

ESTUDO DO COMPORTAMENTO DE MATERIAL COMPÓSITO INCORPORADO COM FIBRAS DE BAMBU TRATADAS E NÃO TRATADAS QUIMICAMENTE

D. C. Farias, doryh.farias@gmail.com¹
N. R. S. Nunes, naomricardo@gmail.com¹
N. G. Silva, nayla4star@gmail.com¹
K. S. L. Barbosa, karllaslb@gmail.com¹
B. H. A. Mendes, Bruno_mendes15@hotmail.com²
D. S. Costa, deibsonsc@yahoo.com.br^{1,3}
A. J. G. Santos, ajgs@ufpa.br^{1,3}

¹Campus Universitário de Ananindeua, UFPA, Ananindeua, PA, Brasil.

²Programa de pós-graduação em Engenharia Química– PPGEQ– UFPA, Belém, PA, Brasil.

³Programa de Pós-graduação em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia-PRODERNA-UFPA, Belém, PA, Brasil.

Resumo: A grande área de engenharia de materiais apresenta uma diversidade de aplicações dentro de diversos segmentos da indústria, entre esses seguimentos destacam-se a produção de compósitos poliméricos. Neste trabalho desenvolveu-se materiais compósitos de matriz composta com resina isoftálica e agentes de cura de acelerador de cobalto e catalisador, com inserção de fibras curtas de bambu In natura nos comprimentos de 15 mm e com tratamento químico em solução de NaOH a 5%. Para o estudo do comportamento mecânico, foram feitos ensaios de resistência a tração de acordo com a norma ASTM 3039. Foram produzidos um total de 10 (dez) corpos de prova para cada série fabricada. Os compósitos produzidos geraram um resultado de limite de resistência a tração de 20,56 MPa para os compósitos em 3% de bambu 15 mm in natura e de 33,05 MPa com a incorporação de 3% de fibras tratadas quimicamente.

Palavras-chave: engenharia de materiais, fibras curtas, tratamento químico, resistência à tração.

1. INTRODUÇÃO

Os Compósitos formados por matrizes poliméricas e fibras vegetais constituem uma das maiores áreas de interesse na pesquisa de materiais compósitos. Este interesse surgiu com mais intensidade no início da década de 90 devido às exigências das autoridades legislativas quanto ao uso e destino final de fibras sintéticas e resinas derivadas do petróleo e a maior conscientização dos consumidores, da necessidade de preservação do meio ambiente e de fontes naturais renováveis (SILVA, 2003).

Um dos parâmetros mais importantes em materiais compósitos, com uma ou mais fases contínuas, é a interface entre o reforço e a matriz. A interface é a região onde ocorre o contato entre os componentes do compósito. Essa região é a primeira responsável pela transferência da solicitação mecânica da matriz para o reforço. A adesão inadequada entre as fases envolvidas na interface pode promover o início de falhas, comprometendo o desempenho do compósito. Portanto, além das propriedades individuais de cada componente do compósito, a interface deve ser a mais adequada possível para garantir a combinação das propriedades envolvidas (DANIEL e ISHAI, 2006).

As propriedades da matriz polimérica dependem da composição da resina e conseqüentemente do tipo de polímero que as constitui. Em polímeros, o processamento consiste na transformação do mesmo, como matéria-prima, em um produto final. A escolha do tipo de processo de transformação de um polímero em um produto polimérico é feita com base nas suas características intrínsecas, na geometria do produto a ser moldado e na quantidade do produto que será produzida. O processamento de um polímero pode ser feito utilizando várias técnicas, sendo as principais as seguintes: moldagem por injeção, extrusão (incluindo as técnicas de coextrusão), moldagem por sopro (extrusão-sopro e injeção-sopro), moldagem por compressão, calandragem, termoformagem a vácuo, moldagem rotacional (ou rotomoldagem), Hand-Lay- Up e Spray Up (BRASKEM, 2002).

2. METODOLOGIA

2.1. Equipamentos Utilizados

- Estufa de Leo, Equipamentos Laboratoriais, T 50°C a 250° C. Urano Brasil.
- Prensa Hidráulica, Marcon, modelo MPH-15, com capacidade de 15 Ton.
- Molde Metálico, Dimensões (320mm x 172,5mm x 5mm).
- Máquina de Corte, DeWALT, modelo DW860B.

