

## **AVALIAÇÃO DA DURABILIDADE DE BIOCOMPÓSITOS DE POLIETILENO VERDE COM FIBRAS DA TORTA DE OITICICA ATRAVÉS DO ENVELHECIMENTO HIDROTÉRMICO**

**BORBA, Caroline H. S.<sup>1C</sup>; SILVA, Maria Leticia C.<sup>2C</sup>; SANTOS, Zora I. G.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal de Sergipe (UFS), Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais (DCEM), São Cristovão, Sergipe, [carolsouza.pe@gmail.com](mailto:carolsouza.pe@gmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Sergipe (UFS), Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais (DCEM), São Cristovão, Sergipe, [leticia19962011@gmail.com](mailto:leticia19962011@gmail.com)

<sup>3</sup> Universidade Federal de Sergipe (UFS), Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais (DCEM), São Cristovão, Sergipe, [zora.ufs@gmail.com](mailto:zora.ufs@gmail.com).

### **RESUMO**

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do tempo e condições do envelhecimento hidrotérmico de polietileno de alta densidade (PEAD verde) e seus biocompósitos com 10 e 20% de torta de oiticica submetidos à exposição a água do mar ( $\pm 25^{\circ}\text{C}$ ) e água corrente em estufa ( $50^{\circ}\text{C}$ ). As composições foram preparadas pelo processo de extrusão e os corpos de prova obtidos da moldagem por injeção e caracterizadas termicamente (por TGA) e visualmente (Microscopia óptica). Os resultados mostraram que a presença da torta de oiticica influenciou aumentando a absorção d'água dos biocompósitos e que a temperatura foi um fator acelerador deste processo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biocompósito, Oiticica, Envelhecimento, Hidrotérmico

### **1. INTRODUÇÃO**

Uma das preocupações dos estudiosos nos últimos anos é desenvolver novos materiais que ao mesmo tempo apresentem excelentes propriedades e sejam considerados amigos do ambiente. Os biocompósitos são considerados uma combinação de matriz termoplástica, obtida a partir de uma fonte renovável, com fibras encontrada nos resíduos (torta) de plantas lignocelulósicas. No intuito de atender as exigências ambientais, o uso de fibras oriundas de resíduos lignocelulósicas traz consigo as vantagens de ser biodegradáveis, ter uma disponibilidade natural e baixo custo.<sup>1</sup> A oiticica (*Licania rígida Benth*) é um fruto que pertence à família *Crysobalanaceae* e que possui características arbóreas, podendo ser encontradas facilmente em lugares abertos como praças. É uma espécie típica de matas ciliares do sertão nordestino e encontradas entre os estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba.<sup>2</sup> A amêndoa da oiticica possui cerca de 70% do fruto, 60 a 63% do seu peso em óleo e 5% de teor de umidade. Após a extração do óleo, por prensagem, o co-produto gerado ainda é utilizado como adubo para o solo e ração para animais. No entanto, o co-produto (também conhecido como torta) é de interesse tecnológico para a aplicação em compósitos (estudos recentes) pois estes resíduos ainda possuem restos de fibras e óleo que ainda podem ser aproveitados.<sup>3</sup>

Os biocompósitos em geral possuem propriedades que se tornam interessante para as diversas aplicações. Porém, para esses tipos de materiais existem alguns fatores que restringem a utilização dos biocompósitos em determinadas aplicações. A tendência de absorver água é avaliada constantemente nesses materiais, pois as fibras presentes possuem alta afinidade com a umidade presente no ambiente. Quando os biocompósitos estão em contato com água, os grupos hidroxila presente nos constituintes da fibra (hemicelulose e celulose) fazem ligações de hidrogênio com água e como consequência o biocompósito ganha característica de material hidrofílico. O resultado disso é que o biocompósito tende a absorver mais água, ocorrendo o inchaço do material, aparecimento de fissuras e o descolamento de fibras. O objetivo principal desse estudo foi avaliar o envelhecimento hidrotérmico de biocompósitos com fibras de torta de oiticica e verificar a influência quanto a absorção d'água em relação as propriedades térmicas.<sup>4</sup>

### **2. METODOLOGIA**

#### **Materiais**

O polímero utilizado foi um PEAD verde fabricado pela Braskem sob o código SHC7260, com índice de fluidez de 7,2 g/10min. A torta de oiticica (com teor de 10 e 20%) foi doada por uma fábrica de sabão localizada na cidade de Jaguaribe-CE. O aditivo utilizado foi um polietileno funcionalizado com anidrido maléico, Orevac CA 1832, produzido pela Atofina (com teor de 10% do teor da torta).

#### **Métodos**

Todos os materiais foram individualmente pesados e misturados por tamboreamento e em seguida alimentados no funil principal de uma extrusora dupla rosca modular corrotacional, da marca Imacon com diâmetro de rosca de 30 mm e razão L/D=40, no laboratório de processamento de polímeros do SENAI/CIMATEC

em Salvador/BA, e os corpos de prova preparados em injetora BATTENFELD HM 45/210 no laboratório do DCEM/UFS.

