

BLENDAS DE PLA / BIO-PE: EFEITO DO TEOR DE BIO-PE NA CRISTALINIDADE E PROPRIEDADES REOLÓGICAS

Aylanna P. M. de Araujo¹, Pankaj Agrawal^{1*}, Shirley N. Cavalcanti¹, Amanda M. Alves¹, Gustavo F. Brito², Tomás J. A. de Mélo¹

1- Departamento de Engenharia de Materiais – Universidade Federal de Campina Grande, Av. Aprígio Veloso, 882, CEP 58429-900, Campina Grande – PB. * e-mail: pankaj@ig.com.br

2-Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais – Universidade Federal de Sergipe, Cidade Universitária Prof. José de Aloísio Campos, Av. Marechal Rondon, s/n, Bairro Jardim Rosa Elze, CEP 49100-000 São Cristóvão, Sergipe – SE.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é avaliar o efeito do teor do Bio-PE na cristalinidade e propriedades reológicas da blenda PLA/Bio-PE. As blendas contendo 05 e 15% de Bio-PE foram preparadas por extrusão seguida de injeção e caracterizadas por Difração de Raios-X (DRX) e ensaios reológicos em baixas e altas taxas de cisalhamento. Os resultados de DRX indicaram que o PLA apresenta baixa cristalinidade e que a mesma não foi alterada com o aumento do teor de Bio-PE. Os ensaios reológicos em baixas taxas de cisalhamento mostraram que houve um aumento da viscosidade da blenda PLA/ Bio-PE com o aumento no teor de Bio-PE. Já em altas taxas de cisalhamento foi observado que as viscosidades das blendas PLA/Bio-PE se aproximaram, o que pode ser atribuído à dissipação viscosa e à orientação das partículas da fase dispersa de Bio-PE no sentido do fluxo.

Palavras-chave: Poli (ácido láctico), Biopolietileno, Blendas poliméricas, Reologia.

INTRODUÇÃO

Com os avanços tecnológicos e o aumento da população global os materiais poliméricos têm sido amplamente empregados pela indústria. Entretanto, a maioria dos polímeros convencionais, é resistente à degradação, provocando impactos ambientais devido à grande quantidade de resíduos lançados ao meio ambiente sem nenhum controle, principalmente na forma de embalagens e de

garrafas. Sendo assim, a sociedade tem pressionado o setor industrial a adotar políticas “ecologicamente corretas” como o uso racional dos recursos naturais principalmente na produção de matéria prima para o setor produtivo. Uma alternativa ao uso de polímeros derivados de fontes fósseis é a produção de biopolímeros, que são polímeros obtidos a partir de matérias primas de fontes renováveis como o milho, cana-de-açúcar, celulose, quitina, etc. Nos últimos anos, pesquisas com os biopolímeros - poli(ácido lático) - PLA, Biopolietileno (Bio-PE), Poli(hidroxibutirato) - PHB , entre outros tem atraído um número significativo de pesquisadores, principalmente devido os mesmos apresentarem algumas limitações, necessitando de modificações para tornarem-se viáveis economicamente e, portanto, mais competitivos quando comparados com os polímeros termoplásticos convencionais^(1,2). Estas modificações têm sido feitas por meio da mistura com outros polímeros e/ou biopolímeros formando as blendas poliméricas⁽³⁾.

O objetivo deste trabalho é avaliar a influência de dois teores de Biopolietileno (Bio-PE) na cristalinidade e propriedades reológicas da blenda PLA/Bio-PE.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

Biopolímeros

- Poli(ácido lático) – PLA, Nature Works™ 2002D, IF= 4-8g/10min, Módulo de Young (E) = 3,5 GPa, da Cargill.

- Biopolietileno linear de baixa densidade – Bio-PE “I’m Green”™ SLH 218 , IF= 2,3 g/10min (190°C / 2,16Kg), densidade de 0,916 g/cm³, fornecido pela Braskem.

Métodos

Secagem dos materiais utilizados

O biopolímero PLA foi secado sob vácuo a 80°C por 4h.

Preparação das blendas

As blendas de PLA/Bio-PE foram preparadas em extrusora dupla rosca corrotacional modular, modelo ZSK de 18mm da Coperion-Werner-Pfleiderer. As seguintes condições de processamento foram utilizadas na extrusora: perfil de temperatura nas zonas do cilindro da extrusora, cabeçote e matriz – 180, 180, 180, 180, 180, 180, 180, 180°C. A taxa de alimentação foi de 5 Kg/h e a velocidade das roscas de 250 rpm.. A composição das amostras encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1- Composições das blendas PLA/Bio-PE.

