

Compósitos Reforçados de Fibra de Carbono (CRFP)



Materiais Compósitos

- Materiais compostos por uma fase contínua (matriz), e uma fase dispersa (reforço ou modificador)

Fase Matriz

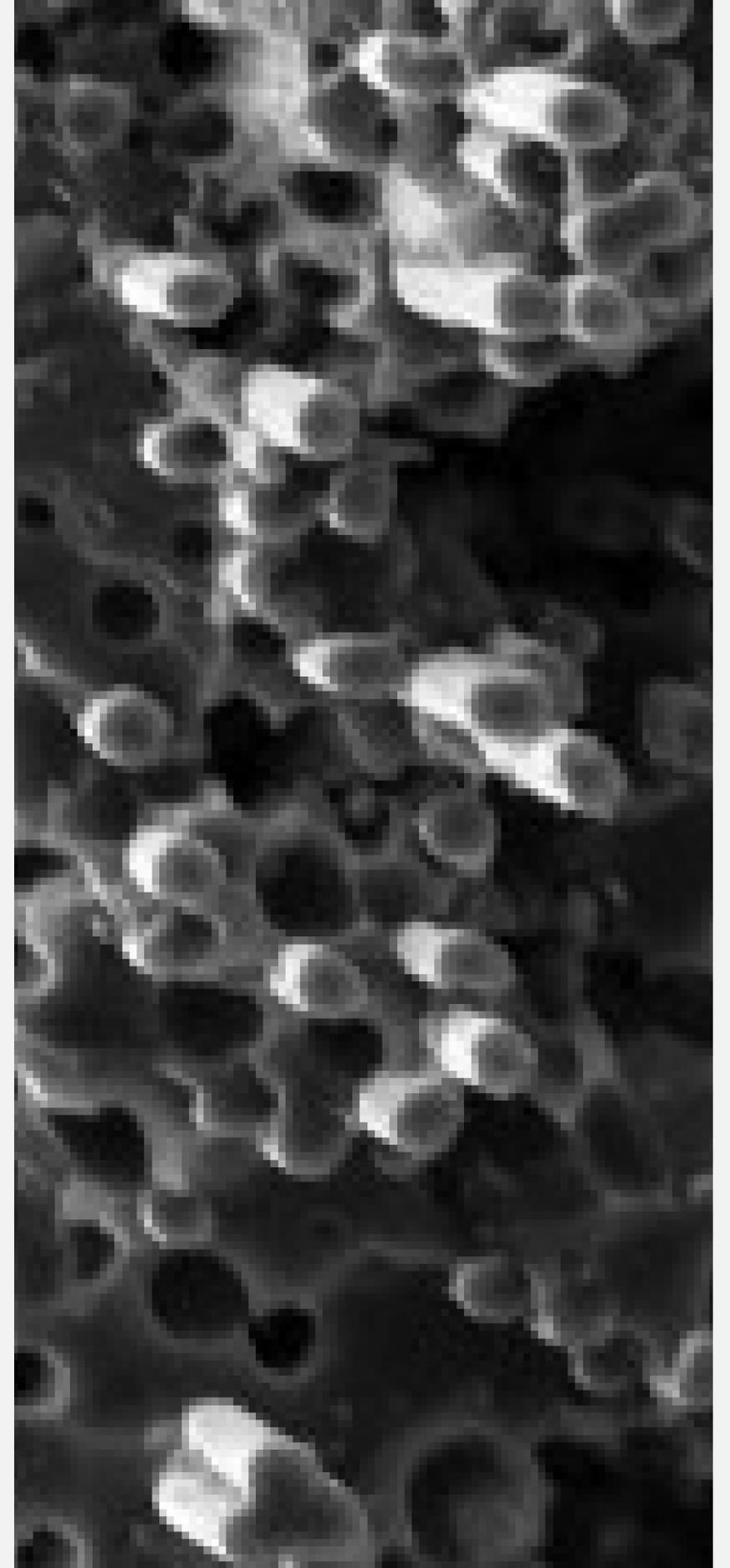
- Polímero

matriz resina epóxi

- Cerâmica
- Metal

Fase Dispersa

- Polímeros, cerâmicas, metais, minerais, ...
- fibra de carbono**



Fibra de carbono

- Átomos de carbono: partes cristalinas e amorfas.

- Elevadas:

Resistências à tração = 4000 Mpa;

Compressão = até 3000 Mpa;

Temperatura em atmosfera inerte = até 3000°C;

Módulo de Elasticidade (E) = 200 - 700 GPa;

- Baixa:

Densidade = 1,8 - 2g/cm³;

Tamanho das fibras = diâmetro 4 - 10nm;

Densidade: 4x < Aço (7,8 g/cm³); Alumínio (2,7 g/cm³)



Aspectos Gerais

As fibras de carbono sozinhas não são apropriadas para uso, porém, ao serem combinadas com matrizes poliméricas, resultam em um material com propriedades mecânicas excelentes.

