



13º CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS



NATAL - RN  
18 a 22 de outubro de 2015

## ESTUDO DA DEGRADAÇÃO DE PERFIS OBTIDOS A PARTIR DE COMPÓSITOS DE POLIETILENO E FARINHA DE MADEIRA.

Joyce B. Azevedo<sup>1\*</sup>, Josiane D. V. Barbosa<sup>1</sup>, Luiza C. de S. Bispo<sup>1</sup> (IC), Pollyana da S. Melo<sup>1</sup> e Marcus V. O. Santos<sup>1</sup>

1 - Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC, Salvador – BA, 41650-010, [joyce.azevedo@fieb.org.br](mailto:joyce.azevedo@fieb.org.br)

**Resumo:** A preparação de compósitos utilizando fibras naturais é uma alternativa técnica que pode agregar propriedades específicas de cargas na matriz polimérica. Esta tendência culminou no incentivo do reaproveitamento de resíduos lignocelulósicos como a farinha de madeira. Um dos pontos que merece destaque e que ainda possui um campo amplo para estudos é o processo degradativo sofrido por estes produtos. Sendo assim, este trabalho avaliou o comportamento de perfis obtidos por extrusão a partir de compósito com polietileno de alta densidade (PEAD) e 70% de farinha de madeira. Os perfis foram expostos sob fonte de radiação UV-A durante 15, 30 e 45 dias. Os resultados indicam que o tempo de exposição aos quais os perfis foram submetidos não foi suficiente para alterar significativamente as propriedades mecânicas sob flexão dos compósitos.

**Palavras-chave:** *Degradação, Compósitos, Farinha de Madeira.*

### *Study the degradation of profiles obtained from composite polyethylene and wood flour.*

**Abstract:** Preparation of composite using natural fibers is an alternative technique that can add specific properties load in the polymeric matrix. This trend culminated in encouraging the reuse of lignocellulosic waste such as wood flour. One of the points that deserve to be highlighted and which still has a vast field of studies is the degradation process suffered by these products. Thus, this study evaluated the behavior of profiles obtained by extrusion from composite with high density polyethylene (HDPE) and 70% of wood flour. The profiles were exposed under source of UV radiation for 15, 30 and 45 days. The results indicate that the time of exposure to which the profiles were submitted was not enough to significantly alter the mechanical properties under flexion of composites.

**Keywords:** *Degradation, Composite, Wood flour.*

## Introdução

A tecnologia dos chamados compósitos polímero-madeira (Wood Polymer Composites ou WPC) surgiu da necessidade de alternativas que minimizem o teor de resíduos sólidos, conservando os recursos naturais e reduzindo os custos, energia e esgotamento de matérias-primas virgens [1,2]. Os compósitos constituídos de mistura de resíduos de madeira e material polimérico tem encontrado grande aceitação no mercado em aplicações como perfis para construção civil e componente automobilístico graças a sua leveza, versatilidade e baixo custo, quando comparados com a madeira in natura ou outros compósitos poliméricos [3].

Esta é uma prática tecnológica conhecida desde a década 70 pela indústria, que vem nas últimas décadas gerando interesse em pesquisas tecnológicas tanto nos setores de aplicações de plásticos quanto de madeira, envolvendo conceitos de compatibilidade e processabilidade e apresentando grandes desafios tecnológicos para a formulação e estabilização da mistura devido à baixa estabilidade térmica da celulose [3,4].

Muito dos estudos aos WPC's são no intuito de processar o compósito e agregar propriedades específicas de alguns tipos de cargas a matriz polimérica. E poucos são os artigos encontrados na literatura especializados em que se trata dos estudos científicos na área de

fotodegradação desse tipo de compósitos [4,5]. Neste sentido, este trabalho analisou o efeito da radiação UV-A nas propriedades mecânicas de perfis obtidos a partir de PEAD e farinha de madeira, auxiliando no estudo da melhor formulação e ajuste de processo de fabricação a serem utilizados, visando controlar a deterioração e garantir adequada vida útil ao produto nas condições de utilização [5].

## **Experimental**

### *Materiais*

Neste trabalho foram utilizadas amostras de perfis produzidos a partir de compósitos (WPC) com matriz de polietileno de alta densidade de grade comercial PE IA 50, fabricado pela Braskem, e 70% de farinha de madeira.

