

ANÁLISE MECÂNICA E TÉRMICA EM COMPÓSITO DE RESINA TERMOFIXA POLIÉSTER ORTOFTÁLICA COM PÓ DE PEDRA

Amanda Dantas¹, amanda.dantas6@hotmail.com
Joyce Batista Azevedo¹, joyceazevedo@fieb.org.br
Pedro A. M. P. Bamberg², pedro.bamberg@fbter.org.br

¹Centro Universitário SENAI CIMATEC, Av. Orlando Gomes, Nº 1845.

²Centro Universitário SENAI CIMATEC, Av. Orlando Gomes, Nº 1845.

Resumo: A partir da necessidade de melhores propriedades mecânicas e térmicas na resina termofixa poliéster ortoftálica, formulações de compósitos com duas diferentes concentrações de pó de pedra foram feitas e caracterizadas, com o objetivo de analisar a influência da carga utilizada na matriz. Para se realizar as análises, corpos de prova foram conformados seguindo a norma ISO 527. Além disto, ensaios de densidade, flexão, análise térmica (TGA) e morfológica (MEV) foram realizados. Como resultado, houve a redução na resistência a tração, conforme aumentou a quantidade de pó de pedra. Através da análise morfológica, observou-se que não houve boa adesão entre o aglomerante e reforço, além da má distribuição e dispersão da carga, e formação de vazios.

Palavras-chave: Compósitos; Pó de pedra; Poliéster; Propriedades; Análises

1. INTRODUÇÃO

Os materiais plásticos podem ser divididos como termofixo ou termoplástico. Termofixo é um plástico que amolece uma vez com aquecimento, sofre o processo de cura no qual se tem uma transformação química irreversível, com a formação de ligações cruzadas, tornando-se rígido. Posteriores aquecimentos não mais alteram seu estado físico, ou seja, não amolecem mais, tornando-se infusível e insolúvel (JR. CANEVAROLO, 2006)

As resinas poliméricas classificadas como termofixo são diferenciadas pelo grupo específico associado ligado a cadeia principal, a qual influenciam diretamente na propriedade do produto final. A resina poliéster é caracterizada por ter grupos ésteres e por ser obtida através da condensação com reagentes de partida como um diálcool e um diácido. Esse material é fornecido na forma líquida para facilitar a utilização e são endurecidos por meio de polimerização, na qual uma estrutura molecular tridimensional é formada e sua reação química promove uma ligação molecular rígida, tornando o processo infusível e irreversível. As resinas poliéster são fornecidas ao moldador de forma de um líquido viscoso, e se transformam em um sólido rígido infusível (termorrígido), por meio de uma reação química exotérmica de polimerização ou cura. Entretanto, a cura de resinas de poliéster se processaria muito lentamente, porque as moléculas que a constituem têm pequena mobilidade. Consequentemente, a probabilidade de que duas insaturações se aproximem o suficiente para dar origem às interligações intermoleculares é muito pequena. Esse problema é resolvido pela adição, à resina de poliéster, de unidades monoméricas insaturadas de baixa massa molar, fazendo com que a probabilidade de que as interligações intermoleculares ocorram seja consideravelmente maior. No início da reação, é necessário que as duplas ligações (insaturações) sejam rompidas para que as interligações ocorram. Esse problema pode ser resolvido pelo aquecimento da resina, pela aplicação de radiações eletromagnéticas, ou pela adição de catalisadores e aceleradores de reação (LEVY NETO, 2016)

