

DO DESCARTE INDEVIDO AO MATERIAL DE ENGENHARIA: RESÍDUOS DE AÇAÍ E DE COCO COMO REFORÇO EM COMPÓSITOS DE MATRIZ POLIMÉRICA

Leilane M. R. Nogueira^{1*}, Amanda C. F. Carvalho¹, Antônio B. S. Oliveira¹, Antônio S. C. N. Júnior¹, Igor dos S. Gomes², Roberto T. Fujiyama³

1. Estudante da Faculdade de Engenharia Mecânica, da Universidade Federal do Pará (FEM-UFPA)
2. Estudante de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia – PRODERNA/UFPA
3. Professor da FEM-PRODERNA-UFPA - Departamento Engenharia Mecânica/Orientador

Resumo

O Brasil é um país evidentemente rico no que diz respeito a sua ampla biodiversidade. No entanto, é notório que tamanha biodiversidade ainda não é aproveitada como poderia, fazendo com que o país fique atrás daqueles cujos recursos naturais são escassos, mas o conhecimento para aproveitar o que natureza oferece é amplo.

Portanto, este trabalho objetiva explorar e analisar as propriedades mecânicas dos recursos naturais renováveis, sobretudo, os frutos açaí (*Euterpe Oleracea*) e coco (*cocos nucifera*), cujas fibras foram utilizadas como reforços de materiais compósitos de matriz poliéster para ensaios de resistência à tração, de acordo com a norma ASTM D 638M.

Após os ensaios de tração, foi efetuada uma análise macroscópica da região fraturada. Os resultados foram comparados com valores existentes na literatura, afim de verificar se estes foram satisfatórios para que os compósitos sejam utilizados como alternativa em segmentos da indústria, tais como a de bens de consumo duráveis.

Palavras-chave: Sustentabilidade; fibras vegetais; caracterização mecânica.

Apoio financeiro: Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica, PIBIC– UFPA.

Introdução

Conforme a humanidade avança para uma era tecnológica, muito do conhecimento adquirido e pesquisado por cientistas está voltado para um crescimento sustentável, afim de não esgotar os recursos naturais e manter harmonicamente a relação homem-natureza. Nesse contexto, pensar em sustentabilidade e reciclagem não é um desafio, porém, o uso de fibras sintéticas, a exemplo da fibra de vidro, encontra-se presente em diversos segmentos da indústria, tais como automobilística e aeroespacial, devido a sua leveza e resistência mecânica. Apesar de tais vantagens, a fibra de vidro pode causar danos à saúde de quem o manuseia e ao meio ambiente.

Desse modo, a substituição do sintético pelo natural vem se tornando uma alternativa cada vez mais atrativa e ecológica, impulsionando, assim, várias pesquisas voltadas para a utilização das fibras naturais. Sisal, juta e curauá estão entre as fibras mais utilizadas na indústria. Seu uso tem sido alavancado principalmente pela indústria automotiva, que enxerga na redução de peso proporcionada pelas fibras naturais uma grande vantagem competitiva, já que está relacionada a menores consumos de combustível, menor emissão de gases de efeito estufa e reciclabilidade dos componentes individuais (GOSS, 2010).

Na região norte do Brasil, a extensa biodiversidade oferece vários recursos que têm potencial para serem substitutos de materiais considerados poluentes, entretanto, acabam sendo desperdiçados, gerando resíduos que são despejados de maneira inapropriada. O açaí é comumente conhecido por seu suco e o coco, pela água e pela polpa, enquanto que os caroços e a casca são descartados. Desse modo, buscou-se soluções para que tamanhos recursos não sejam desperdiçados. Assim, estudos apontam para várias outras direções além do mais conhecido pela população, destacando a vasta aplicabilidade que os resíduos destes frutos possuem, seja como leito filtrante no tratamento de água (COSTA, 2014), seja como estabilizantes em misturas SMA (VALE et al., 2013).

Portanto, este trabalho objetiva explorar as propriedades mecânicas das fibras advindas dos resíduos citados, afim de verificar as possibilidades que as mesmas tem, seja como objeto de estudo em universidades, seja como reforço de estruturas onde há baixa solicitação mecânica.

