



13º CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS



NATAL - RN  
18 a 22 de outubro de 2015

## AValiação DA RESISTÊNCIA A FADIGA EM COMPÓSITOS POLIMÉRICOS COM FARINHA DE MADEIRA

Joyce B. Azevedo<sup>1</sup>, Josiane D. V. Barbosa<sup>1</sup>, Pollyana da Silva Melo<sup>1\*</sup>, Ricardo Correia Sanches<sup>1</sup> (IC), Everton S. dos Santos<sup>1</sup>, Marcus V. O. Santos<sup>1</sup>

1 – Faculdade de Tecnologia Senai Cimatec – Salvador – BA, [pollyana.melo@fieb.org.br](mailto:pollyana.melo@fieb.org.br)

**Resumo:** Dentre os materiais em desenvolvimento podem-se destacar os compósitos poliméricos com fibras naturais como excelente alternativa para o aumento das propriedades mecânicas. De forma geral, a incorporação de partículas em termoplásticos modifica as propriedades do material, com isso o estudo do comportamento de compósitos com polímeros e fibras naturais é importante. Devido a grande variedade de aplicações que tem surgido com estes produtos, à avaliação da resistência a fadiga pode ser útil a depender da utilização destes materiais. Verifica-se que é necessário um profundo entendimento da microestrutura e o comportamento de fratura desses materiais ao serem submetidos a ambientes danosos. O presente trabalho investigou a resistência a fadiga de compósitos com matriz polimérica e diferentes concentrações de farinha de madeira. Os resultados mostraram que já em baixos níveis de carregamento os compósitos apresentam uma redução significativa no número de ciclos obtidos sob fadiga.

**Palavras-chave:** *Compósito, resistência a fadiga, farinha de madeira*

### *STRENGTH OF EVALUATION FATIGUE IN COMPOSITE POLYMERIC WITH WOOD FLOUR*

**Abstract:** Among the materials development can be highlighted polymeric composites with natural fibers as an excellent alternative to the increase in mechanical properties. In general, the incorporation of thermoplastic particles modifies the properties of the material, thus the study of the behavior of composites with polymers and natural fibers is important. The large variety of applications that have arisen with these products, the evaluation of the fatigue resistance can be useful depending on the use of these materials. It appears that requires a deep understanding of the microstructure and fracture behavior of materials when subjected to harmful environments. This study investigated the fatigue life of composites with polymer matrix and different wood flour concentrations. Results have shown that at low levels of loading composites exhibit a significant reduction in the number of cycles obtained in fatigue.

**Keywords:** *Composite, fatigue resistance, wood flour.*

### **Introdução**

A incorporação de pó de madeira em matriz polimérica, madeira-plástica, teve início em 1900 na Europa, anos depois foi usado no mercado com o objetivo de substituir a madeira em pisos e decks ao ar livre, também é usado para grades, cercas, madeiras para paisagismo, revestimentos, tapume, bancos de jardim, molduras de portas e janelas, e em mobília interna. Essa substituição é justificada por conta da menor degradação do compósito em relação a madeira, a necessidade de menos manutenção e também devido ao seu caráter reciclável, onde se reaproveita resíduos de madeira que seriam descartados no meio ambiente [1].

A escolha do polímero e da fibra natural aos quais serão utilizados na produção dos compósitos depende de parâmetros como a temperatura de processamento. A madeira só deve ser incorporada em polímeros com temperaturas de fusão até 200°C. A produção do compósito a base de partículas lignocelulósicas e termoplástico pode ser por extrusão ou termoprensagem [2,3].

Os produtos fabricados a partir desse material apresentam resistência a corrosão, significativa resistência a exposição ao sol (UV) e alta resistência superficial a chuva e a umidade, permitindo ser enterrada, por exemplo, sem grandes cuidados com a proteção, possui maior agarre a

fixação tanto de pregos quanto de parafusos, também possui estabilidade estrutural e química, não empenando pela secagem ou envelhecimento [4].

A avaliação do esforço sob fadiga destes produtos pode ser útil, principalmente pelo fato dos materiais poliméricos serem mais sensíveis à frequência de aplicação de carga quando comparado aos metais. Quando os polímeros são submetidos a ciclos com alta frequência e/ou tensões relativamente grande, pode ocorrer um aquecimento localizado provocando falhas devido ao amolecimento deste material [5].

Em compósitos, o esforço sob fadiga pode ser influenciado pelo tipo de matriz e reforço, frequência de sollicitação, temperatura e condições de carregamento. Neste sentido, este estudo investigou a resistência a fadiga de compósitos com farinha de madeira. Este material pode ser utilizado como matéria prima para produção de produtos em diversos setores, sendo assim, a obtenção de dados sobre a vida em fadiga de compósitos é importante já que as estimativas na literatura indicam que o maior número de falhas em peças obtidas por compósitos podem ser atribuídas a fadiga mecânica [6,7].

