

08 a 11 de Outubro de 2018
Instituto Federal Fluminense
Búzios - RJ

COMPÓSITOS POLIMÉRICOS DE RESINA DE ÓLEO DE MAMONA REFORÇADOS COM BAGAÇO DE CANA: PROPRIEDADES E CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIAS

Victor Bastos Da Silva¹ - bastosv@hotmail.com
Márcia Giardinieri de Azevedo² - mgazevedo@uenf.br
Luiz Antônio Peçanha Júnior³ – luizantoniofpjunior@gmail.com
Michel Picanço Oliveira¹ – michelpicanco@gmail.com
Ananias Francisco Dias Júnior¹- ananiasjr@usp.br

¹Universidade Federal do Espírito Santo- UFES- DCFM

²Universidade Estadual do Norte Fluminense _UENF- LAMAV

³Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense,

Resumo

Neste trabalho, buscou-se aplicar as fibras do bagaço de cana-de-açúcar como reforço de compósitos poliméricos a base de resina de óleo de mamona. Quantidades diferentes de fibras foram adicionadas (10, 20 e 30% em volume) a matriz. Foram realizadas caracterizações físicas e mecânicas nos compósitos para entender a interação fibra/matriz. Foram realizados ensaio mecânico de flexão e de inchamento. O ensaio de flexão foi realizado na máquina de ensaio universal Instron, com três apoios e o ensaio de inchamento foi realizado segundo NBR14810. Pode-se perceber que não existe uma relação direta entre a absorção e fração de fibras nos compósitos, o que demonstra bom cobertura das fibras pela matriz.

Palavra Chave: Cana de açúcar, compósito polimérico, flexão, fibras.

Introdução

O Brasil tem uma longa tradição no cultivo da cana-de-açúcar, sendo um dos maiores produtores de álcool do mundo, sendo que seu clima tropical favorece tal tradição. Essa enorme produção gera uma grande quantidade de rejeitos, principalmente, o bagaço de cana de açúcar. Diante disso, este trabalho buscou suprir um dos desafios ambientais da indústria da cana-de-açúcar que é conseguir um destino de maior valor agregado para o seu principal subproduto que é o bagaço.

Com o aumento da atividade industrial em todo mundo, o crescimento diante de práticas sustentáveis aparece como um grande desafio para a humanidade. Nesse contexto, a ideia de preservação do ambiente e de suas fontes, torna-se bastante relevante para uma população mundial que cresce cada vez mais. A prática dessa ideia de utilização de fontes renováveis cumpre a missão de implementar os mecanismos de desenvolvimento limpo previsto no Protocolo de Kyoto (CARDOSO, et al. 2008).

O aspecto ambiental e sustentável, são os diferenciais das fibras naturais quando comparadas a outros tipos de fibras, como as sintéticas que envolve extração de recursos não renováveis derivados do petróleo e emissões de gases como CO e CO₂, responsáveis pelo efeito estufa e, conseqüente agravamento da degradação ambiental. As fibras naturais de origem vegetal, são produzidas a partir de plantio e são praticamente neutros a emissão de gases do efeito estufa, pois as emissões durante o processamento das fibras é compensada pela atividade fotossintética desses organismos vegetais em sua fase de crescimento e desenvolvimento (CASTRO, 1976).

Os setores de alta tecnologia tais como, o aeroespacial e o armamentista têm empregado fibras em seus produtos. Esses são conhecidos como compósitos de elevado desempenho. Produtos de menor desempenho estrutural também utilizam-se das fibras naturais como, por exemplo, de uma folha de papelão, caixa de leite, prancha de surf, peças de forração para automóveis, cascos de barcos, dentre vários outros, isso se deve principalmente a relação excepcional de custo/benefício que esses materiais oferecem (MONTEIRO, et al. 2009).

Entre as fibras naturais, as obtidas de fontes vegetais são abundantes e possuem muitas características que tornam seu uso vantajoso, além de serem providas de fontes renováveis possuem também baixa densidade, são biodegradáveis e apresentam um baixo custo de produção. Essas fibras ainda, possuem uma resistência específica e módulo de elasticidade (MOE) elevado, além de não serem abrasivas, não desgastando equipamentos durante os processos, não são tóxicas e podem ter suas propriedades físico-mecânicas melhoradas por adição de agentes químicos (MARGEM, 2013).