Metodologia

As sementes do açaizeiro foram adquiridas de pequenos produtores da polpa de açaí do comércio local de Belém-PA, e destas, foram retiradas as fibras, conforme mostra a Figura 1. As fibras de coco foram obtidas de pequenos comerciantes de Belém, os quais seriam jogados em lixões a céu aberto. Para a fabricação dos compósitos, foram utilizadas fibras de açaí com o comprimento variando de 5mm a 15mm. Já para os com

fibras de coco, os comprimento foram de 5mm, 10mm e 15mm.

Para os dois tipos de fibras, a matriz polimérica utilizada para realização do trabalho foi a resina poliéster teraftálica insaturada. Para a realização dos ensaios de tração, foram atendidas as exigências regentes na norma ASTM D 638M, cujas dimensões são mostradas na Figura 2.



Figura 1- (a)Fibras de açai extraídas e (b) fibras de coco.

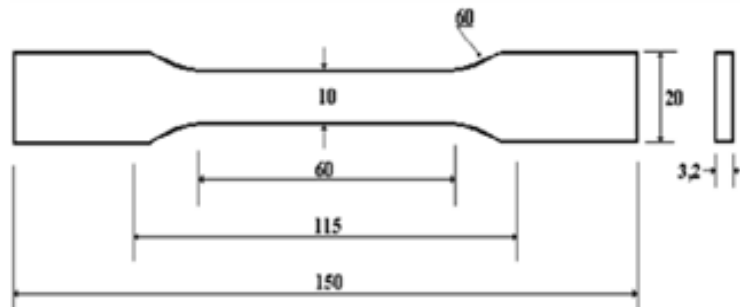


Figura 2- Dimensões em mm dos corpos de prova conforme a norma ASTM D 638M.

Depois da realização dos cortes milimétricos das fibras de açai, foram desenvolvidos os corpos de prova, juntamente com a resina poliéster, com a quantidade de 61,5 g, misturado com catalisador, que teve a quantidade de 0,15 g, pelo período de 30 s. Posteriormente foram adicionadas as fibras de açai, com a mistura no período de 5 min, para assim serem vazados no molde para a confecção dos corpos de prova.

Para a fabricação dos compósitos reforçados com fibras de açai, foram utilizados moldes de silicone para o vazamento do compósito em suas quatro lacunas devidamente expostas. Tais lacunas foram superdimensionadas para que após a solidificação o corpo de prova pudesse ser lixado sem comprometer as suas dimensões.

Os moldes foram totalmente preenchidos com as fibras, logo depois foi feita a pesagem para determinar o quanto massa pode ser inserida no compósito. Essa pesagem foi feita várias vezes para comprovar sua confiabilidade. A Figura 3 mostra como foi realizada a determinação da fração mássica do compósito.



Figura 3 - Determinação da fração mássica do compósito.

Para as fibras de coco, houve a cura dos compósitos por 7 dias nos moldes de silicone; o lixamento dos compósitos para se conseguir as medidas segundo a norma do ensaio; em seguida, a aferição dos compósitos com paquímetro digital para a verificação de suas dimensões.

Os ensaios foram realizados com seguintes parâmetros: célula carga de 5 kN, a uma velocidade de ensaio de 5 mm/min. O equipamento utilizado foi máquina universal de ensaio fabricada pela KRATOS COF Equipamentos Industriais LTDA, modelo MKCA - KE. Após a realização dos ensaios de tração nos compósitos, foi feita uma avaliação do comportamento das fibras na matriz após a fratura. Por meio de microscopia estereoscópica, a morfologia da superfície fraturada pôde ser verificada.

Resultados e Discussão

A tabela 1 mostra os resultados obtidos nos ensaios de tração para os compósitos poliméricos reforçados com fibras de açai e fibras de coco.

Tabela 1- caracterização mecânica dos compósitos de açaí e coco.

