

Reciclagem e Reaproveitamento de Resíduos Industriais de EVA

André Luís dos Santos da Silva¹, Laura Beresain Gonella², Leonardo Bresciani Canto², Ricardo Vinícius Bof de Oliveira², Mara Zeni Andrade² & Ademir José Zattera²

¹ Acadêmico do Curso de Tecnologia em Polímeros - UCS, Caxias do Sul, RS
e-mail: alssilva@ucs.br

² Grupo de Tecnologia em Polímeros - GTPOL - UCS, Caxias do Sul, RS
e-mail: ajzattera@ucs.br

1. INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas da geração de resíduos do copolímero etileno-acetato de vinila (EVA) é o gerenciamento da grande quantidade de rejeitos produzidos no setor coureiro-calçadista. Atualmente apenas 28% dos rejeitos gerados no setor tem destino, o restante é depositado em valas para posterior utilização e é estimado que 6.730 toneladas de resíduos estejam depositadas na Central de Resíduos da Cidade de Três Coroas, sem perspectiva de reutilização [1,2]. O consumo de EVA no Brasil é de 44.067 ton/ano, sendo que são gerados 7.932 ton/ano de resíduos [1,3]. A utilização de misturas de EVA virgem (EVA), do polietileno de baixa densidade (LDPE) e do resíduo de EVA (EVA-r) tem despertado interesse dos pontos de vista técnico, ambiental e econômico. Do ponto de vista ambiental, deve-se levar em conta a presença que os solados feitos destes polímeros são descartados como resíduos sólidos urbanos, os quais causam um grande impacto no meio ambiente. Do ponto de vista técnico, esse foi incorporado na matriz de EVA/LDPE com o propósito de aumentar a rigidez do solado e com o objetivo de reutilizar o resíduo de EVA-r [4,5,6].

2. EXPERIMENTAL

2.1 Materiais

O polietileno de baixa densidade (LDPE) utilizado é comercializado sob o código PB 526, fornecido pela antiga OPP Petroquímica S.A. O copolímero etileno acetato de vinila (EVA) foi fornecido pela Polietilenos União S.A. e nomeado comercialmente sob o código UE 2866/32. O EVA-r utilizado é proveniente de resíduos de espumas expandidas provenientes de indústrias do setor calçadista.

2.2. Métodos

Primeiramente os resíduos foram previamente peneirados utilizando um equipamento classificador Produtest com peneira de mesh 35. O material retido na peneira foi descartado para

posterior moagem. O teor de gel foi realizado para quantificar o grau de reticulação das amostras e feito o refluxo em xileno por 12h, utilizando 1g de amostra. Também, foi determinada a quantidade de carga inorgânica no resíduo realizando teor de cinzas e análise termogravimétrica (TGA) em um equipamento TGA-50 Shimadzu. Os polímeros e as misturas foram secos a 60°C por 24h antes e após o processo de extrusão. A matriz da mistura foi preparada na proporção 70/30%g para a matriz de EVA/LDPE e variando a composição de 10 a 50%g do EVA-r. As misturas foram processadas em uma extrusora de rosca simples SEIBT com D= 35mm e L/D= 32 com perfil de temperatura de 120-160°C e uma velocidade da rosca de 50rpm. Após o processamento na extrusora, os corpos de prova foram injetados para ensaios de tração (ASTM D538) e dureza (ASTM D2240). Os ensaios de resistência à tração foram realizados no equipamento EMIC modelo DL 3000 a velocidade de travessa de 50mm/min utilizando uma célula de carga de 200kgf. Os ensaios de dureza Shore A foram realizados em um Durômetro IZOD. O índice de fluidez (MFI) foi realizado em um plastômetro KAYNESS com capilar de L= 2,0955mm e D= 0,005mm, a 120°C, utilizando-se carga de 2,160kg conforme norma ASTM D 1238.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 1 apresenta a curva de distribuição do tamanho médio das partículas. Observa-se que o resíduo contém uma pequena população com tamanhos da ordem de 0,04 a 0,1 mm e outra com tamanhos maiores entre 0,05 e 0,4 mm. A Figura 2 mostra as curvas de TGA do resíduo de EVA após moagem e dos EVA virgens (EVA-18 e EVA-28). Nota-se a presença de duas etapas de degradação.

