



## CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA DE UM COMPÓSITO FABRICADO PARA APLICAÇÃO COMO PROTÓTIPO INDUSTRIAL

Françayanna Natalia F. Soares<sup>1</sup>, José S. F. Filho<sup>1</sup>, Adriana P. Nascimento<sup>1</sup>, Sandra M. Rocha<sup>1</sup>, Flavia T. V. Araújo<sup>1</sup>, Emmanuelle de O. Sancho<sup>1,2,3\*</sup>

1 - Universidade de Fortaleza (UNIFOR), Fortaleza, CE.

2 – Faculdade Ari de Sá (FAS), Fortaleza, CE.

3 – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Sobral, CE

Av. Washington Soares, 1321 - Edson Queiroz - CEP 60811-905 – Fortaleza, CE.

[esancho@unifor.br](mailto:esancho@unifor.br)

### RESUMO

*Esse estudo foi baseado numa pesquisa científica da Universidade de Fortaleza, para estudar as propriedades do polímero: polipropileno, e, do compósito: polipropileno com fibra de vidro, como materiais de engenharia, e, através dele verificar uma porcentagem que trouxesse melhorias a propriedades mecânicas de interesse na pesquisa. Estudou-se as propriedades mecânicas por meio dos ensaios de tração, impacto izod e dureza Shore D do polímero polipropileno virgem e do compósito polipropileno com fibra de vidro em suas proporções: 10, 20, 30 e 40% processados por injeção e produzidos por extrusão. Interessante salientar que a adição de um maior percentual de fibra de vidro ao polipropileno não é responsável por melhorias na resistência à tração, já que o aumento do teor de cargas produz regiões interfaciais mal dispersas de alta fragilidade, reduzindo assim a tensão máxima suportada, justificando a utilização apenas de 10% de fibra de vidro. Podemos concluir que a adição de altos teores de cargas gera micros vazios entre a matriz e o reforço, que interfere na distribuição de forcas no ensaio de tração. Sendo assim, foram fabricadas peças numa empresa situada na cidade de Maranguape, no Estado Ceará, para teste piloto para o estudo específico, utilizando a fórmula do plástico reciclado e com a composição de 10% de fibra de vidro, moldadas na forma de paviers de 16 faces que é utilizada para aplicação de pavimentos. A comparação dessa composição com uma aplicação já existente no mercado, no caso, o plástico reciclado, trouxe uma análise satisfatória e qualitativa, já que a média dos valores das resistências à tração do compósito foi de 30746 MPa, acima dos valores obtidos para amostra de plástico reciclado que apresentou uma média de 23410 MPa. Os resultados encontrados para Dureza Shore D foram ensaiados de acordo com a norma técnica ASTM D2240, e os resultados foram próximos, contudo, como era de se esperar foram melhores para a composição de 10% de fibra de vidro, que apresentaram uma média de 64,8 contra uma média de 60,6 do plástico reciclado.*

**Palavras-chave:** *Compósito, Polipropileno, Propriedades Mecânicas.*

### INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade o primeiro contato do homem com materiais de resinas e graxas extraídas se deu pelos romanos e gregos que usavam para fazer suas determinadas demarcações.

No século XVI espanhóis e portugueses tiveram contatos com o material já modificado apresentando características de um produto látex onde já apresentava elasticidade e flexibilidade, eram desconhecidos e apresentados por ele como borracha.<sup>1</sup>

Com o passar do tempo através de cientistas foram descobrindo mais utilidade sobre o polímero e foi ganhando espaço até descobrir a vulcanização que permite essas e outras características sejam mais apresentadas.

O polímero surgiu do grego poli (muitos) e meros (repetições) denominadas de ligação covalente onde são macromoléculas compostas por milhares de unidades de repetição, sua matéria de produção é o monômero, molécula de uma unidade de repetição, nela apresentam se características e estruturas, definidas por classes: plásticos, borrachas e fibras.<sup>2</sup>

O compósito é a junção de dois ou mais materiais para obtenção de uma melhor estrutura e propriedades mecânicas para a finalização e aprimoramento de um resultado desejado. Essas misturas nos trazem condições infinitas de trabalhos e pesquisas que são explorados e conduzidos para uma melhor caracterização.<sup>3</sup>

