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

Comparação de métodos para determinação da fração de constituintes e de vazios em towpregs de carbono

Lopes, G. D. G[1*], da Costa, J. G[1], Donda, G[1], Romanzini, D[2], Bianchi, O[1], Amico, S, A[1]

1. UFRGS[1]; 2. IFRS[2]

Introdução

Os *towpregs* são feixes contínuos de fibras pré-impregnados com resina epóxi, utilizados em processos de fabricação de compósitos avançados, como AFP e FW. Sua caracterização é fundamental, uma vez que as frações mássicas de fibra e resina, bem como o teor de vazios, influenciam a qualidade e o desempenho mecânico dos compósitos.

Objetivos

Comparar métodos de determinação das frações de fibra, matriz e vazios em um towpreg comercial de fibra de carbono (24K).

Metodologia



Resultados e Discussão

Tabela 1. Densidade, fração mássica e teor de vazios

Análises	Resultados
Densidade (Teórica) (g/cm³)	1,54
Densidade (ASTM D792) (g/cm³)	1,47 ± 0,03
Wf (por mufla) (%)	68,01 ± 0,41
Wf (por digestão ácida) (%)	71,10 ± 1,33
Teor de vazios (por densidade) (%)	4,60 ± 0,56
Teor de vazios (por MO) (%)	5,19 ± 1,45

Figura 1. Micrografia do *towpreg*

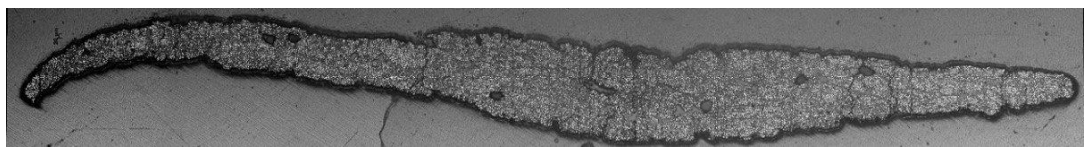


Figura 2. TGA (a) fluxo de ar sintético e (b) de nitrogênio

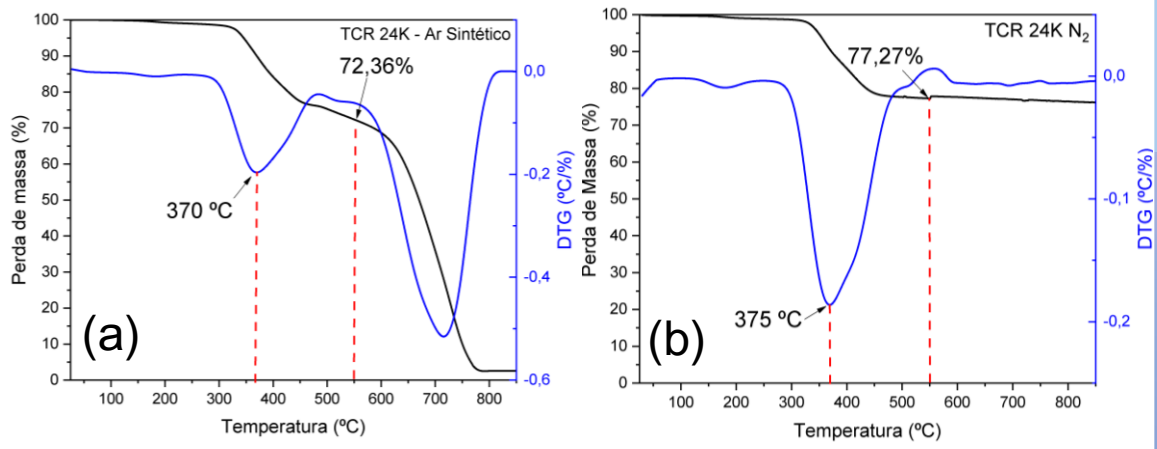


Tabela 2. Ensaio de tração no feixe de *towpreg*

Amostra	Módulo de Elasticidade (GPa)	Tensão (MPa)
Cinco Camadas	97,75 ± 25,91	936,55 ± 234,05
Dez Camadas	95,83 ± 7,67	651,84 ± 86,36

Conclusões

- A calcinação em mufla destacou-se pela repetibilidade, praticidade e baixo custo;
- A digestão ácida exige maior controle experimental, enquanto o TGA oxidativo requer cautela diante de possíveis interferências;
- A concordância entre densidade e microscopia reforça sua aplicação na avaliação de vazios, enquanto a calcinação se destaca para análises rotineiras de *towpregs*.

Referências e Agradecimentos

CAMPBELL, F. .. **Manufacturing Technology for Aerospace Structural Materials**. AMSTERDAM, BOSTON, HEIDELBERG, LONDON, NEW YORK, OXFORD, PARIS, SAN DIEGO, SAN FRANCISCO, SINGAPORE, SYDNEY, TOKYO. DOI: 10.1016/B978-1-85617-495-4.X5000-8

FORCELLESE, A.; MANCIA, T.; RUSSO, A. C.; SIMONCINI, M.; VITA, A. Robotic automated fiber placement of carbon fiber towpregs. **Materials and Manufacturing Processes**, v. 37, n. 5, p. 539–547, 2022. DOI: 10.1080/10426914.2021.1885706.

KAYNAK, Cevdet *et al.* Use of split-disk tests for the process parameters of filament wound epoxy composite tubes. **Polymer Testing**,, v. 24, n. 5, p. 648–655, 2005. DOI: 10.1016/j.polymertesting.2005.03.012

CAPES
CNPq
UFRGS UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FAPERGS
GCOMP GRUPO DE MATERIAIS COMPÓSITOS E NANOCOMPÓSITOS
INSTITUTO FEDERAL Rio Grande do Sul