

## **AVALIAÇÃO PRELIMINAR DO COMPORTAMENTO MECÂNICO DE COMPÓSITOS HÍBRIDOS POLIETILENO/LINTER DE ALGODÃO/ARGILA MONTMORILONITA**

DUARTE, Isabella D.<sup>1C</sup>; ALEXANDRE, Emily C. B.<sup>2C</sup>; LIRA, Margareth N. S.<sup>3C</sup>; DAMASCENO, Igor Z.<sup>4M</sup>; REINALDO, Jucikléia S.<sup>5</sup>; ITO, Edson N.<sup>6</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) Natal - RN, Rio Grande do Norte, <sup>1</sup>[isaadonadello@gmail.com](mailto:isaadonadello@gmail.com), <sup>2</sup>[emilycbalexandre@gmail.com](mailto:emilycbalexandre@gmail.com), <sup>3</sup>[mnslira@gmail.com](mailto:mnslira@gmail.com), <sup>4</sup>[igorzumba@gmail.com](mailto:igorzumba@gmail.com), <sup>5</sup>[juciengmat@gmail.com](mailto:juciengmat@gmail.com), <sup>6</sup>[ito@ufrnet.br](mailto:ito@ufrnet.br)

### **RESUMO**

A adição de duas cargas reforçantes em matrizes poliméricas têm-se mostrado uma alternativa à produção de compósitos poliméricos convencionais, por permitir uma combinação eficiente das propriedades dos constituintes. As fibras de linter de algodão consiste em um rejeito da indústria têxtil rico em celulose e a argila montmorilonita é uma carga inorgânica muito utilizada com materiais poliméricos. Este trabalho consiste em um estudo preliminar comparativo do comportamento mecânico de compósitos híbridos polietileno reciclado com fibras de linter de algodão e argila montmorilonita organicamente modificada. A adição de 1% em massa de argila resultou em um aumento considerável do módulo de elasticidade, da resistência máxima e do alongamento na ruptura, com uma ligeira redução da resistência ao impacto Izod. Esses resultados estão relacionados com indícios da boa interação superficial e eficiente distribuição da carga inorgânica na matriz polimérica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Compósito híbrido, polietileno reciclado, linter de algodão, argila montmorilonita

### **1. INTRODUÇÃO**

A fibra de linter é um rejeito da biomassa produzido na industrialização do algodão, caracterizada por possuir uma arquitetura oca, porosa, cilíndrica, curta e crespa, aspectos que contribuem com uma alta reatividade, apresentando grande possibilidade de aplicação em compósitos poliméricos, em virtude do seu baixo custo de obtenção, suas características, abundância e biodegradabilidade.<sup>1</sup>

As nanoargilas montmorilonita podem ser organicamente modificadas para aumentar a interação com os materiais poliméricos e a aplicação destes materiais tem se tornado atraente pela sua alta capacidade em modificar propriedades se comparado ao polímero puro, dentre as quais podem ser citadas: aumento do módulo de elasticidade, aumento da resistência ao calor, diminuição da permeabilidade de gases e diminuição da inflamabilidade.<sup>2,3</sup>

A utilização de duas cargas reforçantes na produção de um compósito polimérico permite combinar as propriedades dos componentes individuais.<sup>4</sup> Estes materiais, denominados compósitos poliméricos híbridos, tem se apresentado na literatura como uma boa alternativa à produção de compósitos de fibra natural em virtude da melhoria significativa nas propriedades mesmo com uma pequena adição destas nanopartículas inorgânicas. Assim, este trabalho traz um estudo comparativo preliminar do comportamento mecânico de compósito híbrido de polietileno reciclado reforçado com fibras de linter de algodão e nanocargas de argila montmorilonita organofílica.

### **2. METODOLOGIA**

Os materiais utilizados foram polietileno reciclado (Bemis S.A.), fibras de linter de algodão (Embrapa Algodão) e argila montmorilonita Cloisite® 30B (Southern Clays). A Tabela 1 mostra as formulações utilizadas.

