

# Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência  
e Saberes Multidisciplinares

## Estudo das propriedades mecânicas do compósito de tecido plano de algodão em matriz polimérica

Janaina da Costa Pereira Torres de Oliveira<sup>1</sup>; [0000-0002-6580-7687](tel:0000-0002-6580-7687)  
Bruna Machado de Lima Ribeiro dos Santos<sup>2</sup>; [0000-0001-7628-7464](tel:0000-0001-7628-7464)

1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ.

[janaina.oliveira@foa.org.br](mailto:janaina.oliveira@foa.org.br)

2 – Colégio Estadual Célio Barbosa Anchite, Pinheiral, RJ.

**Resumo:** Nos dias atuais tem-se buscado por materiais que atendam a soluções tipo redução de peso sem perder a resistência mecânica, e nessa linha este trabalho procurou produzir um compósito que atendesse essa demanda. Para esse fim, este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho mecânico de um compósito com matriz de resina poliéster reforçado com tecido plano de algodão (TPA) por meio de ensaios de tração e impacto, a fim de comprovar a viabilidade do seu uso como matriz polimérica para a fabricação de compósitos. Foram confeccionadas as placas de resina pura, e com as configurações de 2, 4, 8, 10 e 12 camadas de TPA. Dessas placas foram retirados corpos de prova para os ensaios de tração, flexão e impacto. Foi observado que a resistência à tração aumentou com adição das camadas de TPA, sendo que a configuração com 10 TPA, obteve-se o melhor resultado. Quanto a resistência a flexão, os resultados se mantiveram abaixo da resistência para a resina pura. Entretanto a energia armazenada aumentou com adição do TPA, logo fica comprovada a viabilidade do uso do TPA com reforço, na fabricação desse compósito.

**Palavras-chave:** Ensaio de tração. Ensaio de flexão. Ensaio de impacto. Gramatura. Titulação.

# Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência  
e Saberes Multidisciplinares

## INTRODUÇÃO

Diversas conquistas tecnológicas atualmente, tais como aeronáutica, aeroespacial, petroquímica, naval, bioengenharia, automobilística, construção civil, energia eólica e de artigos esportivos, entre outras, somente se tornaram viáveis após o surgimento dos compósitos estruturais (LEVY NETO; PARDINI, 2018).

Para atender a propriedades específicas, os materiais compósitos ocupam um lugar de destaque, pois, são obtidos através da mistura de dois ou mais materiais, e apresentam propriedades que não são encontradas em cada um dos componentes individualmente (SOUZA, 2019).

A constante preocupação com a melhor qualidade do meio ambiente, praticidade funcional, estética e economia, tem levado diversos seguimentos, no campo da ciência e pesquisa, ao estudo e desenvolvimento de novos materiais compósitos para várias aplicabilidades nos diversos seguimentos da indústria mundial, tais como, construção civil, automotiva, utensílios para decoração, movelaria, embalagens e paisagismo (MARTINS NETO, 2016).

Em razão da variedade de materiais que podem constituir as diferentes fases os compósitos são classificados em três grandes grupos de acordo com o material que o reforça: compósitos com reforço/carga de partículas, compósitos com reforço/carga de fibras e compósitos estruturais.

As fibras naturais funcionam como reforços ao polímero, gerando os compósitos:

Fibras são definidas como o conjunto formado de filamentos orientados na direção da cadeia molecular e são parte fundamental na vida diária do ser humano, encontradas de várias formas, tais como filamentos, fios, feixes, cordas, tecidos, compósitos, revestimentos, entre outras. Elas abrangem diversas áreas, tais como civil, mecânica, elétrica, eletrônica, militar, naval, náutica, aeronáutica, saúde, medicina, ambiental, comunicação, segurança, espacial, entre outras (CARDOSO, 2009, p. 16).

Existem diversos tipos de fibras naturais disponíveis e, logo a sua utilização na composição dos compósitos, como reforço/carga, de matriz polimérica tem como objetivo melhorar as propriedades.

# Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência  
e Saberes Multidisciplinares

De acordo com Baggio (2005), os polímeros podem ser classificados segundo suas propriedades mecânicas em termoplásticos, termorrígidos (termofixos) e elastômeros (borrachas).

