

MATERIAIS COMPÓSITOS REFORÇADOS COM FIBRAS DE MALVA¹

Deibson Silva da Costa²

Wassim Raja El Banna²

Lírian Said de Lima³

Eduardo de Jesus Silva dos Santos³

Carlos Eduardo Pinto Lopes³

Roberto Tetsuo Fujiyama⁴

Resumo

Este artigo mostra resultados de caracterização das fibras e dos compósitos reforçados por fibras de malva, obtidos através de ensaios mecânicos de tração, picnometria e microscopia eletrônica de varredura (MEV). Sendo as fibras cortadas nos comprimentos de 5 mm, 10 mm, 15 mm e 20 mm. Sendo utilizada a mesma fração mássica (5%) para todos os comprimentos de fibras, verificando a influência dos comprimentos das fibras nas propriedades mecânicas dos compósitos fabricados. Foram confeccionados 12 (doze) compósitos para os ensaios mecânicos e análise microestrutural por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Resultados satisfatórios foram encontrados para fibras e para os compósitos.

Palavras-chave: Fibras de malva; Fração de fibras; Materiais compósitos.

COMPOSITE MATERIALS REINFORCED WITH MAUVE FIBER

Abstract

This article shows the results of characterization of fibers and composites reinforced fiber mauve, obtained by tensile test, pycnometry and scanning electron microscopy (SEM). Since the length of the cut fibers 5 mm, 10 mm, 15 mm and 20 mm. As used the same mass fraction (5%) for all fiber lengths, checking the influence of the lengths of the fibers on the mechanical properties of composites manufactured. Were made 12 (twelve) composites for mechanical testing and microstructural analysis by scanning electron microscopy (SEM). Satisfactory results were found for fibers and composites.

Key words: Mauve fibers; Fraction of fibers; Composites materials.

¹ *Contribuição técnica ao 68º Congresso Anual da ABM - Internacional, 30 de julho a 2 de agosto de 2013, Belo Horizonte, MG, Brasil.*

² *Engenheiro mecânico. Me, Professor, Faculdade de Engenharia Mecânica, ITEC, Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, PA, Brasil; deibsonsc@yahoo.com.br.*

³ *Graduandos, Faculdade de Engenharia Mecânica, ITEC, UFPA, Belém, PA, Brasil.*

⁴ *Engenheiro mecânico. Dr., Professor Adjunto, PPGEM, ITEC, UFPA, Belém, PA, Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

O aumento descontrolado nas demandas e no uso das reservas naturais traz consequências deletérias ao planeta. De acordo com estudos realizados,⁽¹⁾ o desenvolvimento de uma “tecnologia ecológica” tem sido uma necessidade para a proteção ambiental em todo o mundo, onde se buscam novos materiais que seja ecologicamente correto. Neste sentido, por possuir a maior biomassa e extensão territorial cultivável do mundo e ser um dos maiores produtores mundiais de várias fibras vegetais, o Brasil destaca-se como país com grande potencial à liderança da tecnologia de fabricação de compósitos poliméricos reforçados por fibras vegetais para aplicação em variadas áreas, como por exemplo, a automobilística, agrícola, química, de transformação de plásticos ou construção.⁽²⁾

As fibras vegetais têm sido investigadas para uso como reforço em compósitos de matrizes poliméricas, pois aliam propriedades que levam em consideração aspectos que vão de encontro a esta nova ordem mundial, de forte apelo ecológico, e características como baixo custo, baixa densidade, fonte renovável, biodegradabilidade, o fato de serem atóxicas e não abrasivas, possuírem boas propriedades térmicas e alto módulo específico o que as tornam fortes candidatas em potencial para estas aplicações. Outro fator que valida o emprego das fibras vegetais em compósitos são as vantagens sócio-econômicas advindas do seu uso, como: 1) geração de empregos rurais, evitando o fluxo populacional do campo para a cidade, verificado principalmente nas regiões norte e nordeste do país; 2) desenvolvimento de áreas do país economicamente deprimidas; 3) novos mercados tanto em nível nacional quanto para exportação; 4) alternativas rentáveis para a fixação de carbono na natureza, reduzindo a emissão de CO₂ na atmosfera durante seu ciclo de produção, processamento e utilização. Estima-se que compósitos de polipropileno contendo 65% de fibras de cânhamo, por exemplo, podem armazenar em média 325 kg de carbono/tonelada durante sua vida útil.⁽³⁾

