

INFLUÊNCIA DA COMPOSIÇÃO DO SISTEMA DE CURA NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DA MATRIZ DE POLIÉSTER

Alberto Kennedy de Almeida Medeiros

Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, Av. Senador Salgado Filho Nº 1559, Lagoa Nova, Natal – RN, Brasil, CEP 59.015-000, albertokennedy@yahoo.com.br

Edivan Bezerra da Costa

Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, Av. Senador Salgado Filho Nº 1559, Lagoa Nova, Natal – RN, Brasil, CEP 59.015-000, edivancosta016@hotmail.com

Raimundo Nonato Barbosa Felipe

Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, Av. Senador Salgado Filho Nº 1559, Lagoa Nova, Natal – RN, Brasil, CEP 59.015-000, nonatofelipe@cefetrn.br

Renata Carla Tavares dos Santos Felipe

Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, Av. Senador Salgado Filho Nº 1559, Lagoa Nova, Natal – RN, Brasil, CEP 59.015-000, rcfelipe@cefetrn.br

Resumo: *Na utilização dos materiais compostos em especial os plásticos reforçados por fibras (PRF), um dos parâmetros a ser observado é quanto ao sistema de cura a ser utilizado durante a fabricação de peças, neste contexto o objetivo deste trabalho foi de desenvolver um estudo experimental da influência da composição do sistema de cura no comportamento das propriedades mecânicas da matriz, sistema este utilizado na polimerização da resina de poliéster, elemento denominado como matriz nos compósitos de plástico reforçados por fibras (PRF). Foram realizados os ensaios de flexão-em-três-pontos, impacto Charpy e dureza Rockwell M. Os corpos de prova foram fabricados em moldes de madeira nas dimensões estabelecidas por normas, a matriz utilizada foi a resina de poliéster insaturada, o sistema de cura empregado foi o catalisador metil-etil-cetona (MEKP) e o acelerador o octoato de cobalto (cobalto) em quatro composições. Os ensaios demonstram que as propriedades da resina são afetadas pela composição do sistema de cura empregado, tornando este parâmetro primordial para o desempenho dos plásticos reforçados por fibras (PRF).*

Palavras chaves: *Sistema de Cura, Propriedades Mecânicas, Matriz de Poliéster.*

1. INTRODUÇÃO

Segundo a literatura, os plásticos reforçados consistem no uso de uma matriz polimérica com reforços fibrosos. Desta forma, a combinação entre a matriz e a fibra garante um bom desempenho no produto final (Spragg et al, 1996 e Felipe et al, 1997). No entanto, fatores complicadores são observados quando da análise do comportamento mecânico destes materiais (Hull, 1988 e Gay, 1991). Isso por que muito desses fatores influem diretamente no mecanismo de dano e redistribuição das tensões durante o carregamento Felipe et al (1997), afetando assim as propriedades mecânicas do material Sih et al (1985).

Os mecanismos de cura devem ser levados em consideração na maioria dos estudos em compósitos, pois os mesmos podem acarretar variações nas propriedades mecânicas da resina ortoftálica de poliéster como cita Felipe et al, 1997.

Este trabalho tem como objetivo a determinação da influência dos mecanismos de cura (catalisador e acelerador) nas propriedades mecânicas da resina ortoftálica de poliéster. Os corpos de prova foram submetidos aos ensaios de tração, flexão-três-pontos, impacto e dureza Rockwell M.

2. MATERIAIS E PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

2.1 Materiais utilizados

A matéria prima, utilizada para a fabricação do moldado, foi a resina de poliéster insaturada ortoftálica marca polydyne-5061, fabricante Grey Valley; o monômero de estireno de procedência da indústria Estireno do Nordeste Ltda.

Para o processo de cura, o catalisador utilizado foi o peróxido de metil-etil-cetona (MEKP) a 50 %; e, como acelerador o octoato de cobalto (cobalto) a 6 %, fabricante Neoquim.

