

COMPORTAMENTO VISCOELÁSTICO DE BLENIDAS DE BioPEAD/BioPELBD

OLIVEIRA B. D., Akidauana^{1D*}; LIMA C. Jéssica Camilla^{1D}; FREITAS, M. G. Daniel^{1M}; AGRAWAL, Pankaj¹; MÉLO A. Tomás Jeferson¹

¹Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, PPGCEMat, Campina Grande, Paraíba, akidauanabrito@hotmail.com

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi estudar o comportamento viscoelástico de blendas poliméricas dos biopolietilenos, o biopolietileno de alta densidade (BioPEAD) e o biopolietileno linear de baixa densidade (BioPELBD), com índices de fluidez e estruturas moleculares distintas. Foi observado que com a adição do BioPELBD, o qual é mais viscoso e elástico, ao BioPEAD levou ao aumento da viscosidade e do grau de inchamento das blendas.

PALAVRAS-CHAVE: Biopolietileno, reologia, blendas poliméricas, viscoelasticidade.

1. INTRODUÇÃO

Dentre os polímeros mais utilizados em produtos industrializados, as poliolefinas destacam-se por serem de baixo custo, fácil processamento, terem baixa densidade e diversas propriedades atrativas, além de serem recicláveis. O polietileno “verde” (biopolietileno) desenvolvido pela empresa Braskem, está sendo bastante utilizado em diversas embalagens no mercado (sopradadas, filmes, injetados, etc), porém, para determinadas aplicações o mesmo apresenta algumas limitações, portanto, para ampliar as aplicações a mistura com outros polímeros (blendas) é uma alternativa para a solução de vários problemas, pois possui a vantagem de combinar as propriedades de polímeros já existentes, além da possibilidade de variar as suas composições, e formar novos materiais com propriedades diferenciadas^{1,2}. Portanto nesse contexto, o objetivo desse trabalho será estudar as propriedades reológicas de blendas poliméricas obtidas pela mistura de dois biopolietilenos.

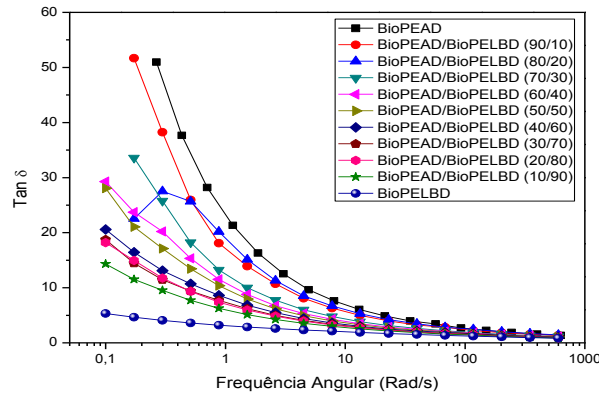
2. METODOLOGIA

Materiais: polietileno de alta densidade verde SHA7260 (BioPEAD, IF= 20 g/10min); polietileno linear de baixa densidade verde SLL318 (BioPELBD, IF= 2,7 g/10min), fornecidos pela Braskem. As blendas BioPEAD/BioPEBD nas concentrações 90/10, 80/20, 70/30, 60/40, 50/50, 40/60, 30/70, 20/80 e 10/90) foram obtidas em extrusora dupla-rosca, da Coperion-Werner-Pfleiderer, a 5 kg/h, 250 rpm, e 200 °C. O estudo reológico foi realizado em regime oscilatório em reômetro Physica MCR301/ANTON PAAR, em placas paralelas, D=25 mm e “gap” de 1mm e faixa de frequência de oscilação de 0,1 a 628 rad/s, com amplitude de deformação (5%) aplicada dentro do regime viscoelástico linear na temperatura de 200°C. Já o comportamento reológico das blendas em elevadas taxas de cisalhamento foi avaliado por meio do Reômetro Capilar SR20 da CEAST, em temperatura de 200 °C, capilar com razão L/D = 30, sendo D=1mm, com taxa de cisalhamento variando de 100 a 10000 s⁻¹. Para a avaliação do inchamento do extrudado, as amostras foram congeladas depois da saída do capilar em cada taxa de cisalhamento. As medidas do inchamento do extrudado foram feitas em triplicata em imagens capturada em microscópio ótico (MO), utilizado a relação $B=d_{mo}/d_c$, onde B é o inchamento do extrudado; d_{mo} – é o diâmetro medido na imagem capturada no MO e d_c é o diâmetro do capilar.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