### *Obtenção das amostras*

O compósito utilizado na fabricação do perfil foi preparado em uma extrusora dupla rosca modular corrotacional, fabricada pela Imacom, modelo DRC 30:40 IF com diâmetro de rosca de 30 mm e razão L/D = 40. Para produção dos perfis utilizando este compósito utilizou-se uma extrusora monorosca de perfil da marca LGMT, com razão L/D 25 e diâmetro de rosca de 60 mm. O perfil preparado por processo de extrusão foi serrado e demarcado numericamente para exposição com dimensões aproximadas de: comprimento = 153 mm, espessura = 12 mm e largura = 44 mm.

### *Exposição*

O ensaio de intemperismo acelerado foi realizado em uma câmara modelo BASS – UUV/2009, as amostras expostas à fonte de radiação UV-A, utilizando lâmpadas com emissão de ultravioleta em torno de 340nm. O equipamento possui controle de temperatura, temporizadores e atmosfera úmida. O ciclo utilizado foi 24h de lâmpadas ligadas ininterruptamente, a uma temperatura de 60°C, promovendo na metade do tempo total de cada período de exposição uma mudança na posição das amostras, visando uma completa degradação fotoquímica e térmica. As amostras foram expostas por 15, 30 e 45 dias.

### *Caracterização*

As propriedades mecânicas sob flexão foram determinadas em uma máquina universal de ensaios Emic Modelo DL 2000, aquisição e tratamento dos dados através de Software Tesc. Através deste ensaio mecânico foram obtidos os valores de tensão na ruptura. Estas propriedades foram medidas em amostras antes e depois da exposição à radiação UV.

Foi determinada a densidade aparente das amostras através do princípio de Arquimedes em máquina GEHAKA, modelo DSL 910. A capacidade de absorção de água também foi determinada antes e após a degradação dos perfis. O ensaio foi realizado durante o período total de 72 horas onde as amostras foram imersas em água e pesadas diariamente.

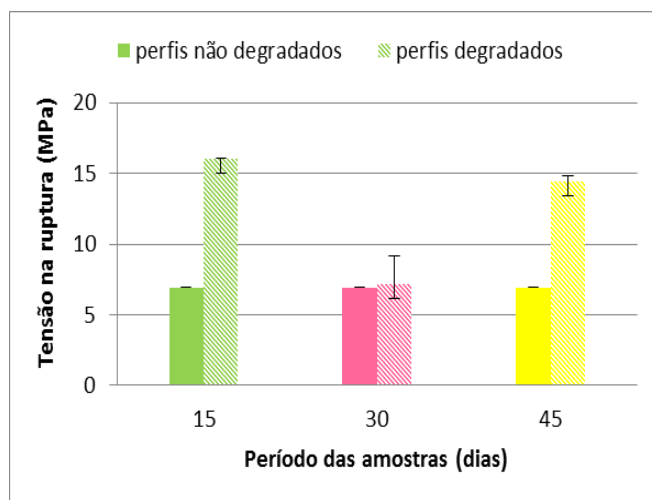
A caracterização morfológica foi realizada nas amostras degradadas utilizando um microscópio eletrônico de varredura (Hitachi S-2400) com o objetivo de avaliar a formação ou não de uma camada superficial degradada.

## **Resultados e Discussão**

A Fig. 1 mostra os resultados de tensão na ruptura sob flexão dos perfis analisados antes e após exposição. Os resultados obtidos apresentam um comportamento não-linear. A irradiação na amostra com 30 dias constatou perda de propriedades na resistência à flexão de quase 50% ao comparar com as amostras de 15 e 45 dias submetidas à degradação. Acredita-se que por ser um