2.2 Procedimento Experimental

Foram realizados os ensaios de flexão-em-três-pontos ASTM D790-90 (1990) onde foram obtidos os valores de resistência, deformação e modulo de elasticidade, os corpos de prova foram fabricados em moldes de madeira nas dimensões estabelecidas pela norma de 80x10x4 mm (comprimento, largura e espessura) respectivamente.

Para os ensaios de impacto tipo Charpy e de dureza Rockwell M foi utilizado o procedimento estabelecido por Garcia et al (2000). Para o ensaio de impacto foi confeccionado os corpos de prova nas dimensões 130x13x13 mm, (comprimento, largura e espessura) respectivamente, e com uma profundidade do rasgo de 2 mm, já o ensaio de dureza utilizou-se corpos de prova nas com as dimensões 100x50x6 mm (comprimento, largura e espessura) respectivamente.

Os equipamentos utilizados para os ensaios acima mencionados são respectivamente, máquina de ensaios universal - Pavitest-(Contenco) com célula de carga 100 kgf e velocidade 0,4 mm/min para o ensaio de flexão-em-três-pontos, máquina de ensaio de impacto com velocidade do pêndulo 5,6 m/sec e energia 15 mkgf e máquina de dureza Rockwell HR_M penetrador esférico 6,35 mm e carga total de 100 kgf.

Nos ensaios foram utilizados 5 corpos de prova para cada tipo der ensaios e os valores das propriedades avaliadas foram obtidos da média aritmética dos valores de cada corpo de prova, e em seguida foi determinado o desvio padrão dessas médias.

A tabela (1), apresenta as composições usadas na cura da resina das amostras que foram ensaiadas.

Tabela 1. Composição das amostras usadas nos ensaios.

Amostras	Composição do Sistema de Cura
Amostra 1	2 % de catalisador e 0 % de acelerador
Amostra 2	2 % de catalisador e 0,2 % de acelerador
Amostra 3	3 % de catalisador e 0 % de acelerador
Amostra 4	3 % de catalisador e 0,5 % de acelerador

3. RESULTADOS

Os resultados demonstraram que as propriedades da resina à flexão: resistência, deformação e módulo de elasticidade; a energia absorvida no ensaio de impacto e a dureza da resina de poliéster

são afetadas diretamente pela composição do sistema de cura empregado, tornando este parâmetro primordial para o desempenho dos plásticos reforçados por fibras.

3.1. Resultados referentes ao ensaio de flexão-em-três-pontos.

A tabela (2) apresenta os valores das propriedades de resistência; deformação e módulo de elasticidade à flexão, onde se constata uma grande influência do mecanismo de cura nestas propriedades.

Tabela 2. Resultados experimentais das propriedades de flexão

Amostras	Propriedades à flexão		
	Resistência (MPa)	Deformação (mm/mm)	Módulo de Elasticidade (GPa)
Amostra 1	$58,40 \pm 7,55$	$0,13 \pm 0,03$	$1,33 \pm 0,23$
Amostar 2	$40,37 \pm 5,01$	$0,11 \pm 0,03$	$1,09 \pm 0,23$
Amostra 3	$47,72 \pm 3,36$	$0,21 \pm 0,00$	$0,98 \pm 0,13$
Amostra 4	$51,56 \pm 6,20$	$0,10 \pm 0,02$	$1,21 \pm 0,14$

A Figura (1) apresenta a variação da resistência a flexão em função do mecanismo de cura usado, onde se observa que, com o aumento de catalisador de 2 % para 3 % há um decréscimo na resistência de 19 %.

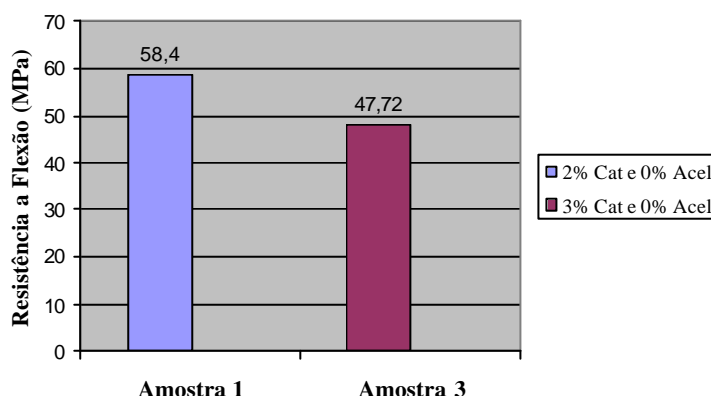


Figura 1. Gráfico comparativo da resistência à flexão das amostras com 2 e 3 % de catalisador.