- Precursores: poliacrilonitrila (PAN), rayon e piche.



Matriz Epóxi

- **Adesão** = forte e durável, transfere as cargas entre as fibras e a matriz, melhorando a resistência e a rigidez do compósito.
- **Estabilidade dimensional** = baixa taxa de contração e expansão térmica -> compósito mantém suas dimensões e forma em diferentes temperaturas e ambientes, evitando deformações indesejadas.

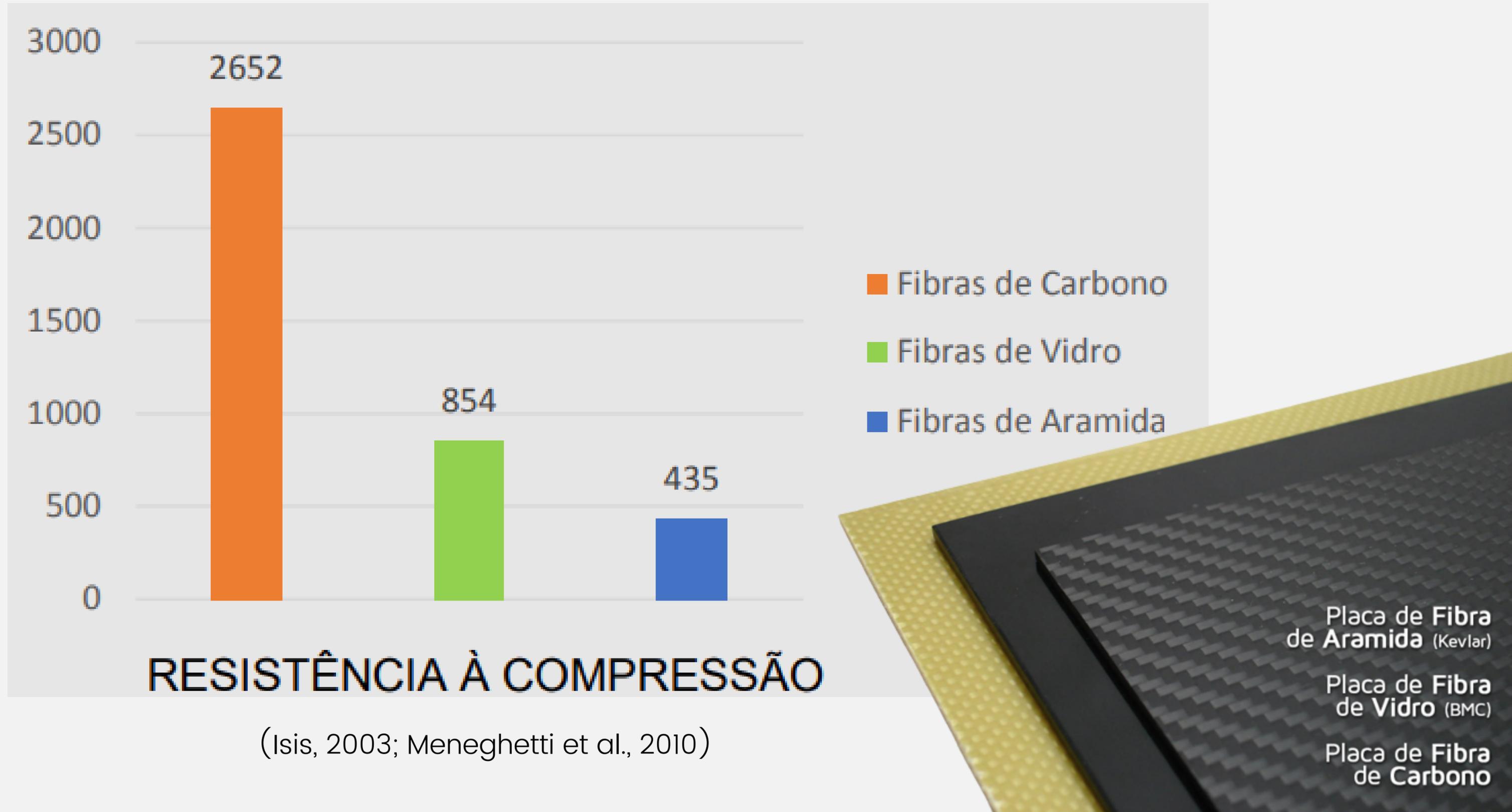


Compósito Reforçado de Fibra de Carbono (CRFC) + Epóxi

- Alta resistência e rigidez; 400 MPa a 1.000 MPa;
- Baixa densidade; 1,5 a 2,0 g/cm³;
- Resistência à corrosão;
- Estabilidade dimensional;
- Propriedades dielétricas e térmicas;