## **Experimental**

### *Obtenção dos compósitos*

Para este estudo utilizou-se compósitos com 60, 65 e 70% de farinha de madeira e 1% de compatibilizante a base de anidrido maléico. A matriz utilizada foi um PEAD fornecido pela Braskem. Para obtenção dos compósitos utilizou-se extrusora dupla rosca corrotacional da marca IMACON, com diâmetro de rosca de 30 mm, razão L/D = 40 e com um perfil de rosca classificado como média intensidade. Após etapa de extrusão os compósitos foram secos a 100°C em estufa por um período de 4 (quatro) horas para serem moldados por injeção, utilizou-se uma injetora ROMI para obtenção dos corpos de prova tipo ISO 527.

### *Resistência a Tração*

O ensaio para determinação de resistência a tração foi realizado em uma máquina universal de ensaios, EMIC modelo DL2000 com célula de carga de 10 kN, na temperatura ambiente de 23°C, a uma taxa de deformação de 5 mm/min. Informações foram obtidas referentes às propriedades mecânicas de tração do compósito em estudo.

### *Resistência a Fadiga*

Os testes de resistência a fadiga foram conduzidos em uma máquina de fadiga, Instron ElectronPuls- 3000, com célula de carga de 10kN, na temperatura ambiente. Utilizou-se frequência de 1Hz e um nível de carregamento de 25% da carga máxima obtida no ensaio de tração. Nesta relação a razão entre as cargas mínima e máxima do ensaio de fadiga, deve apresentar quociente maior ou igual a 0,1. Não foram utilizados outros níveis de carregamento por se tratar de um material frágil, impossibilitando a aplicação de outra carga sem que ocorresse a fratura do material antes do ensaio. Os valores de amplitude e carga média foram obtidos respectivamente a partir das Eq. 2 e 3.

$$R = \frac{\text{Carga}_{\text{mínima}}}{\text{Carga}_{\text{máxima}}} \geq 0,1 \quad (1)$$

$$\text{Amplitude} = \frac{\text{Carga}_{\text{mínima}} - \text{Carga}_{\text{máxima}}}{2} \quad (2)$$

$$\text{Carga Média} = \frac{\text{Carga}_{\text{mínima}} + \text{Carga}_{\text{máxima}}}{2} \quad (3)$$

### Morfologia

A caracterização morfológica foi realizada na superfície de fratura das amostras submetidas ao ensaio de tração. Utilizou-se um microscópio eletrônico de varredura da marca Jeol, modelo JSM-6510LV com magnificação de 100x.

### Resultados e Discussão

Os resultados de força máxima sob tração para os sistemas analisados estão apresentados na Tab. 1. Estes resultados foram utilizados para obtenção da força máxima para distribuição do nível de carregamento utilizado no ensaio de resistência a fadiga.

**Tabela 1** – Resistência a Tração dos Compósitos

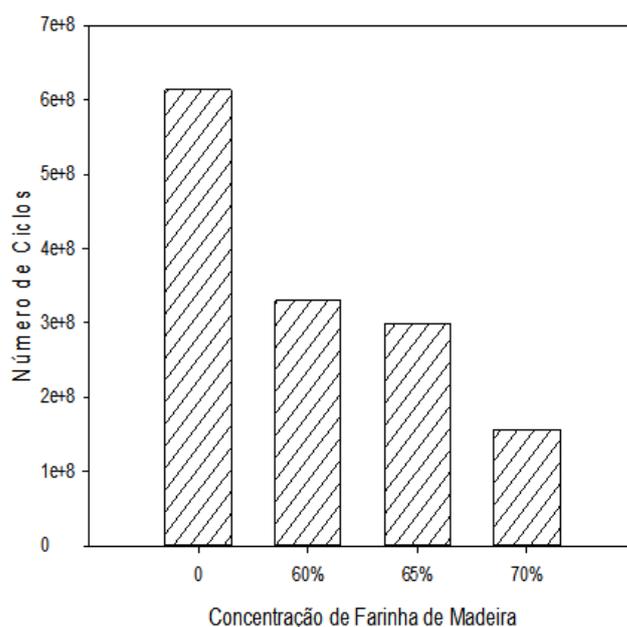
Formulação	Força Máxima (N)
Puro	878,4 ± 61,1
60% Mad.	381,2 ± 50,0
65% Mad.	496,8 ± 61,6
70% Mad.	751,6 ± 11,6

Para o ensaio de resistência a fadiga utilizou-se um nível de carregamento de 25%, relativos a Força Máxima obtida no ensaio de tração estático (Tab. 1). Os parâmetros do ensaio de resistência a fadiga estão apresentados na Tab. 2.

