

## **MULCH FILM PRODUZIDOS A PARTIR DE POLI(BUTILENO ADIPATO CO-TEREFTALATO) E CARGA VEGETAL**

**OLIVEIRA, Thainá Araújo<sup>1M</sup>; MOTA, Islaine de Oliveira<sup>2</sup>; BARBOSA, Renata<sup>3</sup>; ALVES, Tatianny Soares<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal Piauí, UFPI, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia dos Materiais, Teresina-PI, thaina-psiue@hotmail.com.

<sup>2</sup> Universidade Federal Piauí, UFPI, Curso de Engenharia de Materiais, Teresina-PI, islainemotaoliveira@gmail.com.

<sup>3</sup> Universidade Federal Piauí, UFPI, Curso de Engenharia de Materiais e Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia dos Materiais, Teresina-PI, rrenatabarbosa@yahoo.com

<sup>4</sup> Universidade Federal Piauí, UFPI, Curso de Engenharia de Materiais e Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia dos, Materiais, Teresina-PI, tsaeng3@yahoo.com.br

### **RESUMO**

O aumento populacional, a urbanização e as alterações climáticas têm interferido na produção agrícola negativamente sendo necessária a implementação de ações para melhoria dos meios de produção sem afetar o meio ambiente e neste contexto os plásticos têm sido utilizados para tornar a produção de alimentos mais eficiente e sustentável. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi desenvolver *mulch films* a partir do poli(butileno adipato co-tereftalato) (PBAT), associado a 2,0% de cera de carnaúba e 5,0% resíduo de cana-de-açúcar via extrusão plana visando aplicação em cobertura de solos. Os resultados do ensaio de resistência a tração indicaram que houve uma diminuição da resistência à tração e do alongamento na ruptura do compósito, mas no entanto, os valores encontrados encontram-se dentro das especificações da norma que regulariza os filmes plásticos agrícolas para cultivo protegido.

**PALAVRAS-CHAVE:** Polímeros biodegradáveis, plasticultura, compósito, resíduo agrícola.

### **1. INTRODUÇÃO**

Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação a agricultura no Século 21 enfrenta múltiplos desafios para produzir alimentos para alimentar a crescente população mundial utilizando uma força de trabalho rural cada vez menor e buscando adaptar-se às mudanças climáticas para adotar métodos de produção mais eficientes e sustentáveis.<sup>1</sup> Para superar o desafio das mudanças climáticas e promover uma adaptação do setor agrícola é necessário implementar ações que envolvam produtores de insumos e alimentos, agências governamentais e instituições de pesquisas para o desenvolvimento de tecnologias.<sup>2</sup>

Desta forma, os polímeros foram introduzidos na agricultura para auxiliar no aumento da produção agrícola, melhorar a qualidade dos frutos e reduzir o consumo de recursos valiosos, tais como água, pesticidas, fertilizantes e energia.<sup>3</sup> O *mulching* é uma das principais aplicações dos plásticos na agricultura com demanda global durante o período de 2000-2007 de 1,4 milhões de toneladas, especialmente na Ásia e mais de 80.000 km<sup>2</sup> de terra agrícola são cobertos a cada ano com *mulch films* a base de plástico. No Brasil não há dados oficiais sobre a área de cultivo protegido, mas em 2007 o Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas (SBRT) publicou um dossiê técnico onde era estimada em 2 mil hectares o total de áreas cobertas.<sup>4,5</sup>

Dentre os polímeros sintéticos que podem ser utilizados para aplicação em cobertura de solos, o polietileno (PE) é o mais dominante.<sup>3</sup> No entanto, ao final da colheita a recuperação dos filmes plásticos não degradáveis demanda tempo e ocupação de mão-de-obra, além de ser economicamente oneroso, tornando o uso de polímeros biodegradáveis uma alternativa sustentável para diminuir os custos da utilização da técnica de *mulching*. O poli(butileno adipato co-tereftalato) (PBAT) é uma das matrizes biodegradáveis que têm sido utilizada como base para produzir *mulch film* para substituir os plásticos convencionais.<sup>6</sup>

Outra alternativa que pode ser utilizada para tornar as práticas agrícolas mais sustentáveis é o desenvolvimento de *mulch film* reforçado com cargas naturais. As vantagens deste tipo de carga são o baixo custo, biodegradabilidade, baixa abrasividade para os equipamentos de processamento de termoplásticos, além de não serem tóxicas. Dentre as cargas naturais empregadas, as lignocelulósicas são aquelas provenientes de madeira ou plantas e são constituídas principalmente por celulose, hemicelulose e lignina.<sup>7</sup> O resíduo gerado durante a produção da cana-de-açúcar é uma excelente alternativa dentre as cargas lignocelulósicas para a produção de biocompósitos, pois segundo a Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB o Brasil é o

maior produtor mundial de cana-de-açúcar com estimativa de produção durante a safra 2016/17 de 73,27 kg/hectares.<sup>8</sup>