A Malva, cujo nome científico é *Urena lobata* L, de onde também se extrai fibra, é uma planta nativa da região amazônica, cultivada na região desde os anos 30, mais precisamente no estado do Pará, sendo somente explorada no Amazonas a partir de 1971. Este cultivo origina uma fibra de maior resistência que a produzida pela juta, porém menos sedosa e brilhante. São plantadas juntas, em sistema de consórcio, sendo que a juta em várzea baixa e a malva em várzea alta, ambas em terras muito férteis.⁽⁴⁾ A Figura 1 mostra uma plantação de malva.



Fonte: NUSEC/UFAM (2005)

Figura 1. Plantador de malva da várzea, município de Manacapuru/AM.

Este artigo mostra caracterização das fibras e dos compósitos reforçados por fibras de malva, obtidos através de ensaios mecânicos de tração, picnometria e microscopia eletrônica de varredura (MEV). Utilizando a mesma fração mássica de fibras nos compósitos, e diferentes comprimentos de fibras (5, 10, 15 e 20 mm), verificando a influência desse comprimento nas características dos compósitos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

A resina utilizada foi a poliéster tereftálica insaturada e pré-acelerada na proporção de 0,33% v/v. As fibras de malva foram obtidas na região metropolitana de Belém-PA, precisamente de pequenas indústrias da cidade de Castanhal-PA, sem tratamento químico ou superficial e em condições ambientais. A Figura 2 mostra as fibras de malva.



Figura 2. Fibras de malva.

2.2 Métodos

As fibras de malva foram caracterizadas. Sendo a caracterização mecânica baseada na norma da ASTM 3822,⁽⁵⁾ através de ensaio de tração. A caracterização física foi por picnometria. A caracterização microestrutural das fibras por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Foram retiradas 100 (cem) amostras de fibras para os procedimentos em laboratório.

Com relação a fabricação dos compósitos, primeiramente as fibras foram cortadas nos comprimentos determinados de 5 mm, 10 mm, 15 mm e 20 mm. A fabricação dos compósitos realizou-se simples, sem uso de aparato tecnológico, com a utilização de moldes de silicone, sem desmoldante, sem pressão, vibração ou compactação.

A fração mássica de fibras inseridas nos compósitos foi a mesma para todos os comprimentos de fibras, sendo fixada em 5% em massa para todos os compósitos fabricados.

Os compósitos após sua fabricação foram desmoldados, lixados e polidos para adquirirem medidas da norma ASTM 638M (Figura 3).⁽⁶⁾

A caracterização dos compósitos se realizou através de ensaio de tração, conforme a norma ASTM 638M, e microestruturalmente através de microscopia eletrônica de varredura (MEV). Foram fabricados 12 (doze) corpos de prova para cada série de comprimentos de fibras.