**Tabela 2** - Parâmetros do ensaio de Resistência a Fadiga.

Parâmetros	% Farinha de Madeira			
	Puro	60%	65%	70%
Carga Máxima de Fadiga (N)	878,4	381,2	469,8	751,0
Carga Mínima (N)	22,00	9,5	12,4	18,8
Carga Média (N)	120,8	52,4	68,3	103,3
Amplitude (N)	98,8	42,9	55,9	84,5
Frequência (Hz)	1	1	1	1

A Fig. 1 e a Tab.3 apresentam os resultados obtidos no ensaio de resistência a fadiga para os compósitos analisados com 25% de nível de carregamento.

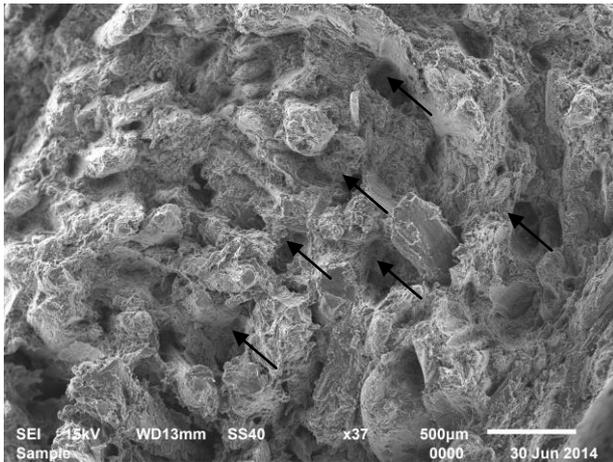


**Figura 1** – Número de ciclos em função da concentração de farinha de madeira

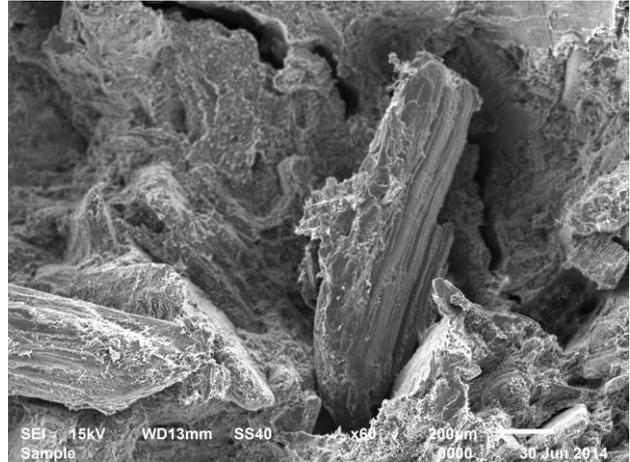
**Tabela 3** – Número de ciclos dos compósitos analisados

Formulação	Número de Ciclos
Puro	613.487
60%	329.894
65%	298.457
70%	156.808

Observa-se que a adição de farinha de madeira diminui significativamente a resistência a fadiga dos compósitos. O compósito com 60% de Farinha de Madeira apresenta uma redução de 54% no número de ciclos até ocorrer a fratura, quando comparado com o polímero puro. Para o compósito com 70% de farinha de madeira esta redução é de 75%. Este comportamento deve-se a fragilidade do material devido a presença de altas concentrações de madeira. A adição da fibra eleva a rigidez do composto, aumentando a fragilidade destes. Através da morfologia da superfície de fratura destes compósitos (Fig.2) observa-se que não houve adesão eficiente entre as fases, resultando em um fraco ancoramento da fibra matriz. Observa-se nas micrografias regiões porosas e vazios, indicados pelas setas, que são deixados pelas partículas de madeira após a fratura do corpo de prova. Na Fig 2b observa-se que não houve molhamento entre as fases. Este comportamento corrobora com os resultados obtidos na análise da resistência mecânica sob tração e na resistência a fadiga.



(a)



(b)

**Figura 2** – Micrografia da superfície de fratura dos compósitos: (a) 65% de Farinha de Madeira; (b) 70% de Farinha de Madeira.

## Conclusões

A adição de farinha de madeira interferiu nas propriedades mecânicas dos compósitos. A resistência a fadiga é fortemente influenciada nas concentrações de cargas estudadas, sendo possível a análise no nível de carregamento de 25%. Este comportamento foi justificado pela fraca adesão entre as fases dos compósitos conforme morfologia da superfície de fratura.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao SENAI DR-BA e a Fapesb pela bolsa de iniciação científica.

## Referências Bibliográficas

1. G. Y. Jeong, Tese de Doutorado, Louisiana State University, 2005.
2. A. A. Klyosov, *Wood-Plastic Composites*, John Wiley & Sons, New York, 2007.
3. K. B. Adhikary, Tese de Doutorado, University of Canterbury, 2008.
4. C. Clemons, *Forest Products Journal*, 2002, 52, 11.
5. R. F. Farias. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Campina Grande, 2010.
6. R. R. Farias, Z. I. G. Santos, J. B. Azevedo in *Anais do 11º Congresso Brasileiro de Polímeros*, Campos do Jordão, 2011.
7. M. C. A. Cruz, Sousa, J. A in *Anais do 19º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais*, Foz do Iguaçu, 2010.