Tabela 1: Composições do PE e dos compósitos

Composição das amostras	PE (PE <sub>p</sub> )	PE/Linter (PE <sub>p</sub> /1L)	PE/Linter (PE <sub>p</sub> /5L)	PE/Linter (PE <sub>p</sub> /9L)	PE/Linter/Argila (PE <sub>p</sub> /1L/1A)
% em massa (pcr)	100	100/1	100/5	100/9	100/1/1

As formulações foram processadas em uma extrusora de rosca simples da empresa AX Plásticos Máquinas Técnicas Ltda com perfil de temperatura de (220/230/230 °C) da zona de alimentação até a matriz e com velocidade de 40 rpm. Os corpos de prova do tipo I da norma ASTM D638 foram moldados por injeção em equipamento da marca Arburg modelo Allrounder 270 S, com perfil de temperatura de (210/220/230/230/220 °C) da alimentação até o bico de injeção com temperatura do molde de 30°C e tempo de resfriamento de 45 s.

As caracterizações mecânicas foram realizadas por tração em máquina universal da marca Shimadzu modelo AG- 300kN com velocidade de ensaio de 1mm/min até 0,5% de deformação e 5mm/min até a ruptura (ASTM D638) e por impacto Izod em equipamento da marca Ceast modelo Resil 5.5 com martelo de 2,75J (ASTM D256).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 ilustra o aspecto visual dos corpos de prova do polímero e compósitos poliméricos. O polietileno apresenta cor branca, devido a presença de dióxido de titânio, aditivo de cor do material reciclado. O aumento da concentração de fibras de linter de algodão tornou o material mais escuro. A adição de 1% em massa de argila montmorilonita no compósito com 1% em massa de fibras de linter (PE<sub>p</sub>/1L/1A) não alterou o aspecto visual quando comparado à formulação PE<sub>p</sub>/1L.

Figura 1: O aspecto visual do polímero e compósitos poliméricos. (a) PE<sub>p</sub>, (b) PE<sub>p</sub>/1L, (c) PE<sub>p</sub>/5L, (d) PE<sub>p</sub>/9L e (e) PE<sub>p</sub>/1L/1A.