Segundo Martins Neto (2016), “as resinas poliéster possuem uma gama de propriedades, caracterizando-as como a mais polivalente entre todas as resinas termofixas”. Essas propriedades são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Propriedades da resina poliéster.

<b>Resinas Poliéster</b>	Excelente estabilidade dimensional
	Excelente resistência a ambientes quimicamente agressivos
	Ótimas propriedades elétricas e isolante
	Fácil pigmentação
	Não liberação de materiais voláteis durante a cura (sem estireno)
	Cura a frio
	Permite a utilização de moldes simples e barato

Fonte: Martins Neto (2016)

Uma característica dos compósitos reforçados por fibras são os maiores limites de resistência, provenientes da incorporação de fibras mecanicamente mais resistentes e mais frágeis em matriz dúctil, com menor massa específica, devido à transferência de tensões da matriz para as fibras, que são mais resistentes aos esforços aplicados. Em contrapartida, a matriz protege as fibras minimizando a difusão de contaminantes como o oxigênio e a umidade, que aceleram o processo de degradação de suas propriedades mecânicas. Assim a resistência do compósito pode ser maior, tanto em elevadas temperaturas, como em temperatura ambiente (MARQUES, 2016).

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o comportamento mecânico do compósito reforçado com tecido plano de algodão (TPA) em matriz de resina poliéster, por meio de ensaios de tração, flexão e impacto, a fim de comprovar a viabilidade do seu uso como matriz polimérica para a fabricação de compósitos. Além dos ensaios mecânicos também foram realizados ensaios metalográficos utilizando o microscópio óptico e o microscópio eletrônico de varredura.

# Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência  
e Saberes Multidisciplinares

## MÉTODOS

Neste trabalho foi utilizada a resina poliéster ortoftálica cristal com proteção ultravioleta (Arazyn 1.0) e catalisador (Butanox-M50) da marca Redelease. Essa resina foi escolhida por ter custo baixo, facilidade de manuseio devido a baixa viscosidade e pela sua transparência.

O reforço estrutural escolhido, para a produção das placas de compósito, foi o tecido plano de algodão (TPA) com ligação tipo tela ou tafetá cortados nas dimensões dos moldes metálicos.

Foram confeccionados dois moldes metálicos para a produção das placas de compósito, um molde com as dimensões de  $226\text{ mm} \times 226\text{ mm} \times 8\text{ mm}$  para a produção dos corpos de prova, para os ensaios de tração e flexão, e o outro molde com as dimensões de  $146\text{ mm} \times 146\text{ mm} \times 10\text{ mm}$  para a produção dos corpos de prova, para o ensaio de impacto.

A fim de facilitar a retirada e garantir a qualidade das placas de compósito dos moldes metálicos foi utilizado o desmoldante, Tec Glaze – N, fabricado pela Polinox, inicialmente foram aplicadas duas camadas de desmoldante em toda a superfície interna dos moldes com o auxílio de uma esponja. Depois de 5 minutos da aplicação da primeira camada, o procedimento foi repetido.

