

# **ANÁLISE EXPERIMENTAL COMPARATIVA ENTRE AS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE COMPÓSITOS DE FIBRAS NATURAIS TRATADAS SUPERFICIALMENTE**

**Renata Carla Tavares dos Santos Felipe**

Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, Av. Senador Salgado Filho N° 1559, Lagoa Nova, Natal – RN, Brasil, CEP 59.015-000, [rcfelipe@cefetrn.br](mailto:rcfelipe@cefetrn.br)

**Jeffersson Fernandes de Lima**

Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, Av. Senador Salgado Filho N° 1559, Lagoa Nova, Natal – RN, Brasil, CEP 59.015-000, [jeffersson@pop.com.br](mailto:jeffersson@pop.com.br)

**Emanuell Rodrigo Bonny Barbosa**

Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, Av. Senador Salgado Filho N° 1559, Lagoa Nova, Natal – RN, Brasil, CEP 59.015-000, [naerbb@ambev.com.br](mailto:naerbb@ambev.com.br)

**Raimundo Nonato Barbosa Felipe**

Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, Av. Senador Salgado Filho N° 1559, Lagoa Nova, Natal – RN, Brasil, CEP 59.015-000, [nonatofelipe@cefetrn.br](mailto:nonatofelipe@cefetrn.br)

**Resumo.** Atualmente com o desenvolvimento de novos materiais, aparece a necessidade da utilização dos materiais naturais visto que estes são recursos renováveis e ecologicamente corretos. Dentro desta colocação, este trabalho visa unir materiais conhecidos como a fibra-de-vidro quando utilizada com uma resina tipo poliéster a um outro tipo de reforço pouco conhecido em termos de sua utilização como reforço na área de engenharia que é a fibra de juta. Desta forma, foi obtido um compósito formado por reforço de manta de fibra-de-vidro com fios picados, tecido de juta cruzado e matriz de resina poliéster. Nas quais fabricou-se placas com três camadas de reforço, onde a juta ficou entre as camadas de fibra-de-vidro, formando um compósito híbrido (fibra-de-vidro/juta/fibra-de-vidro) com matriz poliéster. Sabe-se que as fibras naturais possuem uma baixa aderência devido a sua própria constituição, desta forma, foi dado um tratamento superficial na fibra de juta, com NaOH (10%) para melhorar a sua aderência. Então foram feitas duas placas, nas quais uma delas, a fibra natural foi tratada superficialmente e a outra não. Feito isto, foram obtidos corpos-de-prova para ensaio de tração e flexão em três pontos utilizando a norma ASTM D3039-78 e ASTM D790-90 , respectivamente para as duas condições e ensaiados numa máquina de ensaio obtendo as propriedades de resistência à tração, módulo de elasticidade e resistência à flexão. Com isto, pôde ser observado que houve uma variação das propriedades mecânicas quando feito um tratamento superficial no reforço natural.

**Palavras-chave:** Fibras naturais, juta, poliéster, compósito, propriedades mecânicas.

## **1. INTRODUÇÃO**

Conforme definição na literatura pode-se definir o compósito como sendo um material formado por dois ou mais materiais com características e aspectos diferentes, no entanto quando analisados macroscopicamente o mesmo é homogêneo, podendo possuir fibras longas ou curtas

(Gay, 1991). No entanto, possui propriedades superiores e únicas em determinados aspectos específicos com relação às propriedades individuais (Felipe, 1997).

Uma das principais fontes de pesquisa na atualidade na área de compósitos tem sido a possível utilização de fibras naturais como material de reforço, visto que, são matérias-primas de fácil obtenção, baixo custo; e ,sobretudo não-poluentes . Estes materiais também conhecidos por biocompósitos (Mochnacz et all, 2002) adicionados em matriz poliéster têm sido alvo para desenvolvimento de pesquisas de grande relevância e patentes desde os anos 60. Entre os anos 70 e 80, começou a substituição das fibras sintéticas pelas vegetais, devido ao desempenho que as mesmas mostraram e aos aspectos econômicos. Além disso, a partir dos anos 90, começou a ter-se uma visão ecológica do processo industrial a ser utilizado no desenvolvimento de materiais, neste âmbito surgi o interesse por materiais renováveis como as fibras naturais, sendo usado principalmente na indústria automotiva. Um outro motivo para a utilização das fibras naturais diz respeito ao aspecto social que a mesma oferece já que gera uma fonte de renda apreciável principalmente nos países em desenvolvimento, onde as quais grande parte são originárias, incentivando o cultivo à agricultura de não-alimentícios principalmente em áreas tidas como “não-agricultáveis” (Schuh et all, 1996; Silva et all, 2000, Ancelotti Jr et all, 2000).