Muitas pesquisas estão relacionadas a utilização de fibras lignocelulósicas em compósito poliméricos. Quando reforçados com fibras naturais, compósitos poliméricos elevam seu MOE e suas propriedades mecânicas. O compósito não reflete somente a união das propriedades dos materiais que lhe deram origem, mas um conjunto de aspectos ligados a eles, tais como orientação de distribuição no compósito, formato de interface, característica do processo de produção. No entanto é a energia de ligação interfacial entre a fase que está reforçando e a matriz dos compósitos que conferirão a estes suas características mecânicas, físicas e até mesmo químicas (CALLISTER, 2000; SATYANARAYANA, 2005). Mesmo crescente, o uso de materiais compósitos ainda é muito recente. O marco inicial da exploração e pesquisa deste tipo de material se situa na década de setenta, sua utilização foi iniciada nos EUA e logo se espalhou pelo mundo a partir dos anos de 1972 e 1973 (PADILHA, 2000).

A grande maioria dos trabalhos de compósitos reforçados com fibras naturais utiliza matriz polimérica de fontes não renováveis, como poliéster e epóxi e atingem ótimos resultados. A matriz polimérica deste trabalho foi a poliuretana de óleo vegetal de mamona, confeccionando compósitos poliméricos reforçados com fibras naturais totalmente ecológicos, ambientalmente corretos e atingindo os mesmos resultados alcançados por compósitos com matriz polimérica de origem não renovável. O objetivo do trabalho foi analisar a interação entre as fibras de cana com a resina produzida do óleo da mamona, através do estudo das propriedades mecânicas e físicas.

Material e Métodos

Para preparação dos compósitos foi utilizado bagaço de cana de açúcar proveniente de uma usina de produção de açúcar, situada na cidade de Campos dos Goytacazes-RJ, a resina polimérica utilizada foi a poliuretana proveniente do óleo de mamona fornecida comercialmente pela empresa Quimisul.

Depois de seco o bagaço de cana utilizado foi moído em moinho de facas até atingir tamanho variando de 6,5 a 8 mm de comprimento. Para limpeza da superfície das fibras do bagaço, efetuou-se o peneiramento, deixado de molho em 40 litros de água com 200 gramas de cloro durante 12 horas. Em seguida, o bagaço foi lavado em água destilada a 100 °C e, finalizado o processo com a secagem uma estufa por 24 horas a 60 °C.

Para preparação dos compósitos as fibras foram misturadas manualmente na resina quando esta apresentava-se em estado fluido e depois vertidas em um molde metálico, as fibras não foram alinhadas em nenhuma orientação preferencial. Os compósitos tiveram o processo de cura realizado sob pressão (de 100 kN) em uma prensa hidráulica, por 36 horas. Quantidades diferentes de fibras foram utilizadas na confecção dos compósitos, 0, 10, 20, 30% em volume de fibra.

Para análise das propriedades foram realizados ensaios de flexão, de inchamento e absorção d'água conforme as respectivas normas, ASTM D790 (ASTM, 2000) e NBR 14810 (ABNT, 2013).

Resultados e Discussão

Os compósitos produzidos com as diferentes proporções de fibras estão sendo apresentados na Figura 1.

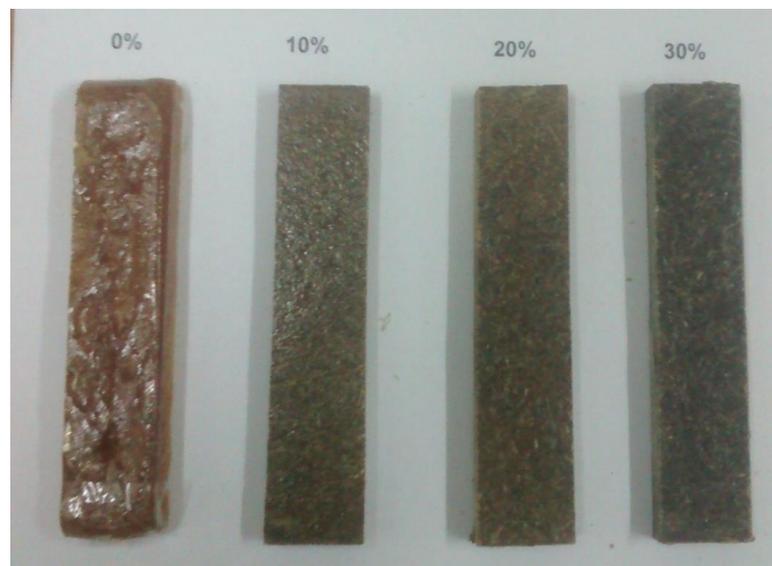


Figura 1: Corpos de prova de compósito de óleo de mamona com reforço com bagaço de cana de açúcar.