O envelhecimento hidrotérmico foi realizado de acordo com a norma ASTM D570-98. Nesta etapa os corpos de prova foram inicialmente pesados e separados em dois grupos (a) corpos de prova imersos em água corrente à 25°C e solução de NaCl, simulando a água do mar e (b) corpos de prova imersos em um banho de água corrente à 50°C (dentro da estufa). Os corpos de prova foram imersos durante um período de 1600h sendo que a retirada destes varia de acordo com a norma citada acima. A absorção d'água foi acompanhada pelo cálculo da porcentagem de variação de massa dos corpos de prova (Mt) usando a seguinte equação:

$$Mt(\%) = \frac{wt - w0}{w0} * 100$$

Onde wt é o peso do corpo de prova no instante t e w0 o peso inicial do corpo de prova sem exposição a água. O PEAD verde e os biocompósitos (10 e 20% torta) foram caracterizados por um analisador térmico simultâneo (TGA) de marca NETZSC e modelo STA 449 F1 Jupiter, onde foi realizado um aquecimento de 25°C até 600°C com uma taxa de aquecimento de 10°C/min. Nesse ensaio foram obtidas as curvas de perda de massa do PEAD verde e os biocompósitos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os gráficos apresentados na Figura 1 mostram o perfil de absorção d'água para o PEAD verde e os biocompósitos com 10 e 20% de torta de oiticica expostos a água do mar a 25°C (Figura 1(a)) e água corrente em estufa a 50°C (Figura 1(b)). Em ambos os gráficos é possível observar que há um aumento da absorção d'água com o tempo e que este aumento é mais pronunciado à medida que cresce o teor de torta de oiticica na matriz de PEAD. Para o PEAD verde os valores de absorção são inferiores a 1% nas duas condições, mostrando que se manteve praticamente constante durante o tempo de exposição. A temperatura é um fator importante no processo de absorção d'água, pois esta atua como um acelerador fazendo com que os biocompósitos absorvam um teor de água maior. Essa tendência dos biocompósitos em absorver água esta relacionado com a presença de grupos hidroxilas na estrutura da celulose, presente nas fibras, onde esses se ligam com as moléculas de água formando pontes de hidrogênio.<sup>5</sup> O efeito da temperatura pode ser explicado pelo processo de difusão, onde o movimento das moléculas de água na matriz é responsável pelo mecanismo de difusão de uma região de maior concentração para o outra de concentração menor. A elevação da temperatura aumenta a transferência de moléculas de água na matriz e por consequência a taxa de difusão de umidade também aumenta.<sup>6</sup>

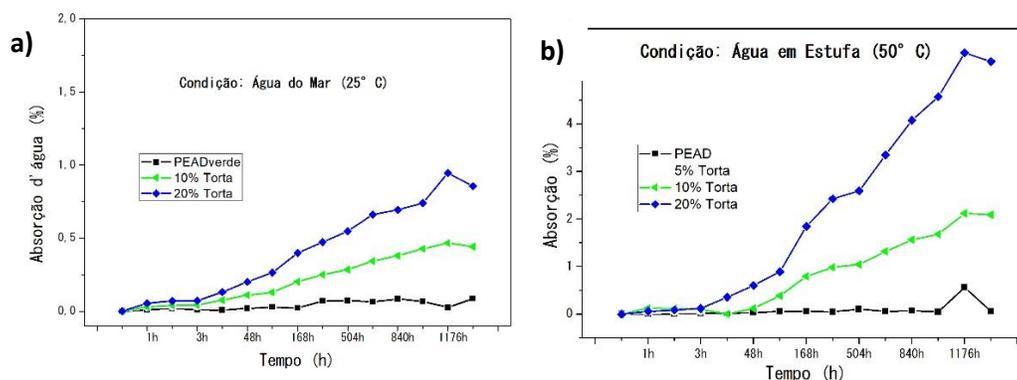


Figura 1: Gráficos de absorção d'água do PEAD verde e os biocompósitos com 10 e 20% de torta de oiticica em água do mar a 25°C e água corrente em estufa a 50°C.