A seguir a Fig. 1 com todos os equipamentos utilizados:

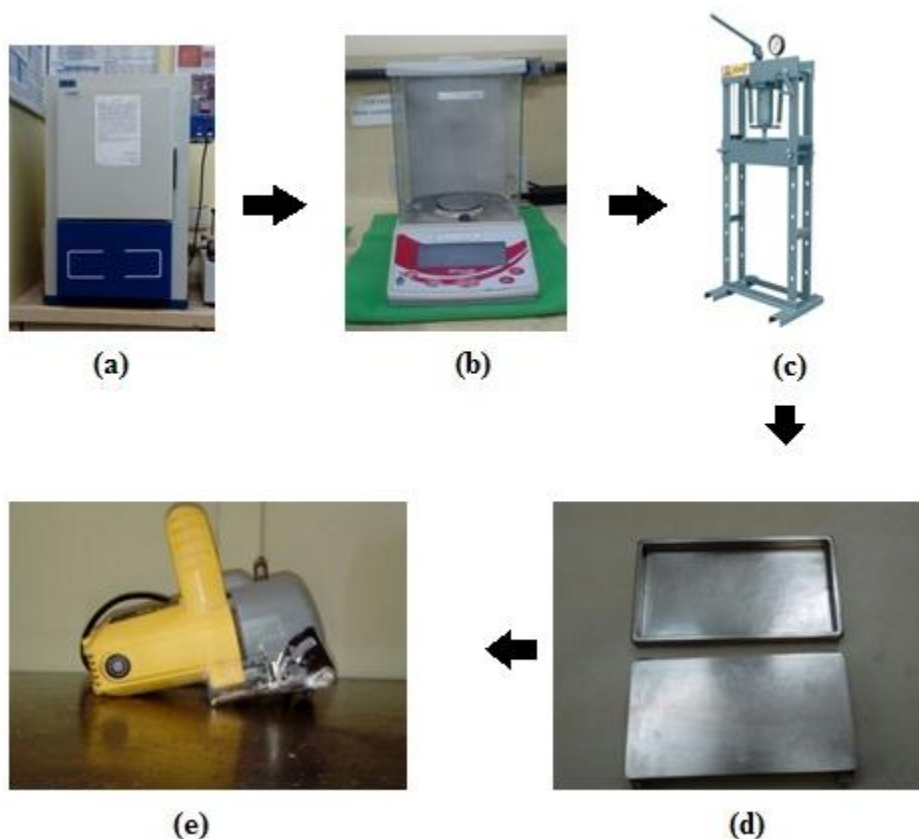


Figura 1. (a) Estufa de Leo, (b) Balança analítica, (c) Prensa Hidráulica, (d) molde metálico, (e) máquina de corte.

Todos os equipamentos utilizados neste trabalho são pertencentes ao Laboratório de Engenharia Química da Universidade Federal do Pará.

2.2. Materiais Sintéticos

- Resina Poliéster Isoftálico (Resina AM 910 AEROJET).
- Acelerador de Cobalto, CAT MET UMEDECIDO 1,5%.
- Catalisador, BUTANOX M-50; AEROJET.

Os materiais sintéticos utilizados no presente trabalho foram adquiridos na empresa Aerojet Brasileira de Fiberglass LTDA, a resina poliéster Isoftálica apresentou baixa viscosidade, média reatividade, coloração amarelada, ausência de promotor de reticulação e boa resistência química. A Fig. 2, a seguir, ilustra todos os materiais sintéticos utilizados:



Figura 2. Materiais sintéticos: (a) resina poliéster insaturada, (b) acelerador de cura, (c) catalisador MEK-P.

2.3. Fibras Usadas

As fibras foram retiradas do campus profissional I da Universidade Federal do Para-UFPA. A Fig. 3 mostra as fibras de bambu extraídas, a partir dos colmos que foram coletados.



Figura 3. Fibras de bambu.

2.3.1. Tratamento Alcalino das Fibras

As fibras foram colocadas em dois recipientes plásticos e em seguida adicionou-se em um dos recipientes uma solução de Hidróxido de Sódio- NaOH 5% v/v, para o tratamento, onde as fibras permaneceram durante 24h, posteriormente foram lavadas com água destilada a temperatura ambiente e colocadas para secar em uma estufa a 60 °C por 2 horas. E, então foram cortadas, nos tamanhos de 15mm.