Com base na promissora projeção do cenário da plasticultura, o objetivo deste trabalho foi desenvolver filmes de biocompósitos a partir do PBAT, cera de carnaúba e resíduo de cana-de-açúcar para aplicação em cobertura de solos (mulching). As propriedades mecânicas dos filmes produzidos foram determinadas a partir do ensaio de resistência à tração.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Materiais

A matriz polimérica utilizada para a produção do compósito foi o Poli (butileno adipato co-tereftalato) - PBAT, de nome comercial Ecoflex<sup>®</sup> F Blend C1200, produzido pela BASF (Alemanha).

O resíduo de cana-de-açúcar (RC) utilizado como carga foi doado pela empresa COMVAP, localizada na zona Rural de União-PI. Foi utilizada a cera de carnaúba (CC) do Tipo 1 como agente impermeabilizante doada pela Fábrica de Cera Salustiano, localizada em Geminiano-PI.

### 2.1 Métodos

#### PREPARAÇÃO DOS *MULCH FILMS*

O resíduo de cana-de-açúcar foi seco em estufa a 60 °C durante 24 horas, e em seguida foi triturado e peneirado (Mesh 100) repetidas vezes (aproximadamente 4-6 vezes). Antes de serem processados a matriz polimérica e o resíduo, anteriormente preparado, foram secos em estufa a 60 °C durante um período de 4 e 21 horas, respectivamente. O PBAT, cera de carnaúba e resíduo de cana-de-açúcar foram misturados manualmente à temperatura ambiente e posteriormente extrusados em duas etapas, descritas a seguir. O PBAT foi processado sem a carga para fins de comparação.

A primeira etapa consistiu na incorporação de 2,0% cera de carnaúba e 5,0% resíduo de cana-de-açúcar à matriz polimérica. Os componentes foram processados numa extrusora monorosca, modelo Lab 16 da AX Plásticos, com um perfil de temperatura de 140 °C, 145 °C e 145 °C, e velocidade de rosca de 50 rpm. O material processado foi resfriado em uma banheira de água fria, granulado e seco.

A segunda etapa do processo consistiu na preparação dos *mulch films* em extrusora monorosca com uma matriz plana de largura de 220 mm, modelo Lab 16 da AX Plásticos, com um perfil de temperatura de 145 °C, 155 °C e 160 °C, e velocidade de rosca de 46 rpm. As unidades de puxamento e bobinamento tiveram a velocidade dos rolos definida individualmente para cada composição, garantindo uma espessura homogênea das amostras.

#### CARACTERIZAÇÃO DOS *MULCH FILMS*

##### Propriedades mecânicas dos *mulch films*

O ensaio de resistência a tração foi realizado segundo a norma ASTM D882, em uma máquina de ensaios mecânicos da marca Emic, modelo DL 1000 com uma célula de carga de 20 kgf. O ensaio foi conduzido à temperatura ambiente sob velocidade de 50 mm/min, com resultados médios de 5 corpos de prova apresentados.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi realizado o ensaio de resistência à tração para avaliar a relação tensão-deformação do PBAT puro, PBAT/RC - 5,0 e PBAT/RC/CC - 5,0 cujos valores de resistência à tração e alongamento final na ruptura estão expostos na Tabela 1.

Tabela 1: Resistência à tração e alongamento na ruptura do PBAT puro e PBAT/RC - 2,5

Amostras	Resistência à tração (MPa)	Alongamento final na ruptura (%)
PBAT puro	18,89 ± 1,00	Não rompeu
PBAT/RC	6,44 ± 0,53	510,40 ± 34,26
PBAT/RC/CC	6,00 ± 0,50	505,10 ± 38,31

O *mulch film* de PBAT puro apresentou valor de resistência à tração de 18,89 MPa, e a incorporação do resíduo de cana-de-açúcar promoveu uma diminuição da resistência à tração, havendo uma queda de 65,9% com a incorporação de 5,0% do resíduo.

Segundo Saheb e Jog<sup>9</sup> a resistência à tração de compósitos reforçados com carga natural dependem de parâmetros como adesão carga-matriz e a capacidade de transferência de tensão na interface. Conforme resultado da caracterização de MEV e infravermelho realizado, mas não apresentado neste trabalho, foi observado que a matriz de PBAT conseguiu revestir a carga, no entanto, não houve interação química entre os componentes. Desta forma, a diminuição na resistência à tração dos *mulch films* incorporados com resíduo de cana-de-açúcar pode ser explicada pela fraca compatibilidade entre carga-matriz, indicando que o acoplamento mecânico não é eficaz para a transferência de tensão na interface do sistema, tornando o resíduo de cana-de-açúcar um concentrador de tensão.

Em relação ao alongamento total na ruptura observa-se que a matriz pura não rompeu sob as condições do ensaio, mostrando que o PBAT é um material dúctil com elevado alongamento. Avérous e Le Digabel<sup>10</sup> ao avaliarem o alongamento na ruptura de filmes de PBAT encontraram valores nominais de alongamento maior do que 600%.

Com a incorporação de 5,0% de resíduo de cana-de-açúcar a matriz polimérica o *mulch film* sofreu ruptura ao atingir  $510,40 \pm 34,26\%$ , indicando que a amostra de PBAT/RC, ainda que seja mais rígida do que a matriz pura, o filme incorporado com resíduo de cana-de-açúcar ainda é um material dúctil.

A rigidez do material está intimamente relacionada com as propriedades da carga incorporada, com a razão de aspecto, com o comprimento crítico e a formação de falhas.<sup>9</sup> A carga utilizada neste trabalho possui uma grande variação na razão de aspecto e forma uma interface descontínua com a matriz de PBAT, desta forma, a diminuição do alongamento com o aumento no teor de resíduo pode ser explicada pelo aumento na quantidade de pontos de interface carga-matriz, pontos estes que podem atuar como concentradores de tensão e facilitam o processo de ruptura do material.

Era esperado que a adição de cera de carnaúba promovesse uma diminuição tanto da resistência à tração como do alongamento na ruptura dos *mulch films*, uma vez que a formação aglomerados da fase rica em ácidos graxos provavelmente aumentaria a descontinuidade da matriz.<sup>11</sup> Por sua vez, não foram observadas mudanças significativas nas propriedades mecânicas dos compósitos quando a cera de carnaúba foi inserida, provavelmente devido à sua baixa quantidade.

A norma da ABNT NBR 15560-2 que normatiza os filmes plásticos agrícolas para cultivo protegido exige que o alongamento na ruptura dos filmes com espessura acima de 100  $\mu\text{m}$  seja superior a 250%. Todos os compósitos obtidos neste trabalho possuem espessuras no intervalo entre 190 e 390  $\mu\text{m}$  e valores de alongamento acima de 500% estando, portanto, dentro das especificações. Sendo assim, todos os *mulch films* estudados apresentam desempenho mecânico satisfatórios para serem utilizados na cobertura de solos.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foram desenvolvidos *mulch films* a partir de PBAT, cera de carnaúba e resíduo de cana-de-açúcar. Por meio do ensaio mecânico observou-se que a adição do resíduo de cana-de-açúcar diminuiu a resistência à tração e o alongamento na ruptura do compósito, no entanto os *mulch films* atendem as exigências de normas específicas para tal produto, podendo ser utilizado para a cobertura de solos nas mais diversas culturas.

#### 5. REFERÊNCIAS

1. FAO. *High Level Expert Forum-How to feed the world 2050*. 2009, 1.
2. A. Wreford, D. Moran, N. Adger, *Climate Change and Agriculture: Impacts, Adaptation and Mitigation*, Organisation For Economic Co-Operation And Development, 2010.
3. R. P. Brown, *Polymers in Agriculture and Horticulture*, Rapra Technology Limited, 2004.
4. D. Briassoulis; A. Giannoulis *Polym. Test.* 2018, 67, 99.
5. B. A. Abrahão; A. Rodrigues; L. G. Paggiuca *Hortifruti. Bras.* 2014, 10.
6. A. P. Bilck; M. V. E. Grossmann; F. Yamashita *Polym. Test.* 2010, 4,471
7. R. Smith, *Biodegradable polymers for industrial applications*. CRC Press LLC, New Yorker, 2005.
8. Conab, *Monitoramento agrícola – Cana-de-açúcar*, 201.
9. D. N. Saheb; J. P. Jog *Adv. Polym. Technol.* 1999, 18, 351.



Associação Brasileira de Polímeros  
Regional Nordeste

**4º. Encontro Nordeste de Ciência e Tecnologia de Polímeros  
27 e 28 de Setembro de 2018, Aracaju SE  
Local: Universidade Tiradentes - UNIT**

10. L. Avérous; F. Le Digabel *Carbohydr. Polym.* 2006, 66, 480.

11. A. Jiménez; M. J. Fabra; P. Talens; A. Chiralt *Carbohydr. Polym.* 2010, 82, 585.