



FIBRA DE ALGODÃO COMO REFORÇO DE MATERIAIS COMPÓSITOS POLIMÉRICOS

Danilo Cordella Rodrigues¹, Felipe de Souza Eloy²

¹Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, Brasil (d2019014425@unifei.edu.br)

² Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, Brasil

Resumo: O estudo para o desenvolvimento de novos materiais que atendam às demandas de economia verde é crescente na sociedade. Alternativas que vão de encontro com a produção sustentável e com descarte ecológico, sem deixar de suprir as demandas das aplicações comumente feitas com compósitos sintéticos têm recebido cada vez mais atenção da comunidade acadêmica. Dada a imensidade de opções de fibras naturais que vêm sendo empregadas atualmente, o presente trabalho traz o que há de mais atual a respeito de uma dessas, a fibra de algodão. É feita uma revisão bibliográfica sobre estudos a respeito da caracterização mecânica dessa fibra quando em conjunto com diferentes matrizes poliméricas em materiais compósitos, assim como suas possíveis aplicações na indústria.

Palavras-chave: Fibra de algodão; compósitos naturais; economia verde; propriedades mecânicas

INTRODUÇÃO

Compósitos são materiais que partem do princípio da união de dois ou mais constituintes distintos para obtenção de um único material com melhores propriedades mecânicas, visando, principalmente, redução do peso final de projetos dos mais variados tipos. Esse tipo de material é composto por um reforço (em forma de fibras, partículas ou flocos), cujo objetivo é receber a maior parte das cargas a qual uma estrutura é submetida, e uma matriz (normalmente polimérica, metálica ou cerâmica) a qual o reforço estará imerso e suportará parte dos esforços da determinada estrutura (Kaw, 2005).

O reforço fibroso é o mais comumente utilizado nestes materiais, devido à alta resistência mecânica obtida, com pouca diferença entre o valor teórico e prático e melhor transferência de cargas observada da matriz para o reforço (Kaw, 2005).

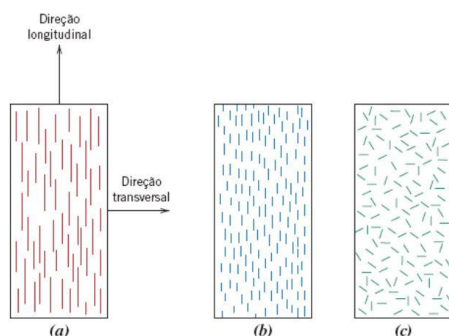


Figura 1. Disposições da fibra em uma matriz qualquer (Callister, 2013).

A Figura 1(a) ilustra a fibra disposta de maneira contínua e alinhada, na Figura 1(b) a fibra está descontínua e alinhada e na Figura 1(c) descontínua e sem orientação definida.

Atualmente, é imenso o leque de opções de compósitos reforçados por fibras no mercado e suas aplicações. No geral, é feita a divisão entre reforços de fibras sintéticas e fibras naturais. Um exemplo de aplicação é ilustrado na Figura 2, que se trata de um helicóptero com as pás do rotor fabricadas em matriz epóxi reforçada com fibras sintéticas de vidro e grafite.



Figura 2. The BELL™ V-22 Osprey em configuração de combate (Kaw, 2005).

As fibras naturais vêm ganhando cada vez mais atenção devido ao seu alinhamento com as tendências da economia verde. Esse tipo de reforço, como explica Neto e Pardini (2006), apresenta como principais vantagens o descarte ecológico, baixo



custo e baixa massa específica obtida no compósito, proporcionando estruturas mais leves. Suas propriedades mecânicas são mais modestas em comparação com as fibras sintéticas, por isso não é comum destacar como função principal das fibras naturais o aumento elevado de resistência mecânica.

Contudo, tendo em vista as vantagens citadas, é interessante considerar a possibilidade da sua utilização em projetos estruturais os quais compósitos reforçados por fibras naturais tenham resistência mecânica suficiente.

Por meio da revisão da literatura, nota-se que as fibras naturais mais comumente estudadas são sisal, juta e linho.

A fibra de algodão é mais um exemplo de fibra natural que pode ser usada como reforço de compósitos. Entretanto, ainda há uma escassez bibliográfica comparada com as opções anteriormente citadas.

Dessa maneira, o presente trabalho buscou reunir estudos tirados da literatura que buscaram explicitar o comportamento mecânico dessa fibra.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho é uma pesquisa exploratória bibliográfica, com base em dados de literatura. A fonte de consulta para elaboração do trabalho foi, na sua totalidade, livros e artigos de revistas científicas e simpósios retirados do banco de dados Google Scholar.