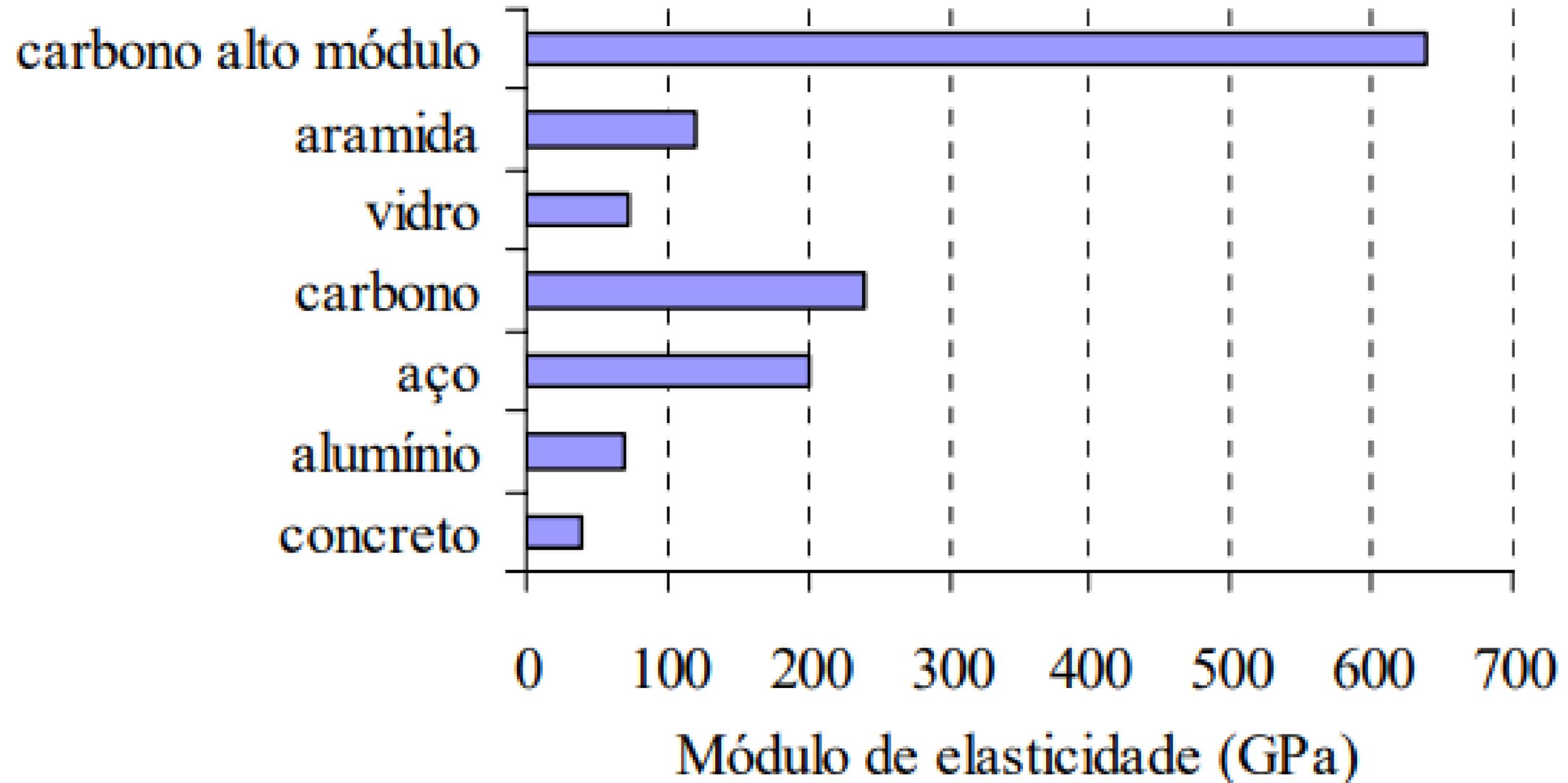
Compósito: combina as propriedades desejáveis de ambos os materiais.

Comparando com outros reforços de fibras



(Isis, 2003; Meneghetti et al., 2010)