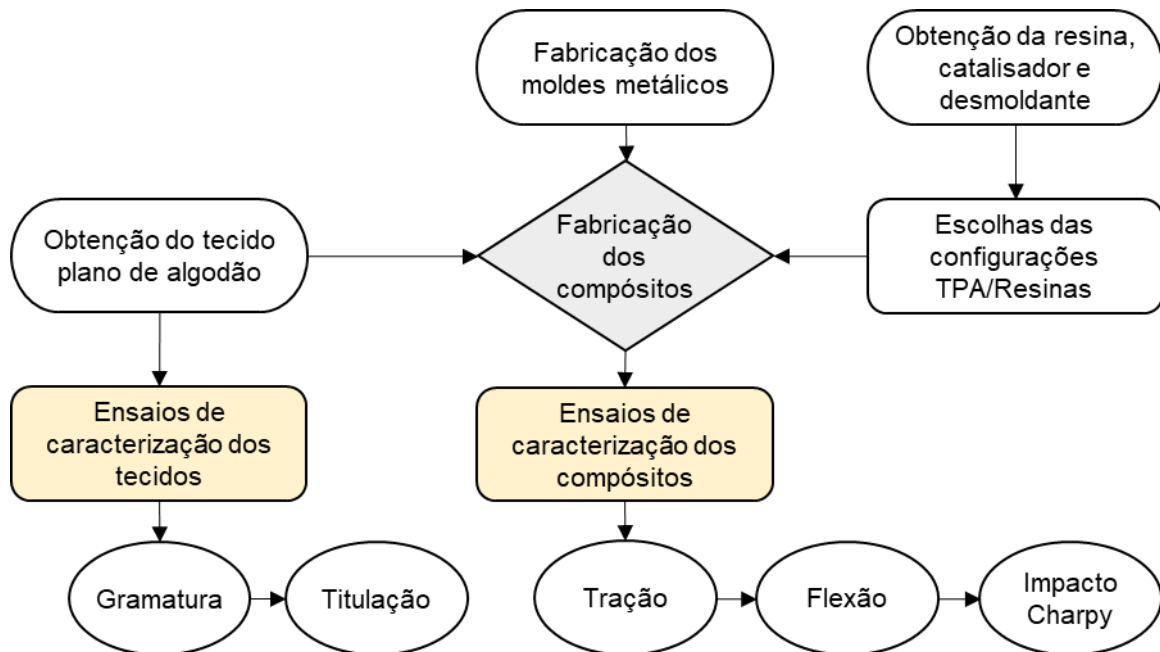
A Figura 1 apresenta um fluxograma que descreve resumidamente o processo de fabricação e caracterização dos compósitos.



# Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência  
e Saberes Multidisciplinares

Figura 1 – Fluxograma das etapas de fabricação e caracterização dos compósitos.



Fonte: Os autores (2022)

O Quadro 2 relaciona os tipos de ensaios e suas respectivas normas utilizadas neste trabalho.

Quadro 2 – Tipos de ensaios e normas utilizadas

Ensaio	Material	Normas utilizadas
Gramatura	Tecido	NBR 10591
Título do fio	Tecido	NBR 13214 e NBR 13216
Tração	Compósito	ASTM D3039
Flexão	Compósito	ASTM D790
Impacto Charpy	Compósito	ASTM E23

Fonte: Os autores (2022)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado encontrado no ensaio de gramatura para o tecido plano de algodão (TPA), utilizado neste trabalho, foi de  $183,7 \text{ g/m}^2$  com desvio padrão de  $\pm 8,4 \text{ g/m}^2$ .

# Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência  
e Saberes Multidisciplinares

Conforme a norma ASTM D3776 (2020), o tecido analisado é um tecido de média gramatura.

A Tabela 1 apresenta o título dos fios de urdume e trama determinados no ensaio do TPA.

Tabela 1 – Titulação dos fios do tecido plano de algodão

	Urdume	Trama
Tex	78,0 ± 15,1	77,6 ± 6,8
Ne	8,8 ± 2,5	7,6 ± 0,6

Fonte: Os autores (2022)

A Tabela 2 apresenta os resultados e o comportamento dos parâmetros obtidos no ensaio de tração, iniciando com a resina pura e posteriormente, os compósitos com 2, 4, 8, 10 e 12 TPAs.

Tabela 2 – Resultados obtidos no ensaio de tração da resina pura e dos compósitos

Identificação	Resistência à Tração (MPa)	Deformação Total (%)	Módulo Elasticidade (GPa)
Resina Pura	44,13 ± 12,12	2,96 ± 0,74	1,780 ± 0,123
02TPA	20,61 ± 2,19	4,64 ± 0,37	0,805 ± 0,058
04TPA	16,19 ± 1,87	3,87 ± 0,25	0,774 ± 0,048
08TPA	23,65 ± 1,46	8,33 ± 1,67	0,630 ± 0,090
10TPA	25,32 ± 6,05	7,35 ± 1,39	0,684 ± 0,075
12TPA	24,51 ± 0,93	10,97 ± 1,22	0,568 ± 0,026

Fonte: Os autores (2022)

Pode-se verificar que a configuração que obteve o melhor resultado de resistência a tração foi o compósito com dez camadas de TPA e o pior resultado foi o compósito com quatro camadas de TPA. Também pode ser observado na Tabela 2 que de acordo com o aumento do número de camadas de TPA, ocorreu uma redução do módulo de elasticidade, porém, o percentual de deformação total aumentou.