Através da foto apresentada na Figura 1 pode-se observar que os compósitos reforçados por fibras apresentam sua superfície mais regular que o polímero (0%), este aspecto está relacionado a interferência das fibras no processo de cura dos compósitos.

A Figura 2 apresenta os resultados do ensaio de flexão dos compósitos.

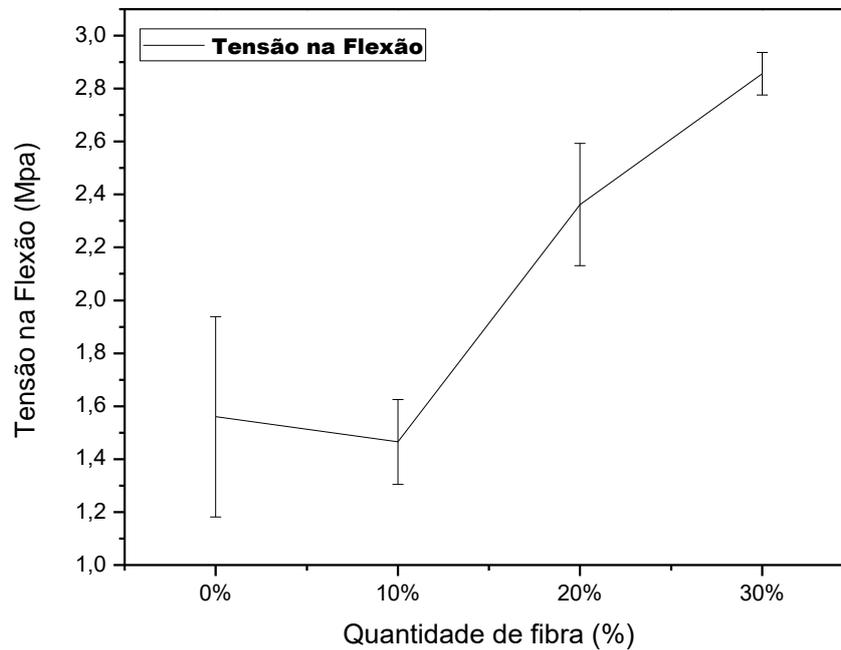


Figura 2: Gráfico relacionando a tensão na flexão com a quantidade de fibra de cana de açúcar, em que as barras representam o desvio padrão amostral.

Observa-se que com o aumento da quantidade de fibras, houve um aumento da resistência a flexão. Os corpos de prova de 0% foram os únicos que durante o ensaio não se romperam (Figura 3), caracterizando um ensaio de dobramento. Isso indica que as fibras estão contribuindo para o enrijecimento dos compósitos. A fração volumétrica de 30% de fibra foi a que apresentou os melhores resultados, apresentando a maior resistência a flexão entre os compósitos estudados.

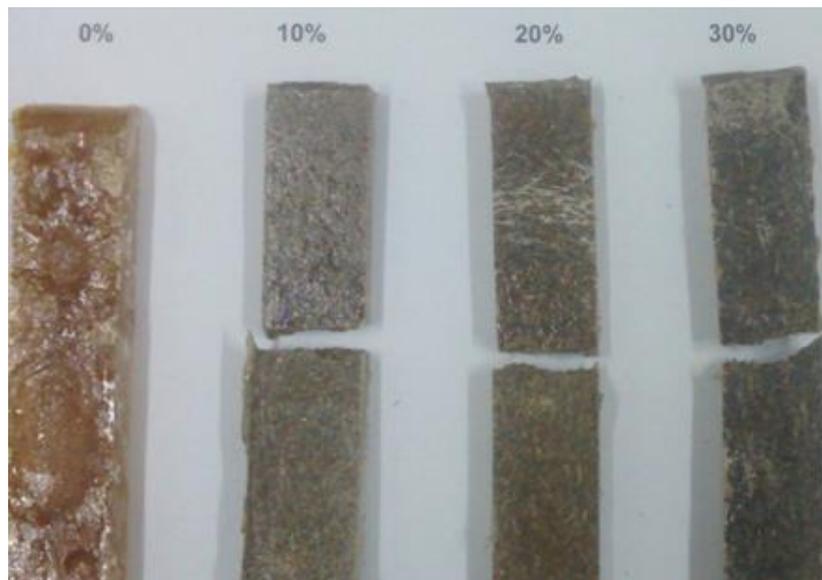


Figura 3: Corpos de provas de 0, 10, 20, 30%, após ensaio de flexão.