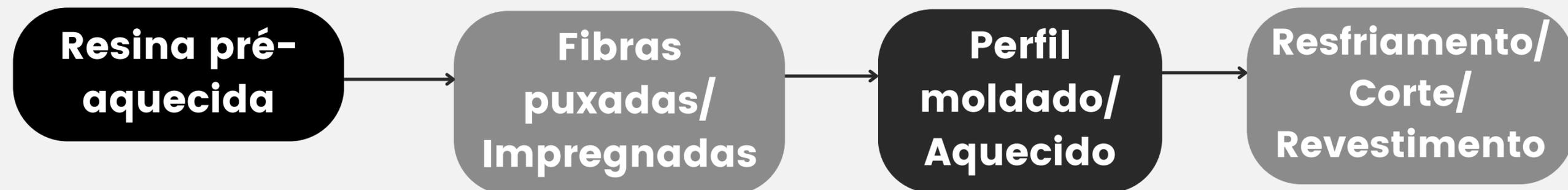
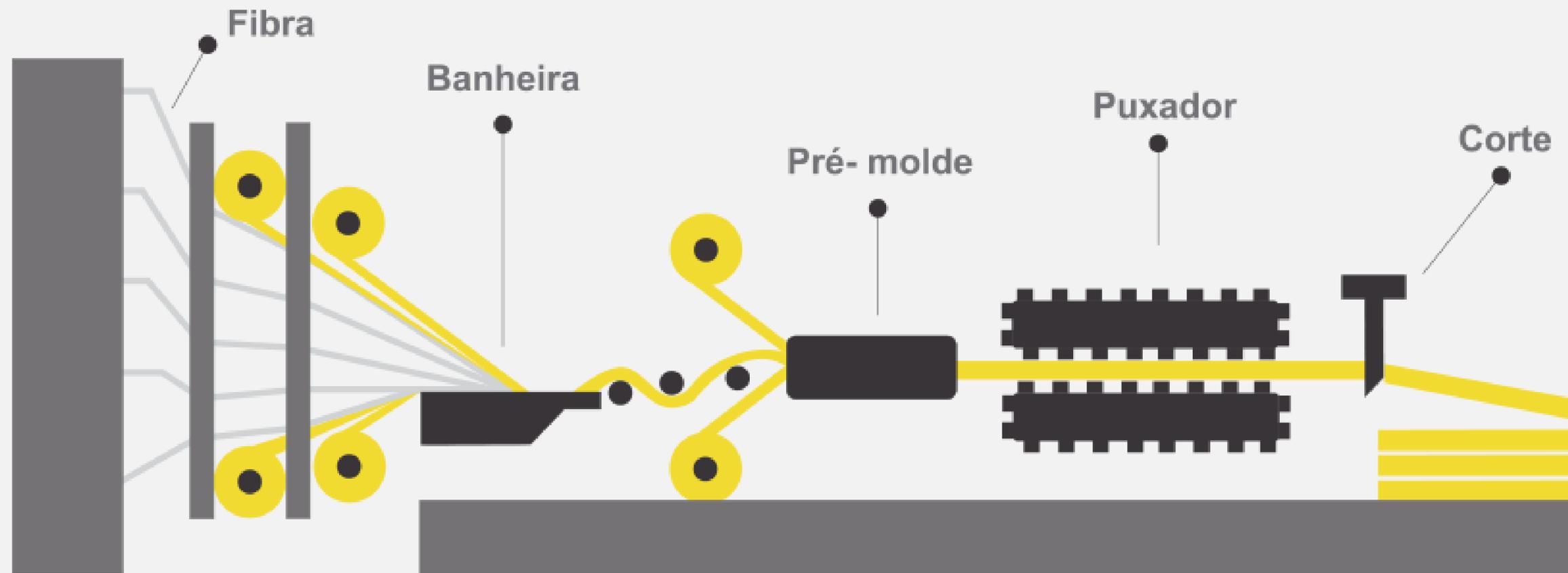
Comparando materiais convencionais e compósitos reforçados com fibras