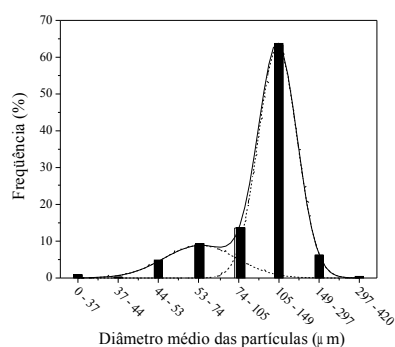


Figura 1: Curva de distribuição do tamanho médio das partículas

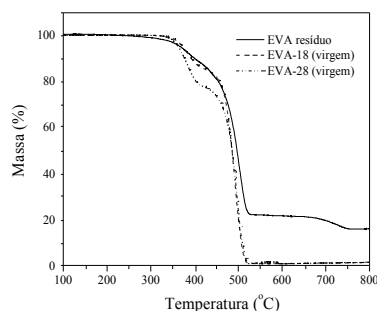


Figura 2: Curvas de TGA do EVA-r e do EVA-18(virgem) e EVA-28 (virgem)

A Figura 2 indica que a massa remanescente, associada a carga inorgânica, no EVA-r é de 22,1%. Com esse resultado e a análise de teor de gel, foi possível constatar que o EVA-r possui 74,8% de material reticulado. A Figura 3 mostra as curvas de tensão *versus* deformação com diferentes porcentagens de EVA-r na matriz de EVA/LDPE. Observa-se que com o aumento da quantidade de resíduo na matriz, as propriedades mecânicas são modificadas. O módulo elástico e a tensão na ruptura aumentam gradativamente com o aumento da incorporação do resíduo. Já a deformação máxima diminui conforme a incorporação do resíduo na matriz.

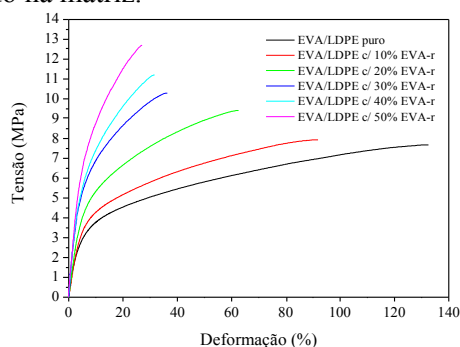


Figura 3: Curvas de tensão *versus* deformação dos ensaios de tração das misturas com diferentes porcentagens de EVA-r.

A Figura 4 apresenta os resultados de dureza das misturas. Observa-se que não há grande mudança com o aumento de resíduo na matriz.

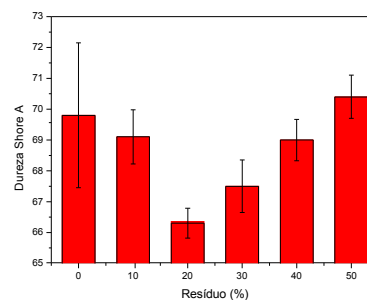


Figura 4: Resultados de dureza das misturas de EVA/LDPE/EVA-r em função do teor de resíduo de EVA-r.

A Figura 5 mostra o resultado do índice de fluidez da mistura. Com o aumento de EVA-r na mistura, a mesma torna-se mais viscosa, diminuindo a fluidez gradativamente.

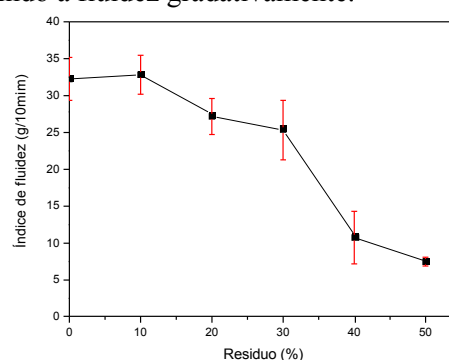


Figura 5: Curvas de índice de fluidez para a mistura de EVA/LDPE/EVA-r em decorrência do aumento de carga de EVA-r.

4. CONCLUSÕES

De maneira geral, os materiais apresentaram melhores propriedades mecânicas (módulo elástico e tensão na ruptura) do ponto de vista tecnológico, sendo atingidos os objetivos iniciais da pesquisa de aumentar a rigidez dos solados à base de EVA/LDPE.

5. REFERÊNCIAS

1. Dariva, J. J.; Luca, S.J. *Gerenciamento ambiental de resíduos sólidos industriais, caso de estudo – 113 indústrias calçadistas de Três Coroas-RS*, in: anais do 20º Conbresso Brasileiro de Eng. Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, 1999;
2. Serrano, C. L. S. *Mapeamento dos resíduos poliméricos produzido pela indústria calçadista da região do Vale do Rio dos Sinos*, in: anais do 6º Congresso Brasileiro de Polímeros, Gramado, 2001;
3. Associação Brasileira da Indústria do Plástico, *Publicações*, capturado on-line de <http://www.abiplast.com.br> em outubro de 2003;
4. Ray, I.; Khastgir, D.; *Polymer*, v. 34, p. 2030-2037, 1993;
5. Ray, I.; Roy, S.; Khastgir, D.; *Polymer Bulletin*, v. 4, p. 685-689, 1993;
6. Sakai, R. H.; *Placas expandidas de EVA para indústria calçadista*, in: *Tecnicouro*, v. 13, p. 39-42, 1991;