No caso da deformação constata-se que houve um aumento de aproximadamente de 60 %, com o aumento do teor de catalisador como mostra a Fig. (2) e no módulo de elasticidade houve uma diminuição de 26 %, ver Fig. (3).

Fazendo uma análise da influência do teor de acelerador nestas propriedades constata-se grande influência, porem sem uma correlação mais imperativa para concluirmos uma teoria sobre este aspecto tão relevante.

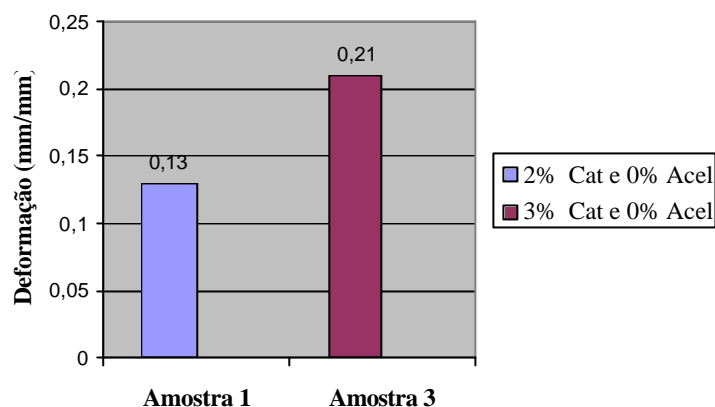


Figura 2. Gráfico comparativo da deformação à flexão das amostras com 2 e 3 % de catalisador.

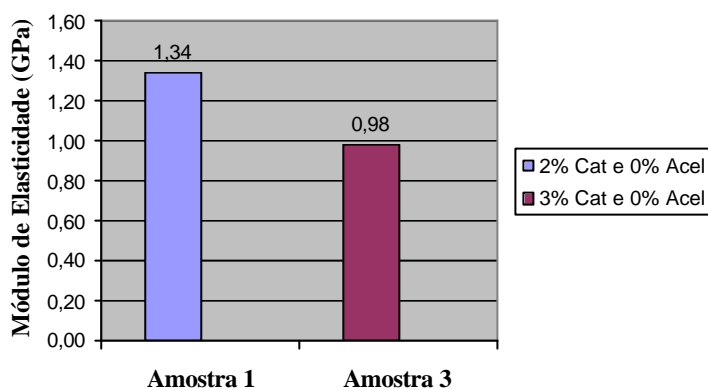


Figura 3. Gráfico comparativo do módulo de elasticidade à flexão das amostras com 2 e 3 % de catalisador.

3.2. Resultados de Energia de Impacto

A Tabela (3) apresenta os valores de energia de impacto obtida dos ensaios o que demonstram um acréscimo de 22 % na energia de impacto com o aumento de catalisador de 2 % para 3 %, ver Fig. (4) como também pode ser visto que o fenômeno que ocorreu no ensaio de flexão, também ocorre com a energia de impacto, pois quando acrescenta-se o acelerador para a composição de 2 % de catalisador, ocorre um aumento na energia, absorvida ao contrario do que ocorre com a composição de 3 % de catalisador que diminui a energia absorvida quando acrescenta-se o acelerador no processo.

Tabela 3.. Resultados experimentais da energia absorvida de impacto.