Tabela 3 – Resultados obtidos no ensaio de flexão

Identificação	Resistência à Flexão (MPa)	Módulo Elasticidade (GPa)
Resina Pura	66,00 ± 11,82	2,187 ± 0,123
04TPA	49,43 ± 28,17	3,058 ± 0,195
08TPA	38,68 ± 3,62	3,170 ± 0,187
10TPA	42,45 ± 2,23	3,255 ± 0,116
12TPA	44,19 ± 3,19	3,310 ± 0,116

Fonte: Os autores (2022)

Analisando a Tabela 3, tem-se que a resistência a flexão diminui de acordo com o aumento das camadas de TPA, quando comparada a resina pura. Esse comportamento é diferente quando o corpo de prova está sob o efeito de cargas de tração, onde com o aumento do número de camadas de TPA, ocorreu um aumento da resistência a tração.

Tabela 4 – Resultados do ensaio de impacto (Charpy)

Identificação	Energia de Impacto (J)
Resina Pura	0,51 ± 0,14
02TPA	0,50 ± 0,07
04TPA	0,83 ± 0,15
08TPA	1,26 ± 0,06
10TPA	1,39 ± 0,11
12TPA	1,63 ± 0,11

Fonte: Os autores (2022)

A Tabela 4 mostra os resultados do ensaio que determina a energia de impacto (Charpy), onde observa-se que à medida que o número de camadas de TPA aumenta, a energia de impacto também aumenta, demonstrando-se que com o aumento das camadas de TPA aumenta-se a capacidade de absorção de energia pelo compósito.



# Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência  
e Saberes Multidisciplinares

O compósito apresentou energia de impacto crescente à medida que aumentava o número de camadas de TPA. A configuração de resultado TPA12 apresentou resistência ao impacto 219,6 % maior que a da resina de poliéster, pura.

## CONCLUSÕES

Pode-se afirmar que é viável a obtenção de compósito de matriz polimérica com TPAs. O TPA está presente no compósito como carga, uma vez que todas as formulações estudadas do compósito apresentaram resistência mecânica menor que a resistência mecânica da matriz.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio financeiro recebido do Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA), através do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica Ensino Médio (PIBIC ENSINO MÉDIO/CNPq).

## REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D790**: Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials. ASTM International, West Conshohocken, PA, 2015.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D3039**: Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials. ASTM International, West Conshohocken, PA, 2014.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D3776**: Standard Test Methods for Mass Per Unit Area (Weight) of Fabric. ASTM International, West Conshohocken, PA, 2020.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM E23**: Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials. ASTM International, West Conshohocken, PA, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10591**: Materiais Têxteis - Determinação da gramatura de superfícies têxteis. Rio de Janeiro: ABNT,



# Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência  
e Saberes Multidisciplinares

2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13214:** Materiais têxteis - Determinação do título de fios. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13216:** Materiais têxteis - Determinação do título de fios em amostra de comprimento reduzido. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

BAGGIO, A. **Aproveitamento dos resíduos de compósitos à base de resina poliéster e fibra de vidro.** 2005. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp, Botucatu, 2005.

CARDOSO, Sérgio Gomes. **Estudo das propriedades e dos mecanismos de fratura de fibras sintéticas do tipo náilon e poliéster em tecidos de engenharia.** 2009. Tese (Doutorado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear – Materiais) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. São Paulo, 2009.

LEVY NETO, Flaminio; PARDINI, Luiz Claudio. **Compósitos estruturais: ciência e tecnologia.** 2ª ed. ampliada. São Paulo: Blucher, 2018.

MARQUES, Marcelo de Souza. **Obtenção e caracterização de um compósito polimérico de matriz poliéster e reforço/carga de tecido plano de algodão.** 2016. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2016.

MARTINS NETO, José Antônio. **Obtenção, caracterização e utilização de um compósito com matriz de resina poliéster e carga de fibras de sisal.** 2016. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Centro de Tecnologia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2016.

SOUZA, Luiz Guilherme Vieira Meira de. **Efeitos da adição de tecido de fibra de vidro tipo E a um compósito de resina poliéster e tecido de fibra de algodão.** 2019. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Natal, 2019.