resina. Após um tempo de cura mínimo de 60 (sessenta) minutos, os CP's foram desmoldados e catalogados. Obteve-se por fim corpos de prova de seção transversal quadrada (30 mm x 30 mm) e comprimento 300 mm.

2.3 Procedimento de Ensaio

Inicialmente os CP's foram marcados para se definir os pontos de apoio e aplicação da carga ao longo de sua extensão. Cada marco foi efetuado a 25 mm da extremidade do CP, e como este apresenta um comprimento total de 300 mm, o vão livre resultante foi de 250 mm, sendo a carga aplicada exatamente no centro deste vão.

Os CP's foram então submetidos à flexão em três pontos. A flecha foi medida no ponto de aplicação do carregamento. O registro do carregamento foi feito para cada milímetro de flecha até a ruptura.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Avaliação da Matriz do Compósito

A matriz pura apresentou fratura súbita, rompendo drasticamente em múltiplas partes. Apresentaram capacidade de carga relativamente alta e o mais alto nível de deformação registrado em todas as séries fabricadas. Durante os ensaios destes CP's não foi possível perceber o início da propagação da trinca, pois os mesmos fraturavam, simultaneamente, em pontos diferentes do ponto de aplicação da carga. A Figura 1 ilustra o comportamento em flexão típico obtido para os corpos de prova sem reforço de fibras naturais.

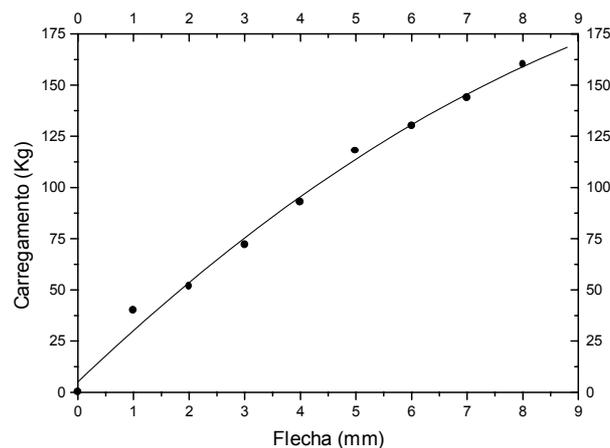


Figura 1: Resultados médios de flecha x carregamento dos corpos de prova de matriz sem reforço.

3.2 Matriz Reforçada por Fibras de Sisal

A fibra de sisal conferiu ao compósito uma melhoria em suas características durante a fratura, visto que o mesmo não rompeu catastroficamente e alcançou bons

níveis de carregamento. Em sua maioria, as trincas se propagaram nestes CP's na parte oposta ao ponto de aplicação da carga, diferentemente do que aconteceu com os CP's de matriz sem reforço. Por inspeção visual foi comprovado que esta série apresentou o menor nível de defeitos resultantes do processo de fabricação e cura (trincas e vazios). A Figura 2 mostra o comportamento médio flecha x carregamento obtido no ensaio de flexão para o CP's reforçados com fibras de sisal

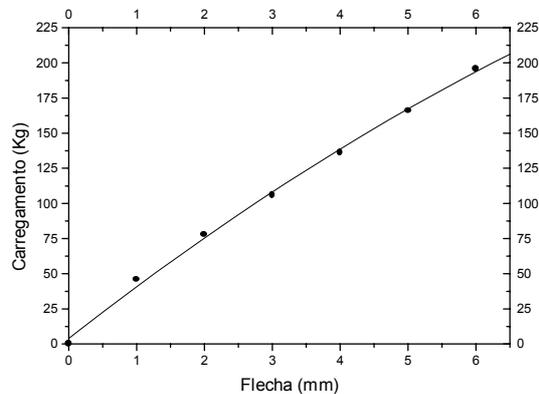


Figura 2: Comportamento médio flecha x carregamento obtido no ensaio de flexão para o CP's reforçados com fibras de sisal.

4 CONCLUSÃO

A distribuição das fibras é importante na determinação do nível máximo de carregamento que o CP suportará sem romper, sendo tanto maior este nível quanto melhor for a distribuição das fibras no volume do corpo de prova.

A análise demonstra a evolução da capacidade do compósito de suportar carregamento e deformação com o reforço, o que nos confere dizer que, o aumento da quantidade de fibras utilizadas como reforço eleva a carga que o material suporta sem se romper. Isto levaria o compósito a atingir níveis de carregamento e flecha máximos muito superiores aquele conseguido com a matriz pura, com a vantagem de não apresentar fratura brusca, e ainda diminuir a densidade do material, tornando-o mais leve, aumentando a relação carregamento/peso em relação à matriz sem reforço.

REFERÊNCIAS

- 1 Jayaraman, K., (2002) – “Manufacturing Sisal-polypropylene composites with minimum fibre degradation”. Composites Sciences and Technology, Auckland, New Zealand.
- 2 Fujiyama, R. T. "Argamassa de Cimento Reforçada por Fibras de Sisal: Caracterização Mecânica e Microestrutural". Rio de Janeiro, 1997. 115p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
- 3 Holliday, L.(1996) – “Composite Materials”. Elsevier Publishing Company.
- 4 Chiaverini, Vicente. "Tecnologia Mecânica". vl 1. 2.ed. São Paulo: Editora McGraw-Hill Ltda, 1986
- 5 Nielsen, Andreas. "Plásticos Termofixos (Duroplásticos)". São Paulo: Editora Edgar Blucher Ltda, 1975

- 6 Milles, Derek Cyril & Briston, John Herbert. "Tecnologia dos Polímeros". São Paulo, Polígono, Ed. Da Universidade de São Paulo, 1975.
- 7 Dias, C.G.B.T. & D'ALMEIDA, J.R.M. Comportamento sob Compressão de Uma Resina Epoxi em Função da Razão Resina Endurecedor. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE ENGENHARIA MECÂNICA, III., 1994, Belém. Anais. p. 602.
- 8 Bentur, A., Mindess, S., (1990) – "Fibre Reinforced Cementitious Composites". Elsevier Applied Science, Londres, Inglaterra.
- 9 Cook, D. J.(1980) -"Concrete and Cement Composites Reinforced with Natural Fibers". In International Fibrous Concrete CI80, PP.99-114.
- 10 Jain, Seema. Development and Study of the Mechanical Properties, Thermal Degradation and Electrical Behaviour of Bamboo Fibers Reinforced Plastic (BFRP) Composite. Instrument Design and Development Centre. Indian Institute technology, Delhi. New Delhi-110016, India, 1992.
- 11 Mwamilla, B. L. M.(1987) – "Characteristics of Natural Fibrous Reinforcement in Cement – Based Matrices". Symposium on Building Materials for Low – Income Housing, Bangkok, Tailândia, Jan. 20-26, pp. 87-93.