

EFEITO DO SURFACTANTE NO LIMITE DE RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DE UM COMPÓSITO DE EPÓXI REFORÇADO COM FIBRAS DE FIQUE *

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

Resumo

Compósitos formados por fibras naturais tem sido pesquisados para serem utilizados como substituto de compósitos de fibras sintéticas, em blindagens balísticas. Uma das principais vantagens das fibras naturais é o seu baixo custo, o seu baixo impacto ambiental e a sua estabilidade química e térmica. Uma das dificuldades em se processar esse material é devido a natureza hidrofóbica da matriz epoxídica e a natureza hidrofílica das fibras. Uma boa adesão é necessária pois um dos mecanismos de absorção da energia cinética do projétil é o descolamento das fibras da matriz. Neste trabalho é pesquisado a utilização de surfactantes, que a princípio podem formar uma ponte, ligando a matriz hidrofóbica com as fibras hidrofílicas aumentando a sua adesão. Para isto foi realizado um ensaio de tração em amostras, contendo 30% de volume em fibras e a porcentagem em volume de surfactante variando de 1% a 3%. Os resultados demonstram um aumento de resistência nas amostras contendo 2% de surfactante e depois uma queda dessa resistência em 3% em volume de surfactante.

Palavras-chave: Ensaio de tração; surfactante; resina epóxi; compósitos

EFFECT OF THE SURFACTANT ON THE LIMIT OF RESISTANCE TO THE DRAINAGE OF AN EPOXY COMPOSITE REINFORCED WITH STANDARD FIBERS

Abstract

Composites formed by natural fibers have been researched to be used as substitute of composites of synthetic fibers, in ballistic shields. One of the main advantages of natural fibers is its low cost, its low environmental impact and its chemical and thermal stability. One of the difficulties in processing this material is due to the hydrophobic nature of the epoxy matrix and the hydrophilic nature of the fibers. Good adhesion is necessary because one of the mechanisms of absorption of the kinetic energy of the projectile is the detachment of the matrix fibers. This work investigates the use of surfactants, which at first can form a bridge, connecting the hydrophobic matrix with the hydrophilic fibers increasing its adhesion. For this purpose a tensile test was performed on samples containing 30% of fiber volume and the percentage by volume of surfactant ranging from 1% to 3%. The results demonstrate an increase in strength in the samples containing 2% surfactant and then a decrease of this resistance in 3% by volume of 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 *Engenheira Civil, 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 possuem uma gama de aplicações bastante vasta na indústria. Devido às suas propriedades determinadas pela estrutura anfifílica, são moléculas que possuem uma região hidrofílica e uma região hidrofóbica. Os surfactantes são uma base para cosméticos para lavagem do corpo de agentes de limpeza (por exemplo, detergentes para lavagem manual, detergentes líquidos para lavagem de roupa) [1]. Surfactantes são moléculas de caráter anfifílico, apresentando uma extremidade polar que interage fortemente com a água e a outra extremidade apolar que tem pouca interação com a água. A extremidade polar do surfactante pode ser um grupo carregado, como sulfato, sulfonato, carboxilato ou amônio, ou ainda a junção de vários grupos polares, como polióxido de etileno ou resíduos de açúcares. A extremidade apolar, ou as caudas, dos surfactantes apresentam grupos apolares como a fosfatidilcolina, são normalmente cadeias de hidrocarboneto, saturadas ou insaturadas [2]. As fibras lignocelulósicas são compostas por componentes hidrofóbicos, como carboidratos, a celulose e a hemicelulose [3]. O aumento exponencial da pesquisa e do desenvolvimento de compósitos de fibras lignocelulósicas (LFCs) em todo o mundo na última década foi impulsionado pelas preocupações globais sobre o aumento da poluição ambiental. No entanto, as fibras lignocelulósicas têm alguns problemas associados, como propriedades de absorção de umidade (hidrofílicas) em comparação com os materiais compósitos convencionais, que limitam seu uso [4]. Compósitos reforçados com fibra natural ou lignocelulósica têm uma infinidade de características importantes, como baixa densidade, propriedades mecânicas razoavelmente boas; consomem pouca energia durante o processamento e não poluem o meio ambiente. Devido a estas propriedades, esses compósitos reforçados com fibras lignocelulósicas têm muitas aplicações no ramo da engenharia [5]. As resinas epoxídicas possuem excelentes propriedades mecânicas e elétricas como estabilidade, resistência à corrosão, baixa densidade e boa adesão como compósito [6]. Uma região crítica no compósito de matriz epóxi reforçada com fibras naturais é a interface entre a matriz e as fibras, devido a capacidade de absorção de energia e o mecanismo de fratura desse material [7]. A presença de grupos hidroxila torna as fibras naturais lignocelulósicas (FNL's) hidrofílicas, possuindo um teor de água em torno de 5% e 10% [8]. Essa água atua como um agente de separação na interface entre a fibra e a matriz epoxídica que é hidrofóbica [9]. Compósitos poliméricos reforçados por fibras lignocelulósicas têm sido muito utilizados em pesquisas que visam melhorar propriedades mecânicas como podemos observar no gráfico da Fig 1 abaixo, com o aumento da porcentagem volumétrica de fibras de piaçava em uma matriz de epóxi.