REVISÃO DA LITERATURA

Balaji e colaboradores (2017) conduziram ensaios de tração, flexão e impacto nas fibras de algodão e coco como reforços para a resina poliéster insaturada. As amostras foram separadas quanto ao teor de fibra, em que houve amostras híbridas (contendo algodão e coco), reforçadas apenas com algodão e reforçadas apenas com coco. Por meio dos experimentos foi constatado que os compósitos com maiores quantidades de fibra de algodão apresentavam melhores propriedades mecânicas. Com isso, foi possível concluir que o algodão é uma fibra de reforço mais resistente que a fibra de coco para matriz em resina poliéster, fato atribuído à uma adesão maior do algodão para essa resina.



Figura 3. Coco tratado (esquerda) e algodão tratado (direita) (Balaji et al., 2017).

Alomayri e Low (2013) estudaram propriedades mecânicas como dureza, resistência ao impacto e compressão da fibra de algodão quando em conjunto com um geopolímero, que é uma matriz ecologicamente amigável. As propriedades foram avaliadas para diferentes frações mássicas de reforço no compósito. Neste trabalho, foi visto que, para a fração mássica de fibra correspondente a 50% do compósito, a dureza, resistência à compressão e resistência ao impacto foram maiores. Os valores de resistência cresceram até alcançarem essa fração ótima e então passaram a decrescer após. Isso acontece devido à perda de consistência da matriz com teores de fibra mais altos, baixa molhabilidade entre a específica matriz e reforço, entrelaçamento das fibras e aumento da viscosidade, gerando vazios e aglomerados que pioram a adesão entre a matriz e o reforço, ocasionando menor resistência mecânica. Além disso, foi observado pelo trabalho que a presença da fibra de algodão no geopolímero mitiga a ocorrência de falha frágil na compressão.

Rennó e coautores (2017) examinaram certas propriedades mecânicas do compósito de fibra unidirecional de algodão e matriz em resina poliéster. Neste trabalho, foram conduzidos ensaios de tração e flexão no material para três direções principais da fibra em relação à direção da carga aplicada, sendo elas 0°, 90° e 45°. A partir dos ensaios, buscou-se obter o módulo de elasticidade, máxima resistência à tração e coeficiente de Poisson para cada uma das disposições citadas. Por meio do trabalho, foram observadas melhores propriedades mecânicas quando a carga é aplicada em direção longitudinal à fibra, enquanto na direção transversal as propriedades mecânicas foram menores e a 45° os valores foram intermediários. Concluiu-se que na primeira condição (longitudinal) a carga é transferida mais eficientemente à fibra, enquanto no segundo caso os esforços são suportados pela matriz (menos resistente) e no terceiro caso parte é transferida à matriz e parte ao reforço.

Raftoyiannis (2012) desenvolveu uma pesquisa a qual utilizou painéis de matriz em resina poliéster reforçados com fibra de algodão de três diferentes maneiras: com fibra de algodão sem tratamento, com tratamento e em forma de tecido. Foram realizados ensaios mecânicos de tração e flexão em vista de se obter as propriedades mecânicas deste compósito como módulo de flexão, módulo de elasticidade e máxima resistência à tração e flexão. Por meio do trabalho desenvolvido, o autor observou que, independente da fibra ter passado por tratamento ou não, ou estar disposta em forma de tecido, as propriedades mecânicas finais são similares. Também foi visto que a absorção de umidade pela fibra de algodão causa uma queda considerável na resistência mecânica do compósito, algo já esperado



e comumente percebido em compósitos de fibras vegetais.



Figura 4. Preparação do compósito por moldagem manual (Raftoyiannis, 2012).

Borsoi e colaboradores (2011) fizeram a caracterização de compósitos utilizando uma matriz em poliestireno e resíduos de fibra de algodão retirados do processo de tecelagem como reforço. Foram conduzidos ensaios mecânicos (tração, flexão e impacto), térmicos, termo dinâmico-mecânico e de morfologia. Os corpos de prova foram divididos em diferentes teores de fibra, sendo 0, 10% e 20%. e presença ou não de agente compatibilizante. Por meio do trabalho, foi observado que um maior teor de fibra oferece maior resistência mecânica para o espaço amostral do estudo. Já o agente compatibilizante, quando presente no compósito, não necessariamente melhora as propriedades mecânicas do material, como no caso da resistência à flexão e ao impacto. Maiores temperaturas de deflexão também foram observadas para maiores teores de fibra, algo ligado ao aumento de rigidez gerado. A análise termogravimétrica mostrou que o aumento no teor de fibra de algodão gera instabilidade térmica e consequente degradação cada vez maior a menores temperaturas. A análise termo dinâmico-mecânica demonstra que as fibras de algodão são mais rígidas que a matriz em poliestireno, logo maiores teores de reforço geram um material menos dúctil e flexível. A presença do agente compatibilizante gera o mesmo efeito. A microscopia eletrônica de varredura mostrou que o agente compatibilizante gera maior adesão entre reforço e matriz, por meio da diminuição da presença de espaços vazios.

