

AValiação das Propriedades Mecânicas e Superfície de Fratura de Sistemas Copolímero Tribloco PEG-B-PPG-B-PEG/EPÓXI¹

Fernanda Ana Carraro Boaretto² Marcia Bär Schuster³ Bruna Louise Silva⁴ Marlene Bampi⁵

¹Vinculado ao projeto Sistemas Termorrígidos Multicomponentes

² Acadêmico (a) do Curso de Engenharia Química – CEO – Bolsista PROIP/UDESC

³ Orientadora, Departamento de Engenharia de Alimentos e Engenharia Química – CEO –
marcia.schuster@udesc.br

⁴ Pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais – CCT/UDESC

⁵ Professora do Departamento de Engenharia de Alimentos e Engenharia Química - CEO

Blendas poliméricas são sistemas originários da mistura física de dois ou mais polímeros e/ou copolímeros com o objetivo de obter propriedades diferenciadas em relação aos polímeros puros utilizados. Este trabalho visa estudar o desempenho mecânico e de fratura de sistemas de matriz epóxi com adição de copolímero tribloco poli-(etileno-glicol)-bloco-poli-(propileno-glicol)-bloco-poli-(etileno-glicol) (PEG-b-PPG-b-PEG). A matriz utilizada neste trabalho foi a resina diglicidil éter bisfenol A (DGEBA) D3415, o endurecedor diaminodifenilmetano 32950 e o copolímero tribloco PEG-b-PPG-b-PEG com massa molecular $5800 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ e $\sim 30 \text{ \% (m/m)}$ de PEG. Foram estudados o sistema da matriz pura e dois sistemas com diferentes porcentagens de copolímero: 10 e 20 \% (m/m) , sendo nomeados como B58-10 e B58-20, respectivamente. As amostras foram preparadas através da polimerização *in situ*, sendo a resina e o copolímero misturados sob agitação magnética por 10 minutos e a temperatura de $75 (\pm 5) ^\circ\text{C}$ e subsequente adição do endurecedor sob mesma temperatura por 7 minutos. O ensaio de tração foi realizado conforme as normas ASTM D638 e DIN 53504-S3A em equipamento universal Instron 3366, e foi avaliado tensão máxima, deformação total e módulo de elasticidade. A superfície de fratura das amostras foi avaliada através de microscópio eletrônico com emissão de campo (MEV-FEG) JSM 6701F – JEOL da UDESC Joinville. Nas microscopias foi avaliado a ocorrência de separação das fases e os mecanismos de fratura das composições.

Através do ensaio de tração, pode ser verificado que ocorreu uma diminuição de 19% na tensão máxima da B58-10 em relação à resina pura, e da B58-20 uma diminuição de 34%. Ao adicionar uma fase macia, como o copolímero, em um termorrígido o resultado pode ser o aumento da tenacidade à fratura do polímero, podendo ocorrer a diminuição da resistência. A deformação total diminuiu 34% da amostra B58-10 e 35% para B58-20 em relação ao epóxi puro. Ao adicionar uma fase macia, é esperado que aumente a deformação. Este resultado pode estar relacionado ao fato que o copolímero tribloco utilizado neste trabalho tem apenas 30 \% (m/m) de PEG, sendo o componente que tem afinidade com o epóxi e está localizado nas extremidades da estrutura. Quando o copolímero é misturado ao epóxi, inicialmente ele é miscível na matriz, mas com o avanço do processo de cura o bloco PPG, se reorganiza em fases nanoscópicas e o bloco PEG atua como uma ponte entre o PPG e a matriz epóxi. Desta forma, a diminuição da deformação pode ser devido à baixa adesão do copolímero com matriz.