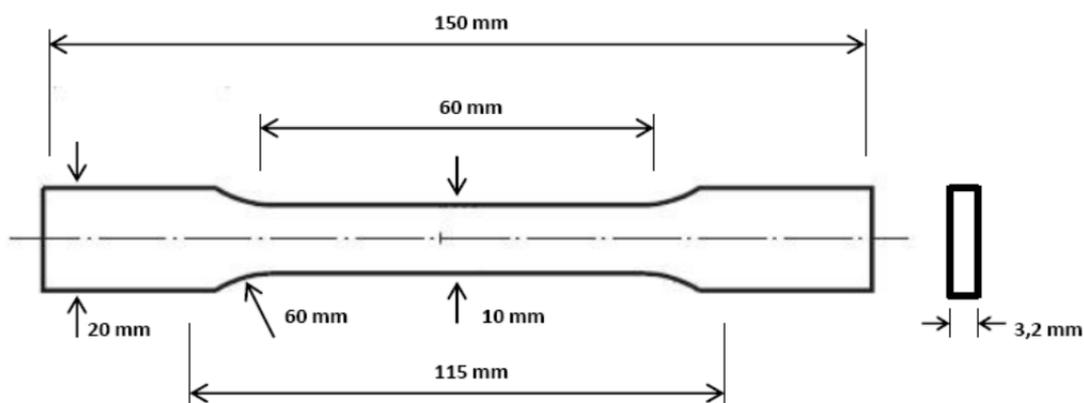


Figura 3. Desenho esquemático com as dimensões dos corpos de prova recomendado pela norma.⁽⁶⁾

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As caracterizações mecânica e física das fibras de malva são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização mecânica e física das fibras de malva

Material	Resist. Tração (MPa)	Alongamento (%)	Diâmetro (mm)	Massa Específica (g/cm ³)	Teor de Umidade (%)
Fibra de Malva	296,55 (± 88,79)	5 (± 2,03)	0,045 (± 0,015)	1,48 (± 0,01)	11 (± 0,5)

A caracterização mecânica e física das fibras de malva foram superiores da literatura pesquisada.⁽⁷⁾ Ocorreram diferenças de resultados entre as fibras ensaiadas, o que é comum, se tratando de fibras vegetais, já que é um material orgânico. Porém, seus dados estatísticos foram aceitáveis.

A Figura 4 mostra a caracterização microestrutural das fibras de malva.

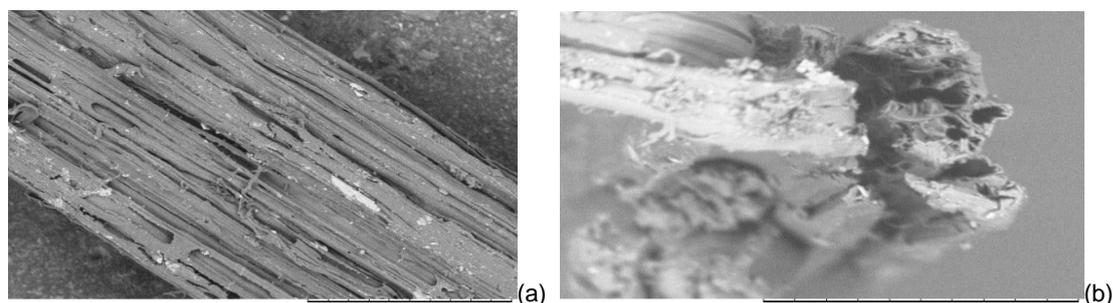


Figura 4. Microestrutura das fibras de malva: (a) seção longitudinal, e (b) seção fraturada.

Na Figura 4a apresenta a fibra de malva na seção longitudinal, evidenciando resíduos da extração, e cavidades na superfície da fibra, sem desfibramento das microfibrilas. A Figura 4b mostra a fibra de malva após ensaio de tração, apresentando a região fraturada e a exposição das microfibrilas rompidas.

As caracterizações mecânicas dos compósitos de malva estão mostrados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados dos ensaios de tração dos compósitos de malva

Reforço	Fração Mássica Reforço (F_M) %	Resist. Tração (σ) (MPa) Média (Desvio Padrão)
Malva 5 mm	5	20,42 (\pm 1,53)
Malva 10 mm	5	23,82 (\pm 1,96)
Malva 15 mm	5	25,48 (\pm 1,17)
Malva 20 mm	5	21,32 (\pm 1,94)

Pelos resultados da Tabela 2 observa-se a tendência de aumento da resistência a tração dos compósitos de malva com o aumento do comprimento da fibra dentro dos compósitos. Isso é verdadeiro até o comprimento de fibra de 15 mm, a partir desse ponto, há tendência de diminuição da resistência a tração dos compósitos.