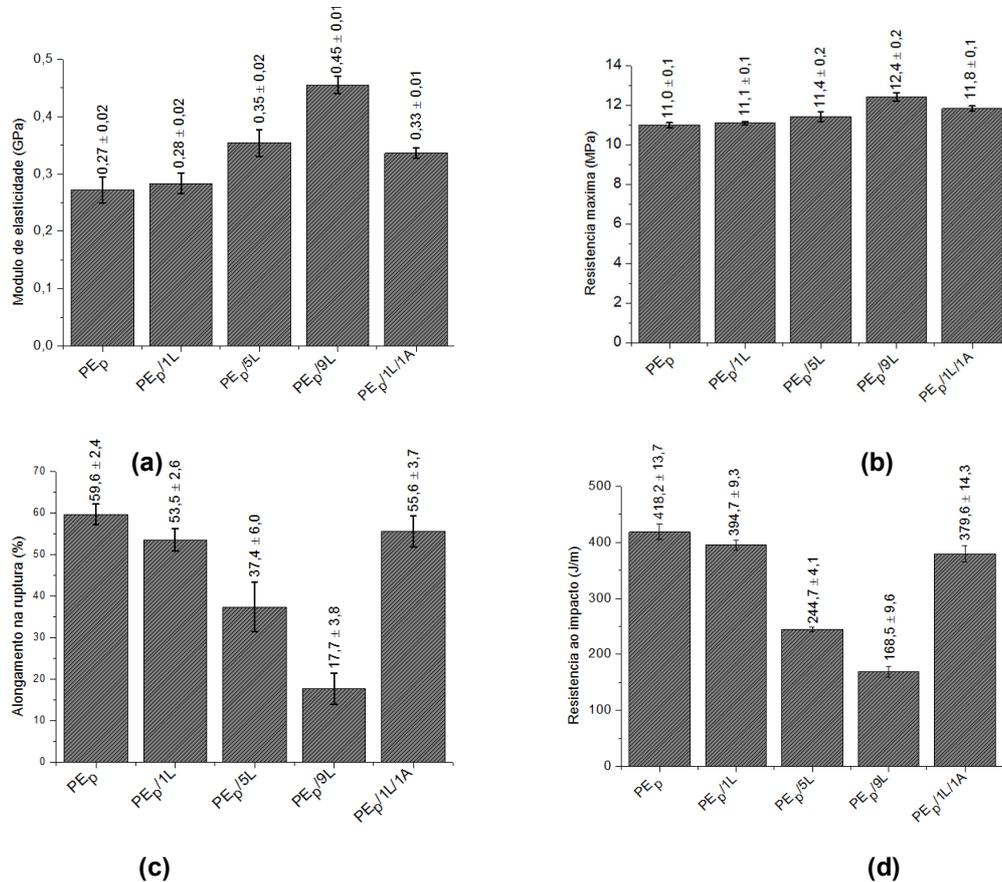


Os resultados apresentados na Figura 2 mostram que os compósitos com 1, 5 e 9% em massa de fibra de linter de algodão apresentaram um aumento no módulo de elasticidade e na resistência máxima com o aumento da concentração de fibra, enquanto houve uma redução nas propriedades de alongamento na ruptura e de resistência ao impacto.

O compósito híbrido (PE<sub>p</sub>/1L/1A) apresentou propriedades intermediárias aos compósitos com 1 e 5% em massa de fibra de linter. A adição de 1% em massa de argila permitiu um aumento de aproximadamente 18% do módulo de elasticidade, 6% da resistência máxima e de 4% do alongamento na ruptura com relação ao compósito PE<sub>p</sub>/1L, enquanto que a resistência ao impacto ainda decresceu em torno de 4%.

O incremento fornecido pela argila nas propriedades mecânicas obtidas no ensaio de tração pode ser explicado pelos indícios de uma boa dispersão das partículas e por possivelmente apresentar uma boa interação com a matriz polimérica, permitindo a distribuição eficiente dos esforços. Entretanto, a adição de partículas rígidas na matriz polimérica causa um efeito contrário em ensaios instantâneos como, por exemplo em impacto Izod.

Figura 2: Comportamento mecânico do polietileno e compósitos poliméricos. (a) Módulo de elasticidade (MPa), (b) Resistência máxima (MPa), (c) Alongamento na ruptura (%) e (d) Resistência ao impacto Izod (J/m)



#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de uma segunda carga em escala nanométrica para a produção de um compósito híbrido se mostrou de grande potencial, pois permitiu um incremento considerável nas propriedades mecânicas do sistema estudado, mesmo em baixa concentração. Estudos futuros deverão investigar outras possíveis formulações em busca de um teor ideal de argila montmorilonita nanométrica e de fibra de linter de algodão.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem à Embrapa Algodão, Bemis S.A. e Southern Clay Products pelo fornecimento dos materiais e ao CNPq pelo financiamento da pesquisa.

#### 5. REFERÊNCIAS

1. A. Sczostak. Cotton linters: An alternative cellulosic raw material, *Macromol. Symp.* 2009, 280, 45.
2. A. Arndt; B. M. Sandrin; P. S. Balderr; M. I. B. Tavares; M. M. Meier; A. P. T. Pezzin. *Matéria*, 2017, 22.
3. G. F. Brito; A. D. Oliveira; E. M. Araújo; T. J. A. Melo; R. Barbosa; E. N. Ito. *Polímeros*. 2008,18, 170.
4. M.F. Hossen; S. Hamdan; M.R. Rahman; M.M. Rahman; F.K. Liew; J.C. Lai. *Fibers Polym.* 2015, 16, 479.