Através do módulo de elasticidade é notado que epóxi puro apresenta maior valor e com a adição do copolímero pode-se perceber diminuição da rigidez. Outros autores obtiveram resultados semelhantes indicando que quando uma fase macia é adicionada a uma matriz rígida é comum essa diminuição, sendo que este pode ser um indicativo que maiores frações de PPG no copolímero em

bloco possa estar reduzindo as transferências de tensões. Em um trabalho anterior foi verificado que nestas mesmas composições ocorreu diminuição da temperatura de transição vítrea (T_g) nos sistemas com copolímero tribloco comparado a matriz pura, onde aumentou a mobilidade das cadeias do epóxi devido ao efeito plastificante do copolímero. Este resultado corrobora com o observado neste trabalho, a diminuição tanto do módulo de elasticidade quanto da resistência mecânica dos sistemas.

Os mecanismos que atuam na fratura são importantes para entender as causas da mesma, de acordo com esses mecanismos é possível avaliar a ação de cada material na fratura e sua influência no desempenho mecânico do material. No local com defeito ocorre a concentração de tensão, isso pode ser o responsável pela repentina falha no material, sob tensão menor do que a tensão máxima, diminuindo assim a resistência dos materiais. Na figura 2 está representado o resultado do ensaio para este tipo de análise.

A fratura das amostras com copolímero tribloco, figura 2-a e b, apresentam um aspecto rugoso onde o excesso de energia proporcionou propagação em diferentes planos, com formação de escarpas, indicativo de mecanismo de deflexão. A superfície de fratura do epóxi puro, figura 2-c, apresenta aspecto com menos formação de escarpas, quando comparado às demais amostras, sendo notável assim o efeito do copolímero. A maioria das linhas de rio são inclinadas em relação a direção da propagação da fratura, segundo a literatura isso indica que ocorreu escoamento por bandas de cisalhamento nas amostras, sendo o principal mecanismo de fratura para o epóxi puro.

Através do ensaio de tração foi possível analisar que tanto a tensão quanto a deformação total da B58-10 e B58-20 diminuíram em relação à resina pura. No entanto, pelas microscopias, é possível avaliar que aumentou a rugosidade das amostras com copolímero, que pode ser indicativo de aumento no gasto de energia para propagar a fratura e melhorando a tenacidade do material.

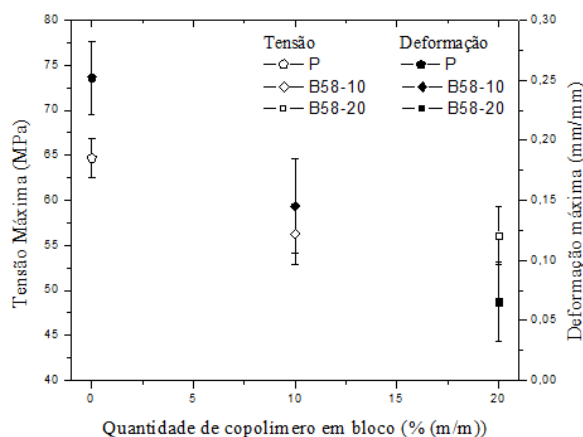


Figura1. Resultado ensaio de tração, tensão máxima versus Deformação Máxima

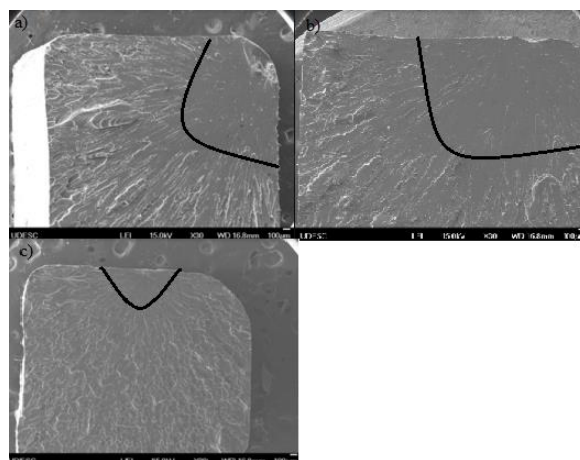


Figura 2: Resultado do ensaio de MEV/FEG, para amostra com teor de copolímero de 10% em (a), teor de 20% em (b) e resina pura em (c)

Palavras-chave: Epóxi, Blenda, Caracterização.