Já que a fração mássica é a mesma utilizada nos compósitos. Pode-se afirmar que os compósitos de malva aumentam sua resistência a tração até o comprimento de fibra de 15 mm, depois disso decai sua resistência. Devido provavelmente ao método de fabricação e ao formato do corpo de prova. Pois, como a fabricação é manual e os corpos de prova apresentam as medidas requeridas pela norma, nos compósitos de fibras de 15 mm ocorrem melhor acomodação e alinhamento das fibras, aumentando a área de contato da interface fibra/matriz, propiciando melhores resistências.

Nos compósitos de 20 mm isso não ocorre devido às fibras já serem longas para este método de fabricação, e se emaranharem ou enrolarem dentro dos compósitos, principalmente no comprimento útil, sendo que os compósitos curam com as fibras de 20 mm nas mais variadas direções dentro dos moldes, não há dessa maneira o efeito do alinhamento, quando esse material é submetido ao lixamento temos como consequência a ruptura, fragilização ou degradação das fibras pela ação da lixa, depreciando sua resistência a tração.

Esses resultados elucidam a grande influência desse parâmetro (comprimento de fibra) nas propriedades mecânicas dos compósitos de malva.

Na Figura 5 traça-se o gráfico resistência a tração x comprimento de fibra de malva como reforço, para melhor entendimento.

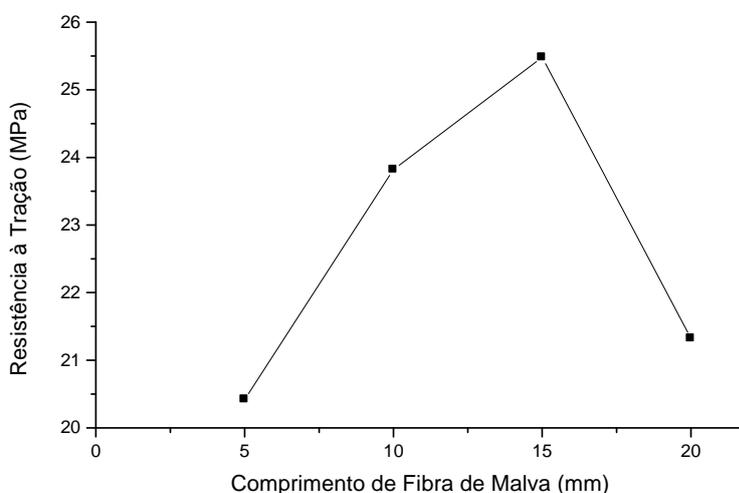


Figura 5. Resistência a tração x comprimento de fibras de malva.

A análise do gráfico da Figura 5 indica que houve um pequeno aumento da resistência a tração dos compósitos com aumento de comprimento de fibra inserido na matriz. Isso até o comprimento de fibra de 15 mm, logo no comprimento de 20 mm a resistência a tração dos compósitos diminuiu.

A Figura 6 mostra o gráfico com barras da caracterização mecânica dos compósitos de fibras de malva com os seus desvios padrão.

