

INFLUÊNCIA DO SURFACTANTE EM ALGUMAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE COMPÓSITOS EPÓXI/FIBRAS DE FIQUE *

*Luís Carlos da Silva¹
Sérgio Neves Monteiro²
Michelle Souza Oliveira³
Luana Cristyne da Cruz Demosthenes⁴*

Resumo

As fibras naturais tem despertado um interesse da comunidade científica em várias áreas, inclusive na área de defesa nacional, sendo utilizado na confecção de compósitos de matriz epóxi, em blindagens balísticas. As fibras naturais possuem inúmeras vantagens como o baixo custo e o seu baixo impacto ambiental. Uma das desvantagens no processamento desses compósitos é a natureza hidrofóbica da matriz epoxídica e a natureza hidrofílica das fibras naturais. Um dos mecanismos de absorção da energia cinética do projétil é o descolamento das fibras da matriz, sendo, portanto, necessária uma boa adesão do reforço na matriz. A utilização de surfactantes pode minimizar esse problema da adesão ao formar uma ponte, ligando a matriz hidrofóbica com as fibras hidrofílicas. Neste estudo foi realizado ensaios de tração em amostras, contendo uma porcentagem fixa em 30% de volume em fibras de fique e a porcentagem de surfactante com valores de 0%, 0,5%, 1,5% e 2,5% em volume. Os resultados demonstram um aumento de resistência nas amostras contendo 0,5% de surfactante.

Palavras-chave: Ensaio de tração; surfactante; resina epóxi; compósito.

INFLUENCE OF THE SURFACTANT IN SOME MECHANICAL PROPERTIES OF COMPOSITES EPOXY / FIQUE FIBERS

Abstract

The natural fibers have aroused an interest of the scientific community in several areas, including in the area of national defense, being used in the preparation of epoxy matrix composites, in ballistic shields. Natural fibers have many advantages such as low cost and low environmental impact. One of the disadvantages in the processing of these composites is the hydrophobic nature of the epoxy matrix and the hydrophilic nature of the natural fibers. One of the mechanisms of absorption of the kinetic energy of the projectile is the detachment of the fibers of the matrix, therefore, a good adhesion of the reinforcement in the matrix is necessary. The use of surfactants can minimize this adhesion problem by forming a bridge by bonding the hydrophobic matrix to the hydrophilic fibers. In this study, tensile tests were carried out on samples containing a fixed percentage of 30% of the fique fibers and the percentage of surfactant with values of 0%, 0.5%, 1.5% and 2.5% by volume. The results demonstrate increased strength in the samples containing 0.5% surfactant.

Keywords: Traction test; surfactant; epoxy resin; composites.

- ¹ *Engenheiro Químico, D.Sc., Doutor em Ciência dos Materiais, Seção de Engenharia Mecânica e de Materiais, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.*
- ² *Engenheiro Metalúrgico, DSc em Ciência dos Materiais, Seção de Engenharia Mecânica e de Materiais, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.*
- ³ *Mestranda em ciências dos materiais, Seção de Engenharia Mecânica e de Materiais, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.*
- ⁴ *Engenheira Civil, Mestranda em ciência dos materiais, Seção de Engenharia Mecânica e de Materiais, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

