

RESISTENCIA MECÂNICA DE RESÍDUO INDUSTRIAL DE CAULIM EM COMPÓSITOS DE MATRIZ POLIMÉRICA

Resumo: Os materiais compósitos têm conquistado um papel de destaque, pois tem demonstrado um avanço promissor na área de materiais devido seu desenvolvimento sustentável. Para a produção desse trabalho foram produzidos materiais compósitos de matriz poliéster isoftálica com inserção de carga de reforço de resíduo industrial de caulim com granulometria de 100 mesh. Produziu-se 10 (dez) placas, sendo utilizado em cada serie 12 (doze) corpos de prova, os quais foram submetidos à avaliação por meio de ensaios de tração para determinar as propriedades mecânicas dos materiais. As frações utilizadas de resíduo industrial de caulim foram de 10, 20, 30 e 40 %. O ensaio mecânico realizado nos compósito foi de acordo com a norma ASTM D-3039. Os resultados obtidos mostraram que houve aumento no limite de resistência a tração dos compósitos em relação à matriz plena. O melhor resultado de limite de resistência foi: 41,35 MPa na fração de 20% de resíduo de caulim, mas todas as proporções apresentaram resultado superior ao da matriz plena.

Palavras-chave: Materiais, Propriedades Mecânicas, Resistência.

1 INTRODUÇÃO

Os compósitos são materiais compostos por duas ou mais fases de diferentes propriedades químicas e físicas, onde a mesma possui uma fase conhecida como matriz, que pode ser: cerâmica, metálica ou polimérica, e outra fase conhecida como reforço, podendo ser de: fibra, partículas ou folhas (CALLISTER, 2013).

Os compósitos poliméricos apresentam alta resistência mecânica, devido suas características e a variedade de combinações entre a resina polimérica e a fase dispersa (COSTA, 2012). Os polímeros se caracterizam por formarem cadeias longas, devido sua repetição macromolecular, ou seja, os polímeros possuem muitas partes, o que lhe confere resistência. Os monômeros ou meros estão dispostos em sequencia, um após o outro, os que lhe dá a aparência de cordão (GOMES, 2016).

Segundo Borges a diversos estudos sobre as cargas minerais inseridas em misturas com polímeros, os compósitos, que visam estabelecer qual carga mineral é mais adequada para ser usada em conjunção com um determinado tipo de polímero de modo a se atingir propriedades previamente estabelecidas. Não é qualquer carga mineral que, misturada com determinado polímero, fará com que o compósito apresente as características físicas e químicas desejadas (LIMA, 2007).

A indústria de beneficiamento do caulim, a qual produz resíduos à base de sílica, mica e caulinita geram diversos tipos e níveis de resíduos de caulim correspondente a 80 a 90 % do volume total explorado, ocasionando um grande impacto ambiental (ANJOS, 2011). Dessa forma o estudo desse resíduo se faz necessário, pois sendo Anjos a pesquisa deve apresentar solução para minimizar a degradação ambiental, tendo em vista que o mesmo resíduo que prejudica o meio ambiente pode ser usado reduzir os custos, gerar empregos e construir materiais de interesse social.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Equipamentos utilizados

Estufa, de Leo – Equipamentos Laboratoriais, T 50 °C a 250 ° C.;
Balança analítica, Chyo modelo JK 200.
Molde metálico, dimensões (320 mm x 172,5 mm x 5 mm).
Prensa hidráulica, Marcon, modelo MPH-15, com capacidade de 15 ton.

2.2 Materiais

Resina Poliéster Isoftálica (Resina AM 910 AEROJET), de média reatividade, amarelada, não acelerada, com baixa viscosidade.

Catalisador o produto comercial BUTANOX M-50.

Acelerador de Cobalto, produto comercial denominado CAT MET UMEDECIDO (Solução de Octoato de cobalto 1,5 %).

Resíduo industrial de caulim utilizado para confecção dos compósitos foi fornecido pela empresa Imerys Caulim, localizada no município de Ipixuna do Pará, no interior do estado do Pará.

2.3 Metodologia

Resíduo industrial

Para se obter o resíduo industrial na granulometria desejada o material precisou passar por uma serie de operação unitárias, onde foi levado ao moinho de bolas por 1 h para que fosse desagregado, em seguida o caulim passou por uma técnica de granulometria a úmido manual em peneira de granulometria de 325 mesh, logo após o material peneirado foi levado para a estufa por um período de 24 h. Após o tempo na estufa o caulim peneirado foi cominuído com a ajuda do almofariz de porcelana e por fim este material passou pela técnica de granulometria em peneira de malha 100 mesh.