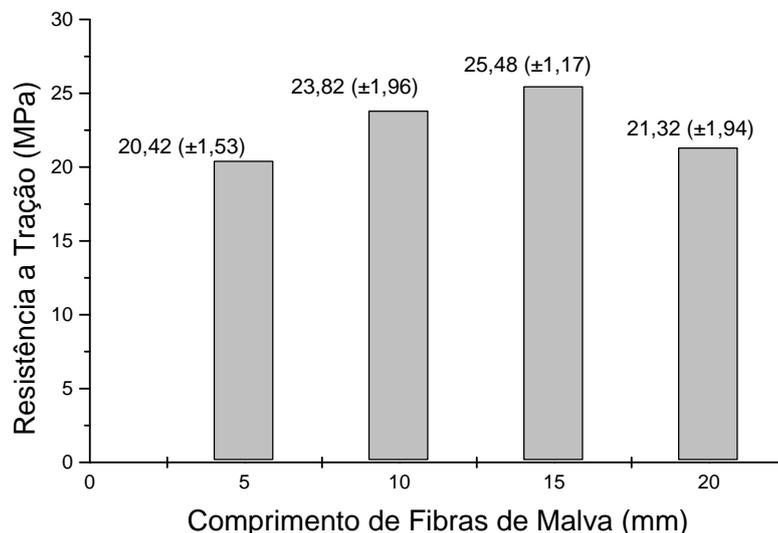


Figura 6. Comportamento mecânico dos compósitos de fibras de malva com seus desvios padrão

Pode-se notar pela Figura 6 que é crescente o aumento da resistência dos compósitos com aumento do comprimento de fibras, porém, esse aumento é pequeno considerando os desvios padrão. Há um decréscimo da resistência do compósito com o comprimento de 20 mm.

A caracterização microestrutural dos compósitos reforçados por fibras de malva estão demonstrados na Figura 7.

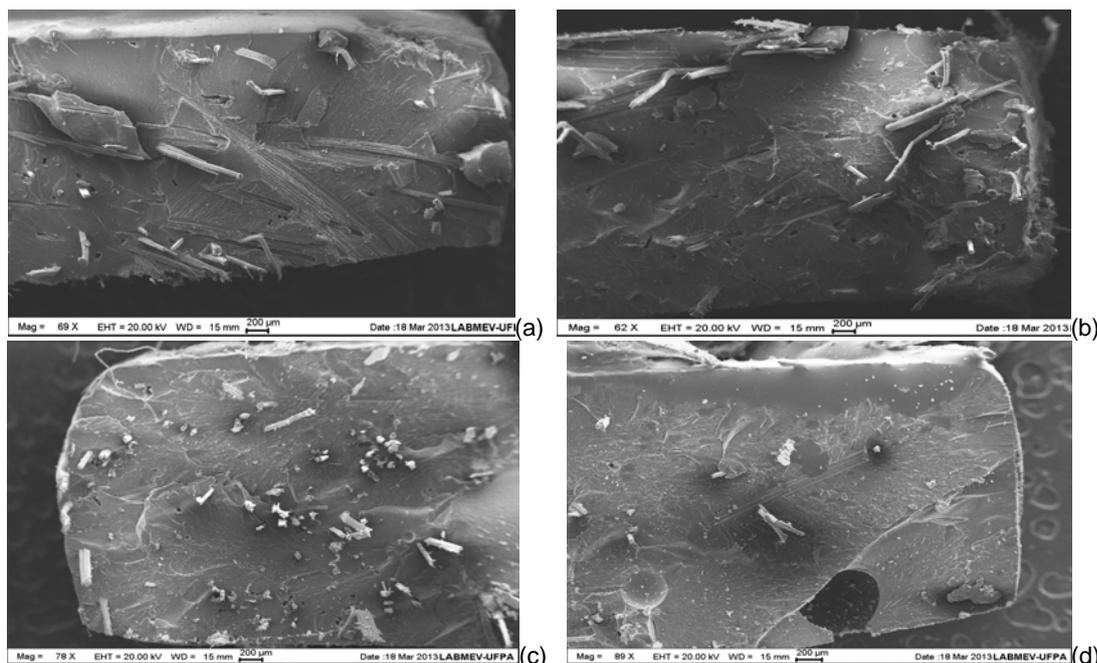


Figura 7. Superfícies fraturas dos compósitos de fibras de malva: (a) compósitos de 5 mm; (b) compósitos de 10 mm; (c) compósitos de 15 mm e (d) compósitos de 20 mm.

A análise do MEV pode ser utilizada para melhor entender o comportamento de deformação dos compósitos durante a solicitação dos esforços, as análises das superfícies fraturadas pode ser eficaz na interpretação dos mecanismos de fratura dos compósitos.

Na Figura 7a mostra os compósitos de 5 mm, pode-se observar uma aglomeração de fibras, descolamento de fibras da matriz, fibras na direção transversal ao carregamento, presença de “barrancos” da matriz, não houve uma boa compactação das fibras, mostrando que não houve boa aderência na interface fibra/matriz. A Figura 7b tem-se os compósitos de 10 mm, apresentando-se ainda a aglomeração de fibras, vazios, fibras transversais ao carregamento, descolamento de fibras, irradiação de trincas, mas já surgem algumas fibras rompidas junto ao plano de fratura dos compósitos, o que melhorou sua resistência em relação aos compósitos de 5 mm.

A Figura 7c mostra-se os compósitos de 15 mm, evidenciando-se um melhor acabamento e compactação das fibras na superfície de fratura dos compósitos, nota-se também a predominância de fibras rompidas e aderidas a matriz, mostram-se pequena a presença de defeitos e vazios na fratura, contribuindo para uma boa adesão fibra/matriz e elevação de sua resistência mecânica. A Figura 7d tem-se os compósitos de 20 mm, mostrando-se pouca aglomeração de fibras, presença de vazios, bolhas, buracos, superfícies grosseiras, mostrando que não houve um bom acabamento e compactação das fibras junto a matriz, mostra-se também alguns pontos de irradiação e nucleação das trincas, o que resultaram em propriedades mecânicas não tão satisfatórias.

4 CONCLUSÕES

Foram avaliadas as propriedades das fibras e compósitos de malva. Sendo que as fibras apresentaram resultados de caracterizações física, mecânica e microestruturais superiores a literatura pesquisada.⁽⁷⁾

Na avaliação dos compósitos de malva, os resultados mostraram que as fibras atuaram como agente de reforço efetivo, aumentando a resistência dos compósitos até o comprimento de 15 mm, decaindo para o comprimento de 20 mm.

No sistema de análise de fraturas verificaram-se os mecanismos de falhas dos compósitos, mostrando as particularidades de cada reforço dentro da matriz.

No geral as caracterizações tanto das fibras como dos compósitos de malva demonstraram-se eficientes aos objetivos do trabalho. Já que, demonstrou propriedades superiores de outras fibras e outros compósitos vegetais. Além, de demonstrar a influência do comprimento das fibras nas propriedades mecânicas dos compósitos.

Agradecimentos

Ao Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura – LABMEV do Instituto de Geociências, e ao Laboratório de Engenharia Mecânica (LABEM) da Universidade Federal do Pará pelas realizações dos experimentos deste trabalho e ao ITEGAM – Instituto de Tecnologia Galileo da Amazônia.

REFERÊNCIAS

- 1 MATTOSO, L. H. C.; FRAGALLE, E. P. Uso de fibras vegetais na indústria automobilística: necessidade ecológica, oportunidade para o Brasil. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, São Carlos/SP, jan/mar, 1996.
- 2 SOARES, I. M. **Produção e caracterização de compósitos de matriz epóxi reforçada com fibra de rami para fins de reforço estrutural**. Uberlândia: 2012, 72 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, MG, 2012.
- 3 MARINELLI, A. L. et al. Desenvolvimento de Compósitos Poliméricos com Fibras Vegetais Naturais da Biodiversidade: Uma Contribuição para a Sustentabilidade Amazônica. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, São Carlos/SP, v.18, n.2, p.92-99, 2008.
- 4 SABBÁ, J. O. **Quadro de crise do sistema juta/malva e suas possíveis alternativas de soerguimento**. Manaus: UFAM, 1993. 6, 14 p.
- 5 ASTM D 3822 - 1996, “**Standard Test method for Tensile Properties of Single Textile - Fibers**”, ASTM - American Society for Testing and Materials, 1996.
- 6 ASTM D 638 - 1989, “**Standard Test Method for Tensile Properties of Plastic (metric)**”, Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials, 1989.
- 7 SAVASTANO JUNIOR, H. **Materiais à base de cimentos reforçados com fibras vegetais: Reciclagem de resíduos para a construção de baixo custo**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), São Paulo, 2000.