cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Efeito da incorporação de microesferas ocas de vidro em compósito epóxi/fibra de vidro produzidos por laminação manual para aplicações aeroespaciais em foguetemodelismo.

Oliveira, G. A.[1]; Aguilera, L. S.[2]; Souza, B. M.[3]; Araujo, L.S[4];Baêta Júnior, E. S.[15].
1.Faculdade de Engenharia,Uerj ; 2.Programa de pós-graduação em ciência de materiais Instituto Politécnico,Uerj ; 3.Instituto Politécnico,Uerj 4.Programa de Engenharia Metalúrgica e de Materiais,UFRJ;5.Programa de Pós-Graduação, Faculdade de Engenharia,Uerj.

Introdução

Compósitos de resina epoxi reforçados com fibra de vidro (FVRE) são comumente empregados em estruturas que exigem redução de massa aliada a resitência mecânica, como no foguetemodelismo favorecendo o desempenho do voo. Nesta aplicação, equipes universitárias utilizam como método principal de fabricação o método de laminação manual camada por camada (hand lay-up). Uma alternativa para reduzir a massa é incorporar microesferas ocas de vidro (MEOV) à resina, pois sua baixa massa específica diminui a massa da matriz, isto maximizando o desempenho da missão através de fabricações bem planejadas.

Objetivos

Este trabalho visa avaliar o efeito da incorporação de 4,6 e 8% de microesferas ocas de vidro (em massa de resina) nas propriedades físicas e mecânicas de compósitos fabricados a partir do método hand lay-up para aplicação em componentes de foguetemodelismo.

Metodologia

Os laminados foram produzidos utilizando a técnica de sobreposição de 7 camadas de tecido de fibra de vidro 0/90° impregnando resina de baixa viscosidade manualmente entre cada uma delas. Utilizou-se um laminado sem inserção de MEOV como referencia em paralelo a manufatura de outros 3 conjuntos (4, 6 e 8% de MEOV). A massa específica aparente foi determinada pelo princípio de Arquimedes (via ABNT NBR 16661) e as propriedades mecânicas do material foram obtidas a partir do ensaio de tração com parâmetros regidos pela ASTM D3039.

Resultados e Discussão

A incorporação de MEOV reduziu a massa específica aparente do laminado de 1,803 g/cm³ (0%) para 1,714 (4%), 1,716 (6%) e 1,621 g/cm³ (8%), reduções de 4,9, 4,8 e 10,1%. Figura 1 (a).

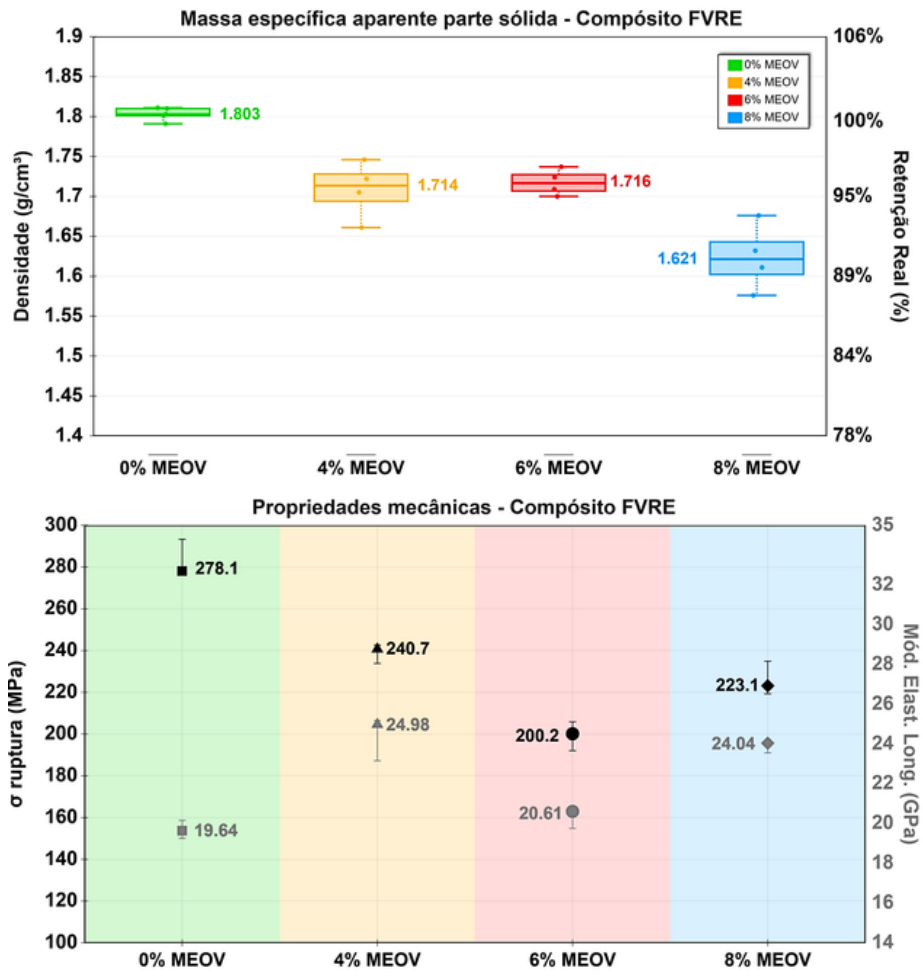


Figura 1. (a) Massa específica aparente da parte sólida (b) tensão de ruptura por porcentagem de MEOV,

A redução não foi monotônica, e o efeito moderado pode estar associado à alta fração de fibra do laminado (Vf estimada em ≈ 43 a 46%),que limita a parcela de matriz substituída. A resistência à tração mediana (Figura 1(b)) caiu de 278,1 MPa para 240,7 (-13,4%), 200,2 (-28,0%) e 223,1 MPa (-19,8%), também de forma não monotônica. A rigidez (E/ρ) foi maior nas três condições com MEOV (de 10,9 para 12,0 a 14,8 GPa·cm³/g), ao passo que a resistência específica (σ/ρ) diminuiu de 154,2 para 116,7 a 140,4 MPa·cm³/g.

Conclusões

Nas condições avaliadas a incorporação de MEOV reduziu a massa específica aparente à custa de redução da resistência à tração. O teor de 8% de MEOV apresentou a maior redução de massa com perda de resistência de -19,8%, sendo a condição com melhor relação entre massa reduzida e resistência perdida e a maior rigidez específica estimada (E/ρ) tornando-se mais promissor para aplicações reais.

Referências e Agradecimentos

BAGGIO, A. et al. Obtenção de compósitos de baixa densidade e sua caracterização a partir do processo de laminação manual... Matéria, v. 27, n. 2, 2022.
ANANDAKUMAR, K. et al. Mechanical behavior of glass fiber-reinforced hollow glass particles... Polymer Composites, v. 45, n. 9, p. 8613–8630, 2024.
HUANG, J. et al. Hollow Glass Microspheres/Montmorillonite/Epoxy Sheet Molding Compound Composites... Journal of Macromolecular Science, Part B, v. 63, n. 1, p. 1–17, 2024.
Os autores agradecem CAPES, CNPq e FAPERJ pelas bolsas e auxílios e ao PROPMEC da UFRJ.