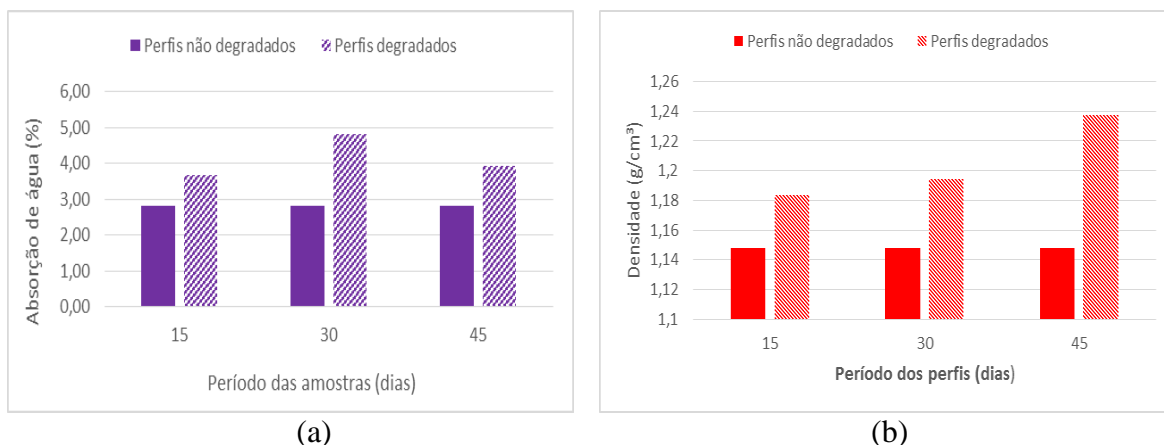
processo radicalar, as amostras de 30 dias ao degradar, resultam na cisão de cadeias, o que pode levar a um subsequente aumento da cristalização e, portanto elevação da densidade [5,6]. Outro fator possível, é o uso de lubrificantes no processamento do perfil causando a redução da resistência à flexão.

No período de 15 e 45 dias irradiadas, as amostras apresentam resultados aproximadamente 60% superiores às não irradiadas, atribui-se a possível recombinação dos radicais livres, devido ao ataque das duplas ligações com posterior reticulação. Demonstrando significativamente a melhoria da propriedade de resistência à flexão [6,7].



**Figura 1** – Tensão na ruptura sob flexão dos perfis antes e após exposição.

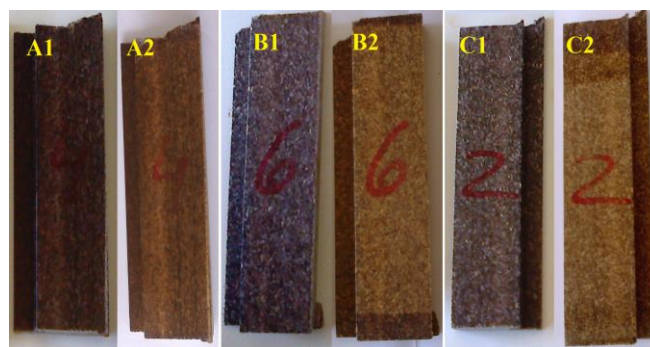
A Fig. 2 (a) expõem os resultados do ensaio de absorção de água. As amostras expostas à radiação UV absorvem maior quantidade de água em relação às amostras sem exposição. Este comportamento pode está associado a alteração da morfologia dos perfis com a degradação, aumentando os espaços vazios entre as fases, conseqüentemente a absorção de água. O ensaio de densidade (Fig. 2b) comparou amostras com e sem degradação, apurando uma elevação nas amostras irradiadas, possivelmente este resultado é uma consequência do aumento de cristalinidade resultante do processo fotodegradativo. Definindo uma conformidade com o padrão para WPC's, densidade entre 1000 a 1200 kg/m<sup>3</sup> não sendo afetada em relação aos perfis sem exposição à radiação [6,7].