Os surfactantes são moléculas poliméricas com uma extremidade hidrofílica e outra extremidade hidrofóbica. Os surfactantes são muito utilizados nas indústrias de limpeza como sabonetes, detergentes e cosméticos [1]. A extremidade polar dos surfactantes interagem fortemente com moléculas polares como a água e a extremidade apolar interage com substâncias apolares ou hidrofóbicas como as resinas epoxídicas. A extremidade polar do surfactante pode conter grupos amônias ou sulfatos, ou grupos polares mais complexos, como açúcares. Já a extremidade apolar dos surfactantes, geralmente, apresentam grupos orgânicos como cadeias de hidrocarbonetos [2]. As fibras lignocelulósicas também possuem componentes hidrofóbicos, como carboidratos, a celulose e a hemicelulose, mas em geral são hidrofílicos [3]. Apesar do interesse nas fibras lignocelulósicas (FNL's), ter aumentado muito nos últimos anos por questões ambientais, as fibras lignocelulósicas possuem alguns problemas associados, como o caráter hidrofílico em contraste com resinas convencionais, limitando seu uso como reforço em compósitos de matriz epoxídica [4]. Contudo, compósitos reforçados com fibra natural possuem também muitas vantagens estruturais importantes, como uma baixa massa específica, boas propriedades mecânicas; e atendem o apelo ambiental vigente. Por esses motivos descritos, os compósitos reforçados com fibras lignocelulósicas possuem várias aplicações no ramo da engenharia [5]. As resinas epoxídicas possuem propriedades mecânicas e elétricas desejáveis como estabilidade térmica, resistência à corrosão, boa adesão a outros materiais e baixa massa específica [6]. A região de interesse nesse estudo é a interface entre a matriz e as fibras no compósito de matriz epoxídica, devido a capacidade de absorção de energia através do descolamento das fibras da matriz [7]. A presença de grupos de hidroxila nas fibras naturais lignocelulósicas (FNL's) são responsáveis pelo caráter hidrofílico dessas fibras, com um teor de água em torno de 5% e 10% [8]. Essa água é responsável pela baixa adesão na interface entre a fibra e a matriz epoxídica que é hidrofóbica [9].

2 Materiais e métodos

Tanto a resina epóxi (diglicídico do bisfenol A), quanto o seu catalisador (trietileno tetramina) foram obtidos pela empresa “Epoxyfiber” localizada na cidade do Rio de Janeiro, RJ. Primeiro a resina foi preparada misturando-se 13% em massa, do catalisador e vertendo-os em uma matriz de silicone, contendo já as fibras de fique e o surfactante, nas proporções conforme descritos abaixo. Os compósitos foram curados por 24 horas a temperatura ambiente e depois desmoldados. Foram confeccionados quatro tipos de corpos de prova, no formato “gravata”, conforme mostra a Fig.1.

- Quatro corpos de prova contendo 30% de Fibras de Fique e 70% de resina epóxi em volume.
- Quatro corpos de prova contendo 0,5% em surfactante, 30% de fibras de Fique e 69,5% de resina epóxi em volume.
- Quatro corpos de prova contendo 1,5% em surfactante, 30% de fibras de fique e 68,5% de resina epóxi em volume.
- Quatro corpos de prova contendo 2,5% em surfactante, 30% de fibras de fique e 67,5% de resina epóxi em volume.



Figura 1. Corpos de prova em forma de “gravata”.

O surfactante utilizado é o lauril sulfato de sódio ($C_{12}H_{25}NaO_4S$) e possui uma massa específica de $1,01 \text{ g/cm}^3$. Os corpos de prova foram submetidos a um ensaio de tração, em uma máquina tipo Instron com capacidade de carga para 10 toneladas conforme mostrado na Fig 2. O ensaio foi realizado até o rompimento total dos corpos de prova



Figura 2. Compósito de epóxi, fibras de fique e surfactante sendo submetido ao ensaio de tração.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados em relação a média dos limites de resistência à tração são descritos na tabela 1 abaixo:

Porcentagem de surfactante no compósito %	Limite de resistência a tração (MPa)
0,0	31,93 ± 3,39
0,5	36,77 ± 4,79
1,5	22,36 ± 1,64
2,5	26,02 ± 5,72

Pode-se observar que o melhor resultado foi nas amostras contendo 0,5% de surfactante, demonstrando uma melhora em relação aos compósitos sem surfactante. A Fig 3 demonstra a imagem dos compósitos fraturados após os ensaios, pode-se reparar que em todos os casos foi apresentado uma fratura frágil.



Figura 3. Amostras de compósitos contendo, da esquerda para a direita 0%, 1,5%, 1,5% e 2,5% respectivamente.

O gráfico descrito na Fig 4 demonstra o comportamento do limite de resistência a tração com a variação de surfactante na composição dos compósitos. Pode-se reparar que até 0,5% a uma melhora da resistência, e depois a uma degradação das propriedades mecânicas.