Processamento

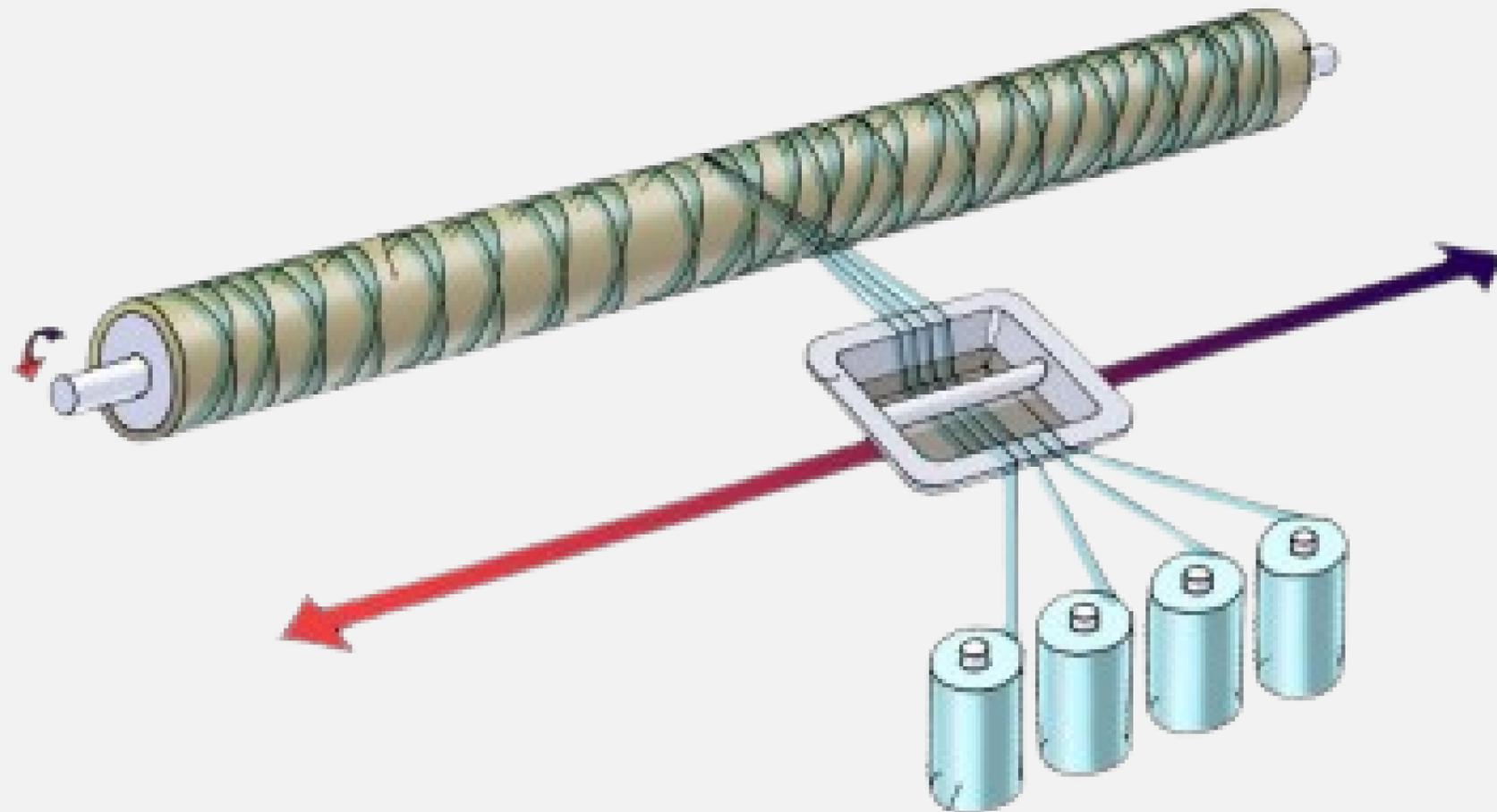
1. Pultrusão

Produção de perfis longos e contínuos de compósitos.