Este trabalho trata da utilização da fibra de juta juntamente com a fibra-de-vidro todos como material de reforço impregnados numa matriz polimérica de poliéster formando um compósito híbrido. Desta maneira, foram obtidas placas deste compósito híbrido mediante o processo de laminação manual. No entanto, em uma delas foi feito tratamento superficial na fibra de juta através da solução aquosa de NaOH a 10 % com a finalidade de tentar melhorar a aderência fibra/matriz facilitando a diminuição e/ou a redução da quantidade de gordura cerosa existente na respectiva fibra, depois foram feitos corpos-de-prova para a realização dos ensaios de tração e flexão em três pontos e realizada uma análise comparativa entre os valores das propriedades mecânicas do compósito para as duas situações.

## **2. MATERIAS E METODOLOGIA EXPERIMENTAL**

### **2.1. Materiais**

Foi utilizado como matéria-prima para a fabricação do moldado a matriz de poliéster ortoftálica e o monômero de estireno como solvente da mesma. Como materiais de reforços foram utilizadas fibras-de-vidro - E, na forma de manta de fios picados na gramatura de 450 g/m<sup>2</sup> e tecido bidirecional de juta apresentando uma gramatura de 393 g/m<sup>2</sup> . Para o processo de cura do sistema utilizou-se como catalisador o butanóx e para o tratamento químico das fibras foi utilizada solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 10 % .

### **2.2. Procedimento Experimental**

#### **Tratamento Químico das Fibras de Juta**

Primeiramente foi cortado o tecido de juta com uma dimensão de 470 x 380 mm, sendo seu peso em estado seco de 55,43 g . Este foi mantido sob fervura em água destilada durante 1h e em seguida imersa na solução alcalina de NaOH (10 %), pelo mesmo tempo, mantendo-se sob agitação constante. Foi utilizada a solução numa proporção de 1:15, sendo um litro de solução para cada 15 g de fibras. Terminado o tratamento alcalino, as fibras foram lavadas em água destilada até ser alcançado um pH próximo do neutro (entre 6 e 7) e logo após, postas em estufa a uma temperatura de 80 °C, até que houvesse a remoção total de água.

#### **Moldagem do Compósito e Confecção dos Corpos-de-Prova**

Foram confeccionados dois tipos de compósitos híbridos, um apresentando fibras de juta sem tratamento e outro de fibras de juta tratadas com NaOH (10 %), estes foram moldados mediante o processo de laminação manual (hand lay-up) no formato de uma placa de aproximadamente 470 x 380 mm com uma espessura média de 4 mm à temperatura ambiente e utilizando como desmoldante cera incolor Parquetina, fabricante RECKITT & COLMAN. Os materiais de reforço foram dispostos alternadamente sobre a matriz, com duas camadas de fibra-de-vidro - E na forma de manta de fios picados nas extremidades; e, entre elas o tecido bidirecional de fibra de juta, como pode ser vista a configuração na Fig. (1).

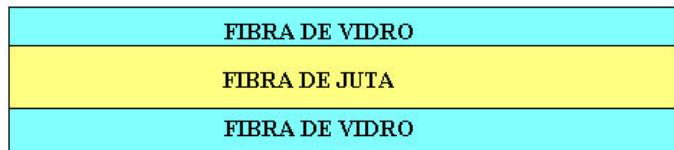


Figura 1. Configuração do moldado

### **Confecção dos Corpos-de-Prova**

Foram usinados 10 corpos-de-prova para cada tipo de placa, nos quais 5 para ensaio de tração, possuindo 127 x 25,4 x 4 mm (comprimento x largura x espessura) e 5 para ensaio de flexão com a dimensão de 100 x 10 x 4 mm (comprimento x largura x espessura), obedecendo às normas ASTM D3039-78 e ASTM D790-90, respectivamente.

### **Ensaios de Tração e Flexão**

Os ensaios foram realizados, em uma máquina de ensaio universal Pavitest fabricante CONTENCO segundo as normas ASTM D3039-78 para o ensaio de tração uniaxial, tendo uma célula de carga de 1000 Kgf, e a norma ASTM D790-90 para o ensaio de flexão em três pontos tendo uma célula de carga de 100 Kgf. Em ambos ensaios a velocidade utilizada foi de 0,5 mm/min.