A Figura 2 mostra os termogramas para o PEAD verde (a) e os biocompósitos com 10 e 20% de torta de oiticica (b,c), antes de expor e expostos a água do mar a 25°C e água corrente em estufa a 50°C durante 1600h. Para o PEAD verde exposto em água do mar não houve diferença em seu termograma, mantendo-se o padrão do PEAD sem expor. Já o PEAD exposto em água corrente em estufa a 50°C houve uma variação em sua estabilidade térmica, podendo inferir que essas condições influenciou de alguma forma a morfologia do PEAD fazendo com que a perda de massa ocorresse em temperaturas inferiores. Os biocompósitos com 10 e 20% de torta de oiticica (b,c) foi observado que no ambiente da água corrente em estufa a 50°C não influenciou significativamente na estabilidade térmica mantendo-se semelhante aos biocompósitos que não foram expostos. Já para as condições de água do mar, os biocompósitos mostraram curvas de perda de massa a temperaturas

inferiores, sendo mais pronunciado no biocompósito com 20% de torta de oiticica. Logo, é possível afirmar que os grupos presentes na fibra da torta (hemicelulose, lignina, pectina e celulose) pode ter interagido com o NaCl presente na solução que simula a água do mar. Essa interação entre o meio e os constituintes da fibra resultou a uma agressão maior aos biocompósitos ocasionando, possivelmente, a ruptura de ligações químicas, diminuindo a estabilidade térmica destes nas condições de água do mar.<sup>7</sup>

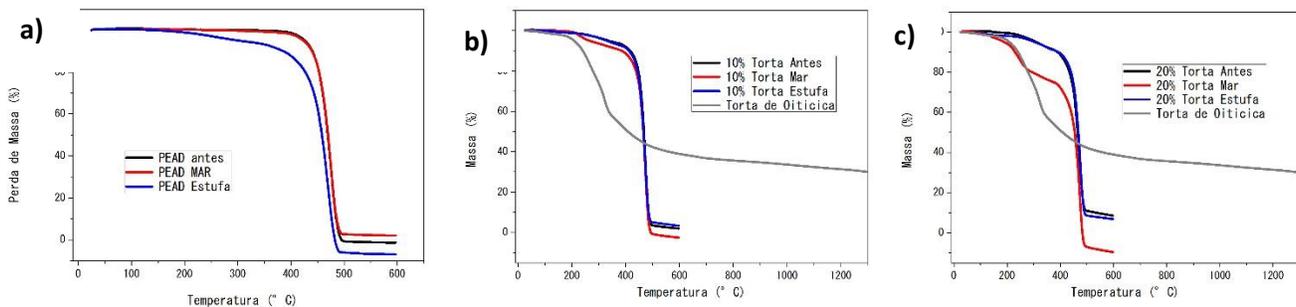


Figura 2: Termogramas do (a) PEAD verde, (b) 10% Torta e (c) 20% Torta, antes de expor, expostos a água do mar a 25°C e água corrente em estufa a 50°C.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do presente estudo foi possível concluir que a torta de oiticica influenciou fortemente na absorção d'água dos biocompósitos. A temperatura acelerou o processo de absorção, resultando em uma maior massa de água nos biocompósitos. A água corrente em estufa a 50°C diminuiu a estabilidade térmica do PEAD. Já o PEAD sem expor e expostos em água do mar mantiveram os mesmos termogramas, ou seja, o ambiente da água do mar não influenciou na sua estabilidade térmica. As condições ambientais da água do mar influenciaram os biocompósitos com 10 e 20% de torta, devido a uma possível interação entre o NaCl e os constituintes da fibra, ocasionando quebra de ligações químicas e conseqüentemente fazendo diminuir a estabilidade térmica dos mesmos. Para as condições de água em estufa a 50°C não ocorreu mudanças significativas nos biocompósitos com 10 e 20% de torta de oiticica.

#### 5. REFERÊNCIAS

1. V. Assmann. **Obtenção de compósitos termomoldados a partir da torta de mamona plastificada com glicerol, derivado do processo de transesterificação de óleos e gorduras.** Tese de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, 2009.
2. H. G. Marques; D. F. F. Martins. **Obtenção e caracterização do óleo de oiticica (Licania rígida benth) utilizado na síntese de biodiesel.** Anais I SEPE, Caraúbas, 2014.
3. V. Queiroga, et al. **Composição química e mineral de amêndoas de oiticica em três tempos de armazenamento.** Revista Verde., v.8., n.2., p.173-177, 2013
4. Y. Wu, et al. **Water-resistant hemp fiber-reinforced composites: In-situ surface protection by polyethylene film.** Ind. Crops Prod., v.112., p.210-216, 2017.
5. H. K. K. Takemura, S. Takai. **Effects of microfibrillated cellulose addition and water absorption on mechanical properties of jute/poly(lactic acid) composites.** Natural filler and Fibre Composites: Development and Characterisation. Ed.; S Syngellakes, Boston, 2015, vol.1, 1-237.
6. M. C. M. Faria. **Avaliação do efeito higrotérmico nas propriedades mecânicas de compósitos PPS-Fibras contínuas.** J. Chem. Inf. Model., vol.53., no.9., p.1689-1699, 2013.
7. J. S. Almeida, et al. **Estudo do efeito da degradação hidrotérmica e absorção de água nas características superficiais dos biocompósitos de polietileno com fibras de oiticica.** Anais 14º Congresso Brasileiro de Polímeros, Águas de Lindóia, 2017.