A utilização do compósito polipropileno com fibra de vidro na Engenharia tem crescido economicamente, pois a utilização do mesmo vem trazendo benefícios e facilidades na engenharia como um todo, se adequando para um melhor aprimoramento, essa utilização traz uma opção a mais para substituição de peças e objetos com o intuito de inovar e diminuir seus custos com objetivo de introduzir cada vez mais no mercado.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

De acordo com a pesquisa foi estudado o comportamento do polímero polipropileno e do compósito polipropileno com adição da fibra de vidro em suas porcentagens de; 10, 20, 30, e 40%, para observar o comportamento de cada formulação e após escolher a composição mais indicada para aplicar no trabalho. Foram elaborados corpos de provas normatizados de acordo com a norma para realizar os ensaios; de tração, impacto izod, procedimento feito no laboratório do SENAI– Maracanaú. Os ensaios para a formulação do compósito polipropileno adicionado da fibra de vidro de 10% e o plástico reciclado, aconteceu na própria instituição, Universidade de Fortaleza, os respectivos ensaios para os corpos de provas devidamente preparados foram para os ensaios mecânicos de Dureza Shore D e Tração.

Os corpos de provas com as porcentagens de: 10%,20%,30% e 40% foram estudados com o intuito de verificar a melhor formulação deste trabalho, visto que a partir desse estudo foi observado que na composição de 10% encontra-se propriedades mecânicas condizentes para essa formulação, a de 20% não tem tanta diferença mais em relação ao custo pode se dizer que não seja tão favorável, entre a de 30% e 40%, além do custo ser maior, encontra se uma discordância entre os grãos em determinados pontos e mesmo que ganhe uma propriedade mecânica mais elevada ela perde por gerar mais espaços vazios entre os grãos e logo não tem adesão<sup>1</sup>. Resultado comprovado por Moresco<sup>4</sup> no qual utilizou agentes de acoplamento para aumentar a adesão do polipropileno com cargas vegetais.

A extrusora utilizada para a conclusão dessa etapa foi a do tipo dupla rosca da marca Philpolymer, caracterizada por ser horizontal com painel de controle e temperatura e velocidade da rosca sem fim. A máquina também possui um funil de alimentação onde o material será jogado em pellets ao dosador que tem a função de evitar entupimento em sua zona de alimentação.

A injetora utilizada foi uma Furnax EM150-V, disponibilizada pelo SENAI de Maracanaú. Ela possui oito zonas de aquecimento com controle PID de elevada precisão ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ); painel de controle que atende as normas de injeção JIS; motor hidráulico da rosca de alto torque e precisão, que garante qualidade da homogeneização do material; proteção contra partida de material a frio, temperatura de conservação com ajuste automático e detecção de

entupimento de bico e função de auto purga; proteção contra partida de material a frio; temperatura de conservação com ajuste automático e detecção de entupimento de bico.

O ensaio de tração para os corpos de provas do compósito polipropileno mais adição da fibra de vidro foram realizados na Unifor, através da máquina universal para ensaios mecânicos. Ensaio realizado através de corpos de provas normatizados seguindo as regras da ASMT. O ensaio de impacto Izod foi realizado no laboratório do SENAI Maracanaú-CE em parceria com a Unifor, devido os parâmetros já encontrados de acordo com a configuração necessária para receber o corpo de prova.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do ensaio de tração foram obtidos através do software series IX Automated Materials Testing System da Instron Corporation que realiza o ensaio e armazena todos os resultados dos corpos de prova, gerando um relatório final em formato pdf com os valores obtidos em uma tabela e o gráfico da tensão versus deformação.

Podemos analisar os dados obtidos mostrados na tabela que os valores das resistências à tração do compósito foram superiores quando comparados aos da amostra de plástico reciclado. Em média, a resistência obtida foi de 30.746 MPa, mais de 7 MPa a mais do que na amostra de plástico reciclado, como observado na Tabela 1, e, comparável aos valores encontrados por Freire<sup>4</sup>, no qual utilizou fibra de vidro na proporção de 10%. Justifica-se também o resultado do plástico reciclado por não ter um controle eficiente da matéria prima, devido a serem resíduos provenientes de vários tipos de plásticos diferentes, não conseguindo manter uma uniformidade do material.