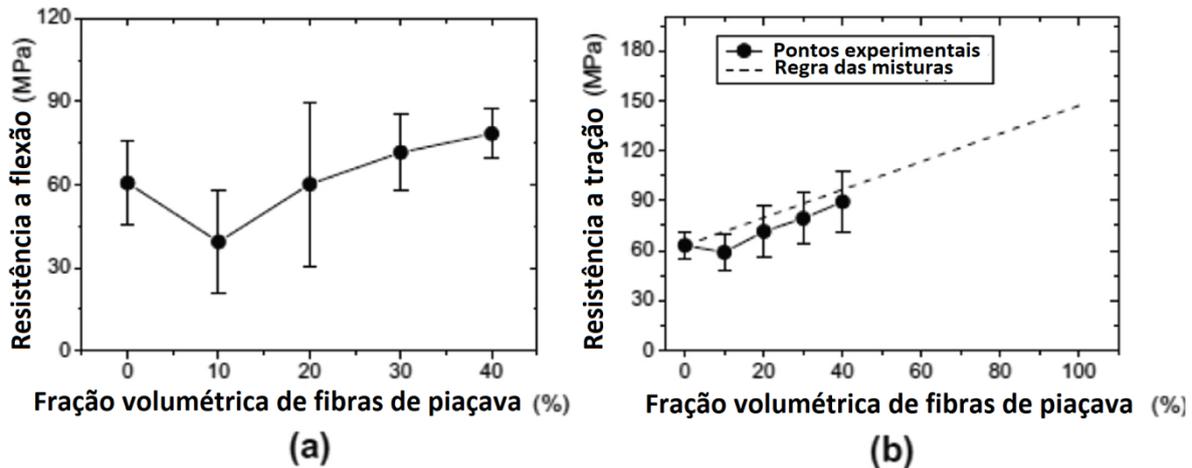


Figura 1. Propriedades mecânicas com a variação de fibras de piaçava em compósitos de matriz epóxi em: (a) resistência a flexão e (b) resistência a tração [10].