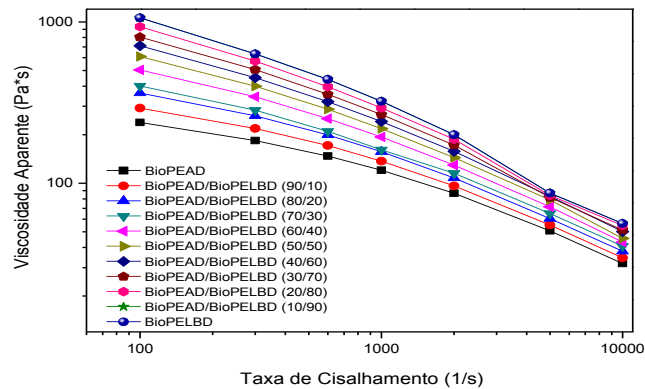
O coeficiente de amortecimento ($\tan\delta$) é obtido pela razão entre G'' e G' . O valor elevado de $\tan\delta$ indica que o material polimérico tem comportamento predominantemente viscoso, se o valor de $\tan\delta$ tende a zero, o comportamento é predominante elástico². A Figura 1 apresenta os valores do coeficiente de amortecimento ($\tan\delta$) em função da frequência, para os biopolímeros (BioPEAD e BioPELBD) e suas blendas. Observa-se que o BioPELBD apresenta um menor valor de $\tan\delta$ e uma menor dependência da frequência, indicando comportamento elástico. A independência do $\tan\delta$ da frequência também tem sido atribuída ao grau de emaranhamento das cadeias do polímero.² É importante destacar que o BioPELBD apresenta ramificações do tipo buteno-1 e tem menor índice de fluidez e por conseguinte maior peso molecular quando comparado ao BioPEAD, implicando em maior grau de emaranhados moleculares. Para as blendas, observa-se que o aumento do teor de BioPELBD diminui os valores de $\tan\delta$ em baixas frequências, indicando um aumento na elasticidade das mesmas, o que pode ser atribuído a presença do BioPELBD.

Figura 1- Coeficiente de amortecimento ($\tan\delta$) em função da frequência angular para os polietilenos verdes (BioPEAD e BioPELBD) e suas blendas.



Para avaliar o comportamento das blendas em taxas de cisalhamento similares às condições típicas de processos por extrusão e injeção, ou seja, de 100 a 10000 s^{-1} , foram obtidas curvas reológicas em reômetro capilar, ilustradas na Figura 2. Nesta figura e na Tabela 1, estão apresentados os resultados obtidos para os biopolímeros BioPEAD e BioPELBD e para as blendas BioPEAD/BioPELBD. Observa-se que o comportamento da viscosidade em função de taxa de cisalhamento dos polímeros e das blendas é pseudoplástico, conforme os valores de n (índice da potência) apresentados na Tabela 1. O BioPELBD apresenta maior viscosidade em toda faixa de cisalhamento quando comparado ao BioPEAD, o que está em concordância com o índice de fluidez de ambos. As blendas apresentaram comportamento intermediário obedecendo à regra das misturas³.

Figura 2- Curvas de viscosidade para os biopolímeros puros (BioPEAD e BioPELBD) e suas blendas (BioPEAD/BioPELBD) sob elevadas taxas de cisalhamento.



Para analisar quantitativamente o grau de pseudoplasticidade dos biopolímeros e das blendas, foi utilizado o modelo da potência de *Ostwald-de Waele*⁴, obtidos na Figura 2. Nos dados obtidos por meio do ajuste (Tabela 1), observa-se que o índice de consistência (K) aumenta com a adição de BioPELBD nas blendas, indicando aumento na consistência (ou seja, na viscosidade) o que corrobora com os valores da viscosidade vistos na Figura 2. Com o aumento da concentração de BioPELBD ocorreu uma redução do índice da potência (n), ou seja, um aumento do grau de pseudoplasticidade das blendas. Isto significa que o BioPELBD aumentou a dependência da viscosidade com a taxa de cisalhamento, importante para o processamento destes materiais em altas taxas de cisalhamento. O coeficiente de correlação R^2 apresentou valores relativamente próximos da unidade, demonstrando bom ajuste com o modelo da potência.