Tabela 1: Resultados para as amostras de compósito.

C P	Largura (mm)	Espessura (mm)	Limite de resistência a tração (MPa)	Alongamento percentual (mm/mm) ou (%)	Tensão escoamento (MPa)	Tensão ruptura (MPa)	Módulo de elasticidade (MPa)
1	81.32	4.97	31.200	9.238	15.033	28.933	1318.323
2	80.34	4.95	31.000	9.738	13.221	29.333	1453.165
3	80.71	4.77	30.467	10.150	13.355	27.517	1352.745
4	80.98	5.00	30.533	9.613	13.556	24.700	1360.304
5	80.09	5.02	30.533	9.850	13.624	21.817	1359.828

Podemos analisar os dados obtidos mostrados na Tabela 1 que os valores das resistências à tração do compósito foram superiores quando comparados aos da amostra de plástico reciclado, na Tabela 2. Em média, a resistência obtida foi de 30.746 MPa, mais de 7 MPa a mais do que na amostra de plástico reciclado, como observado na Tabela 1, e, comparável aos valores encontrados por Freire<sup>5</sup>, no qual utilizou fibra de vidro na proporção de 10%. Justifica-se também o resultado do plástico reciclado por não ter um controle eficiente da matéria prima, devido a serem resíduos provenientes de vários tipos de plásticos diferentes, não conseguindo manter uma uniformidade do material.

Tabela 2: Resultados para as amostras de plástico reciclado.

CP	Largura (mm)	Espessura (mm)	Limite de resistência a tração (MPa)	Alongamento percentual (mm/mm) ou (%)	Tensão escoamento (MPa)	Tensão ruptura (MPa)	Módulo de elasticidade (MPa)
1	81.32	3.07	30.286	7.450	14.093	30.200	1290.451
2	79.68	3.05	19.943	4.200	10.642	19.942	1157.018
3	80.02	3.31	28.952	5.537	14.860	25.215	1761.443
4	80.24	3.97	25.119	7.075	11.505	25.119	1060.759
5	80.23	2.83	12.752	2.412	8.149	12.751	974.561

Interessante salientar que a adição de um maior percentual de fibra de vidro ao polipropileno não é responsável por melhorias na resistência à tração, já que o aumento do teor de cargas produz regiões interfaciais mal dispersas de alta fragilidade, reduzindo assim a tensão máxima suportada, justificando a utilização apenas de 10% de fibra de vidro. Podemos concluir que a adição de altos teores de cargas gera micros vazios entre a matriz e o reforço, que interfere na distribuição de forças no ensaio de tração.

A força de impacto produzida pelo ensaio resulta na velocidade em que esse material sofre ao receber o mesmo, ressaltando sua velocidade no corpo sofrido. Resulta que a amostra de polipropileno virgem é mais dura que o compósito de polipropileno com fibra de vidro (10%), significando que o material é mais tenaz, apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Resultado obtido através do ensaio de impacto para amostras de polipropileno com 10% de fibra de vidro.

Corpo de Prova	1	2	3	4	5	6	7
Força de impacto (KJ/m <sup>2</sup> )	3.45	3.79	4.24	2.99	3.02	2.52	2.35
Energia absorvida (J)	0.115	0.12	0.15	0.105	0.107	0.09	0.085

Os resultados de Dureza Shore D para os corpos de provas normatizados aplicados ao protótipo tanto para o compósito polipropileno quanto para o plástico reciclado, se apresentaram satisfatórios e coerentes quanto a sua dureza, como observados nas Tabelas 4 e 5.

Tabela 4: Resultado obtidos através do ensaio de Dureza Shore D para amostras de polipropileno com 10% de fibra de vidro.

Dureza Shore D PP + FV (10%)					
Corpos de Prova (CP)	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
CP1	65	66	66	65	64
CP2	65	66	65	65	64
CP3	65	65	65	65	65
CP4	64	65	65	64	64
CP5	64	65	65	64	65

Tabela 5: Resultado obtidos através do ensaio de Dureza Shore D para amostra de plástico reciclado.

