



PIBIC/CNPQ

Avaliação numérico-experimental do desempenho balístico de compósitos laminados de tecido de aramida e filme de PEAD/Montmorilonita

Autores: Abner Santos de Oliveira, Dionisio da Silva Biron, Vagner Grison e Ademir José Zattera

INTRODUÇÃO / OBJETIVO

Com os avanços recentes no poder bélico, cresce a demanda por materiais mais eficientes e leves para proteção balística. Nesse cenário, os compósitos poliméricos laminados surgem como uma alternativa promissora, unindo desempenho mecânico, flexibilidade e baixo peso. Filmes de polietileno de alta densidade (PEAD) têm se destacado na composição de estruturas multicamadas. Além disso, a incorporação de nanocargas, como a argila montmorilonita, tem mostrado resultados positivos na melhoria das propriedades mecânicas e térmicas dos compósitos, sem comprometer o processamento ou a densidade do material.

Objetivo: Avaliar o efeito da adição de diferentes concentrações de argila montmorilonita Cloisite 20A nas propriedades mecânicas, térmicas e de dissipação de energia de filmes de PEAD, visando sua aplicação em compósitos laminados para proteção balística.

MATERIAL E MÉTODOS

Processamento dos filmes: Filmes poliméricos de PEAD com teores de 1,0%, 2,5%, 5,0% e 7,5% em massa de argila MMT 20A foram processados, além da amostra sem adição de cargas, totalizando 5 amostras. Os materiais foram processados em extrusora duplarrosca e, após o resfriamento em tanque de água, o material foi moído, seco e transformado em filmes por extrusora monorrosca com balão.

Caracterização: Os filmes foram caracterizados por ensaio de tração, análise dinâmico-mecânico (DMA) e calorimetria exploratória diferencial (DSC).

Produção dos laminados: Laminados (300 × 320 mm) compostos por cinco camadas de PEAD/aramida foram obtidos por autoclavagem. Corpos de prova foram cortados por jato d'água para ensaio de tração, resistência à flexão e barra Hopkinson. O projeto está na fase de ensaios de flexão dos compósitos.