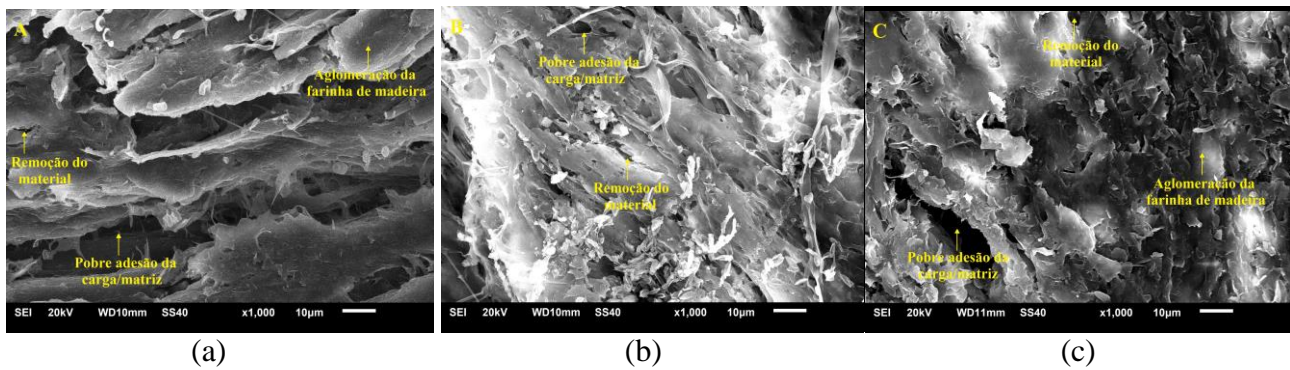
**Figura 2** – Resultados dos ensaios de determinação de absorção de água (a) e densidade (b) em função dos períodos de exposição.

Na Fig. 3 visualizam-se amostras antes e após exposição de radiação UV. Observa-se que o processo de fotooxidação resulta em perfis apresentando descoloração, superfícies quebradiças, enrijecimento superficial e fissuras. Isso ocorre devido ao polímero formar radicais livres que favorecem a reação oxidativa e este, por sua vez, irá conduzir à cisão nas cadeias [6,8]. Outro motivo é a madeira, constituída por células dispostas no sentido radial, tangencial e longitudinal, ligadas entre si pela lignina que durante exposição à radiação UV, pode se desprender atuando como encapsulador da madeira conferindo-lhe maior resistência à umidade e à degradação [2,8].

A Fig.4 mostra micrografia da superfície dos perfis. Observa-se nas amostras expostas à radiação UV uma pobre adesão interfacial entre a matriz polimérica e fase dispersa, aglomeração da farinha de madeira, superfícies de fratura irregulares e evidência de remoção irregular do material. Este comportamento é mais acentuado na amostra com 30 dias de exposição, que resulta numa deformação plástica, decorrente da forte coesão entre as fases.



**Figura 3** – Amostras de WPC de PEAD com farinha de madeira antes e após exposição à radiação UV. Sendo: (A1) 15 dias antes da exposição e (A2) 15 dias após exposição; (B1) 30 dias antes da exposição e (B2) 30 dias após exposição e (C1) 45 dias antes exposição e (C2) 45 dias após exposição.



**Figura 4** – Micrografias dos perfis após exposição à radiação UV. Sendo: (a) exposto por 15 dias; (b) exposto por 30 dias; (c) exposto por 45 dias.

### Conclusões

A degradação dos perfis se concentra na superfície exposta à radiação UV-A, a Luz UV penetra a uma curta distância no interior do material, de forma que se tem uma deterioração superficial, apresentando fenômenos de descoloração, perda de brilho e efeito sobre as propriedades mecânicas.

Os resultados obtidos denotam que o aumento de percentual da carga altera o desempenho mecânico, tendendo a aumentar a densidade e absorção dos compósitos e apresentando uma baixa adesão da carga/matriz e aglomeração da farinha de madeira.

### Agradecimentos

Os autores agradecem ao SENAI DR-BA, por conceder a bolsa de iniciação científica e viabilizar a utilização da estrutura e equipamentos dos Laboratórios de Polímeros e Ensaio Mecânicos.

### Referências Bibliográficas

1. J.J. Morrell; N.M. Stark; D.E. Pendleton; A.G. McDonald *Wood Design Focus* 2006, 16, 7.
2. R. N. Brandalise, Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.
3. P. C. Lodi; B. S. Bueno, J. G. Zornberg *Revista Iberoamericana de Polímeros* 2010, 11, 145.
4. A. Klyosov in *Wood-Plastic Composites*, Ed.; John Wiley & Sons Inc, New Jersey, 2007, 95.
5. F. H. Mondardo, Tese de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.
6. M. A. Paoli in *Degradação e estabilização de polímeros*, Ed.; Artliber, São Paulo, 2009, 43.
7. L. D. Suits; Y. I. N. G. Hsuan *Geotextiles and Geomembranes* 2003, 21, 111.
8. M. W. Kakizawa, TCC de Bacharelado, Universidade da Amazônia, 2009.