Dureza Shore D PP + FV (10%)					
Corpos de Prova (CP)	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
CP1	61	60	62	62	63
CP2	61	60	61	60	62
CP3	60	60	62	63	60
CP4	60	58	61	60	59
CP5	59	60	61	60	59

Para o compósito pode se concluir que esse ensaio foi muito positivo pois através dele foi verificado que os pontos de dureza em seus respectivos pontos, nos trouxe precisão, ao ser ensaiado de acordo com a norma técnica ASTM D2240, esse ensaio trouxe precisão em seus pontos de dureza verificando que essa formulação é indicada para futuros trabalhos.

Mesmo que o plástico reciclável esteja em uma classificação de segunda linha, ele também trouxe propriedades compatíveis em seus pontos de dureza, uma vez que não se sabe ao certo a porcentagem indicativa de cada tipo de plástico, os resultados apresentaram precisão e exatidão, fazendo com que seja também uma composição aplicada a esses estudos, visto que já seja comercializado.

## CONCLUSÕES

Essa pesquisa resultou que a composição escolhida foi a de 10%, pois a mesma tem propriedades mecânicas resistentes para a junção do compósito, também pelos grãos ocuparem espaço de forma distribuída fazendo com que não perca suas devidas resistências.

A comparação dessa composição com uma aplicação já existente no mercado, no caso o plástico reciclado, trouxe uma análise satisfatória e qualitativa, pois esse estudo trouxe muitos benefícios e aplicações futuras.

Esse estudo não foi apenas a conclusão de um trabalho, através dele pode se aplicar conhecimentos de engenharia e perceber o quanto é importante estudar as propriedades mecânicas dos materiais, saber que tem aplicação viável e rentável para empresa com melhorias no processo.

## REFERÊNCIAS

1. CALLISTER JR, Willian D. Ciência e Engenharia de Materiais. 4. ed. Rio de Janeiro: 2018.
2. ASHBY , Michael F.; JONES, David R. H. Engenharia de Materiais. 3. Ed. Rio de Janeiro - RJ; 2007.
3. LOKENSGARD, Erik. Plásticos Industriais Teoria e Aplicação. 5. Ed. Rio de Janeiro; 2018.
4. FRANCO FILHO, José da Silva. Estudo das Propriedades Mecânicas do Compósito Polipropileno com Fibra de Vidro. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade de Fortaleza. Fortaleza – Ceará; 2015.
5. FREIRE Estevão; MONTEIRO Elizabeth E. C.; CYRINO Júlio C. R. Propriedades Mecânicas de Compósitos de Polipropileno com Fibra de Vidro. Artigo técnico científico. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1994.

## MECHANICAL CHARACTERIZATION OF A COMPOUND MANUFACTURED FOR APPLICATION AS INDUSTRIAL PROTOTYPE

### ABSTRACT

*This study was based on a scientific research at the University of Fortaleza, to study the properties of the polymer: polypropylene, and, of the composite: polypropylene with fiberglass, as engineering materials, and, through it, verify a percentage that would bring improvements to mechanical properties. of interest in the research. The mechanical properties were studied through tensile, izod impact and Shore D hardness tests of virgin polypropylene polymer and polypropylene composite with glass fiber in their proportions: 10, 20, 30 and 40% processed by injection and produced by extrusion. It is interesting to note that the addition of a higher percentage of glass fiber to polypropylene is not responsible for improvements in tensile strength, since the increase in filler content produces poorly dispersed interfacial regions of high fragility, thus reducing the maximum supported stress, justifying using only 10% fiberglass. We can conclude that the addition of high levels of fillers generates micro voids between the matrix and the reinforcement, which interferes in the distribution of forces in the tensile test. Therefore, parts were manufactured in a company located in the city of Maranguape, in the State of Ceará, for pilot test for the specific study, using the formula of recycled plastic and with the composition of 10% of fiberglass, molded in the form of paviess of 16 faces which is used for flooring application. The comparison of this composition with an application that already exists on the market, in this case, recycled plastic, brought a satisfactory and qualitative analysis, since the average of the values of the tensile strengths of the composite was 30746 MPa, above the values obtained for the sample of recycled plastic that presented an average of 23410 MPa. The results found for Shore D Hardness were tested according to the ASTM D2240 technical standard, and the results were close, however, as expected, they were better for the 10% fiberglass composition, which presented an average of 64.8 against an average of 60.6 for recycled plastic.*

**Keywords:** Composite, Polypropylene, Mechanical Properties.