



Análise da Influência da Radiação com Feixe de Elétrons na Resistência ao Impacto da Blenda de PVB com Poliamida 6

I. V. Silva¹, V. M. Soares², J. Harada³ and L. G. A. Silva⁴

^{1,2,3,4}Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN-CETER), São Paulo, SP, Brasil

¹iago.v@ipen.br, ²moreirasoaresvanessa980@gmail.com, ³h.julio729@gmail.com, ⁴lgasilva@ipen.br

1. Introdução

Diante da necessidade de equilibrar o desenvolvimento industrial e a conservação ambiental, este estudo concentra-se na reciclagem do poli vinil butiral (PVB) utilizado na indústria automotiva, cuja estrutura molecular está mostrada na Fig. 1. A reciclagem utilizada foi pelo processo de irradiação com feixe de elétrons na dose de radiação de 100 kGy, para modificação deste polímero. O PVB irradiado e o PVB não irradiado foram utilizados na preparação de blendas com poliamida 6 (PA 6), cuja estrutura molecular está mostrada na Fig. 2.

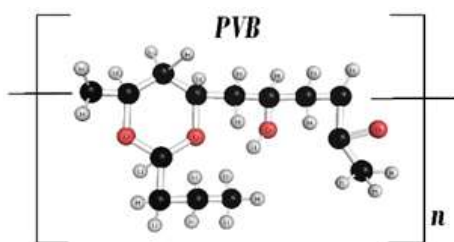


Figura 1: Estrutura molecular do PVB

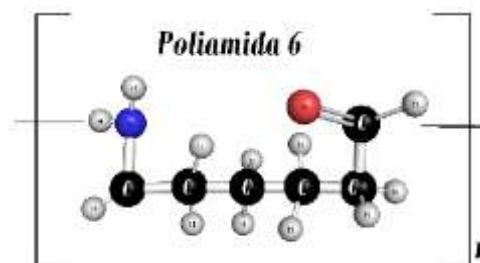


Figura 2: Estrutura molecular da PA 6

A pesquisa visa avaliar a propriedade mecânica da blenda com PVB que foi submetido ao processo de irradiação com feixe de elétrons, em comparação com a blenda com PVB não irradiado.

A abordagem inclui a investigação de novas tecnologias para o aproveitamento de polímeros reciclados de PVB na formação de blendas poliméricas com concentrações de 5%, 10%, 20% e 40% de PVB não irradiados e 5%, 10%, e 40% de PVB irradiados com a PA 6. Estas porcentagens dos polímeros foram escolhidas com base em trabalhos da literatura [1]. A reciclagem do PVB ainda não é realizada em escala industrial e por meio do processo de irradiação busca-se criar uma blenda sustentável, utilizando material reciclado de forma eficaz. Este trabalho visa caracterizar as alterações nas propriedades de resistência ao impacto das blendas poliméricas decorrentes da dose de radiação aplicada, utilizando a radiação ionizante para modificar as cadeias moleculares das blendas poliméricas, incluindo a elaboração de um plano de ação para a caracterização dos polímeros sob a influência de diferentes doses de radiação. A análise será para comparar inicialmente os resultados de resistência ao impacto com amostras das blendas com PVB não irradiado e irradiado.

2. Metodologia

Preparação, irradiação e caracterização das amostras

Selecionar as aparas de filmes de PVB

As aparas são provenientes de retalhos do descarte do processo de laminação de para-brisas automotivos.

Moer o PVB (aparas de filmes) com moinho de facas na granulometria adequada

O moinho de facas também conhecido como triturador de resíduos sólidos é uma máquina industrial projetada para triturar materiais em pequenos pedaços. Normalmente, os moinhos de facas são usados para triturar materiais como plástico, borracha, papel e madeira [2].

Regranular o PVB (aparas de filmes) em uma extrusora monorosca

O equipamento de extrusão foi usado para empurrar o material através de uma matriz.

Irradiar o PVB regranulado utilizando o acelerador de elétrons na dose de 100 kGy.

As amostras de PVB foram irradiadas no Centro de Tecnologias das Radiações do IPEN – CNEN com feixe de elétrons proveniente de um acelerador Dynamitron (Fig. 3).



Figura 3: Acelerador industrial de elétrons tipo Dynamitron, da Radiation Dynamics Inc.

Adquirir a PA 6 para preparação da blenda com PVB irradiado e não irradiado

A PA 6 foi doada pela empresa Thermoblend para preparação das blendas com PVB.

Preparar as blendas por meio do processo de mistura manual

Blenda A = 40% de PVB irradiado e 60% de PA 6

Blenda B = 40% de PVB não irradiado e 60% de PA 6

Blenda C = 20% de PVB não irradiado e 80% de PA 6

Blenda D = 10% de PVB não irradiado e 90% de PA 6

Blenda E = 10% de PVB irradiado e 90% de PA 6

Blenda F = 5% de PVB não irradiado e 95% de PA 6

Blenda G = 5% de PVB irradiado e 95% de PA 6

É importante que os grânulos de PVB estejam bem separados, pois o material tem uma tendência a se aglomerar, o que pode dificultar ou impedir a extrusão.

Injetar os corpos de prova de resistência ao impacto para as blendas

Esta parte do processo foi feito em um molde específico para corpos de prova na injetora de plásticos YJ-YJS da empresa THERMOBLEND.

Fazer entalhe nos corpos de prova das blendas

O entalhe dos corpos de prova foi realizado na UNIGEL com a fresadora de entalhe, conforme norma de ASTM 256.

Fazer ensaios mecânicos de resistência ao impacto sem entalhe das amostras

Os ensaios dos corpos de prova foram realizados na UNIGEL.

