
CARACTERIZAÇÃO DE COMPÓSITOS DE RESINA POLIÉSTER, FIBRA DE VIDRO E WOLLASTONITA MOLDADOS PELO PROCESSO RTM LIGHT

Nilson Casimiro Pereira*

Resumo

Este trabalho teve como principal objetivo obter e estudar as propriedades mecânicas de compósitos à base de resina poliéster com fibra de vidro, moldados pelo processo RTM Light e reforçados com carga mineral de wollastonita adicionada à resina em concentrações de 10%, 20% e 30%. Analisou-se também a viabilidade de sua utilização em escala industrial, em comparação ao compósito isento da aplicação de cargas reforçantes. O trabalho mostrou que a wollastonita pode ser utilizada em escala industrial como carga de reforço no compósito de resina poliéster e fibra de vidro, desde que em concentrações adequadas para garantir sua boa distribuição na peça fabricada, e também a possibilidade de diminuição da variação da espessura de peças fabricadas pelo processo RTM Light.

Palavras-chave: Compósitos, fibra de vidro, RTM Light.

* Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM).

1 INTRODUÇÃO

Compósitos poliméricos apresentam a possibilidade de milhares de aplicações em setores como automobilístico, aeroespacial, construção civil, agrícola, militar, saneamento básico, esporte e lazer. Entre os mais variados tipos de compósitos, pode-se citar a resina termofixa de poliéster insaturada, reforçada com fibra de vidro. Há vários tipos de resinas de poliéster insaturado, entre as quais se destacam ortoftálicas, isoftálicas, bisfenólicas e éster-vinílicas (MUSSETTI NETO, 1999). Como principais processamentos de moldagem aplicados à resina poliéster insaturada reforçada como fibra de vidro, podem-se citar laminação manual, contínua, moldagem por transferência, por compressão e injeção (CALLISTER, 2006).

E também se pode citar o processo RTM Light (Resin Transfer Molding). Para esse tipo de compósito, os reforços podem ser fibrosos, como fibra de carbono, aramida e de vidro, ou particulados, como a wollastonita e outras. As vantagens do processo RTM Light são: obtenção de peças grandes em formas complexas, maior nível de automação e menor tempo de produção, utilizando molde fechado e baixas pressões, como emissões reduzidas de estireno, alta qualidade de acabamento e possibilidade de aplicação de gelcoat. A wollastonita, carga mineral que apresenta propriedades características e únicas de clivagem, quebrando em partículas com formato agulha de variada acicularidade. Essa acicularidade cristalina da wollastonita permite-lhe funcionar como carga de reforço, melhorando as propriedades de muitos materiais (GONÇALVES, 1995). A fibra de vidro utilizada no trabalho foi a tipo E, produzida pela Owens Corning Fiberglass. Trata-se de reforço amplamente utilizado em resinas termofixas de poliéster insaturada, a tipo E, picada, cujas características estão descritas adiante nos itens “Materiais” e “Métodos”.

Este trabalho teve como principal objetivo obter e estudar as propriedades mecânicas de compósitos à base de resina poliéster com fibra de vidro, moldados pelo processo RTM Light e reforçados com carga mineral de wollastonita adicionada à resina em concentrações de 10%, 20% e 30%. Analisou-se também a viabilidade de sua utilização em escala industrial, em comparação ao compósito isento da aplicação de cargas reforçantes.

2 MATERIAIS

- Resina poliéster
Ortoftálica insaturada
Fabricante: Ara Ashland
Tipo: Arazyn AZ 13.0
- Catalisador
Peróxido acetil acetona e peróxido de metiletilcetona (MEK)
Fabricante: Polinox do Brasil
Tipo: Brasnox 2010-A
- Acelerador
Dimetilnilina (DMA)
Fabricante: Redelease
- Corante
Cor cinza
- Fibra de vidro
Manta moldável
Fibra de vidro picada – 600 g/m²
Núcleo sintético – 250 g/m²
Fibra de vidro picada – 600 g/m²
Fabricante: Owens Corning
- Wollastonita
Óxido de cálcio (CaO – 46,25%) e sílica (SiO₂ – 52%)
Razão de aspecto = 15
Fabricante: Nyco Materials
Tipo: Nyad® M100
- Gelcoat
Resina poliéster e cargas minerais
Cor verde

As resinas ortoftálicas apresentam boa transparência e, quando bem formuladas, têm boas propriedades mecânicas. São muito suscetíveis ao calor e à radiação, e não apresentam boa resistência a solventes aromáticos e halogenados. Quando comparadas às isoftálicas, apresentam-se mais rígidas (MUSSETTI NETO, 1999). Os agentes de cura foram peróxido de metiletilcetona (MEK) e peróxido acetilacetona, muito utilizados para a cura de poliésteres em temperatura ambiente. A reação foi ativada com

pequena quantidade de dimetilnilina (SMITH, 1998; MUNETTI NETO, 1999). O gelcoat, a primeira camada que fica em contato com as superfícies dos moldes, foi de resina poliéster insaturada ortoftálica, pigmentada com pigmento orgânico para dar cor (verde) ao artefato.

3 MÉTODOS

Foram produzidos quatro compósitos (materiais 1, 2, 3 e 4), com as concentrações mostradas na Tabela 1.

- Produção (VTR-Vettor Equipamentos Industriais Ltda.)

TABELA 1

Porcentagem de carga e fibras utilizadas no trabalho

Número do material	Porcentual de carga na resina (em peso)	Porcentual de fibra de vidro (em peso)	Porcentual real de carga (em peso)
1	0	14,13	0
2	10	13,34	8,39
3	20	12,59	16,96
4	30	11,93	25,69

Fonte: Elaborada pelo autor.

As caracterizações mecânicas dos compósitos foram realizadas nos laboratórios do Departamento de Engenharia de Materiais da Universidade Presbiteriana Mackenzie.

- Caracterização (Universidade Presbiteriana Mackenzie)
 - Ensaio de tração, segundo norma ASTM D 638;
 - Ensaio de flexão, segundo norma ASTM D 790;
 - Ensaio de impacto, segundo norma ASTM D 256;
 - Ensaio de dureza Rockwell.

A preparação da resina, em recipientes (baldes reutilizados), é ilustrada a partir das figuras 1 e 2.

- Preparação da resina

A Figura 1 mostra o início da preparação da resina. No balde, são adicionados 10 kg de resina, 10 mL de corante e 10 mL de acelerador.



Figura 1 Início da preparação da resina para a produção do compósito.

Fonte: Acervo do autor.

A Figura 2 mostra o equipamento utilizado para a agitação dos diferentes aditivos, adicionados à resina de poliéster ortoftálica, com o objetivo de homogeneizar a mistura. O tempo de agitação foi de 90 segundos.



Figura 2 Agitador utilizado para a homogeneização da mistura.

Fonte: Acervo do autor.

As figuras 3, 4 e 5 ilustram a preparação do molde para a produção dos compósitos pelo processo RTM Light.

A Figura 3 mostra a preparação do molde. Inicialmente, limpa-se o molde com flanela embebida em álcool etílico.



Figura 3 Limpeza do molde com flanela embebida com álcool etílico.

Fonte: Acervo do autor.

A Figura 4 ilustra a lubrificação com álcool polivinílico (agente desmoldante), de baixo custo e fácil aplicação, para facilitar a desmoldagem.

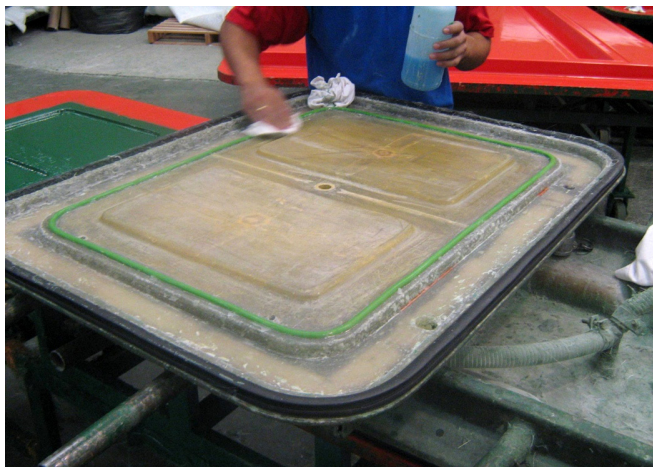


Figura 4 Lubrificação do molde com álcool polivinílico.

Fonte: Acervo do autor.

A Figura 5 ilustra a aplicação do gelcoat e pintura do molde com pistola automática.



Figura 5 Aplicação do gelcoat e pintura do molde com pistola automática.

Fonte: Acervo do autor.

As figuras 6 e 7 ilustram a aplicação da manta de reforço moldável, de fibra de vidro.



Figura 6 Ilustração do início da aplicação da manta de reforço.

Fonte: Acervo do autor.

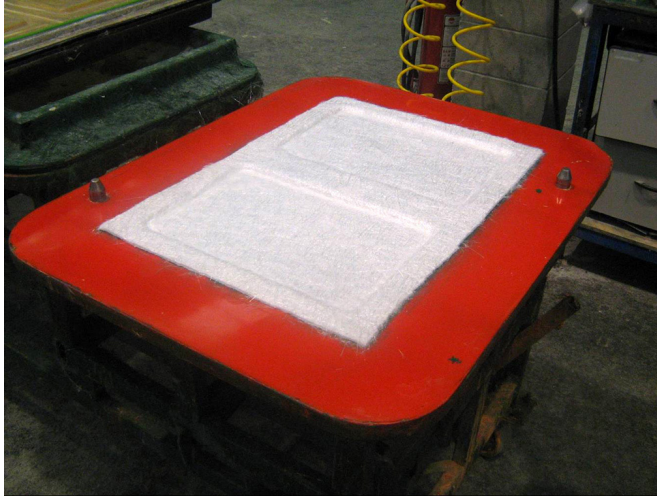


Figura 7 Ilustração do final da aplicação da manta de reforço.

Fonte: Acervo do autor.

As figuras 8 e 9 mostram o equipamento de RTM Light e sistema montado para o processamento dos compósitos.



Figura 8 Equipamento de RTM Light.

Fonte: Acervo do autor.



Figura 9 Sistema RTM Light montado.

Fonte: Acervo do autor.

As figuras 10 e 11 ilustram a peça final processada, frente e verso.



Figura 10 Frente da peça final.

Fonte: Acervo do autor.



Figura 11 Verso da peça final.

Fonte: Acervo do autor.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Gráfico 1 mostra a variação dos módulos dos compósitos em razão da concentração da carga wollastonita.

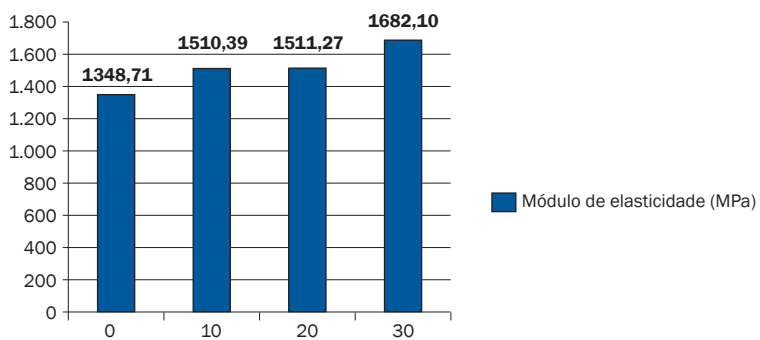


Gráfico 1 Módulo de elasticidade em tração versus percentual de carga.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 1 mostra que ocorre elevação do módulo de elasticidade com a adição da wollastonita na formulação. Assim, tem-se uma elevação de aproximadamente 25% em relação ao compósito somente com fibras de vidro.

O Gráfico 2 mostra a variação da deformação na ruptura, em tração, em razão da concentração da carga wollastonita.

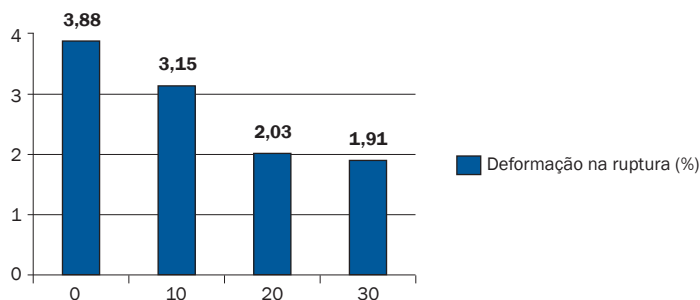


Gráfico 2 Deformação na ruptura em tração versus percentual de carga.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 2 mostra que a deformação diminui com o aumento da concentração de wollastonita, o que é um resultado esperado, porque quanto mais rígido o material, menor a deformação num ensaio de resistência à tração.

O Gráfico 3 mostra os resultados de resistência à tração, em razão da concentração da carga wollastonita.

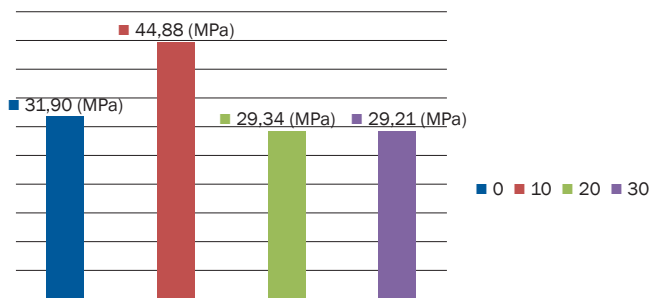


Gráfico 3 Resistência à tração versus percentagem de carga wollastonita.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quando se analisa o Gráfico 3, verifica-se que o melhor resultado de resistência à tração ocorre quando se utilizam 10% de wollastonita. Em relação ao compósito sem wollastonita, o aumento foi de aproximadamente 41%. Para concentrações de 20% e 30%, os resultados não mostraram diferenças e ficaram inferiores ao compósito sem wollastonita. A hipótese para o melhor resultado apresentado para a concentração 10% é que essa carga mineral, que foi usada sem agente de acoplagem, apresenta melhor distribuição e adesividade para essa concentração no compósito.

O Gráfico 4 mostra os resultados dos módulos de elasticidade em flexão, em razão da concentração de carga wollastonita.

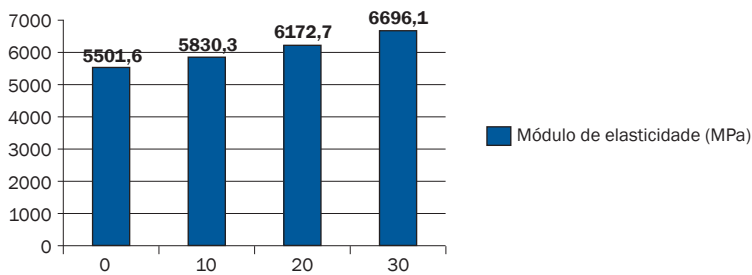


Gráfico 4 Módulo de elasticidade em flexão versus porcentagem de carga wollastonita.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nos ensaios de flexão, os resultados dos módulos de elasticidade mostraram, em três pontos, a tendência esperada, ou seja, a rigidez eleva-se com o aumento da concentração de wollastonita.

O Gráfico 5 mostra os resultados dos ensaios de resistência à flexão, em razão da concentração de carga wollastonita.

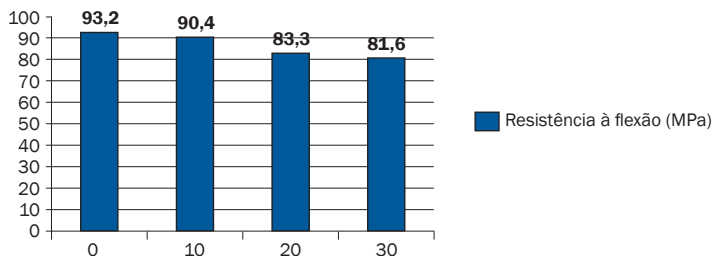


Gráfico 5 Ensaios de resistência à flexão versus percentual de carga wollastonita.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 5 mostra que os resultados de resistência à flexão diminuem com o aumento da concentração de wollastonita. Assim, pode-se dizer que a carga wollastonita contribui para uma diminuição da resistência à flexão, em razão da elevação da rigidez dos compósitos.

O Gráfico 6 mostra os resultados dos ensaios de resistência ao impacto, em razão da concentração de carga wollastonita.

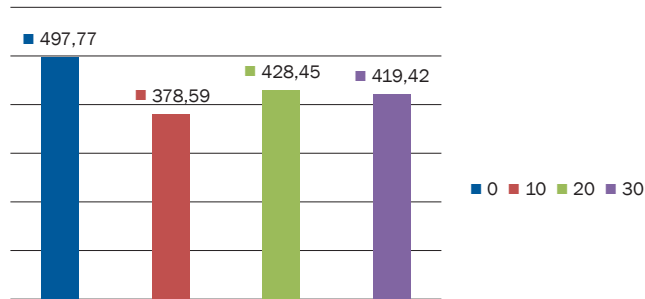


Gráfico 6 Resistência ao impacto (J/m) versus percentual da carga wollastonita.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 6 mostra que a resistência ao impacto diminui com a elevação da concentração de carga wollastonita, o que era esperado. Em relação aos compósitos com wollastonita, esperava-se que o compósito com concentração 10% de wollastonita apresentasse resultado mais elevado de resistência ao impacto, o que não ocorreu. Explica-se o resultado pelo baixo número de corpos de prova ensaiados (10 corpos).

O Gráfico 7 apresenta os resultados dos ensaios de dureza, em razão do percentual da carga wollastonita.

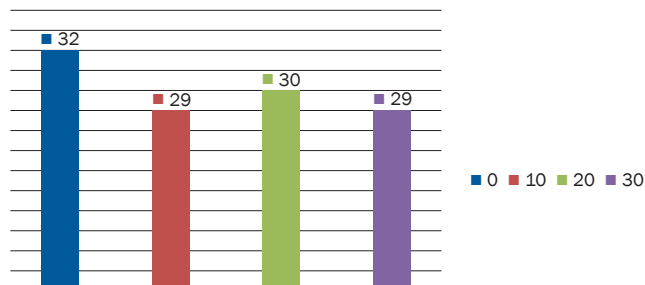


Gráfico 7 Resultados dos ensaios de dureza versus percentual da carga wollastonita.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 7 mostrou que, nos resultados para os ensaios de dureza, o compósito sem wollastonita apresentou-se apenas um pouco mais duro que o compósito com 30% de wollastonita, ou seja, aproximadamente 10% mais elevado, o que mostra que a wollastonita pouco mexeu com essa propriedade.

5 CONCLUSÃO

- A wollastonita pode ser utilizada em escala industrial como carga de reforço no compósito de resina poliéster e fibra de vidro, desde que em concentrações adequadas para garantir sua boa distribuição na peça fabricada por RTM Light.
- Os resultados dos ensaios de resistência à tração apresentados no Gráfico 3 mostraram aumento no valor dessa propriedade pela adição de 10% de carga. A hipótese para o melhor resultado apresentado para a concentração 10% é que essa carga mineral, que foi usada sem agente de acoplagem, apresenta melhor distribuição e adesividade para essa concentração no compósito.
- Os resultados de ensaios de resistência à tração e resistência ao impacto mostraram que talvez tenha ocorrido uma distribuição irregular das partículas de wollastonita nos compósitos.
- Comparativamente, ocorreu estabilidade da propriedade de dureza nos compósitos obtidos.
- Para melhores conclusões é necessário desenvolver compósitos em que a carga mineral wollastonita receba tratamento com agentes de acoplagem, para melhorar a compatibilidade e propriedades dos sistemas poliméricos.

CHARACTERIZATION OF COMPOSITE POLYESTER RESIN, GLASS FIBER MOULDED AND WOLLASTONITE RTM PROCESS FOR LIGHT

Abstract

This work main goal was to obtain and study the mechanical properties of composites based on polyester resin with fiberglass, molded by RTM Light process and reinforced with wollastonite mineral filler added to the resin at concentrations of 10%, 20% and 30%, analyzing the feasibility of its use on an industrial scale in comparison to free composite reinforcing the application of loads. The study showed that wollastonite can be used on an industrial scale as a reinforcing filler in the composite

of polyester resin and fiberglass, since in appropriate concentrations to ensure its proper distribution in the workpiece, and also decrease the possibility of varying the thickness parts manufactured by the RTM Light process.

Keywords: Composites, fiberglass, RTM Light.

REFERÊNCIAS

CALLISTER, W. D. *Fundamentos da ciência e engenharia de materiais: uma abordagem integrada*. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

GONÇALVES, I. N. *Efeito do tratamento superficial da wollastonita na modificação do polipropileno*. São Carlos: UFSCar, 1995.

MUSETTI NETO, E. *Resinas, gel-coats e iniciadores de reação: curso técnico sobre plástico reforçado*. São Paulo: Asplar, 1999.

SMITH, W. F. *Princípios de ciência e engenharia de materiais*. 3. ed. Lisboa: McGraw-Hill, 1998.

Contato

Nilson Casimiro Pereira
e-mail: nilpereira@uol.com.br