2.4. Produção Dos Compósitos

Colocou-se as fibras em uma estufa a 105°C, para retirar a umidade, na sequência pesou a resina, as fibras, o acelerador de cobalto e o catalisador. Posteriormente foram confeccionadas as placas de resina poliéster isoftálica com inserção de reforço de fibras de bambu com e sem tratamento, nas seguintes proporções: 1%, 2% e 3% (F1, F2, F3 respectivamente), despejou a mistura no molde metálico e prensou-se na prensa hidráulica com carga de 2,6 kN

durante 20 minutos. Com as placas produzidas realizaram-se os cortes para a produção dos corpos de prova preparando-as para realizar os ensaios de tração. As placas foram cortadas com o auxílio da máquina de corte DeWALT, modelo DW860B.

2.5. Ensaio De Resistência à Tração

Os ensaios de tração seguiram a norma ASTM D3039 e adotaram as seguintes medidas como demonstrado na Fig. 4.

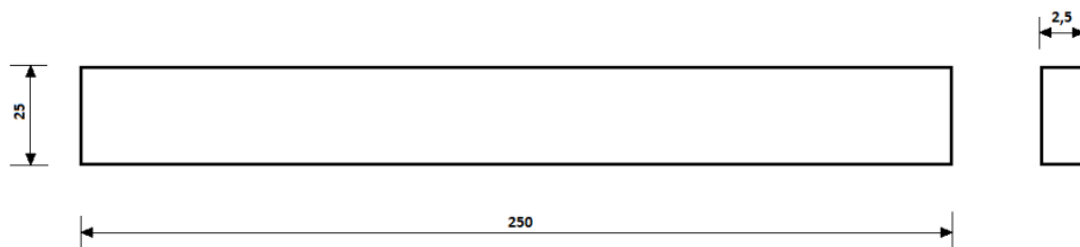


Figura 4. Dimensão, em mm, dos corpos de prova para ensaio de tração.

Os ensaios de tração dos compósitos foram realizados em máquina universal de tração, marca KRATOS modelo IKCL3 com sistema de aquisição de dados, com célula de carga de 5 (cinco) kN, adotando velocidade de 2 mm / min e comprimento útil para medição entre garras de 180 mm.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os compósitos poliméricos com inserção de fibras de bambu com e sem tratamento químico foram analisados quanto a sua resistência mecânica através do ensaio de tração, foram alcançados os seguintes resultados de acordo com as Tab. 1 e 2.

Tabela 1. Resultados do ensaio de tração de compósitos reforçados com fibras de bambu 15 mm sem tratamento.

Tipo de Amostra	Proporção de Fibras (%)	Fração Mássica (FM) (g)	Resist. Tração (MPa) (Desvio Padrão)	Alongamento (mm)	Módulo de Elasticidade (GPa)
Matriz Pura	0	317,40	19,54 ($\pm 3,05$)	4,84	0,81
Fibras de Bambu de 15 mm Não Tratadas.	F 1	3,17	14,20 ($\pm 1,68$)	3,26	0,72
	F 2	6,34	19,69 ($\pm 1,99$)	3,93	0,86
	F 3	9,51	20,56 ($\pm 1,50$)	4,21	0,86

Observou-se que os compósitos reforçados com fibras de bambu sem tratamento apresentaram variação em seu comportamento na fração de 1%, na matriz polimérica houve uma gradativa diminuição da resistência à tração; continuando com a adição de fibras na matriz observa-se uma sensível melhora na resistência a tração até a proporção de 3% de fibras. A fragilidade da composição de 1% pode ser justificada pela baixa quantidade da fibra de bambu, deixando muitos espaços vagos, pois o comportamento do compósito é justificado pela forma em que as fibras se organizam dentro da matriz.

A composição híbrida que apresentou melhor comportamento com o alongamento foi à fração F3, apresentando também um alto módulo de elasticidade, observou-se um pequeno aumento em relação à matriz sem carga, ratificando a fragilidade do compósito. Fazendo uma comparação com trabalhos da literatura: BORGES (2017), trabalhando com fibras de bambu encontrou uma resistência à tração de 20,56 Mpa.