Tabela 1- Parâmetros do ajuste do modelo da potência para os biopolímeros BioPEAD e BioPELBD e para as blendas BioPEAD/BioPELBD.

Amostras	K (Pa.s ⁿ)	n	R ²
BioPEAD	5036,77	0,45419	0,9831
BioPEAD/BioPELBD (90/10)	6518,16	0,43468	0,9837
BioPEAD/BioPELBD (80/20)	8357,07	0,41755	0,9849
BioPEAD/BioPELBD (70/30)	8521,57	0,42335	0,9871
BioPEAD/BioPELBD (60/40)	12772,57	0,38655	0,9823
BioPEAD/BioPELBD (50/50)	17077,17	0,36198	0,9745
BioPEAD/BioPELBD (40/60)	19582,46	0,35584	0,9820
BioPEAD/BioPELBD (30/70)	25896,33	0,32662	0,9707
BioPEAD/BioPELBD (20/80)	31643,21	0,31047	0,9627
BioPEAD/BioPELBD (10/90)	40031,40	0,28795	0,9495
BioPELBD	48935,05	0,26824	0,9563

O inchamento do extrudado (Die Swell) pode ocorrer na extrusão de polímeros fundidos na saída da matriz podendo comprometer a qualidade do produto final, sendo importante a sua medição. Este fenômeno é uma manifestação do comportamento elástico do polímero.⁵ Durante a extrusão no reômetro capilar, foram escolhidas três taxas de cisalhamento para avaliar o inchamento do extrudado dos biopolímeros BioPEAD e BioPELBD e suas blendas. Na Tabela 2 pode-se observar que a adição de BioPELBD nas blendas aumentou o diâmetro do extrudado, esse comportamento pode ser atribuído as características mais elásticas do BioPELBD, corroborada pelo comportamento avaliado em baixas frequências por meio do parâmetro $\tan \delta$ (Figura 1).

Amostras	600 (1/s)	1000 (1/s)	2000 (1/s)
BioPEAD	1,052	1,186	1,582
BioPEAD/BioPELBD (90/10)	1,185	1,252	1,571
BioPEAD/BioPELBD (80/20)	1,227	1,411	1,818
BioPEAD/BioPELBD (70/30)	1,218	1,575	1,586
BioPEAD/BioPELBD (60/40)	1,494	1,535	1,811
BioPEAD/BioPELBD (50/50)	1,447	1,703	1,836
BioPEAD/BioPELBD (40/60)	1,635	1,598	1,657
BioPEAD/BioPELBD (30/70)	1,491	1,573	1,657
BioPEAD/BioPELBD (20/80)	1,496	1,392	1,518
BioPEAD/BioPELBD (10/90)	1,386	1,395	1,564
BioPELBD	1,49	1,46	1,697

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O comportamento viscoelástico dos biopolitileno BioPEAD e BioPELBD tem importância significativa no processamento de suas blendas. Foi observado que a adição do BioPELBD nas blendas, o qual é mais viscoso e elástico, levou ao aumento da viscosidade e do grau de inchamento das blendas em taxas de cisalhamento compatíveis com os processo de extrusão e injeção.

Agradecimentos

Os autores agradecem à BRASKEM, fornecedor dos polímeros e a CAPES e CNPq pelo apoio financeiro.

5. REFERÊNCIAS

1. BRASKEM. Plástico verde. São Paulo. 2010. Disponível em: <<http://www.braskem.com.br/>>.
2. Y. Chen; H. Zou; M. Liang; P. Liu *Journal of Applied Polymer Science*. 2013, 129, 3, 945–953.
3. M. R. Becker; M. M de C. Forte *Polímeros: Ciência e Tecnologia*. 2002, 12, 2, 85-95.
4. J. M. Dealy; WM. K. W. Tsang. *Journal of applied polymer science*. 1981, 26, 1149-1158.
5. A. Ariffin; Z. M. ARIFF; S. S. Jikan *Journal of reinforced plastics & composites*. 2011, 30, 7, 609-619.