## **3. RESULTADOS OBTIDOS**

### **3.1. Análise das Propriedades Mecânicas**

As propriedades mecânicas dos compósitos foram avaliadas conforme as duas situações, para as fibras de juta tratadas superficialmente e as não tratadas. Feito isso, foi feita uma comparação entre as respectivas propriedades. Os resultados dos ensaios de tração e flexão são mostrados a seguir.

A Tabela (1) apresenta os valores obtidos durante o ensaio de tração uniaxial dos compósitos confeccionados utilizando fibras tratadas e não tratadas.

Tabela 1. Resultados experimentais das propriedades mecânicas de tração

<b>Tipo de compósito</b>	<b>Resistência à tração (MPa)</b>	<b>Módulo de elasticidade à tração (GPa)</b>	<b>Deformação (mm/mm)</b>
fibras não- tratadas	$65,96 \pm 6,59$	$12,93 \pm 2,60$	$0,86 \pm 0,09$
fibras tratadas	$45,70 \pm 5,20$	$9,43 \pm 1,80$	$0,80 \pm 0,09$

Como pôde ser verificado, para o compósito utilizando fibras tratadas, houve uma redução nas suas propriedades mecânicas, tanto resistência à tração como no módulo de elasticidade à tração, no entanto verificou-se um aumento da rigidez do compósito após o tratamento superficial.

A Figura (2) apresenta os valores da resistência à tração dos compósitos confeccionados com fibras tratadas e não tratadas; e, pode ser observado que após o tratamento não houve uma melhoria da respectiva propriedade mecânica, ocorrendo uma queda no limite de resistência à tração de 29 %, provavelmente devido à aderência fibra/matriz, pois quando esta aderência não é suficientemente boa, compromete consideravelmente a resistência à tração do material; e aliado a isto, esta diminuição também se deve provavelmente pela presença de vazios no compósito confeccionado, já que durante o processo de laminação manual há necessidade de que se faça uma excelente compactação da fibra em direção à matriz para que se minimize os teores de vazios que são inevitáveis, até porque durante o processo de cura da resina (matriz) ocorre a saída de elementos voláteis contidos na própria resina devido à reação de cura.

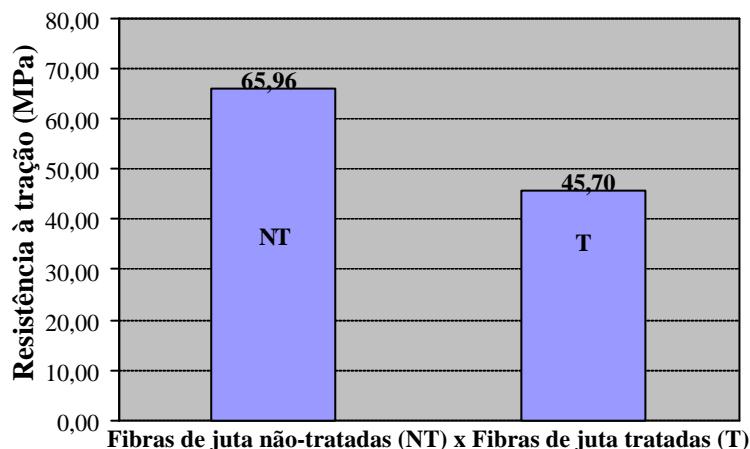


Figura 2. Resistência à tração do compósito com fibras não tratadas (NT) e fibras tratadas (T)

A Figura (3) apresenta os valores dos módulos de elasticidade à tração dos compósitos confeccionados com fibras tratadas e não tratadas; e, pode ser observado que após o tratamento superficial na juta não houve uma melhoria na respectiva propriedade mecânica. Isto pôde ter acontecido devido a falta de aderência fibra/matriz, bem como pela presença de vazios e por regiões ricas em resina, acrescendo a isto a falta de impregnação da fibras, principalmente as naturais que não possuem uma boa molhabilidade.

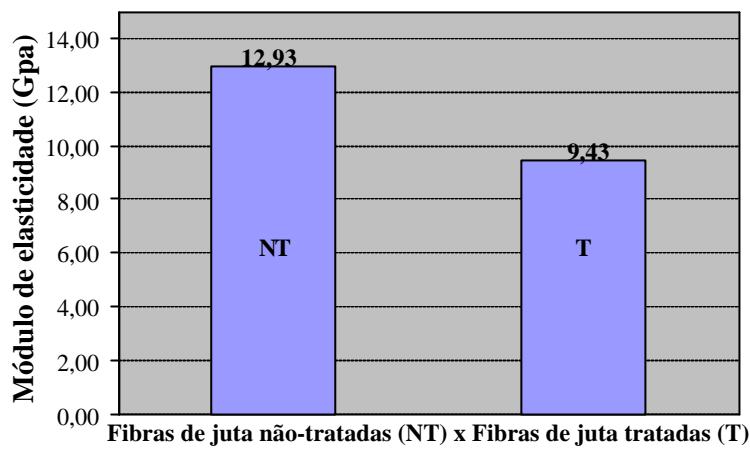


Figura 3. Módulo de elasticidade uniaxial do compósito com fibras não-tratadas (NT) e fibras tratadas (T)

A Figura (4) apresenta um comparativo entre a deformação do compósito tratado e não tratado superficialmente quando submetido ao ensaio de tração uniaxial e pode ser verificado que a rigidez do respectivo material aumentou após o tratamento, este aumento pôde ter acontecido devido as características do carregamento no qual o material foi submetido.

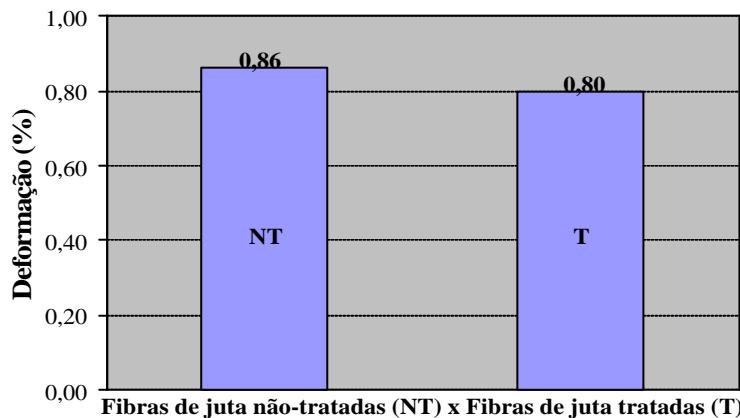


Figura 4. Deformação do compósito com fibras não tratadas (NT) e fibras tratadas (T)

A Tabela (2) apresenta os dados obtidos do ensaio de flexão-em-três-pontos para as duas situações dos compósitos. É possível observar uma melhoria da resistência à flexão após o tratamento dado à fibra natural, no entanto no que diz respeito ao seu módulo de elasticidade à flexão houve uma queda, bem como uma diminuição no que se refere a sua rigidez.

Tabela 2. Resultados experimentais para as propriedades de flexão em três pontos

Tipo de compósito	Resistência à flexão (MPa)	Módulo de elasticidade à flexão (GPa)	Deformação (mm/mm)
fibras não-tratadas	$64,28 \pm 7,51$	$2,68 \pm 0,39$	$0,05 \pm 0,01$
fibras tratadas	$70,64 \pm 9,22$	$1,67 \pm 0,27$	$0,08 \pm 0,01$

A Figura (5) observa-se que o limite de resistência à flexão aumentou quando a fibra de juta do compósito foi submetida ao tratamento superficial. Neste caso, isto pôde ter ocorrido devido as características de solicitação nos quais os materiais foram submetidos.

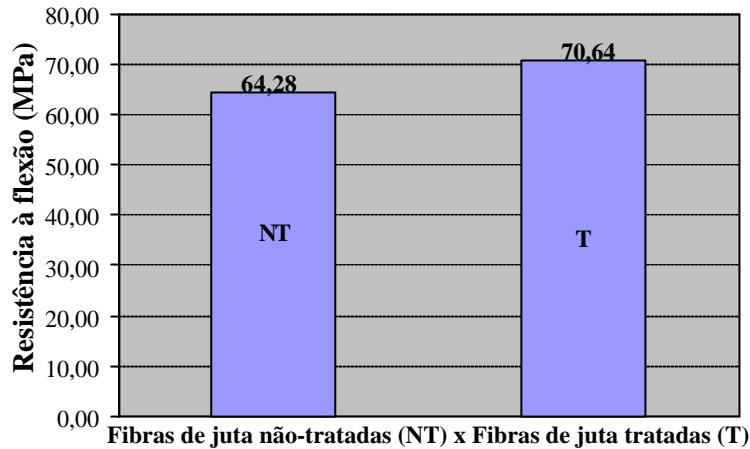


Figura 5. Resistência à flexão do compósito com fibras não tratadas (NT) e fibras tratadas (T)

A Figura (6) apresenta os módulos de elasticidade à flexão dos compósitos tratados e não tratados superficialmente e pode ser observado que houve um decréscimo no módulo de elasticidade do material quando realizado o tratamento superficial na fibra. Este decréscimo pôde ter ocorrido devido a uma baixa aderência das fibras na matriz aliando-se a isso ainda a presença de vazios, bem como regiões ricas em resina.

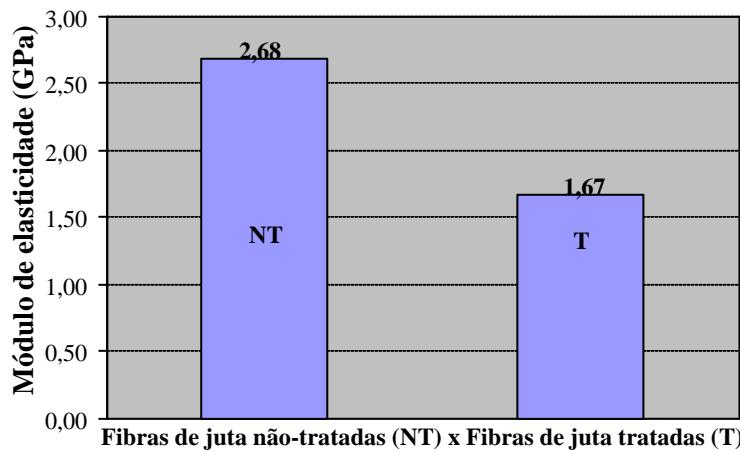


Figura 6. Módulo de elasticidade à flexão com fibras não tratadas (NT) e fibras tratadas (T)

A Figura (7) apresenta a deformação dos compósitos tratados e não tratados quando submetidos ao ensaio de flexão-em-três-pontos, observa-se que ocorreu um aumento da rigidez do material quando feito o tratamento da juta, este fato pôde ter ocorrido devido às características de carregamento que o material é submetido.

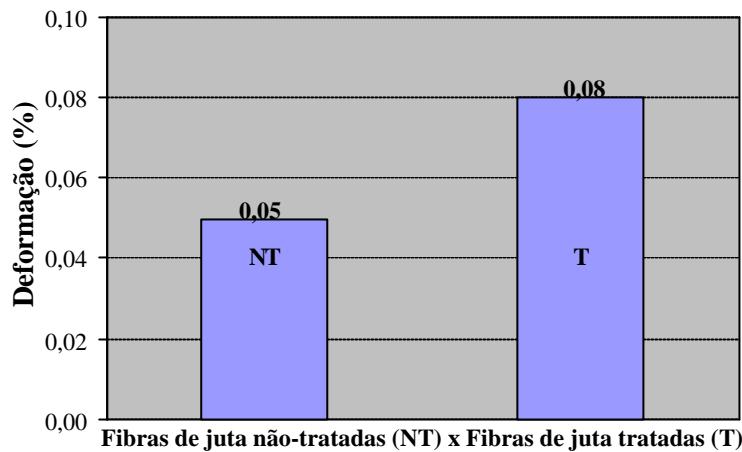


Figura 7. Deformação à flexão do compósito com fibras não tratadas (NT) e fibras tratadas (T)

#### 4. CONCLUSÕES

Após a execução dos ensaios, pôde ser observado que houve uma melhoria nas propriedades mecânicas no que diz respeito à flexão em três pontos, no entanto com relação à tração uniaxial houve uma queda do limite de resistência e módulo de elasticidade após o tratamento alcalino nas fibras. A queda na resistência à tração do compósito utilizando a fibra tratada pôde ter ocorrido devido às características de carregamento que este material foi submetido durante o esforço de tração uniaxial.

No entanto, como prosseguimento deste trabalho, será feita uma análise do mecanismo de dano mediante análise micrográfica para verificação dos teores de vazios e aderência fibra/matriz.

No que diz respeito ao tratamento superficial com hidróxido de sódio a 10 % feito na juta, será interessante que seja variado a concentração de NaOH para se encontrar um percentual que venha realmente melhorar as propriedades mecânicas à tração.

#### 5. REFERÊNCIAS

- American Society for Testing and Materials, 1990, ASTM D 790-90 Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials.
- American Society for Testing and Materials, 1978, ASTM D 3039-78 Standard Test Methods for Tensile Properties of Fiber-Resin Composites.
- Ancelotti Jr., A. C., Costa, N., Dias, J. C., Góes, M. L. e Pascote, R.P., 2000, “Avaliação das Propriedades Mecânicas de Compósitos de Matriz Termoplástica Reciclada Reforçada com Fibra de Cana-de-Açúcar”, Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 14., São Pedro-SP, Brasil.
- Felipe, R. C. T. S., 1997, “Comportamento Mecânico e Fratura de Moldados em PRFV”, Dissertação de mestrado, p. 109, UFRN, Natal-RN, .Brasil
- Gay, D., 1991, “Matériaux Composites”, Editions Hermès, Paris, France.
- Hull, D., 1988, “Introduction to Composite Materials”, Cambridge University Press, Cambridge,.
- Mochnacz, S., Amico, S.C. e Sydenstricker, T. H. D., 2002, “Caracterização e Modificação Superficial de Fibras de Sisal Para Utilização em Compósitos Poliméricos”, Congresso em Ciência de Materiais do Mercosul, Joinville-SC, Brasil.

Schuh, T., Gayer, U. 1996, "Automotive applications of natural fiber composites, First International Symposium on Lignocellulosics-Plastics", São Paulo, Brazil.

Silva, R. V., Silvestre Filho, G. D., Santos, N. C., Bose Fiho, W. W., Carvalho, J., Spinelli, D., 2000, "Comportamento Mecânico do Compósito Sisal/Poliuretano Derivado do Óleo de Mamona", Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciências dos materiais, São Pedro – SP, Brasil.

## **COMPARATIVE EXPERIMENTAL ANALISYS BETWEEN THE MECHANICAL PROPERTIES OF COMPOSITES OF SUPERFICILIALLY TREATED NATURAL FIBERS**

### **Renata Carla Tavares dos Santos Felipe**

Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, Av. Senador Salgado Filho Nº 1559, Lagoa Nova, Natal – RN, Brasil, CEP 59.015-000, [rcfelipe@cefetrn.br](mailto:rcfelipe@cefetrn.br)

### **Jeffersson Fernandes de Lima**

Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, Av. Senador Salgado Filho Nº 1559, Lagoa Nova, Natal – RN, Brasil, CEP 59.015-000, [jeffersson@pop.com.br](mailto:jeffersson@pop.com.br)

### **Emanuell Rodrigo Bonny Barbosa**

Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, Av. Senador Salgado Filho Nº 1559, Lagoa Nova, Natal – RN, Brasil, CEP 59.015-000, [naerbb@ambev.com.br](mailto:naerbb@ambev.com.br)

### **Raimundo Nonato Barbosa Felipe**

Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, Av. Senador Salgado Filho Nº 1559, Lagoa Nova, Natal – RN, Brasil, CEP 59.015-000, [nonatofelipe@cefetrn.br](mailto:nonatofelipe@cefetrn.br)

**Abstract.** Because of the development of new materials, it is currently necessary to use natural materials that are renewable and ecologically correct resources. In this way, this work intend to combine known materials, like the fiber glass used together with a polyester resin, and another non conventional reinforcement, the jute fiber. Thus, it was obtained a composite of short fiber glass fabric, cross jute fabric and polyester resin matrix. Composite plates was made with three layers of reinforcement, where the jute stay between the fiber glass layers, making a hybrid composite (fiber glass/jute fiber/fiber glass) with the polyester matrix. It is known that the natural fibers have a low tack just due its own constitution. Therefore, the surface of the jute fiber was treated with NaOH (10 %) to improve its tack. Two plates were made, one with treated jute fiber and other without the chemical treatment. It was done tests of tensile and three-point bending according the ASTM D3039-78 and ASTM D790-90 standards, to measure properties of tensile strength, elongation modulus and flexural strength. The results show some variation in the mechanical properties of the plate that had suffered the superficial treatment in the natural reinforcement.

**Keywords.** natural fibers, jute, polyester, composites, mechanical properties.