Fazer ensaios mecânicos de resistência ao impacto com entalhe das amostras

Os ensaios dos corpos de prova foram realizados na UNIGEL.

3. Resultados e Discussão

De acordo com os resultados obtidos após os testes de resistência ao impacto IZOD, com entalhe, elaborou-se o gráfico, mostrado na Fig. 4, em amarelo, correspondente à poliamida 6 que é de 6,10 kJ/m², em seguida os valores médios de resistência ao impacto IZOD das blendas **G** (6,74 kJ/m²), **F** (6,99 kJ/m²), **E** (6,97 kJ/m²), **D** (7,44 kJ/m²), **C** (7,28 kJ/m²), **B** (7,11 kJ/m²), e **A** (62,83 kJ/m²).

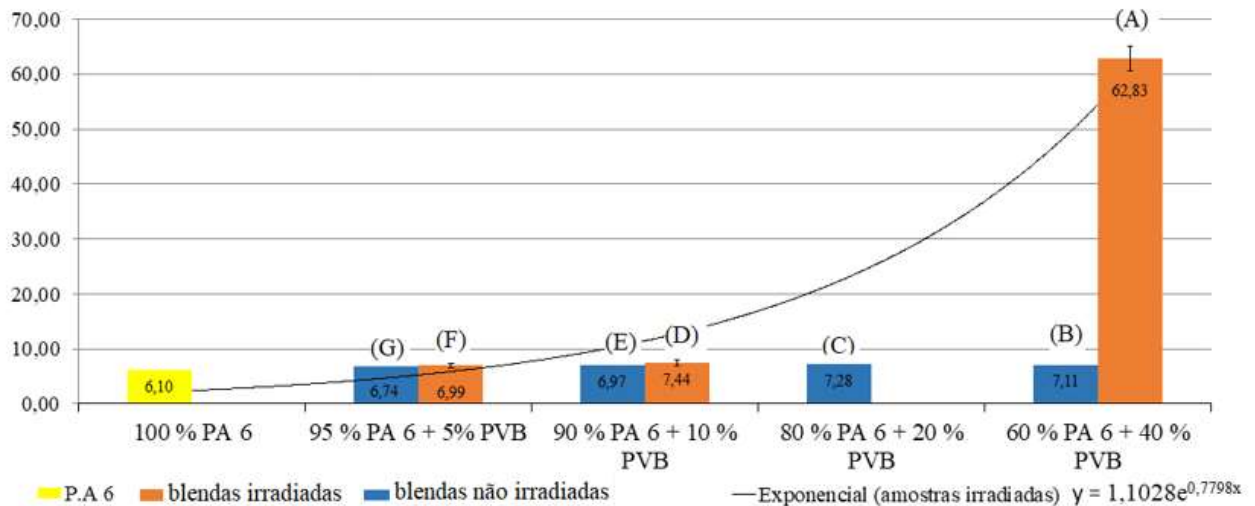


Figura 4: Representação dos valores médios de resistência ao impacto IZOD, com entalhe.

As blendas com PVB não irradiado estão identificadas em azul e as blendas com PVB não irradiados em laranja.

Conforme os resultados obtidos podem-se afirmar que:

As blendas de PA 6 com PVB reciclado, irradiado e não irradiado, são compatíveis.

Os corpos de prova injetados de PVB reciclado, irradiado e não irradiado, para resistência ao impacto sem entalhe não quebraram.

Nos resultados com incorporação de 5%, 10%, 20% e 40% de **PVB não irradiado** houve aumento na resistência ao impacto, com entalhe, que é promissor a sua incorporação.

Nos resultados com incorporação de 5%, 10% de **PVB irradiado** houve aumento na resistência ao impacto, com entalhe, maior que o PVB não irradiado.

Nos resultados com incorporação de 40% de **PVB irradiado** houve um acréscimo de 9,3 vezes na resistência ao impacto com entalhe, em comparação que no PVB não irradiado.

4. Conclusões

A incorporação do PVB reciclado irradiado e não irradiado indicou ser promissor a sua incorporação em uma blenda com PA 6 aumentando a resistência ao impacto da PA 6.

A blenda de PA 6 com 40% de PVB reciclado pode ser usada na indústria automotiva.

Assim, é possível diminuir o impacto ambiental provocado pelo descarte do PVB no meio ambiente, dando uma nova utilização para o PVB.

A incorporação do PVB irradiado e não irradiado tiveram comportamentos bem distintos em relação a propriedade de resistência ao impacto com entalhe, conforme resultados mostrados no gráfico de testes de resistência ao impacto, com entalhe. Será necessário ainda continuar os outros testes mecânicos, térmicos e químicos de caracterização para definição de qual seria a melhor quantidade de PVB irradiados e não irradiados.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem a IAEA, ao CNPq e a CAPES pelo suporte financeiro, e à empresa THERMOBLEND pelo fornecimento da PA 6 e usinagem dos corpos de prova, e a UNIGEL pela realização dos testes mecânicos de resistência ao impacto.

Referências

[1] V.S. TICIANE, “Reaproveitamento de vidros laminados provenientes de rejeitos industriais e pós-consumo”, *Tese (Doutorado em Engenharia Metalúrgica)*, Universidade de São Paulo, pp. 1–160 (2005).

[2] SPLABOR “<https://www.splabor.com.br/blog/moinhos-para-laboratorio-2/o-que-e-um-moinho-de-facas-e-quais-as-seus-beneficios/#:~:text=O%20moinho%20de%20facas%20tamb%C3%A9m,%2C%20borrachas%20papel%20e%20madeira>” (2013).