Produção dos Corpos de Prova

Para a produção dos corpos de prova, utilizou-se uma balança analítica para determinação de massas e volumes de todos os materiais necessários para cada placa de compósito de acordo com sua porcentagem nas seguintes proporções: 10, 20, 30 e 40 % de resíduo de caulim, O resíduo foi levado a estufa a uma temperatura de 105° C por aproximadamente 20 minutos. Após a produção das placas, foram realizados os cortes nas placas de com a norma ASTM D3039.

Na tabela 1 e mostrado a quantidade de placas produzidas com seus respectivos corpos de prova obtidos. O total de placas fabricadas foi de 10 e gerado dessas placas 60 corpo de prova.

Tabela 1 - Quantidades de placas e corpos de prova fabricados.

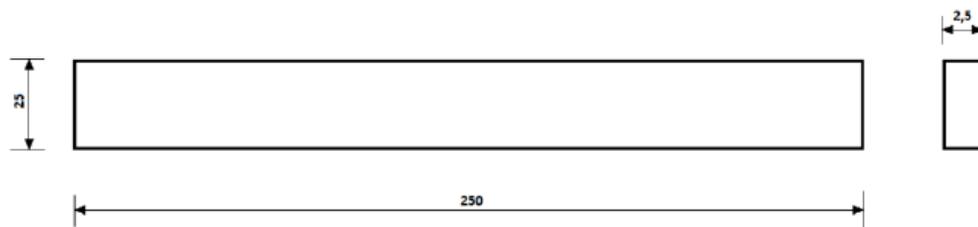
Proporção	Fração Mássica (%)	Placas	Quantidade de corpos de prova
Matriz plena	100	2	12
Resíduo industrial de caulim	10	2	12
	20	2	12
	30	2	12
	40	2	12

Fonte: Autoria própria, 2018.

Ensaio de Resistência a Tração

Os ensaios mecânicos de tração são feitos de acordo com as normas ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) ou ASTM (American Society for Testing and Materials), com corpos de prova de formas e dimensões padronizadas de acordo com a norma ASTM D3039, para que os resultados obtidos possam ser reproduzidos ou comparados. As dimensões foram de acordo com o esquema da figura 1.

Figura 1 – Dimensões (em mm) dos corpos de prova para ensaios de tração.



Fonte: ASTM D 3039 - 08, 2005.

Após cortados esses corpos de prova são fixados um de cada vez em uma máquina universal de ensaios, onde são aplicados esforços na sua direção axial, sendo necessário no mínimo cinco corpos de prova para cada serie.

3 RESULTADOS E DISCURSÃO

Ensaio de resistência a tração

Os resultados obtidos nos ensaio de resistência mecânica, por meio do ensaio de tração são mostrados na tabela 2.

Tabela 2 - Resultados do ensaio de tração de compósitos com reforço de resíduo de caulim.

Tipo de amostra	Proporção de caulim (%)	Resistência a tração (MPa)	Alongamento (mm)	Módulo de Elasticidade (GPa)
Matriz plena	0	24,24 ($\pm 2,38$)	4,08	1,03
Resíduo industrial de caulim	10	34,18 ($\pm 4,92$)	3,611	2,13
	20	41,35 ($\pm 5,41$)	2,386	2,15
	30	35,20 ($\pm 4,94$)	4,505	2,16
	40	29,18 ($\pm 5,41$)	4,506	1,82

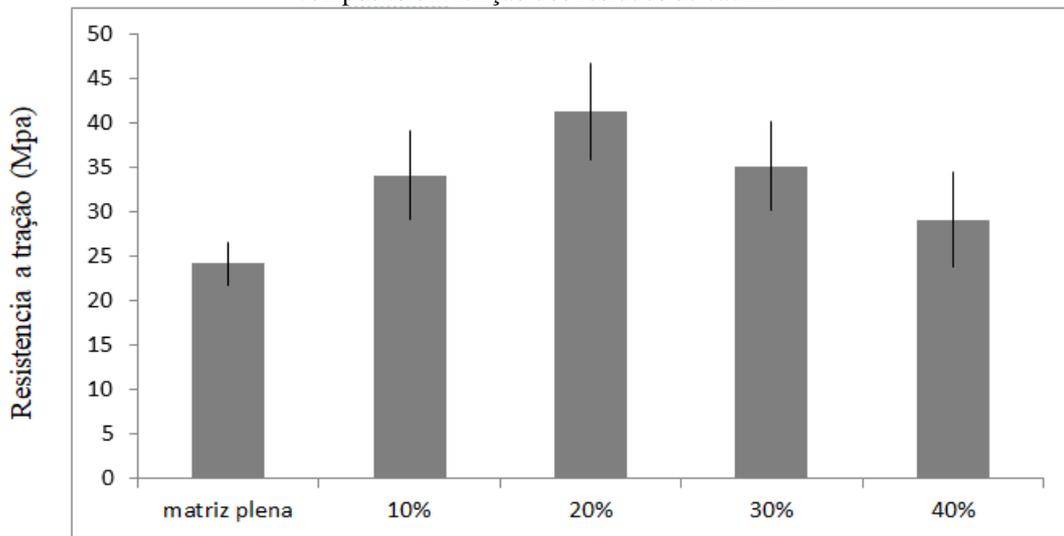
Fonte: Autoria própria, 2018.