2 Materiais e métodos

Os compósitos foram preparados com 30% em volume de fibras de fique em uma matriz de epóxi (diglicidil éter do bisfenol A) e a composição de surfactante variando de 1% até 3%. Ao todo foram confeccionados 12 corpos de prova, sendo 4 corpos de prova para cada teor de surfactante, incluindo um corpo de prova sem surfactante. Os corpos de prova foram confeccionados na matriz da Fig 2, com as dimensões segundo a norma ASTM D638, para que fossem submetidos ao ensaio de tração. 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 alinhadas de forma longitudinal e o surfactante utilizado, que é o lauril sulfato de sódio ($C_{12}H_{25}NaO_4S$). Os corpos foram confeccionados com as seguintes composições:

- Quatro corpos de prova contendo 30% de Fibras de Fique e 70% de resina epóxi em volume.
- Quatro corpos de prova contendo 1% em surfactante, 30% de fibras de Fique e 69% de resina epóxi em volume.
- Quatro corpos de prova contendo 2% em surfactante, 30% de fibras de fique e 68% de resina epóxi em volume.
- Quatro corpos de prova contendo 3% em surfactante, 30% de fibras de fique e 67% de resina epóxi em volume.



Figura 2. Matriz utilizada para a confecção dos corpos de prova.

Os corpos de prova foram submetidos aos ensaios em uma máquina EMIC dl 10000 no Laboratório de Ensaio não Destrutivos, Corrosão e Soldagem (LNDC) da COPPE/UFRJ, a uma taxa de 6 mm/min de deformação com capacidade para 10 toneladas

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a confecção dos corpos de prova, as amostras foram submetidas ao ensaio de tração. O gráfico da Fig 3 apresenta a variação do limite de resistência a tração (LRT) em função da porcentagem de surfactante utilizada.

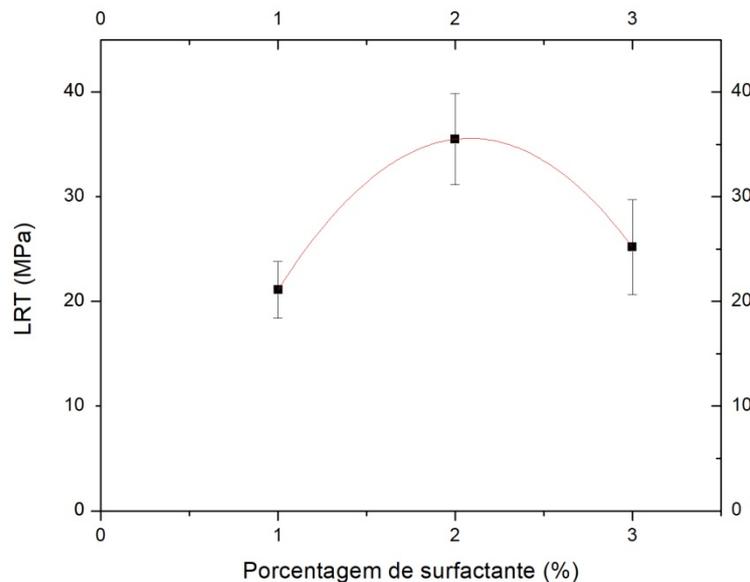


Figura 3. Comportamento do limite de resistência a tração em função do teor de surfactante.

O gráfico da Figura 3 apresenta um aumento de resistência com o aumento da quantidade de surfactante até 2% e depois uma queda dessa resistência.

3 CONCLUSÃO

Percebe-se um significativo aumento de resistência em acrescentar 2% de surfactante ao invés de 1%. Talvez tenha uma quantidade ótima de surfactante que esteja entre 2% e 3%. Uma quantidade exagerada de surfactante, não interage mais com as fibras, pois a micela envolvendo toda a fibra já foi formada. Pode-se reparar que a resistência apresentada nas amostras contendo 3% de surfactante é da mesma ordem de grandeza das amostras contendo 1% de surfactante.

Agradecimentos

- Ao Instituto Militar de Engenharia (IME) pela infraestrutura na confecção dos corpos de prova.
- Ao Centro de Avaliações do Exército (CAEx) pela infraestrutura na realização dos ensaios balísticos.
- Ao CNPq pelo apoio financeiro nessa pesquisa.

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.
- 10 Mittal V, Saini R, Sinha S. Natural fiber-mediated epoxy composites – A review, *Composites Part B*, 99 (2016), 425-435. .