

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/281712241>

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE RESINA EPOXÍDICA SUBMETIDAS A ALTAS TEMPERATURAS USANDO TESTE POR IMPACTO IZOD

Conference Paper · October 2011

CITATIONS

0

READS

31

4 authors, including:



Luciano Peske Ceron

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

93 PUBLICATIONS 14 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Natalia Lopes

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

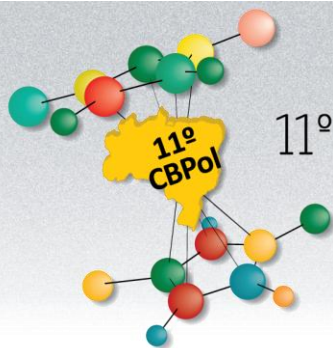
12 PUBLICATIONS 3 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Modelos de filtração em meios filtrantes [View project](#)



11º CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS

16 a 20 de Outubro de 2011
Campos do Jordão - SP

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE RESINA EPOXÍDICA SUBMETIDAS A ALTAS TEMPERATURAS USANDO TESTE POR IMPACTO IZOD.

Luciano P. Ceron^{1*}, Sandra Einloft^{1,2}, Rosane A. Ligabue^{1,2}, Natália F. Lopes¹

*1** - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais - PGETEMA, Porto Alegre - RS - ceron.luciano@gmail.com

2 - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS, Faculdade de Química, Porto Alegre - RS

Resumo: Neste trabalho é feita avaliação térmica do comportamento da resina epoxídica do tipo DGEBA preparada com agente de cura misto (90:10 poliaminoamida:amina), submetida a carregamento dinâmico por impacto izod. A energia total absorvida na fratura dos corpos de prova mostrou uma relação inversamente proporcional ao acréscimo de temperatura, onde por morfologia é identificada à estrutura das falhas no polímero.

Palavras-chave: Resina Epóxi DGEBA, Agente de Cura, Impacto Izod.

Evaluation of mechanical properties epoxy resin under high temperatures izod impact test by using.

Abstract: In this work, is presented the evaluation of thermal behavior of DGEBA-type epoxy resin prepared with curing agent mixed (90:10 polyaminoamide:amine), subjected to dynamic loading by izod impact. The total energy absorbed in fracture of the specimens showed to be inversely proportional to the increase of temperature, where morphology is identified by the structure of the flaws in the polymer.

Keywords: DGEBA Epoxy, Curing Agent, Izod Impact.

Introdução

As resinas epóxi têm sido usadas extensivamente em várias áreas industriais e em muitas dessas aplicações expõem a resina a vários tipos de carregamentos mecânicos devido às condições ambientais. Por esta razão, grande interesse tem sido concentrado sobre o efeito da exposição de epóxi a condições de elevadas temperaturas, pois pode ocorrer a degradação do polímero [1].

A versatilidade da resina DGEBA é atribuída à grande reatividade do anel epóxi, pois elevado número de agentes de cura podem ser usados, como a poliaminoamida e amina, empregados na abertura do anel e na rápida reticulação da resina [2].

As propriedades físicas da rede dependem do percentual relativo da razão resina/agente de cura, do tempo e temperatura da cura. O aquecimento excessivo pode provocar alguma alteração no polímero, causando falha no material [3-5].

A principal aplicação do ensaio de resistência ao impacto izod refere-se ao comportamento da resina epóxi, na transição da propriedade dúctil para a frágil como função da temperatura, possibilitando determinar as faixas de temperaturas na qual os materiais mudam de comportamento [6]. O objetivo deste estudo é avaliar a melhor formulação da mistura de resina DGEBA com agente

de cura misto (90% de poliaminoamida e 10% de amida), expostas em varias faixas térmicas, avaliada por impacto izod e MEV.

Experimental

Impacto Izod

Previamente foram preparados oito corpos de prova em molde de borracha de silicone para cada uma das cinco diferentes razões entre a resina DGEBA e o agente de cura, com proporções variando de 30% a 70% em peso. O tempo de cura das amostras foi de 15 dias em temperatura ambiente. Utilizou-se estufa Genlab modelo N95SF para acondicionar os corpos de prova em diferentes faixas térmicas (80°C, 160°C, 200°C, 240°C e 260°C), por 15 dias em cada temperatura fixa para avaliar o comportamento dúctil-frágil da resina epóxi. O teste de impacto izod foi realizado no Laboratório de Polímeros do SENAI - CETEPO (Centro Tecnológico de Polímeros) em São Leopoldo/RS, em um equipamento Resiliômetro de Impacto Ceast, modelo Resil Impactor. Foi usado um martelo de 1J e velocidade de impacto de 3,46 mm/s, segundo a norma ASTM D256-06. As amostras foram preparadas em entalhador marca Ceast e acondicionadas por 40 h a $23\pm 2^\circ\text{C}$ e $50\pm 5\%$ umidade antes da realização do teste. As dimensões dos corpos de provas são dadas na Fig.1

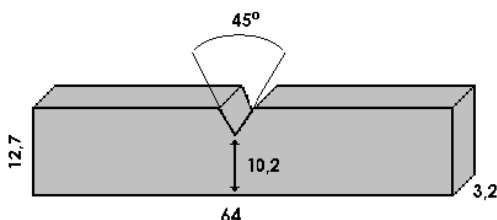


Figura 1 - Medidas dos corpos de prova com entalhe.

Microscopia Eletrônica de Varredura

A avaliação por MEV foi realizada no Centro de Microscopia Eletrônica da PUCRS em um equipamento de microscopia eletrônica de varredura Philips, modelo XL 30, com tensão de aceleração de 20 kV.