Processamento

2. Enrolamento de Filamento



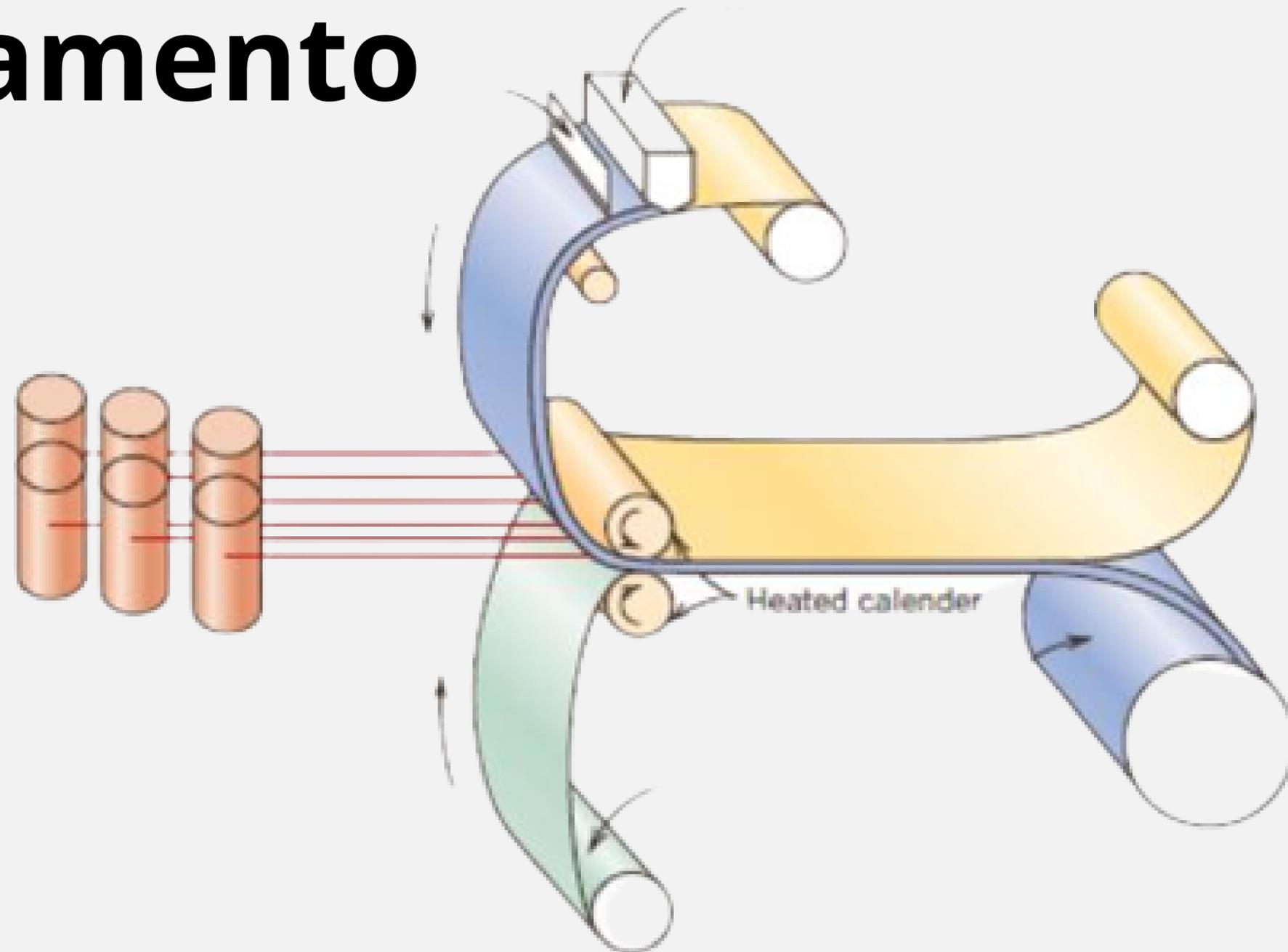
Tensão

Colados/Enrolados
como filamentos

Finalizados a quente
(impregnação)

Processamento

3. Prepreg



Fibras tensionadas/
Distribuição resina

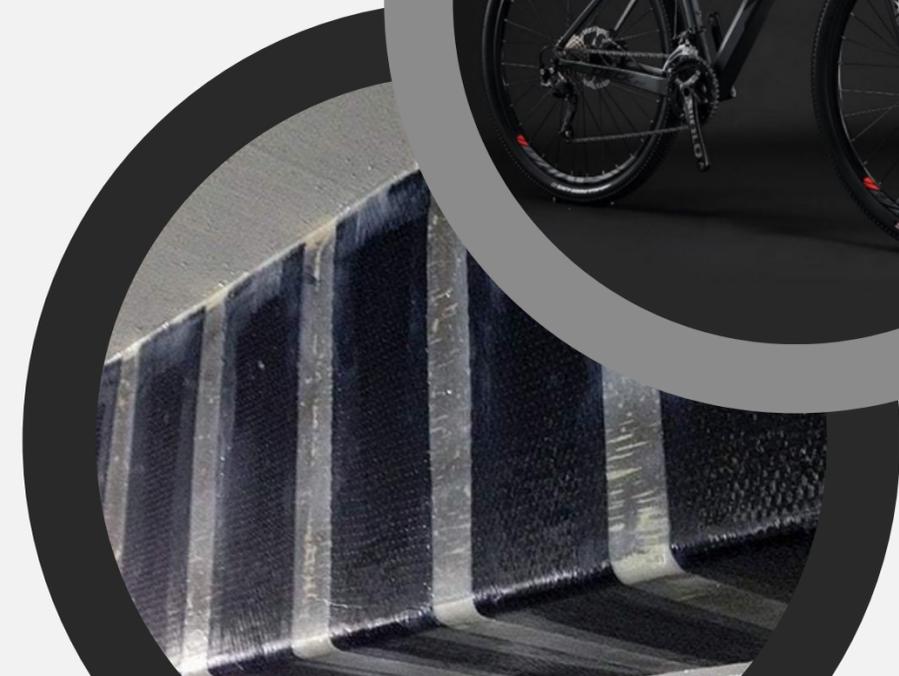
Fibras em
camadas
sobrespostas

Enroladas em
carretel/
empilhadas em
folhas

Forma - Corte
Calor e pressão

Aplicações

- **Indústria Aeronáutica:** um dos materiais mais importantes na composição dos aviões (aeronaves compostas 50% de FC).
- **Indústria Aeroespacial:** Foguetes e Satélites.
- **Esportes:** capacetes, bicicletas (mountain bike).
- **Construção Civil:** Reforçando estruturas.
- **Automobilismo:** No chassi ou revestindo o exterior.



McLaren MP4/1 (1981)



VALORES

resistência, espessura,
tipo de tecido e o
processo de fabricação

- > padrão: US\$ 10–30/m²
não tecida
- > superior: US\$ 30–100/m²
pré-impregnada

Pesquisas em sites: Mercado Livre, Aliexpress e outros.

VALORES



Kit Laminação em Fibra de Carbono (0,10 M²)

R\$ 109,90

Redelease

Frete não incluído



Kit Laminação em Fibra de Carbono (0,70 M²)

R\$ 419,90

Redelease

Frete não incluído



Kit Para Laminagens E Reparos Em Fibra De Carbono 0,7m²

R\$ 454,90

Mercado Livre

Entrega gratuita



Kit Resina Epoxi + Fibra De Carbono

R\$ 229,00

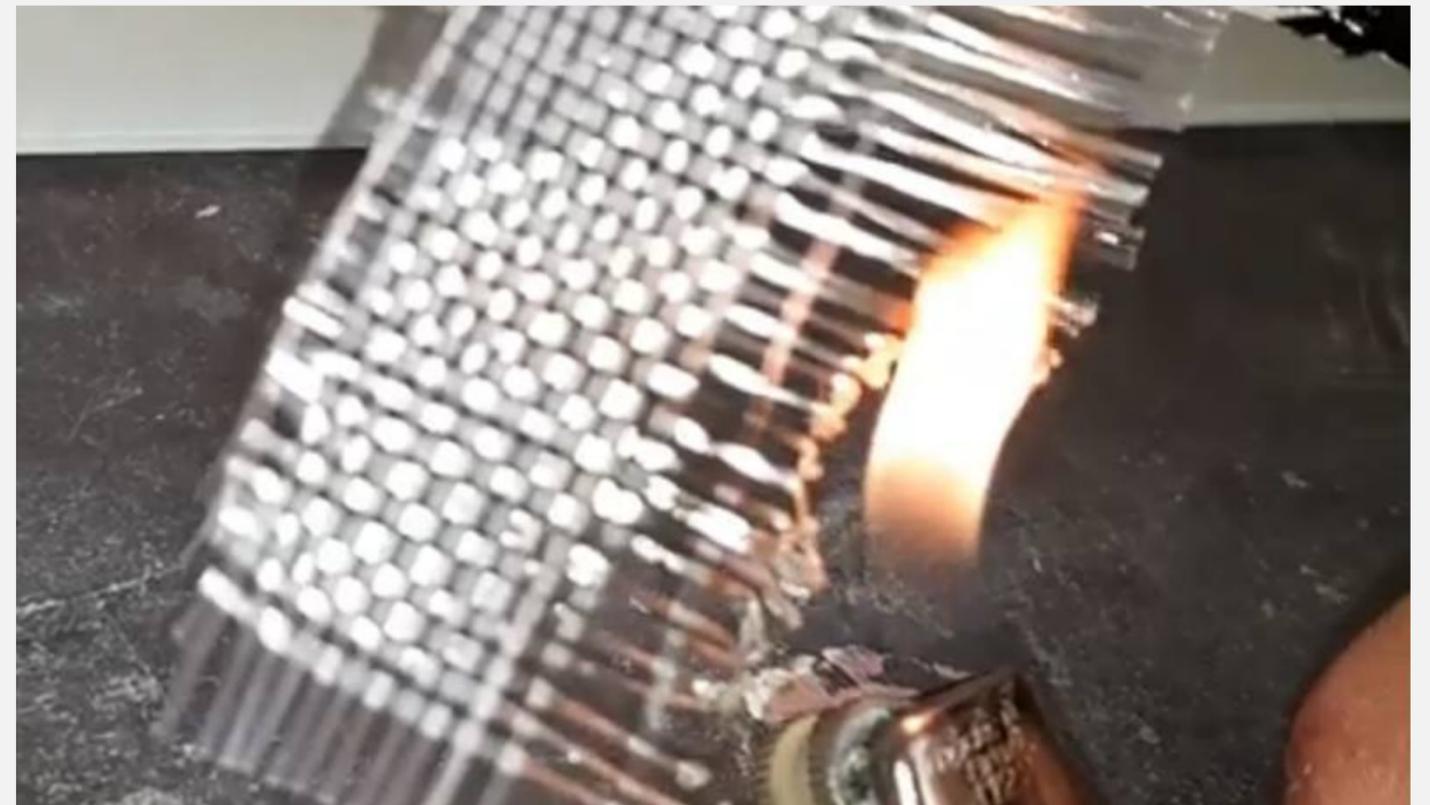
Mercado Livre

Entrega gratuita

FATO OU FAKE?

VERDADEIRA: composta principalmente de carbono puro, ocorre a oxidação do carbono, resultando na combustão das fibras (ENCANDEAMENTO).

FALSA: plástico comum se torna maleável quando aquecido.



Inovação

propriedades
mecânicas e
termofísicas de
polietersulfona
reforçada com fibra
de carbono

Article

Mechanical and Thermophysical Properties of Carbon Fiber-Reinforced Polyethersulfone

Valerii G. Torokhov ¹, Dilyus I. Chukov ¹ , Victor V. Tcherdyntsev ^{1,*} , Galal Sherif ¹, Mikhail Y. Zadorozhnyy ¹, Andrey A. Stepashkin ¹, Ilya I. Larin ²  and Elena V. Medvedeva ³

- ¹ Laboratory of Functional Polymer Materials, National University of Science and Technology “MISIS”, Leninskii Prosp, 4, 119049 Moscow, Russia; vgtorokhov@gmail.com (V.G.T.); dil_chukov@mail.ru (D.I.C.); eng_galal_emad@mu.edu.eg (G.S.); priboy38@mail.ru (M.Y.Z.); a.stepashkin@misis.ru (A.A.S.)
 - ² Center for Genetics and Life Science, Department of Biomaterials, Sirius University of Science and Technology, 354349 Sochi, Russia; larin.ii@talantiuspeh.ru
 - ³ Institute of Electrophysics, Ural Branch, Russian Academy of Science, Amudsenia Str., 106, 620016 Yekaterinburg, Russia; lena_p@bk.ru
- * Correspondence: vvch@misis.ru; Tel.: +7-910-400-2369

Abstract: In this study, the mechanical and thermophysical properties of carbon fiber-reinforced polyethersulfone are investigated. To enhance the interfacial interaction between carbon fibers and the polymer matrix, the surface modification of carbon fibers by thermal oxidation is conducted. By means of AFM and X-ray spectroscopy, it is determined that surface modification changes the morphology and chemical composition of carbon fibers. It is shown that surface modification dramatically increases the mechanical properties of the composites. Thus, flexural strength and the E-modulus of the composites reinforced with modified fibers reached approximately 962 MPa and 60 GPa, respectively, compared with approximately 600 MPa and 50 GPa for the composites reinforced with the initial ones. The heat deflection temperatures of the composites reinforced with the initial and modified fibers were measured. It is shown that composites reinforced with modified fibers lose their stability at temperatures of about 211 °C, which correlates with the glass transition temperature of the PES matrix. The thermal conductivity of the composites with different fiber content is investigated in two directions: in-plane and transverse to layers of carbon fibers. The obtained composites had a relatively high realization of the thermal conductive properties of carbon fibers, up to 55–60%.

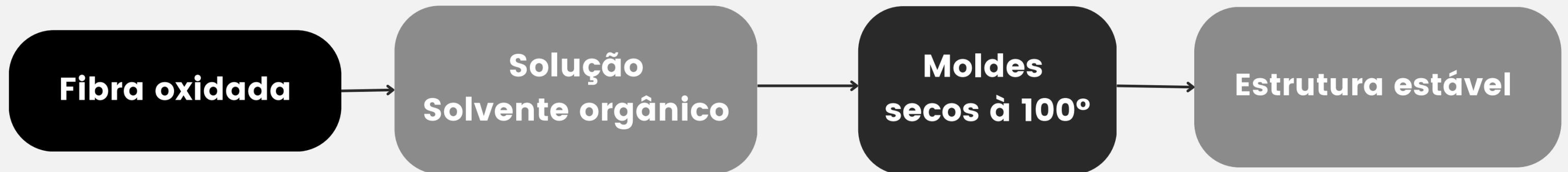


Citation: Torokhov, V.G.; Chukov, D.I.; Tcherdyntsev, V.V.; Sherif, G.; Zadorozhnyy, M.Y.; Stepashkin, A.A.; Larin, I.I.; Medvedeva, E.V. Mechanical and Thermophysical Properties of Carbon Fiber-Reinforced Polyethersulfone. *Polymers* **2022**, *14*, 2956. <https://doi.org/10.3390/>

Inovação

- **Pó de Polietersulfona**

- reciclável, ao contrário do epóxi.
- baixa inflamabilidade e capacidade de atender a requisitos rigorosos de retardância à chama.
- redução de perdas de matéria prima -> produção eficiente.



melhor adesão

Referências

PARDINI, Luiz Cláudio; GONÇALVES, Adriano. Processamento de compósitos termoestruturais de carbono reforçado com fibras de carbono. *Journal of Aerospace Technology and Management*, v. 1, p. 231-241, 2009.

CARVALHO, Rosangela M. de; KUBOTA, Lauro T.; ROHWEDDER, Jarbas J. Fibras de carbono: aplicações em eletroanalítica como material eletródico. *Química Nova*, v. 22, p. 591-599, 1999.

COSTA, Hugo Moreira da Silva et al. Obtenção de nanofios de carbono a partir de copolímero de PAN eletrofiados para aplicação como supercapacitores. *Matéria (Rio de Janeiro)*, v. 26, 2021.

BRITO JÚNIOR, Carlos AR et al. Poliacrilonitrila: processos de fiação empregados na indústria. *Polímeros*, v. 23, p. 764-770, 2013.

FIORELLI, Juliano. Utilização de fibras de carbono e de fibras de vidro para reforço de vigas de madeira. MSc thesis, 2002.

MENEGHETTI, Leila Cristina. Análise do comportamento à fadiga de vigas de concreto armado reforçadas com PRF de vidro, carbono e aramida. 2007.

Obrigada!