PLA (%)	Bio-PE (%)
100	---
95	05
85	15

Moldagem das amostras

Amostras retangulares, com dimensões de aproximadamente 63,5 x 12,7 x 3,2 mm, para os ensaios de Difração de Raios X foram moldadas utilizando-se uma injetora FLUIDMEC, Modelo H30/40. A temperatura de moldagem foi de 180°C e a do molde de 20°C.

Caracterização das misturas PLA/Bio-PE

Difração de raios X (DRX)

A técnica de DRX foi utilizada para avaliar o efeito dos dois teores de Bio-PE na cristalinidade do PLA. Foi utilizado o difratômetro de raios-X da marca Shimadzu (radiação Cu K α) operando na faixa de 2θ de 2 a 30 graus.

Ensaio reológicos

O efeito dos dois teores de Bio-PE nas propriedades reológicas do PLA foi avaliado por meio de estudos reológicos em baixas e altas taxas de cisalhamento.

Os ensaios reológicos em baixas taxas de cisalhamento foram realizados, em material extrusado e granulado, em um reômetro Anton Paar Pyisica MCR 301, equipado com geometria de placas paralelas e gap de 1 mm, em regime permanente sob atmosfera de ar (A mesma utilizada nos ensaios em altas taxas de cisalhamento). A temperatura utilizada foi de 180°C e a taxa de cisalhamento variou entre 0,01 e 10s⁻¹.

Já os ensaios reológicos em altas taxas de cisalhamento foram realizados, em material extrusado e granulado, em um reômetro capilar SR 20 da Ceast (Instron) sob atmosfera de ar. Foi utilizado um capilar (L/D= 30) com diâmetro de 1mm e comprimento de 30 mm. A temperatura utilizada foi de 180°C e a taxa de cisalhamento variou entre 100 e 10000 s⁻¹.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Difração de raios X (DRX)

A Fig. 1 ilustra os difratogramas de raios-X do PLA puro e das blendas PLA/Bio-PE contendo 05 e 15% de Bio-PE. Observa-se que os picos característicos do Bio-PE são evidenciados na blenda com maior teor de Bio-PE, os quais ocorrem em 2 θ ~21,4° e 2 θ ~23,8° respectivamente. Além disso, para todos os sistemas é evidente o ombro alargado característico do PLA, o qual permanece inalterado para as duas blendas, indicando que a microestrutura do PLA não está sendo alterada com a adição do Bio-PE. Este resultado é relevante, pois mostra que a adição do Bio-PE não compromete a biodegradabilidade do PLA. Sabe-se que as enzimas microbianas são capazes de degradar apenas as regiões amorfas do polímero, que facilitam a penetração destas enzimas entre as cadeias ⁽⁴⁾.

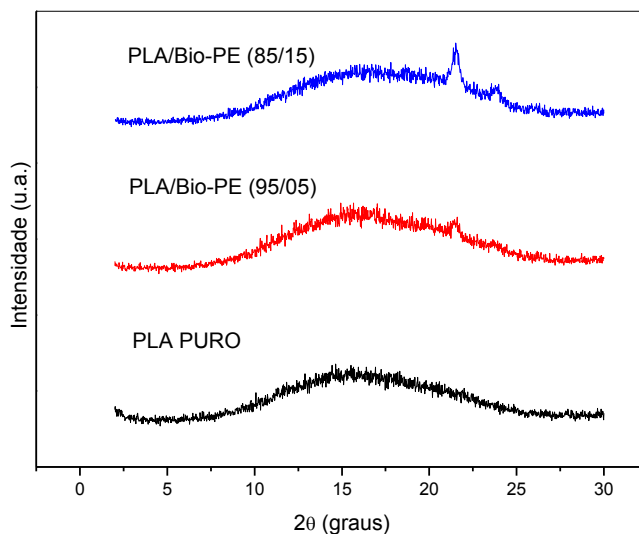


Figura 1 - Difratomogramas de raios-X do PLA puro e das blendas PLA/Bio-PE.

Propriedades Reológicas

A Figura 2 mostra as curvas de viscosidade do PLA e das misturas PLA/Bio-PE contendo 05 e 15 % (em peso) de Bio-PE. Pode-se observar que a viscosidade das blendas PLA/Bio-PE é superior a viscosidade do PLA. Isto pode ser atribuído à presença do Bio-PE, visto que este apresenta maior viscosidade que o PLA. A viscosidade também é aumentada quando se aumenta a quantidade de Bio-PE na blenda de 5 para 15% (em peso). O aumento do teor de Bio-PE também aumentou a pseudoplasticidade (viscosidade diminui com o aumento da taxa de cisalhamento) da blenda PLA/Bio-PE. Para altas taxas de cisalhamento quase não há diferença entre as viscosidades do PLA e das blendas PLA/Bio-PE. Isto pode estar relacionado à orientação das partículas da fase dispersa do Bio-PE no sentido do fluxo ou a dissipação viscosa devido à fricção do material com a parede do capilar, o que provoca um aumento na temperatura.