AMOSTRAS	Energia de Impacto (Joules)
Amostra 1	1,20 ± 0,15
Amostra 2	1,32 ± 0,19
Amostra 3	1,47 ± 0,12
Amostra 4	1,04 ± 0,06

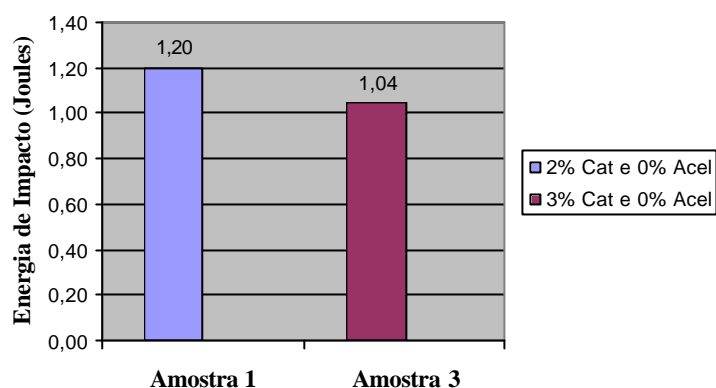


Figura 4. Gráfico comparativo da energia de impacto das amostras com 2 e 3 % de catalisador.

3.3. Resultados dos Ensaio Dureza Rockwell M

Os resultados dos ensaios de dureza Rockwell M que estão apresentados na Tab. (4), registraram um aumento na dureza do material quando há um aumento na composição de catalisador de 2 para 3 % de 51% como podemos visualizar na Fig. (5). Quando se acrescenta 0,2 % de acelerador na amostra de 2 % de catalisador este aumento é de 50 % aproximadamente, e quando se acrescenta 0,5 % de acelerador na amostra de 3 % a um decréscimo na taxa de crescimento da dureza passa a ser de 28 % como podemos ver na Fig. (6).

Tabela 4. Resultados experimentais da dureza Rockwell M.

AMOSTRAS	Dureza Rockwell M (HRM)
Amostra 1	201,0 ± 19,8
Amostar 2	301,0 ± 3,4
Amostra 3	304,0 ± 17,8
Amostra 4	390,0 ± 11,7

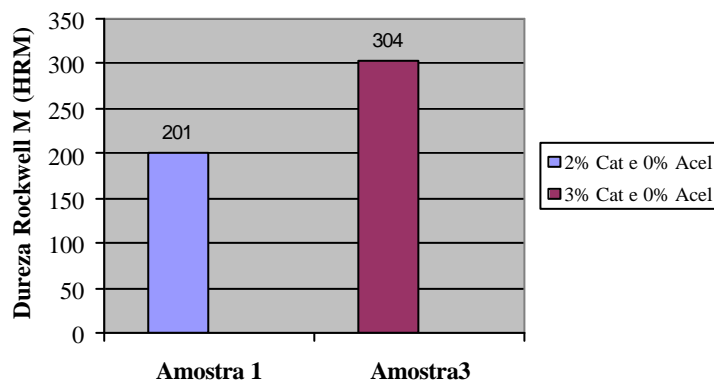


Figura 5. Gráfico comparativo da dureza das amostras com 2 e 3 % de catalisador.

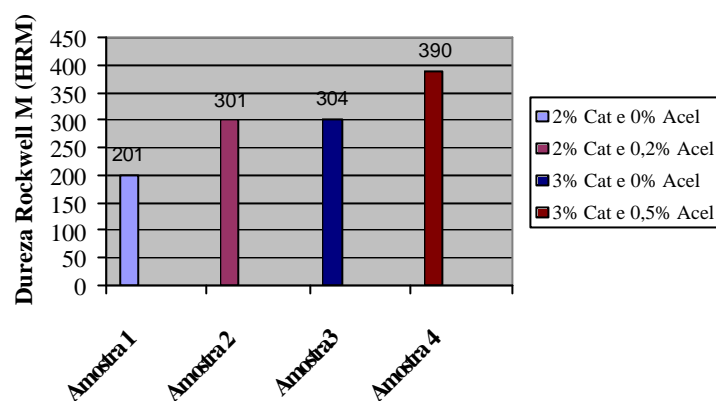


Figura 6. Gráfico comparativo da dureza das amostras quando acrescidas do acelerador no processo de cura.