Tipo de reforço	Fração Mássica do Reforço (F_m) (%)	Resistência a Tração (MPa)
Açaí 5 a 15 mm	3,14	23,38
Coco 5 mm	8,24	20,71
Coco 10 mm	6,03	22,15
Coco 15 mm	5,54	25,91

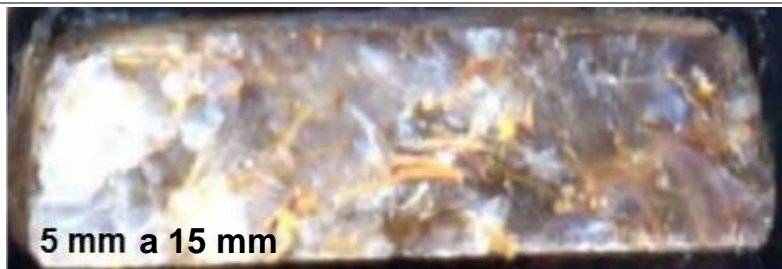
Com base na Tabela 1, observa-se que o resultado de tração dos compósitos reforçados com fibras de açaí, com comprimentos variando de 5 mm a 15 mm, foi considerado satisfatório, visto que sua resistência foi maior que a dos compósitos reforçados com fibras de coco nos comprimentos 5 mm e 10 mm.

Além disso, quando comparados os resultados dos compósitos de açaí com compósitos reforçados com fibra de miriti de 5 mm, nota-se uma superioridade, onde os compósitos reforçados com fibras de açaí apresentaram uma resistência de 23,38 MPa, enquanto que os de fibra de miriti apresentaram 21,07 MPa, aproximadamente. (PEDREIRA et al., 2014).

Os compósitos reforçados com fibras de coco demonstraram que o tamanho da fibra influencia na resistência do compósito, uma vez que aqueles reforçados com fibras de 15 mm foram os que apresentaram melhor desempenho. Somado a isto, os compósitos reforçados com fibras de coco apresentaram resultados satisfatórios se comparados com outras fibras naturais, a exemplo da fibra da tala de guarumã. Os compósitos com fibras de coco apresentaram resistência de 25,91 MPa, superior àqueles reforçados com fibra de guarumã, que apresentaram 23,45 MPa, aproximadamente (COSTA et al., 2014).

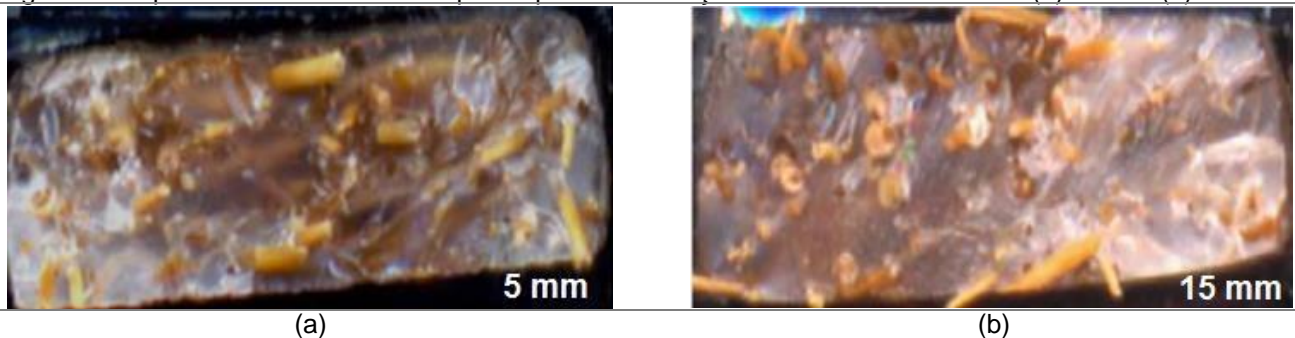
A Figura 4 mostra a região fraturada do compósito reforçado com fibra de açaí, enquanto que a Figura 5 mostra as superfícies fraturadas dos compósitos de fibras de coco.

Figura 4- Análise de microscopia estereoscópica da região fraturada do compósito de fibra de açaí de 5 mm a 15 mm



Nesta imagem, verifica-se que as fibras de açaí estão orientadas de forma aleatória e não homogênea, devido o processo manual. Além disso, observa-se a presença de fibras rompidas, comprovando a forte adesão entre a fibra e a matriz, resultando em um aumento de sua resistência. Este resultado é semelhante ao encontrado na literatura, para compósitos reforçados com fibras de bambu de 5 a 15 mm, estudados por Costa et al. (2011).

Figura 5 - Superfície de fratura de compósito poliéster reforçado com fibras de coco de (a) 5mm e (b) 15 mm.



Na figura 5(a), tem-se a fratura dos compósitos de fibras de coco de 5 mm, observando-se a predominância de fibras deslocadas, expostas e arrancadas, demonstrando que houve uma baixa adesão entre a matriz e a fibra. Na figura 5(b), observa-se o rompimento das fibras de 15 mm, estando estas faceando o plano da fratura do material. Além disso, nota-se a melhor compactação e distribuição uniforme das fibras, indicando que a união fibra/matriz foi bem feita. Tal resultado é similar para os compósitos reforçados com fibras de sisal de 15 mm, estudado por Costa (2012).

Conclusões

Os compósitos reforçados com fibras retiradas de caroços de açaí demonstraram resultados satisfatórios se comparado com outras fibras naturais, não apenas em ensaio de tração, como também em relação a boa aderência entre a matriz e a fibra. Apesar disto, é correto afirmar que ainda estão abaixo da

resistência que muitas fibras sintéticas apresentam, no entanto, uma vez que o foco de várias pesquisas está voltado para o desenvolvimento sustentável, tais resíduos apresentam certo potencial que não deve ser ignorado e descartado. Analogamente, as fibras de coco apresentaram seu potencial, uma vez que pode-se constatar que o tamanho da fibra influencia na resistência do compósito.

Desta forma, com base nos resultados apresentados neste trabalho, tanto as fibras quanto os compósitos têm potencial para serem utilizados, por exemplo, em pesquisas universitárias, afim de explorar outras propriedades e possibilidades, acarretando em uma diminuição dos resíduos gerados pelos frutos citados. Sendo assim, podem ser utilizadas para a confecção de telhados, assim como podem ser úteis como reforços de estruturas onde a solitação mecânica é baixa, tais como móveis e forros, podendo também ser uma alternativa para a substituição da madeira.

Referências bibliográficas

ASTM, D. D 638-1989,“. **Standard Test Method for Tensile Properties of Plastic (metric)**”, **Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials**, 1989.

COSTA, D. S. **Caracterização de materiais compósitos de matriz poliéster e fibras de bambu, sisal e vidro e híbridos bambu/sisal, bambu/vidro e sisal/vidro**. Dissertação (Pós- graduação em Engenharia Mecânica). Universidade Federal do Pará, Pará. 2012

COSTA, D. S.; GUIMARÃES, J. M. F.; SANTOS, I. P. **Metodologia para caracterização das fibras de bambu e compósitos de bambu**. 39º Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. 2011.

COSTA, L. S. **Utilização do caroço de açaí como leito filtrante no tratamento de água de abastecimento e Residuaria**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Pará. 2014.

COSTA M. O.; de SOUZA F. S.; de SOUZA F. V. A.; ANDRADE S. M. C. **Ensaio de tração e de absorção de água em compósitos de resina poliéster e fibra da tala de guarumã**. 21º CBECIMAT - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais. 2014.

GOSS, T. M. **Panorama e perspectivas da indústria brasileira de compósitos**. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Química). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2010.

PEDREIRA A. S.; MAGNO I. A. B.;AMBÉ S. V.; ANDRADE S. M. C. **Ensaio de tração e de absorção de água em compósitos de resina poliéster e fibra de palha de miriti (*Mauritia flexuosa L.*)**, 21º CBECIMAT - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais. 2014.

VALE, A. C.; CASAGRANDE, M. D. T.; SOARES, J. B. Behavior of natural fiber in stone matrix asphalt mixtures using two design methods. **Journal of Materials in Civil Engineering**, v. 26, n. 3, p. 457-465, 2014.