Compósitos poliméricos são reforçados por fibras naturais, pela interação fibra\matriz, pois as fibras impedem a propagação das discordâncias endurecendo o compósito. A fibra também introduz defeitos na matriz gerando uma interface fibra\matriz defeituosa, pois a fibra é hidrofílica e a matriz hidrofóbica (Monteiro, 2006). Com uma menor proporção de fibras o reforço gerado é compensado pela perda de resistência causada pela introdução de defeitos presentes nas fibras. Devido a isso, a resistência a flexão dos compósitos com 0% é igual ao de 10%.

A partir do aumento da quantidade de fibras de cana, em 20% nota-se um substancial acréscimo na resistência a tensão de flexão (Figura 4), pois os ganhos em relação as propriedades foram maiores que as perdas pelos defeitos inseridos na matriz devido a introdução das fibras.

Os compósitos confeccionados com 30% do volume em fibra obtiveram resultados interessantes, onde o reforço da matriz foi mais eficaz. Com uma maior quantidade de fibra existe um aumento efetivo na resistência mecânica, visto que são elas que promovem o reforço efetivo da matriz, mesmo com uma interface de ligação defeituosa. Acredita-se que a tensão interfacial entre as fibras e a matriz é o principal motivo para o aumento da resistência adquirida.

Kamiya1 e colaboradores conseguiu alcançar 36,2KPa com compósitos de poliéster reforçados com 15% de fibras descontinuas de coco (Kamiya1, 2009), o que ressalta os resultados deste trabalho que para um reforço de 20% de fibra de cana-de-açúcar alcançou 2,4 Mpa de resistência a flexão, ainda é muito importante mencionar que no presente trabalho a resina utilizada foi completamente natural

A Figura 4 relaciona o módulo de elasticidade com a fração de fibras nos compósitos. Percebe-se uma relação direta do aumento do módulo de elasticidade e a quantidade de fibra por volume. Os compósitos poliméricos reforçados com fibras de cana de açúcar com maior quantidade de fibra em seu volume, no caso os de 20 e 30%, apresentaram maior rigidez. Nota-se um acréscimo substancial nos módulos de elasticidade dos compósitos com 20 e 30% de fibras, podendo ser explicado pela ligação interfacial matriz/fibra.

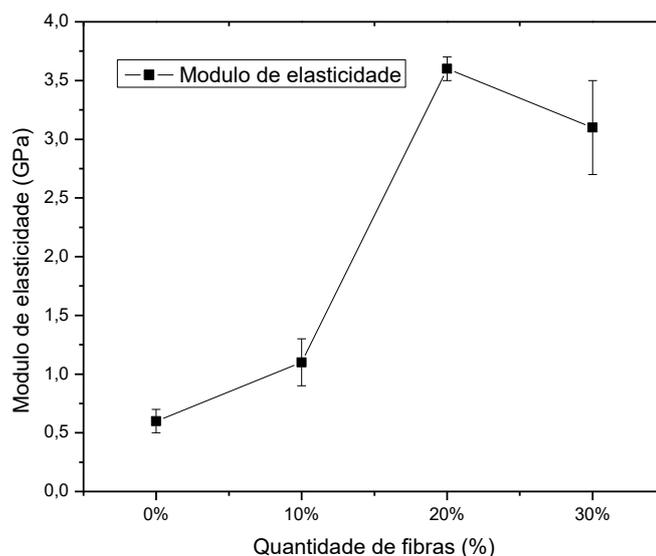


Figura 4: Gráfico relacionando o módulo de elasticidade com a fração de fibra nos compósitos.

Na Tabela 1 estão dispostos os resultados dos ensaio de inchamento e absorção d'água.

Tabela 1: Resultado do ensaio de inchamento.

Inchamento				
Quantidade de fibras	2 horas		24 horas	
	Media %	Desvio%	Media%	Desvio
0%	0,10	0,10	0,30	0,07
10%	0,20	0,09	0,90	0,10
20%	0,30	0,10	1,00	0,01
30%	0,50	0,01	1,00	0,03

Com o aumento da fração de fibras, nota-se o aumento da absorção de água. Nos corpos de prova de 0% houve um inchamento de 0,1% em 2 horas e 0,3% em 24 horas. Foi a menor absorção dentre todos corpos de prova. Os corpos de provas de 10% foram os que apresentaram menor absorção, 0,2% em 2 horas e 0,9% em 24 horas.

Os corpos de prova de 20% e 30% tiveram uma maior absorção de água, isso se dá pela natureza hidrofílica da fibra de cana de açúcar. Na Tabela 2 são apresentados os resultados do ensaio de absorção de água.