Os resultados apresentados na tabela 1 mostram um aumento na resistência mecânica quando comparado com à matriz plena de todas as proporções, sendo que na proporção de 20% de resíduo de caulim, observa-se o maior valor de resistência a tração, já nas proporções de 10 e 30% nota-se uma menor resistência, a proporção de 40% e a que apresenta menor resistência a tração, que pode ser justificada pela maior quantidade de resíduo de caulim e menor quantidade de resina.

Notou-se que o modulo de elasticidade também apresenta um aumento em relação a matriz plena, corroborando para o aumento das propriedades mecânicas, que foi verificado no ensaio de tração.

A Figura 2 ilustra o gráfico de barra comparativo da matriz sem carga e dos compósitos com adição de resíduo de caulim nas frações de 10, 20, 30, 40% quanto as suas resistências à tração.

Figura 2 – Comportamento de resistência à tração material compósito em função dos resíduos de caulim.



Proporção do resíduo de caulim (%)

Fonte: Autoria própria, 2018.

A figura 2 demonstra o ganho na resistência do material quando comparado a matriz plena com o material nas demais proporções de resíduo, pode-se notar que o ganho na proporção de 20% de resíduo de caulim é maior que nas demais proporções.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os compósitos fabricados com a matriz poliéster isoftálica com inserção da carga de caulim, apresentou um resultado satisfatório, tendo em vista que houve aumento no limite de resistência a tração dos compósitos em relação à matriz plena. Pode-se considerar que os compósitos com carga de caulim possuem um limite de resistência maior que ao material produzido apenas com a matriz poliéster isoftálica.

O ensaio de resistência a tração em que se obteve melhor resultado foi na proporção de 20% onde o material produzido alcançou limite de resistência de 41,35 Mpa, com módulo de elasticidade de 2,15 GPa; as proporções de 10, 30, 40% também apresentaram resultados satisfatórios, pois foram acima do resultado encontrado da matriz plena.

Os materiais compósitos tem sido uma solução para a degradação ambiental, pois tem demonstrado um avanço promissor na área de materiais devido seu desenvolvimento sustentável focado em minimizar a degradação ambiental e ao mesmo tempo criar combinações com propriedades de interesse industrial.

REFERÊNCIAS

Livros:

CALLISTER, William D., 1940- **Ciência e engenharia de materiais: Uma Introdução/** William D. Callister, Jr., David G. Rethwisch; tradução Sergio Murilo Stamile Soares; revisão técnica José Roberto Moraes d’ Almeida. – [Reimpr.]. – Rio de Janeiro: LTC, 2013.

Monografias, dissertações e teses:

ANJOS, Cássia Mendonça dos. **Utilização de resíduo de caulim em tijolos de solo-cal.** 2011. 78 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2011.

COSTA, Deibson Silva da. **Caracterização de materiais compósitos de matriz poliéster e fibras de bambu, sisal e vidro e híbridos bambu/sisal, bambu/vidro e sisal/vidro.** 2012. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

GOMES, Djeones Santana. **Avaliação da resistência ao impacto de compósitos de matriz poliéster reforçados com fibras naturais curtas.** 2016. 46 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em engenharia mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2016.

LIMA, Saulo Cordeiro. **Estudo da técnica de difração de raios x.** 2006. 69 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Física), Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2006.

Normas:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724:** informação e documentação – trabalhos acadêmicos – apresentação. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **NBR 6023:** informação e documentação – referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

ASTM D 3039 - 08, "Standard Test Method for Tensile Properties of Plastic (Metric)", Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials, 2005.

RESISTANCE MECHANICAL OF INDUSTRIAL WASTE OF CAULIM IN POLYMERIC MATRIX COMPOSITES

Abstract: Nowadays composite materials have gained a prominent role in their manufacturing and industrial application, as it has demonstrated a promising advance in the area of materials due to its sustainable development. For the production of this work, composite materials of isophthalic polyester matrix were produced with reinforcing filler insertion of the kaolin industrial residue with 100 mesh granulometry. Ten (10) plates were produced, and twelve (12) specimens were used in each series, which were submitted to evaluation by means of tensile tests to determine the mechanical properties of the materials. The kaolin industrial residue fractions were 10, 20, 30 and 40%. Traction tests of the composites were performed according to ASTM D-3039. The results showed that there was an

increase in the tensile strength limit of the composites in relation to the full matrix. The best resistance limit result was: 41.35 MPa in the 20% fraction of kaolin residue

Key-words: *Materials, Mechanical Properties, Resistance.*

Organização:



Realização:

