CARACTERIZAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE UM PERFIL FABRICADO EM POLÍMERO REFORÇADO COM FIBRA DE VIDRO (PRFV)

Heitor Hernan Dallabetta | heitor.h@ifsc.edu.br[1]
Carlos Alfredo Gracioli Aita | carlos.aita@ifsc.edu.br[2]
Marcelo André Toso | Marcelo.toso@ifsc.edu.br[3]

Trabalho de Pesquisa
Mecânica

Resumo:
A utilização compósitos reforçados com fibras de vidro tem aumentado em aplicações estruturais devido às suas características físico-mecânicas e à possibilidade de fabricação de perfis com geometrias diversas por meio do processo de pultrusão. Entretanto, a ausência de dados específicos sobre as propriedades desses materiais pode dificultar sua utilização adequada em projetos e dimensionamentos. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo caracterizar as propriedades físico-mecânicas de um perfil fabricado em polímero reforçado com fibra de vidro (PRFV), produzido pelo processo de pultrusão. Para isso, serão realizados ensaios experimentais de resistência à tração, compressão e flexão em três pontos, além da determinação da densidade e da absorção de água do material. Os ensaios mecânicos serão conduzidos em máquina universal de ensaios, enquanto os ensaios físicos serão realizados por meio de procedimentos específicos para cada propriedade. Os dados obtidos serão organizados e analisados quantitativamente, possibilitando a caracterização do comportamento do perfil avaliado. Como resultados, espera-se determinar as propriedades físico-mecânicas do perfil estudado e fornecer dados que possam contribuir para uma utilização mais adequada do material em aplicações de engenharia, especialmente no desenvolvimento de projetos e dimensionamentos.

Palavras-chave: compósitos; PRFV; pultrusão; propriedades; dimensionamento.

Introdução

O uso de polímeros reforçados com fibras de vidro tem crescido em aplicações estruturais devido às suas propriedades e à possibilidade de fabricação de perfis com diferentes geometrias. A correta seleção dos materiais é fundamental para o desenvolvimento de projetos, sendo necessário conhecer a relação entre sua estrutura, propriedades e processamento (Callister Jr.; Rethwisch,

[1] Estudante do curso Bacharelado em Engenharia Mecânica do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) – Campus Xanxerê.
[2] Professor do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) – Campus Xanxerê.
[3] Professor do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) – Campus Xanxerê.

2013). Nesse contexto, a obtenção de dados confiáveis sobre as propriedades dos materiais contribui para projetos e dimensionamentos mais adequados (Scheleski, 2014).

Diante disso, identificou-se a necessidade de caracterizar as propriedades físico-mecânicas de um perfil de polímero reforçado com fibra de vidro (PRFV), fabricado pelo processo de pultrusão, utilizado por uma empresa do oeste de Santa Catarina. A ausência de dados específicos sobre o material pode dificultar sua aplicação em projetos e dimensionamentos, tornando necessária a obtenção experimental de propriedades que auxiliem sua utilização.

A determinação experimental das propriedades mecânicas é fundamental para conhecer o comportamento e a resistência dos materiais empregados em projetos e dimensionamentos (Hibbeler, 2018). Para materiais compósitos, essa caracterização é especialmente relevante devido à influência de sua composição e estrutura sobre suas propriedades.

Diante disso, este trabalho tem como objetivo caracterizar as propriedades físico-mecânicas de um perfil pultrudado em PRFV, considerando resistência à tração, compressão e flexão em três pontos, além de densidade e absorção de água.

Fundamentação teórica

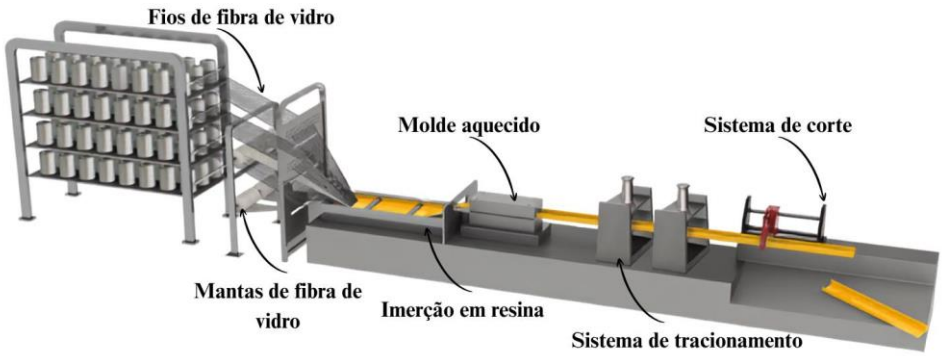
Dentre as áreas de atuação da engenharia mecânica destaca-se a engenharia de materiais, ramo fundamental que se dedica à melhoria contínua dos materiais de acordo com as necessidades e os desafios impostos. Como Callister Jr. e Rethwisch (2013) delimitam: “[...] a Engenharia de Materiais, com base nas correlações estrutura-propriedade, projeta ou ‘engenheira’ a estrutura de um material para obter nele um conjunto predeterminado de propriedades”. A classificação de materiais é feita de modo conveniente por Callister e Rethwisch (2013), separando-os em três categorias principais: metais, cerâmicas e polímeros. Além dessas classificações, há uma outra classificação, os compósitos, que abrangem os casos em que há associação de mais de um tipo de material. Para esta produção acadêmica, o enfoque será direcionado aos materiais compósitos. Para conceituá-los, Barbero (2018) descreveu: “Um material compósito é formado pela combinação de dois ou mais materiais distintos para formar um novo material com propriedades aprimoradas.”

Os materiais compósitos podem ser classificados em diferentes grupos, entre eles os reforçados com partículas, fibras, estruturais e nanocompósitos. Neste trabalho, o enfoque será nos

compósitos reforçados com fibras, responsáveis por grande parte da resistência e rigidez do material (Callister JR.; Rethwisch, 2013). As fibras apresentam diâmetro significativamente menor que o comprimento e podem ser orientadas em diferentes direções. A matriz une e mantém as fibras posicionadas, além de distribuir os esforços externos entre elas, suportando principalmente tensões de cisalhamento interlaminar, de contato e transversais (Barbero, 2018). O Polímero Reforçado com Fibra de Vidro (PRFV) consiste em fibras de vidro unidas por uma matriz polimérica. As fibras podem ser orientadas em diferentes sentidos e apresentar comprimentos variados, podendo ser longas (contínuas) ou curtas (descontínuas). As fibras de vidro conferem ao PRFV elevada resistência mecânica, sendo esse material utilizado em aplicações que requerem boa resistência à corrosão (Callister JR.; Rethwisch, 2013).

A pultrusão é um dos processos de fabricação do PRFV, definido por Barbero (2018) como: “A pultrusão é um processo de fabricação contínuo utilizado para produzir perfis com seção transversal constante e de qualquer comprimento”. Barbero (2018) também comenta que o processo é realizado com fios de fibra contínua impregnados com resina e conduzidos por um molde aquecido para receber o formato desejado.O processo de pultrusão, ilustrado pela Figura 1, é contínuo: os fios são impregnados com resina e passam por um sistema de guias até um molde aquecido, onde recebem a geometria desejada. Após a cura da matriz, o perfil é puxado por componentes denominados puxadores e posteriormente cortado no comprimento desejado. A cura da matriz polimérica é realizada, na maioria dos casos, em três zonas distintas de temperatura (Marinucci, 2019). A Figura 2 apresenta um exemplo de perfil em PRFV fabricado pelo processo de pultrusão.

Figura 1 – Ilustração do processo de pultrusão.



Fonte: Adaptado de Fibrolux ([s.d.]).

Figura 2 – Representação de um perfil em PRFV fabricado por pultrusão.



Fonte: Adaptado de Fibrolux ([s.d.]).

Procedimentos metodológicos

A pesquisa caracteriza-se como aplicada, de abordagem quantitativa e de caráter descritivo e explicativo, utilizando o método experimental para a caracterização das propriedades físico-mecânicas de um perfil de PRFV fabricado por pultrusão. O material é constituído por aproximadamente 55% de roving 312T Direct Roving, 10% de manta de fibra de vidro tipo E, modelo EMK450, 33% de resina ARAZYN™ 13500 T-04, 1% de catalisador TRIGONOX C e 1% de desmoldante ACMOS A82-866 5-FM05.

A caracterização experimental será realizada por meio de ensaios de tração, compressão e flexão em três pontos, conforme as normas ASTM D3039/D3039M, ASTM D3410/D3410M e ASTM D7264/D7264M, respectivamente. Os ensaios serão realizados em uma máquina universal de ensaios Time WDW-100F, com capacidade de 100 kN, pertencente ao IFSC – Câmpus Xanxerê.

Para a determinação das propriedades físicas, serão realizados ensaios de densidade e absorção de água, conforme as normas ASTM D792 e ASTM D570, respectivamente. A densidade será determinada pelo princípio de Arquimedes e a absorção de água pela variação de massa dos corpos de prova. As pesagens serão realizadas em uma balança de precisão Shimadzu AUX220, com capacidade máxima de 220 g e mínima de 10 mg.

Os dados dos ensaios serão organizados e analisados em planilhas eletrônicas. Para os ensaios mecânicos, serão elaborados gráficos de tensão e deformação, permitindo determinar as propriedades mecânicas do perfil e, em conjunto com os resultados dos ensaios físicos, caracterizar suas propriedades físico-mecânicas.

Resultados e discussões

Espera-se que os ensaios experimentais possibilitem determinar as principais propriedades físico-mecânicas do perfil de PRFV estudado. Os ensaios de tração, compressão e flexão em três pontos permitirão obter dados sobre o comportamento mecânico do material, enquanto os ensaios de densidade e absorção de água fornecerão informações complementares sobre suas características físicas. Os resultados serão organizados e analisados de forma a relacionar os dados experimentais aos fundamentos teóricos e caracterizar o perfil estudado.

Para os ensaios mecânicos, espera-se que os resultados apresentem valores compatíveis com os apresentados para a classe E17 da ABNT NBR 15708, considerando-se como referências 170 MPa para resistência à tração longitudinal, 170 MPa para resistência à compressão longitudinal e 11 GPa para módulo de elasticidade longitudinal à flexão. Para a densidade, esperam-se valores entre 1600 kg/m³ e 1900 kg/m³, enquanto para a absorção de água espera-se um valor entre 0,4% e 0,6% em massa. Os resultados obtidos poderão contribuir para o conhecimento das características do perfil de PRFV e fornecer dados de referência para sua utilização em aplicações de engenharia, especialmente em projetos e dimensionamentos.

Considerações finais

A caracterização físico-mecânica do perfil pultrudado em PRFV permitirá determinar propriedades relevantes para sua avaliação e aplicação, contribuindo para uma melhor compreensão do comportamento do material. A realização dos ensaios de tração, compressão, flexão em três pontos, densidade e absorção de água possibilitará a obtenção de dados experimentais que poderão ser comparados com referências normativas e bibliográficas, incluindo os valores de referência associados à classe E17 de perfis pultrudados. Dessa forma, espera-se que o estudo contribua para a caracterização do perfil selecionado e para a geração de dados que possam auxiliar na avaliação de seu desempenho e potencial de utilização em aplicações de engenharia.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15708**: perfis pultrudados de plástico reforçado com fibras de vidro (PRFV). Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D570-98**: Standard Test Method for Water Absorption of Plastics. West Conshohocken, PA: ASTM International, 1998.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D792-07**: Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement. West Conshohocken, PA: ASTM International, 2007.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D3410/D3410M-03**: Standard Test Method for Compressive Properties of Polymer Matrix Composite Materials with Unsupported Gage Section by Shear Loading. West Conshohocken, PA: ASTM International, 2003.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D7264/D7264M-07**: Standard Test Method for Flexural Properties of Polymer Matrix Composite Materials. West Conshohocken, PA: ASTM International, 2007.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **D 3039/D 3039M-00e1**: Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials. West Conshohocken, PA: ASTM International, 2000.

BARBERO, Ever J. **Introduction to composite materials design**. 3. ed. Milton Park: Taylor e Francis; Boca Raton: CRC Press, 2017.

CALLISTER, William D.; RETHWISCH, David G. **Ciência e engenharia dos materiais**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
FIBROLUX. Pultrusão. [s.d.]. Disponível em: https://fibrolux.com/pt/fibropediar/pultrusao.html#c24849. Acesso em: 17 de jun. de 2026.

FIBROLUX. **Pultrusão**. [s.d.]. Disponível em: https://fibrolux.com/pt/fibropediar/pultrusao.html#c24849. Acesso em: 17 de jun. de 2026.

HIBBELER, Russell Charles. **Resistência dos materiais**. 10. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2018.
INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 62:2008: plastics - determination of water absorption. 3. ed. Geneva: ISO, 2008.

MARINUCCI, Gerson Luiz. **Materiais compósitos poliméricos**: fundamentos e tecnologia. São Paulo: Blucher, 2019.

SCHELESKI, Samuel. **Seleção de materiais no projeto de máquinas agrícolas**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2014. Disponível em: https://repositorio.upf.br/items/b5c4e3fe-3bb4-4005-8698-5f4ccf62f354. Acesso em: 30 de mar. de 2026.