Tabela 2: Absorção de Água dos compósitos poliméricos reforçado com fibra de cana de açúcar.

Absorção de Água				
Quantidade de fibras	2 horas		24 horas	
	Media	Desvio	Media	Desvio
0%	0,2	0,1	0,3	0,1
10%	0,05	0,02	1,0	0,03
20%	0,1	0,01	1,8	0,01
30%	0,1	0,02	1,6	0,04

A absorção teve aumento ao passar do tempo e também com o aumento da quantidade de fibra por volume. No entanto este aumento é estatisticamente insignificativo, o que ressalta o bom cobrimento das fibras pela resina polimérica, viabilizando assim a utilização destes compósitos mesmo em ambientes úmidos.

Conclusões

A incorporação de fibras de cana em compósitos poliméricos de resina de óleo de mamona, promoveu aumento na rigidez, principalmente para os compósitos com 20% de fibra.

Com o aumento da proporção de fibras, houve um aumento da resistência mecânica, sendo que os corpos de prova de 30% obtiveram os melhores resultados, alcançados 2,8MPa de resistência a flexão, resultado muito superior aos encontrados na literatura, mesmo se comparado com resinas sintéticas.

Com o aumento da quantidade de fibras elevou-se a absorção de água, mesmo que para patamares estatisticamente insignificativos. Os polímeros produzidos unicamente com resina obtiveram a menor quantidade de água absorvidas.

Referências

- ABNT (2013) Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14810.
- ASTM (2000) Standards D790, ASTM.
- Callister W. D. Jr (2000) - Ciência e engenharia de materiais: uma introdução –Rio de Janeiro, RJ - LTC, Livros Técnicos e Científicos.
- Castro, G.A.P; (1976) A Fineza e comprimento de fibra de dez variedades de rami, UNICAMP, campus Bragantina, Campinas, SP.
- Kamiya¹, I. K., Fornari Jr, C. C.M.,(2009) Resistência a flexão de compósitos poliméricos com fibras vegetais de coco micronizadas, * Anais do 10o Congresso Brasileiro de Polímeros – Foz do Iguaçu, PR – Outubro.
- Margem, I, J; (2013)Desenvolvimento de compósitos de Fibras de Malva da espécie Urena Lobbata e Matriz de Resina., Tese (Doutorado em Ciência dos Materiais) Rio de Janeiro, UENF, Universidade Estadual do Norte Fluminense.
- Monteiro, S. N. ; Margem, F.M. ; Dos Santos , L. F. L. ; (2009) Characterization of the mechanical behavior of epoxy matrix composites reinforced with ramie fibers. In: EPD Congress: Characterization of Minerals, Metals and Materials -TMS Conference.
- Monteiro, S. N; Margem F. M; (2008) Mechanical characterization of ramie fiber reinforced polyester composites. In: TMS 2008 - 137th Annual Meeting &Exhibition, 2008, New Orleans, LA - EUA. Proceedings of the TMS 2008: Materials Characterization, Computation and Modeling. Warrendale, PA - EUA: TMS - The Minerals, Metals & Materials Society.
- Monteiro, S. N., Terrones, L. A. H., Camerini, A. L., Petrucci, L. J. T., d’Almeida, J. R. M., (2006) Propriedades de Compósitos de Tecido de Juta Descartado Reforçando Matriz de Polietileno Reciclado. Revista Matéria, v. 11, n. 4, pp. 403 – 411.
- Padilha, N. F, (2000) Materiais de engenharia: microestrutura e propriedade. Curitiba, Paraná, Hemuns livraria, distribuidora e editora S.A, 118p.
- Satyanarayana, K.G.; Wypych, F.; Guimarães, J.L.; Amico, C.S.; Sydenstricker, T.H.D.; Ramos, L.P. (2005) Studies on natural fibers of Brazil and green composites. Met. Mater. Proc., v. 17(3-4), p. 183-194.

POLYMERIC COMPOUNDS OF MAMONE OIL RESIN REINFORCED WITH CANE BAGA: STRUCTURAL PROPERTIES AND CHARACTERISTICS

Abstract

In this work, sought to apply sugarcane bagasse fibers as reinforcement of polymeric composites based on castor oil resin. Different amounts of fibers were added (10, 20 and 30%) to the matrix. Physical and mechanical characterizations were performed in the composites to understand the fiber / matrix interaction. The flexure test was performed on the universal test machine (Instron) according to NBR14810. It was observed that there is no direct relationship between fiber absorption and fiber fraction in the composites, which shows good fiber coverage by the matrix.

Key words: Sugar cane, polymer, composite, bending, fibers.