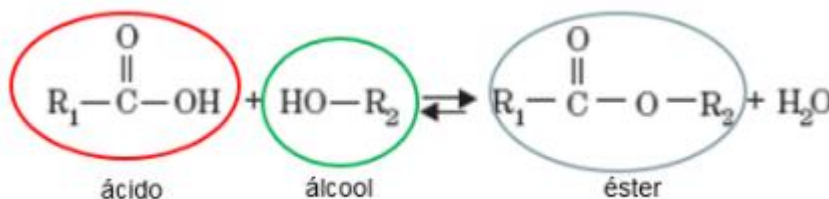


Figura 1 – Esquema da síntese de um éster insaturado

A resina, sendo a matriz, tem o papel de transferir esforços mecânicos para a fase dispersa e distribuir a tensão entre os reforços. Os aditivos são usados em pequenas quantidades como reagentes de maneira que modifiquem as

propriedades da resina. As cargas, também conhecidas como enchimento, tem a função importante na composição do material polimérico, como aumento do módulo de elasticidade e redução do aquecimento da reação exotérmica no processo de cura.

O concreto polimérico é um compósito formado por uma resina polimérica, aditivos e alguns tipos de cargas, como o pó de pedra. -, dependendo o mesmo, da quantidade envolvida, do tempo e temperatura de cura, para fazer a aplicação adequada do material. Esse material tem um grande potencial devido as suas propriedades, como alta resistência mecânica, baixa porosidade, baixa absorção de água, alta resistência química e à corrosão, além de ótima aderência a outros componentes quando colocados na matriz polimérica.

2. EXPERIMENTAL

2.1. Materiais

Para a fabricação dos corpos de prova, foi utilizada a resina ortoftálica com inibidor de raio UV pré-acelerada como aglomerante, da marca FiberGlass. Foi usado também o catalisador Butanox, pó de pedra fino (FF) vindo de empresa de beneficiamento e desmoldante em spray para o molde.

Tabela 1 – Formulações realizadas

<i>Formulação 1</i>	<i>Formulação 2</i>	<i>Formulação 3</i>
Resina pura	Resina + 5% pó de pedra fino (FF)	Resina + 10% pó de pedra fino (FF)

2.2. Métodos

Foram feitas as pesagens da resina, catalisador e carga mineral, em béquer separado. O molde de aço foi aquecido durante 2 minutos na estufa à 100°C. Logo depois, foi retirado o molde da estufa e colocado o desmoldante. Depois de feita a mistura dos materiais, em que primeiro misturou-se a resina com o catalisador e logo após colocado as cargas de enchimento. Esta foi colocada no molde, levada para a estufa e deixada durante 10 minutos á 100°C. Após curada sob aquecimento, o material foi retirado do molde e colocada em uma superfície plana à temperatura ambiente durante 24 horas.

2.3. Caracterização

Após 24 horas do processo de cura, foram feitos ensaios de flexão na máquina universal EMIC DL 2000, seguindo a norma ISO 178, e de densidade no densímetro DSL910, medido com álcool etílico, obedecendo a norma ISO 1183. Foi também realizado a análise térmica de termogravimetria (TGA) na máquina TA Instruments Q50 com a rampa de aquecimento de 20°C/minuto em uma atmosfera inerte de nitrogênio, com vazão de 100mL/minuto. Por fim, foi feita uma análise morfológica no microscópio eletrônica de varredura (MEV) marca Joel, modelo JSM-6510LV com magnificação de 100x.

2.4. Resultado e Discussões

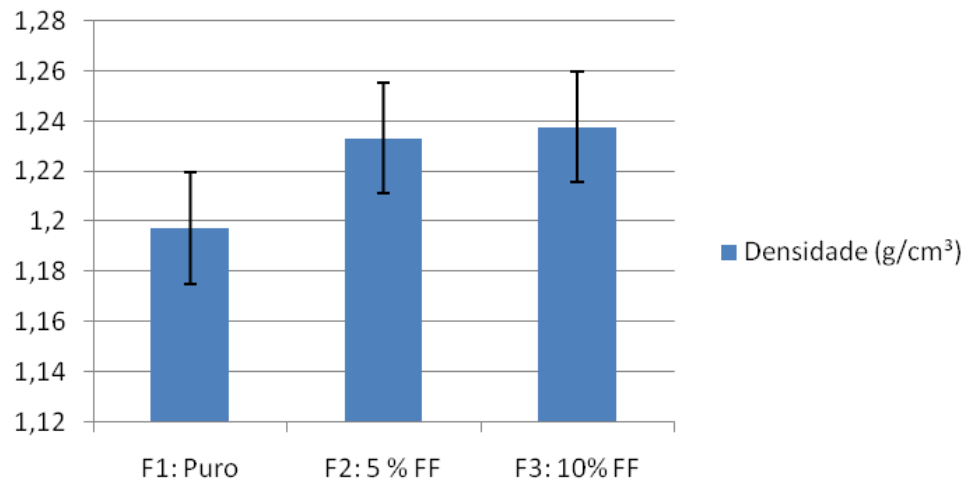


Figura 2 – Resultado do ensaio de densidade realizado no densímetro DSL910.

Depois de feito o ensaio de densidade, foi visto que não há diferença significativa na massa específica quando é colocado o pó de pedra fino na composição, – devido observado baixo desvio padrão observado.

Tabela 2 – Resultado do ensaio de flexão realizado na EMIC DL 2000

FORMULAÇÃO	F1 – PURO	F2 – 5% F.F	F3 – 10% F.F
Tensão Máxima (Mpa)	86,27	46,61	40,54
Deformação na Ruptura (%)	7,036	8,812	4,114
Módulo Elasticidade (Mpa)	3459	1476	1766
Força Média (N)	184,5	81,22	90,44

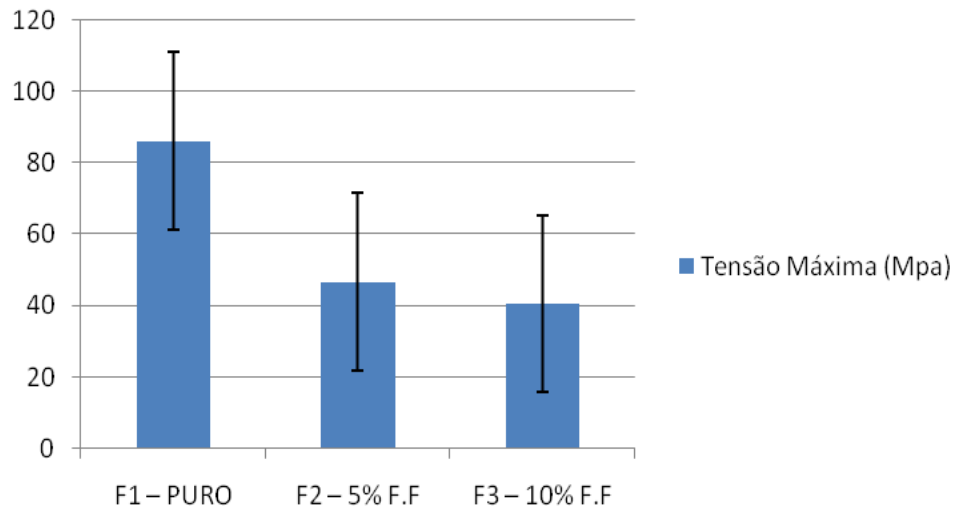


Figura 3 – Tensão máxima das formulações no ensaio de flexão

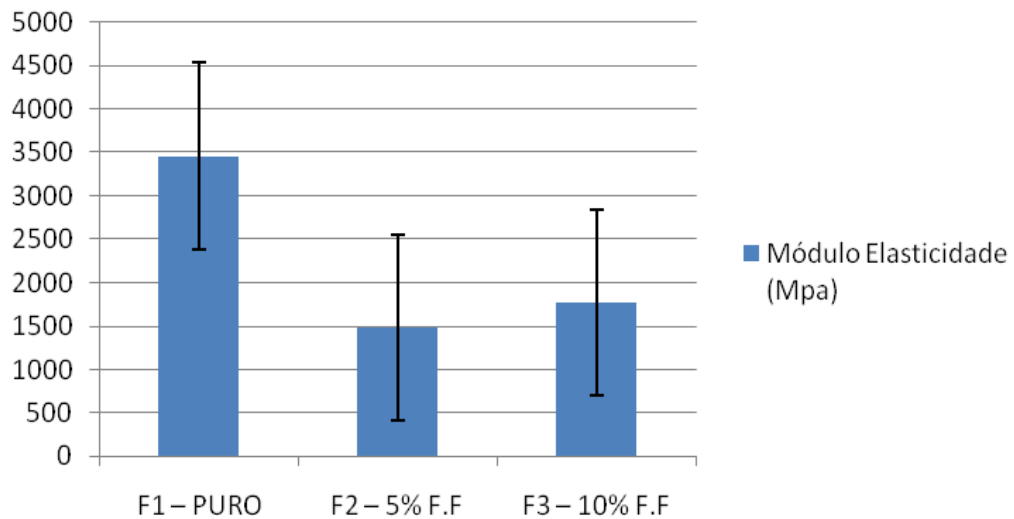


Figura 4 – Módulo de elasticidade das formulações no ensaio de flexão

No ensaio de flexão, comparando-se a resina pura com os compósitos, percebe-se que quanto maior a quantidade de carga mineral, menor será a resistência a tração e maior o módulo de elasticidade, devido a um aumento de rigidez conferido pela carga. A redução da resistência se dá pela pequena área superficial, limitando transferências de tensões efetivas da matriz para as cargas, podendo estas atuarem como nucleadores de trinca.

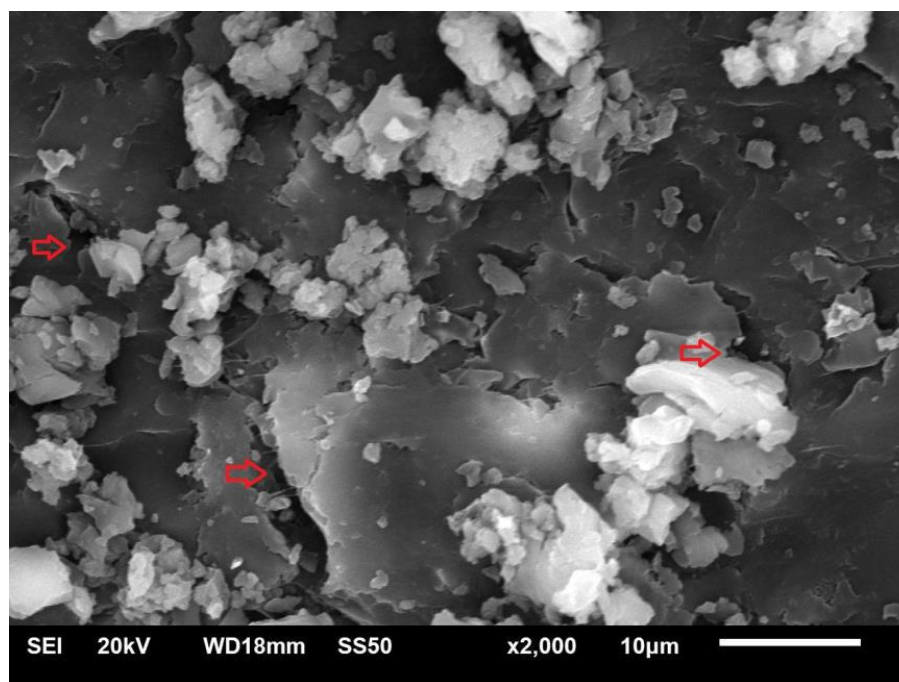


Figura 5 – Imagem da microscopia eletrônica de varredura da formulação 1

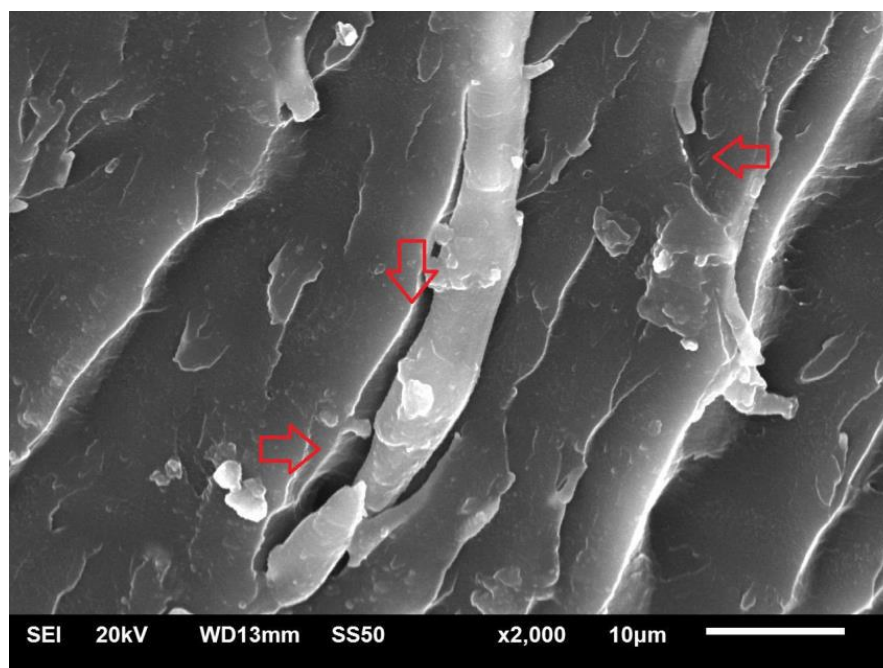


Figura 6 – Imagem da microscopia eletrônica de varredura da formulação 2

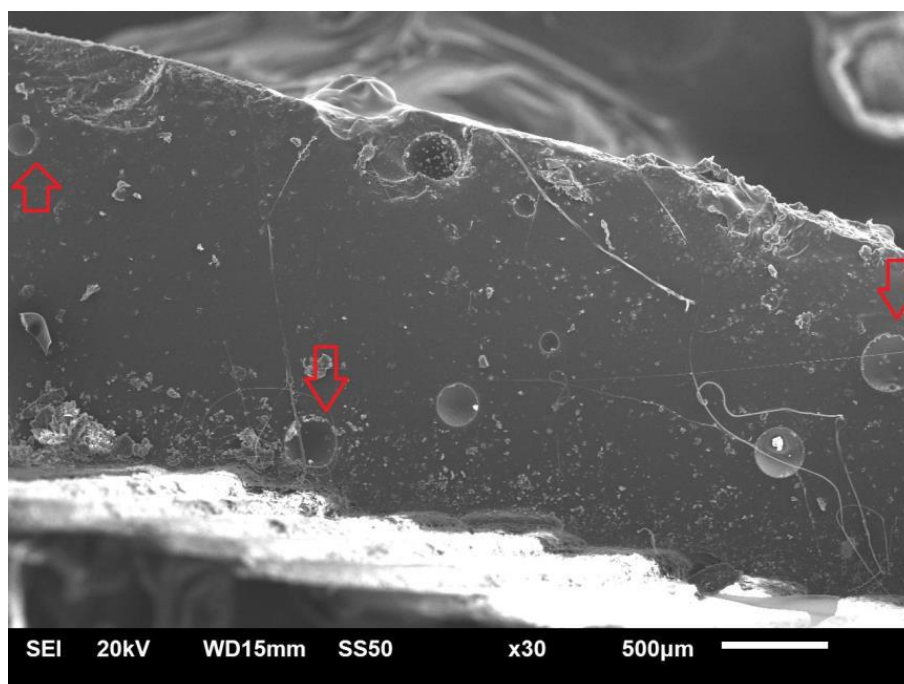


Figura 7 – Imagem da microscopia eletrônica de varredura da formulação 3

Conforme as figuras das três formulações foram vistos vazios existentes tanto na resina pura, quanto na interface da matriz com a carga. Logo é justificada a baixa resistência à flexão, pois, quando não há uma boa ancoragem mecânica, baixa adesão ou formação de vazios – como na matriz sem carga –, o local será um ponto de iniciação de falha que prejudicará as propriedades mecânicas. Além da má dispersão e distribuição da carga durante o processamento, gerando assim locais com maior fragilidade, havendo assim um material não homogêneo.

Tabela 3 – Resultado da análise termogravimétrica

<i>Formulação</i>	<i>F1</i>	<i>F2</i>	<i>F3</i>
Temperatura de degradação (°C)	344,14	339,95	343,74
Δ Perda de massa (%)	83,53	92,38	81,91

Segundo a análise térmica no TGA (ou termogravimétrica), dentre as duas formulações com reforço, a que começa o processo de perda de massa é a resina com 5% FF. Logo, quanto maior a quantidade de carga, maior será a temperatura de degradação. Como o reforço é um material de origem mineral, a temperatura de degradação é muito maior do que a dos polímeros, o que justificativa os resultados obtidos.

2.5. Conclusões

Através das caracterizações realizadas, verificou-se a redução na resistência a tração e aumento do módulo elástico, conforme se aumenta a quantidade de pó de pedra. Foi concluído através da análise morfológica que não houve boa adesão entre o aglomerante e reforço, além da má distribuição e dispersão da carga e formação de vazios. Essas falhas podem ter sido causadas pelo tempo de cura, que pode ter resultado em uma decantação das partículas durante o processamento. Como consequência, não houve uma boa homogeneização da mistura e houve a incidência de gases formados durante a preparação do material, por se tratar de uma reação exotérmica.

3. AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao Centro Universitário SENAI CIMATEC, por disponibilizar os laboratórios para serem feitas as formulações e análises e aos técnicos pela ajuda.

4. REFERÊNCIAS

- Castro A. J., 2003, Relatório de Estágio, Universidade Federal de Santa Catarina,.
- Canevarolo Jr. S. V., 2002, Ciência dos Polímeros, Artliber Editora, Vol. 2.
- Canevarolo Jr. S. V., 2003, Técnicas de Caracterização de Polímeros, Artliber Editora, Vol. 1.
- Neto L. F., 2016, Compósito Estruturais, Blucher, Vol 2.

5. RESPONSABILIDADE AUTURAL

“O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo conteúdo deste trabalho”.

MECHANICAL AND THERMAL ANALYSIS IN COMPOSITE OF THERMOSETTING ORTOFTALIC POLYESTER RESIN WITH STONE POWDER

A. Dantas¹, amanda.dantas6@hotmail.com

J.B. Azevedo¹, joyceazevedo@fieb.org.br

P. A. M. P. Bamberg², pedro.bamberg@fbter.org.br

¹Centro Universitário SENAI CIMATEC, Av. Orlando Gomes, Nº 1845.

²Centro Universitário SENAI CIMATEC, Av. Orlando Gomes, Nº 1845.

Abstract. From the need for better mechanical and thermal properties in termosetting ortoftalic polyester resin, composite formulations with two different concentrations of stone powder were made and characterized in order to analyze the influence of the load used in the matrix. In order to carry out the analysis, test specimens were conformed according to ISO 527. In addition, density, flexural, thermal (TGA) and morphological (SEM) tests were performed. As a result, there was a reduction in tensile strength as the amount of stone powder increased. Through the morphological analysis, it was observed that there was no good adhesion between the binder and reinforcement, besides the poor distribution and dispersion of the load, and voids formation.

Keywords: Composites; Stone powder; Polyester; Properties; Analysis