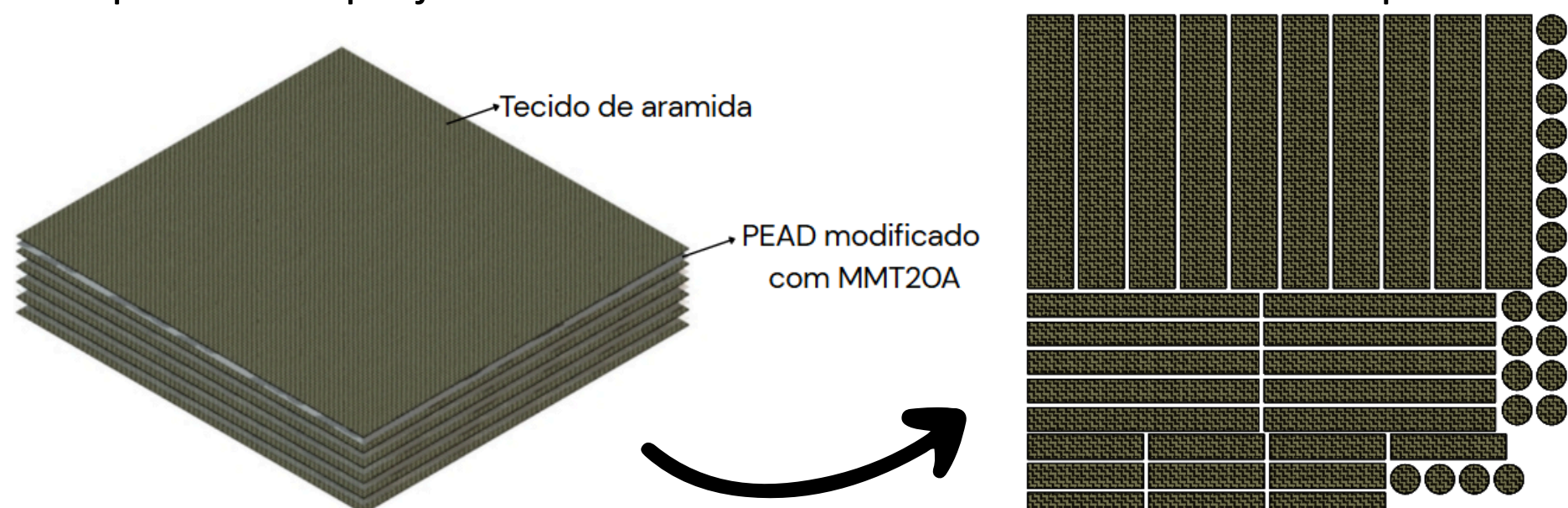


Figura 1 - Composição dos laminados de PEAD/aramida e corpos de prova

RESULTADOS OU RESULTADOS ESPERADOS

Ensaio de tração: Os resultados de tração indicam que a adição de até 5,0% de MMT 20A eleva os valores médios de tensão máxima, com destaque para a amostra com 1,0% de argila, conforme apresentado na Figura 2. Além disso, todas as amostras modificadas apresentaram módulo de elasticidade superior ao do PEAD puro.