Kim e coautores (2008) estudaram as propriedades mecânicas do propileno reforçado com fibra de algodão e fizeram uma comparação da mesma matriz reforçada com fibra de madeira. No trabalho, também foi avaliado a resistência mecânica dos compósitos com diferentes índices de fusão da matriz. Notou-se que a resistência à tração do compósito contendo fibra de algodão decresce até um teor de fibra de 10%, e é crescente a partir desse valor. Para a fibra de madeira, a resistência à tração do compósito decresce continuamente com o acréscimo deste reforço. Já para a flexão, ambos os reforços apresentam resistência crescente com o teor de fibra

no material. Em todos os casos, maiores índices de fusão do polipropileno ocasionam melhores propriedades mecânicas. Conclui-se do trabalho que a fibra de algodão tem melhor adesão com o polipropileno que a fibra de madeira, portanto será observado uma melhor transferência de cargas para a primeira opção.

De Medeiros e seus colaboradores (2005) pesquisaram a respeito do comportamento mecânico de uma matriz fenólica reforçada com tecido híbrido de fibra de algodão e juta. Foram realizados ensaios de flexão, tração, impacto e termo dinâmico-mecânico. As amostras foram divididas pelo de teor de fibra de juta e algodão no compósito. A fibra de juta foi disposta na orientação de 0° (trama) e de algodão em 90° (urdidura). As análises dos resultados foram feitas em função da orientação e fração das fibras. Notou-se, primeiramente, que as propriedades mecânicas do material dependem fortemente da orientação, teor e adesão da fibra, assim como características de fabricação. Foi percebido que a resistência à tração e módulo de elasticidade são maiores na direção de 0° (trama), e diminui a medida que o ângulo do ensaio cresce. A juta se mostrou mais rígida e foi responsável por suportar maior parte dos esforços, enquanto a baixa adesão observada entre a fibra de algodão e a resina fenólica fez com que esse reforço suportasse menor parte da carga. Na direção da urdidura, notou-se que a redução do teor de fibra de algodão ocasiona maior contribuição da matriz fenólica nas propriedades mecânicas do compósito. Quando os esforços foram aplicados nas direções de 0° e 45° (fibra de juta), aconteceu falha frágil e arrancamento no tecido, enquanto para 0° (fibra de algodão) a falha é catastrófica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da revisão bibliográfica realizada, constatou-se que a fibra de algodão apresenta alto potencial para utilização em variadas aplicações. Seus pontos fortes são principalmente o baixo custo, baixa densidade, possibilitando a fabricação de estruturas mais leves e geração de empregos no meio rural.

Entre as possíveis aplicações, destacam-se as já vistas para outras fibras naturais. Podem ser fabricados, para a indústria automobilística, painéis de porta, encostos de banco e revestimentos de portamalas (Faruk et al., 2014). Gibson (2016) destaca a utilização desse tipo de material na indústria aeronáutica, como no caso da fabricação de rotores.

A fibra de algodão como reforço para a fabricação de compósitos poliméricos mostra ser, portanto, mais um recurso para a redução de custo e impacto ambiental das indústrias.

AGRADECIMENTOS



Agradeco ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro fornecido à pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALOMAYRI, T.; LOW, It Meng. Synthesis and characterization of mechanical properties in cotton fiber-reinforced geopolymer composites. *Journal of Asian Ceramic Societies*, v. 1, n. 1, p. 30-34, 2013.

BALAJI, V. et al. Mechanical Characterization of Coir Fiber and Cotton Fiber reinforced Unsaturated Polyester Composites for Packaging Applications. *Journal of Applied Packaging Research*, v. 9, n.2, p.2, 2017.

BORSOI, Cleide et al. Obtenção e caracterização de compósitos utilizando poliestireno como matriz e resíduos de fibras de algodão da indústria têxtil como reforço. *Polímeros*, v. 21, p. 271-279, 2011.

CALLISTER, W.D. *Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução*. LTC, São Paulo, 2013.

DE MEDEIROS, Eliton S. et al. Mechanical properties of phenolic composites reinforced with jute/cotton hybrid fabrics. *Polymer composites*, v. 26, n. 1, p. 1-11, 2005.

FARUK, Omar et al. Progress report on natural fiber reinforced composites. *Macromolecular Materials and Engineering*, v. 299, n. 1, p. 9-26, 2014

GIBSON, Ronald F. *Principles of composite material mechanics*. CRC press, 2016.

KAW, Autar K. *Mechanics of composite materials*. CRC press, 2005.

KIM, Sam-Jung et al. Mechanical properties of polypropylene/natural fiber composites: Comparison of wood fiber and cotton fiber. *Polymer testing*, v. 27, n. 7, p. 801-806, 2008.

NETO, F.L., PARDINI, L.C. *Compósitos estruturais: Ciência e Tecnologia*. Blucher, São Paulo, 2006.

RAFTOYIANNIS, Ioannis G. Experimental testing of composite panels reinforced with cotton fibers. *Open Journal of Composite Materials*, v.2, n.2, 2012.

RENNÓ, Bruna et al. Caracterização de compósitos poliméricos reforçados por fibra de algodão para uso auto-mobilístico. *II Simpósio de Iniciação Científica UNIFEI*, 2019.