A Figura 5 ilustra os dados comparativo da matriz sem carga e dos compósitos com reforço de fibras de bambu nas frações de F 1, F 2 e F 3 15 mm não tratadas, quanto as suas resistências à tração.

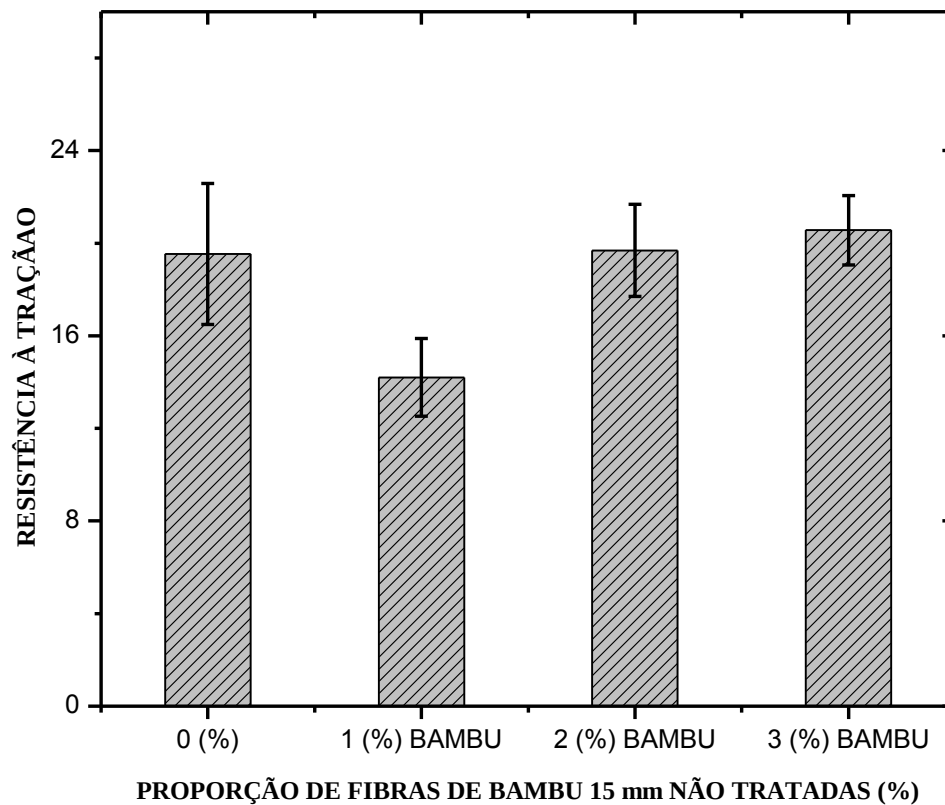


Figura 5: Comportamento de resistência à tração do material compósito em função das fibras de bambu de 15 mm NÃO TRATADAS.

Tabela 2. Resultados do ensaio de tração de compósitos reforçados com fibras de bambu 15 mm com tratamento.

Tipo de Amostra	Proporção de Fibras (%)	Fração Mássica (FM) (g)	Resist. Tração (MPa) (Desvio Padrão)	Alongamento (mm)	Módulo de Elasticidade (GPa)
Matriz Sem Carga	0	317,40	19,54 ($\pm$ 3,05)	4,84	0,81
Fibras de Bambu de 15 mm Tratadas.	F 1	3,17	20,34 ($\pm$ 2,69)	4,97	0,76
	F 2	6,34	29,56 ($\pm$ 3,71)	4,82	1,16
	F 3	9,51	33,05 ($\pm$ 4,07)	5,58	1,15

O tratamento químico foi usado para otimizar as propriedades do resultante, com isso pode observa-se que houve um aumento da resistência à tração nas frações, com exceção dos compósitos com fração F3, que ocorreu uma diminuição da resistência à tração, contudo todos os compósitos obtiveram valores de seus módulos de elasticidade superiores ao módulo de elasticidade da matriz sem carga, dessa feita atingiram seu objetivo.

A seguir, a Fig. 6 com os dados comparativo da matriz sem carga e dos compósitos com reforço de fibras de bambu nas frações de F 1, F 2 e F 3 15 mm tratadas, quanto as suas resistências à tração.