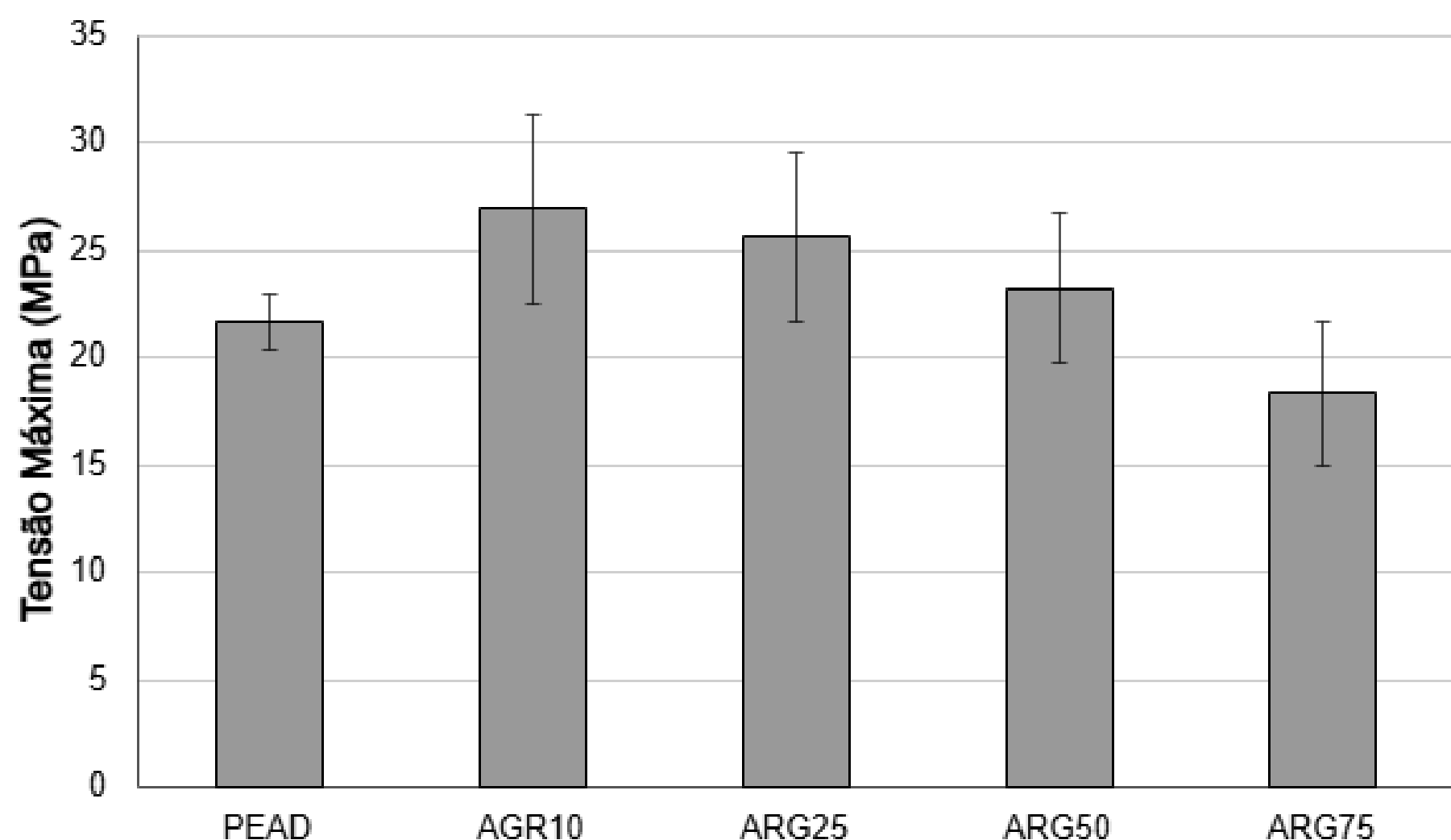


Figura 2 – Tensão máxima do PEAD e PEAD modificado com argila MMT 20A

RESULTADOS OU RESULTADOS ESPERADOS

Análise dinâmico-mecânica (DMA): O módulo de perda (E'') reflete a capacidade de dissipação de energia do material. As amostras com 1,0% e 5,0% de MMT 20A apresentaram os maiores valores de E'' , indicando melhor desempenho nesse aspecto (Figura 3).

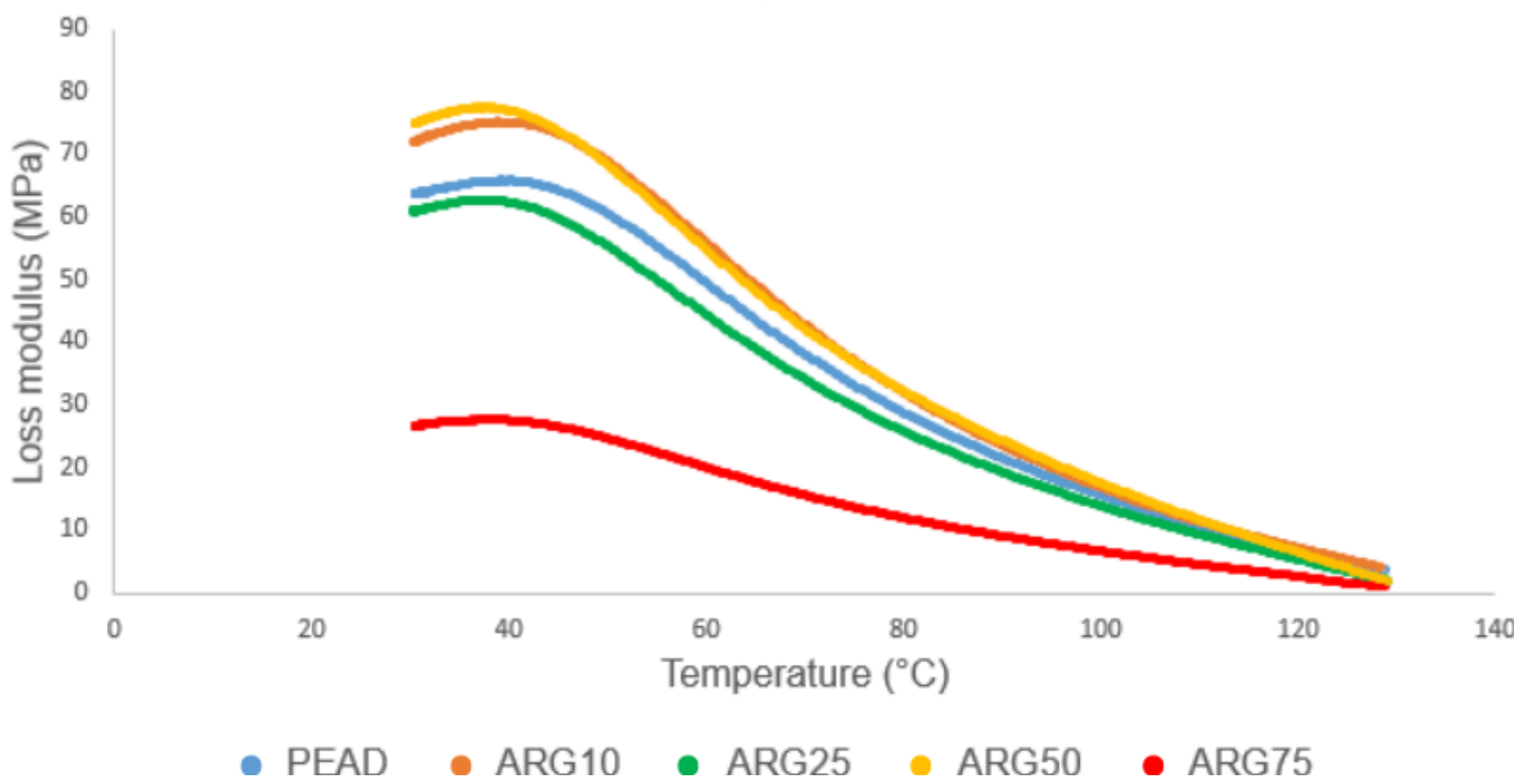


Figura 3 - Composição dos laminados de PEAD/aramida e corpos de prova

Calorimetria exploratória diferencial (DSC): Os compósitos com MMT 20A apresentaram maior área sob a curva em relação ao PEAD puro, indicando aumento no grau de cristalinidade do material. A temperatura de fusão e a cristalinidade de cada amostra obtida no DSC é apresentada no quadro 1.

Amostra	Temperatura de fusão (T_m) (°C)	Cristalinidade (%)	Entalpia de fusão (J/g)
PEAD	132,0	37,0	108,0
ARG10	130,9	51,7	150,0
ARG25	131,4	51,8	148,0
ARG50	131,1	48,1	134,0
ARG75	131,4	51,7	140,0

Quadro 1 - Temperatura de fusão das amostras modificadas com argila MMT 20A

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Filmes de PEAD com diferentes concentrações de MMT 20A foram extrusados e caracterizados por tração, DMA e DSC. As amostras com até 5% de argila apresentaram resistência à tração superior ao PEAD puro, com destaque para 1%. No DMA, os compósitos com 1% e 5% de MMT 20A exibiram maior módulo de perda, indicando melhor capacidade de dissipação de energia. No DSC, observou-se aumento da área sob a curva nos nanocompósitos, indicando um aumento da cristalinidade. As próximas etapas envolvem a realização de ensaios de resistência à flexão, resistência ao impacto e testes com a barra de Hopkinson em corpos de prova multicamadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GRISON, Vagner; ROMANZINI, Daiane; DIAS, Rafael R.; PEREIRA, Iaci M.; ZATTERA, Ademir J.; PIAZZA, Diego. Avaliação do efeito da combinação de montmorilonita Cloisite 30B e nanoplaquetas de grafeno em matriz de PEAD sob compressão dinâmica. In: Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais (CBECIMAT), 24., 2022, Águas de Lindóia: CBECIMAT, 2022.

Tessari, B.T. Desenvolvimento de compósito de tecido de aramida e polietileno de alta densidade com nanoplaquetas de grafeno para fins de proteção balística. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) - Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2009