4. CONCLUSÕES

Ficou evidente que a composição do sistema de cura influencia nas propriedades mecânicas da flexão, dureza, e impacto da matriz de poliéster insaturado.

Constatou-se que o aumento da composição de acelerador influem diretamente na resistência a flexão do material ensaiado chegando a 19 % com o acréscimo de catalisador de 2 % para 3 %. No caso da deformação houve um aumento de aproximadamente de 60 %, e no módulo de elasticidade houve uma diminuição de 26 %.

Na energia de impacto absorvida pelas amostras ficou evidenciado um acréscimo de 22 % com o aumento de catalisador de 2 % para 3 %.

Para a dureza da resina de poliéster verificou-se que tanto o aumento catalisador como o de acelerador há um incremento positivo nesta propriedade.

5. REFERÊNCIAS

- ASTM D 790-90. 1990. "Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and reinforced Plastics and Eletrical insulating Materials", USA.
- Felipe, R. C. T. S., 2000. "Tecnologia dos materiais compostos", Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil.
- Felipe, R. N. B., Felipe, R. C. T. S., Aquino, E. M. F., 1997. "Influência de alguns parâmetros do processo de moldagem a vácuo na qualidade das peças acabadas", COBEM, Bauru, São Paulo, Brasil.
- Garcia, A., Spim, J. A. e Santos, C. A., 2000." Esaios dos Materiais", LTC, Rio de Janeiro, Brasil
- Gay, D. 1991."Matériaux Composites", Editions Hermes, Paris, France.
- Hull, D., 1988. "An introduction to composite materials". Cambridge University Press. Cambridge. USA.
- Sih, G. C. and Skudra, A. M.1996." Failure Mechanics of Composites". Vol.03, Ed Elsevier Science Publisher.
- Spragg, C. J. and Drzal, L.T. 1996."Fiber, Matrix, and Interface Properties", ASTM – STP 1290, USA.
- Willian, D. C, Jr. 2000. "Ciência e Engenharia dos Materiais: Uma introdução", 5ª Edição, LTC, Rio de Janeiro, Brasil.

INFLUENCE OF THE COMPOSITION OF THE SYSTEM OF CURE IN THE MECHANICAL PROPERTIES OF THE POLYESTER MATRIX

Alberto Kennedy de Almeida Medeiros

Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, Av. Senador Salgado Filho N° 1559, Lagoa Nova, Natal – RN, Brasil, CEP 59.015-000, albertokennedy@yahoo.com.br

Edivan Bezerra da Costa

Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, Av. Senador Salgado Filho N° 1559, Lagoa Nova, Natal – RN, Brasil, CEP 59.015-000, edivancosta016@hotmail.com

Raimundo Nonato Barbosa Felipe

Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, Av. Senador Salgado Filho N° 1559, Lagoa Nova, Natal – RN, Brasil, CEP 59.015-000, nonatofelipe@cefetrn.br

Renata Carla Tavares dos Santos Felipe

Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, Av. Senador Salgado Filho N° 1559, Lagoa Nova, Natal – RN, Brasil, CEP 59.015-000, rcfelipe@cefetrn.br

***Abstract.** In the o composite materials in special the fiber reinforced plastics (FRP) one of the parameters must be observed is cure system must be application during the fabrication, this is context the objective piece of this work was develop one study experimental of the influence of the composition of the cure system in the comportment of the matrix proprieties mechanics the system application in the polyester resin polymerization, element call of matrix in the composite of the fiber reinforced plastic (FPR). Were realized test of three-point bending, impact Charpy and Hardness Rockwell M. The proof bodies were made in only mold of wood in dimension established for norm, the matrix used it was the polyester nom saturate resin, the cure system was as catalyst the methyl-etil-cetona (MEKP) and as accelerator the octoato of cobalt (cobalt) in four compositions. The results obtained show that the resin proprieties to be affected by the composition of the cure system used, become this is parameters by development of the fibers reinforced plastic (FRP).*

***Key words:** cure system, proprieties mechanics, polyester matrix.*