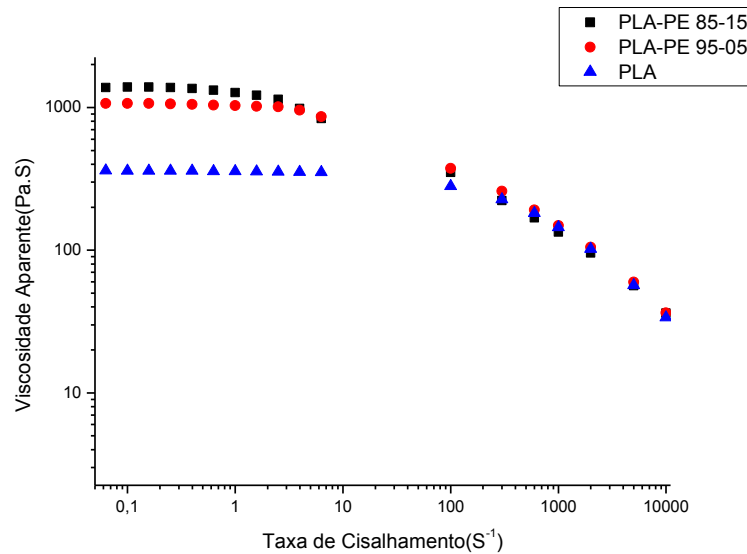


Figura 2 – Gráficos das curvas de viscosidade em função da taxa de cisalhamento.

CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da presença do Bio-PE na cristalinidade e propriedades reológicas do PLA. Para isso, as blendas de PLA/Bio-PE foram caracterizadas por difração de raios X (DRX) e ensaios reológicos. Os resultados DRX mostraram que não houve mudança no ombro alargado do PLA, o que evidencia que a cristalinidade do mesmo não foi alterada com a presença do Bio-PE, indicando assim, que sua biodegradabilidade não foi comprometida. Para os ensaios reológicos, a presença do Bio-PE aumentou a viscosidade em baixas taxas de cisalhamento. Este aumento foi atribuído a elevada viscosidade do Bio-PE. Em altas taxas de cisalhamento praticamente nenhuma diferença de viscosidade foi evidenciada entre o PLA e as blendas de PLA/Bio-PE.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq e CAPES pelo apoio financeiro, e a empresa Braskem, pelo fornecimento do Bio-PE.

REFERÊNCIAS

1 BRITO, G.F. ; AGRAWAL, P. ; ARAÚJO, E.M. ; MÉLO, T.J.A. , Tenacificação do Poli(Ácido Lático) pela Adição do Terpolímero (Etileno/Acrilato de Metila/Metacrilato de Glicidila), **Polímeros**, v.22, n.2, 2012, p.164-169.

2 RAY, S.S. ; BOUSMINA, M., Biodegradable polymers and their layered silicate nanocomposites : in greening the 21st century materials world. **Progress in Materials Science**, v.50, 2005, p.962-1079.

3 AGRAWAL, P. ; ARAÚJO, E.M. ; MÉLO, T.J.A. , Desenvolvimento de Nanocompósitos a partir de Blendas com Matriz de PA6, **Polímeros**, vol. 21, n° 5, 2011, p. 383-389.

4 WEBB H. K.; ARNOTT J.; CRAWFORD R. J.; IVANOVA E. P. Plastic Degradation and Its Environmental Implications with Special Reference to Poly(ethylene terephthalate). **Polymers**. v. 5, p.1-18,2013.

PLA/BIO-PE BLENDS: EFFECT OF THE BIO-PE CONTENT ON THE CRYSTALLINITY RHEOLOGICAL PROPERTIES

ABSTRACT

The aim of this work is to evaluate the effect of the Bio-PE content on the crystallinity and rheological properties of PLA/Bio-PE blend. The blends containing 05 and 15% of Bio-PE were prepared by extrusion followed by injection molding and characterized by X-Ray Diffraction (XRD) and rheological properties at low and high shear rates. XRD results indicated that the PLA present low crystallinity and this behavior was not changed with the addition of Bio-PE, regardless of Bio-PE content. Rheological properties results indicated that at low shear rates the viscosity of the PLA/Bio-PE increased with the increase in the Bio-PE content while at high shear rates the viscosities were almost similar, which may be ascribed to the orientation of Bio-PE particles in the flow direction or by the viscous dissipation.

Key-words: Poly (lactic acid), biopolyethylene, polymer blends, rheology.