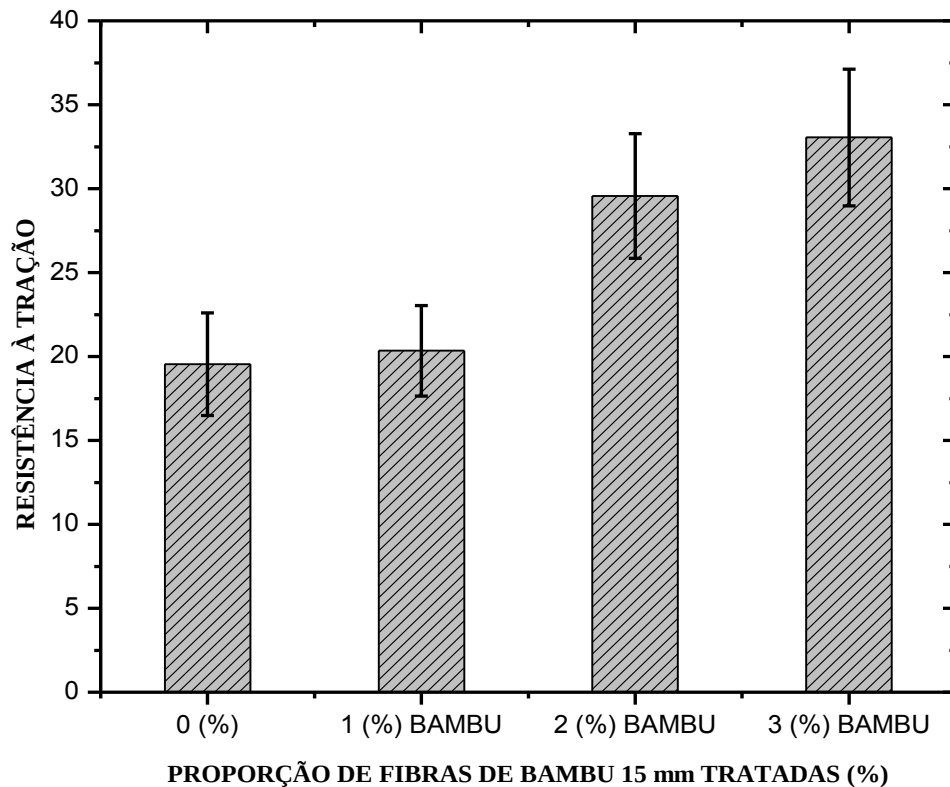


Figura 6: Comportamento de resistência à tração do material composto em função das fibras de bambu de 15 mm TRATADA.

A Figura 5, ilustra os dados comparativos da matriz sem carga e dos compósitos com reforço de fibras de bambu nas frações de F 1, F 2 e F 3 15 mm tratadas e não tratadas, quanto as suas resistências à tração. Observa-se no gráfico o aumento considerável do limite de resistência à tração dos compósitos incorporados com as fibras que foram submetidas ao tratamento alcalino.

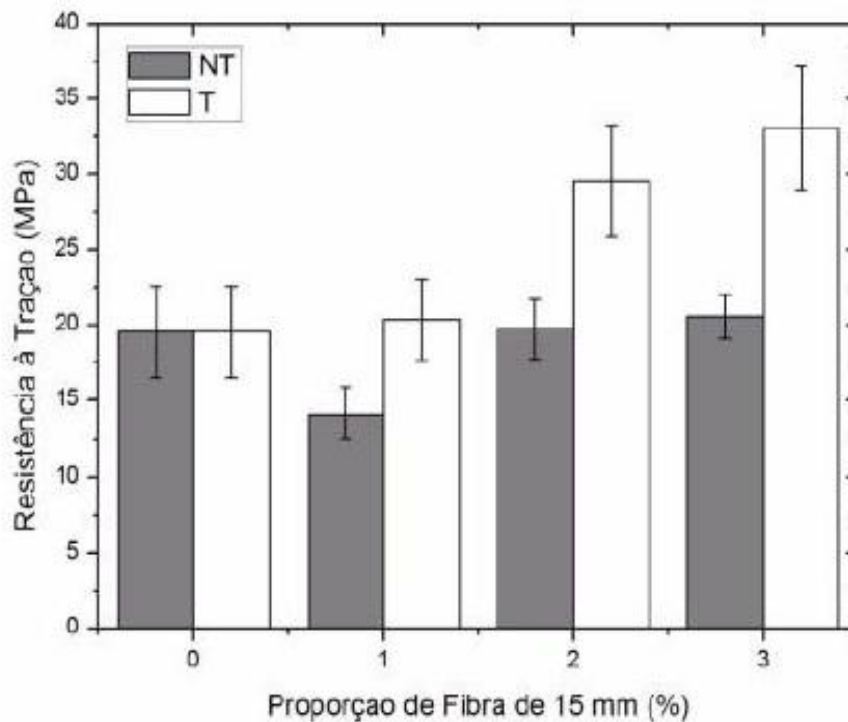


Figura 5. Comparação entre o comportamento de resistência à tração entre as fibras de 15 mm tratadas e não tratadas.

4. CONCLUSÃO

A técnica para a fabricação dos compósitos com inserção das fibras de bambu foi satisfatória, já que o processo de formação das matrizes atingiu um ponto de cura condizente para a fabricação dos corpos de provas utilizados nos ensaios de tração.

O tratamento químico com NaOH 5% v/v, nas fibras de bambu provocou um aumento da resistência à tração dos compósitos produzidos com reforços dessas fibras, quando comparados com os compósitos com reforço de fibras de bambu não tratadas quimicamente.

Os compósitos com adição de fibras de 15 mm não tratadas quimicamente tiveram um comportamento mecânico de resistência à tração similar a da matriz sem carga. Já os compósitos com inserção de fibras de bambu de 15 mm com tratamento químico alcançaram um limite de resistência de 33,05 Mpa, com fração de 3% de fibras.

5. REFERÊNCIAS

- ASTM D 3039 - 2000 “Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials”, Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials.
- BORGES, R. D. Influência do uso de fibras de bambu (*bambusa vulgaris*) tratadas quimicamente em matrizes de polímero termofixo carregadas com resíduo da indústria do cobre 2017. Tese (Mestrado), (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal do Pará, Belém. 2017
- CALLISTER JR, W. D. Ciência e engenharia de materiais: Uma Introdução. 8ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
- GROSSER, D.; LIESE, W. Distribution of vascular bundles and cell types in the culm of various bamboo species. *Holz als Roh-und Werkstoff*, v.32, p.473-482, 1974.

6. RESPONSABILIDADE AUTORAL

Os 8 (oito) autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

STUDY OF THE BEHAVIOR OF THE COMPOSITE MATERIAL INCORPORATED WITH TREATED AND NON-CHEMICALLY TREATED BAMBOO FIBERS

D. C. Farias, doryh.farias@gmail.com¹
N. R. S. Nunes, naomricardo@gmail.com¹
N. G. Silva, nayla4star@gmail.com¹
K. S. L. Barbosa, karllaslb@gmail.com¹
B. H. A. Mendes, bruno_mendes15@hotmail.com²
D. S. Costa, deibsonsc@yahoo.com.br^{1,3}
A. J. G. Santos, ajgs@ufpa.br^{1,3}

¹ University Campus of Ananindeua, UFPA, Ananindeua, PA, Brazil.

² Graduate Program in Chemical Engineering – PPGEQ– UFPA, Belém, PA, Brazil.

³ Graduate Program in Natural Resource Engineering of the Amazon - PRODERNA- UFPA, Belém, PA, Brazil.

Abstract. The large range of materials engineering presents a diversity of applications within several segments of the industry, among which are the production of polymer composites. In this work, composite materials of composite matrix with isophthalic resin and cobalt accelerator curing agent and catalyst were developed, with the insertion of short fibers of bamboo *In natura* in the lengths of 15 mm and with chemical treatment in 5% NaOH solution. for the study of mechanical behavior, tensile strength tests were performed according to ASTM 3039. A total of 10 (ten) specimens were produced for each fabricated series. The composites produced generated a tensile strength limit of 20.56 MPa for the composites in 3% bamboo 15 mm *in natura* and 33.05 MPa with incorporation of 3% of chemically treated fibers.

Keywords: materials Engineering, short fibers, chemical treatment, Tensile strength.