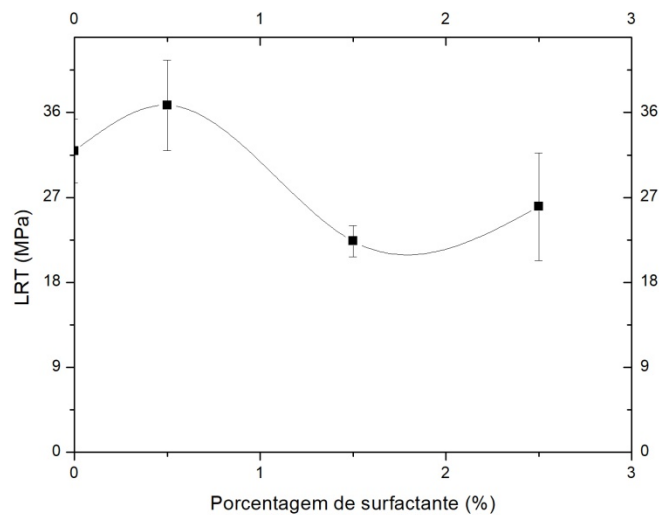


Figura 4. Comportamento do limite de resistência a tração em função do teor de surfactante.

3 CONCLUSÃO

O valor de 0,5% de surfactante foi o que apresentou o melhor resultado, mas em todos os casos tivemos uma fratura com aparência frágil. Talvez o valor de 30% de fibras já apresente uma boa adesão, já que em valores maiores que 30% as propriedades mecânicas começam a degradar, devido a falta de adesão da matriz com a fibra, por causa da natureza hidrofóbica da matriz em conflito com a natureza hidrofílica das fibras de fique. O valor máximo de surfactante, suficiente em melhorar as propriedades mecânicas, é devido a formação de micelas que acabam, isolando a fibra da matriz. Esses testes devem ser repetidos em compósitos com teores maiores

Agradecimentos

- Ao Laboratório de Ensaio não Destrutivos da UFRJ (LNDC)
- Ao Instituto Militar de Engenharia (IME)
- A Universidade Estadual Norte Fluminense (UENF)

REFERÊNCIAS

- 1 Sewerin A. Interactions between surfactants and the skin – Theory and practice, *Advances in Colloid and Interface Science*, 256 (2018), 242 – 255.
- 2 Bernardino K. Estudo do Potencial Eletrostático e da Termodinâmica de Agregação de Surfactantes por Simulações de Dinâmica Molecular, *Tese de Doutorado em Físico-Química Universidade de São Carlos (SP)*, (2018).
- 3 Zhang H, Xie J, An S, Qian X, Cheng H, Zhanf F. A novel measurement of contact angle on cylinder-shaped lignocellulosic fiber for surface wettability evaluation, *Colloids and Surfaces A*, 540 (2018), 106-111.
- 4 Shahzad A. Mechanical properties of lignocellulosic fiber composites, *Processing, Properties and applications*, (2017), 193-223.
- 5 Choudhury MR, Srinivas MS, Debnath K. Experimental investigations on drilling of lignocellulosic fiber reinforced composite laminates, *Journal of Manufacturing Processes*, 34 (2018), 51-61.
- 6 Askeland DR, Phulé PP. *Ciência e Engenharia dos Materiais*, Cengage Learning, (2008).
- 7 Monteiro SN, Lopes FPD, Barbosa APB, Bevitori AB, Silva ILA, Costa LL. Natural Lignocellulosic Fibers as Engineering Materials – An Overview, *Matallurgical and Materials Transactions A*, 42A (2011), 2963 – 2974.
- 8 Sahed D, Jog JP. Natural Fiber Polymer Composites a Review, *Advances in Polymer Technology*, 18 (1999), 351-363.
- 9 Bledzki AK, Gassan J. Composites Reinforced with Cellulose Based Fibres, *Progress in Polymer Science*, 4 (1999), 221-274.