Resultados e Discussão

Os corpos de provas submetidos ao teste térmico em estufa mostraram mudança gradual de cor. A 80°C apresentaram coloração amarela, passando pelo marrom claro em 160°C, marrom escuro em 200°C, preto em 240°C e preto brilhante em 260°C conforme mostrado na Fig. 2. Este mesmo comportamento, também foi verificado nos estudos de Quintella et al. [7]. Os corpos de prova em 260°C apresentaram rugosidade e expansão de volume, dificultando a realização do entalhe para os ensaios de impacto.



Figura 2 - Amostras submetidas à ação térmica em 260°C, 240°C, 200°C, 160°C e 80°C.

Os resultados da resistência ao impacto em função da temperatura apresentados na Tabela 1 e Fig. 3 onde 23°C corresponde às condições normais, sem ataque térmico. O aumento da temperatura reduz a resistência ao impacto de todas as formulações. Com base nos resultados obtidos percebe-se que a composição com 50% apresentou o melhor comportamento dúctil para amostras expostas a temperaturas acima de 160°C, com maior resistência ao impacto em relação às outras formulações.

Tabela 1 - Resultados do teste de impacto em função da temperatura.

Agente de Cura (%)	Resistência ao Impacto (J/m)					
	23°C	80°C	160°C	200°C	240°C	260°C
70	43,1 ± 2,4	38,1 ± 2,0	30,5 ± 2,9	16,0 ± 1,3	13,3 ± 1,4	11,2 ± 1,1
60	105,2 ± 6,8	92,9 ± 5,5	45,2 ± 3,3	41,7 ± 2,5	24,9 ± 2,8	9,1 ± 0,8
50	135,0 ± 7,2	128,6 ± 5,9	71,8 ± 6,2	49,5 ± 3,2	38,7 ± 3,2	22,9 ± 2,2
40	292,3 ± 7,7	317,8 ± 9,5	54,7 ± 3,5	19,7 ± 1,7	16,1 ± 1,8	9,0 ± 1,2
30	209,5 ± 7,4	132,4 ± 6,1	32,8 ± 2,4	12,1 ± 1,0	8,2 ± 0,9	8,2 ± 0,7

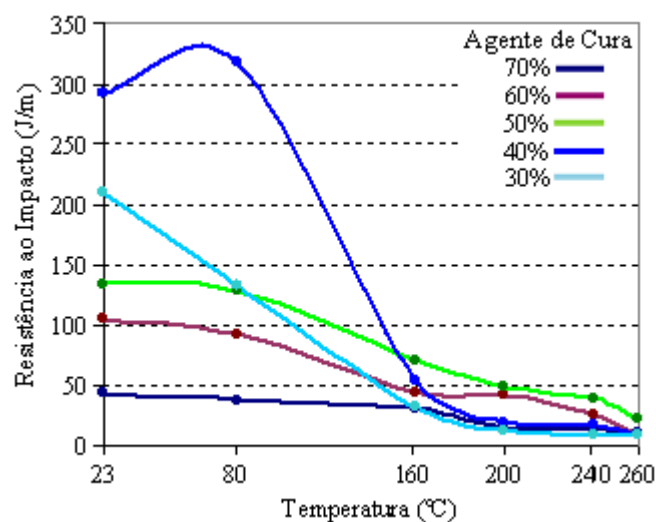


Figura 3 - Resistência ao impacto em função da temperatura.

Através das análises fractográficas obtidas por MEV e apresentadas nas Fig. 4 a 8, ampliadas em 200 vezes, identifica-se o limite máximo para utilizar a resina epóxi até 240°C. Em 260°C começa a aumentar a formação de fraturas e bolhas internas em todas as composições.

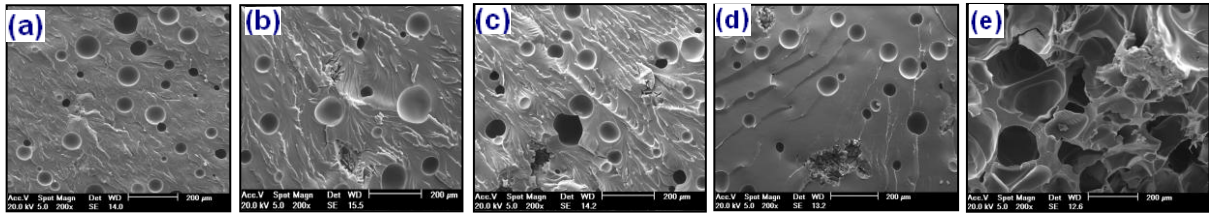


Figura 4 - MEV com 70% de agente de cura: (a) 80°C; (b) 160°C; (c) 200°C; (d) 240°C; (e) 260°C.

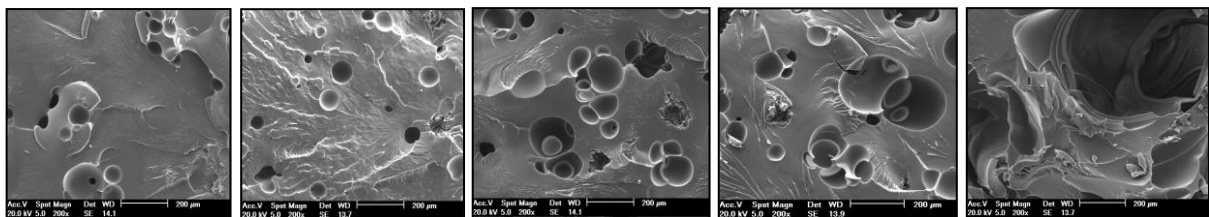


Figura 5 - MEV com 60% de agente de cura: (a) 80°C; (b) 160°C; (c) 200°C; (d) 240°C; (e) 260°C.

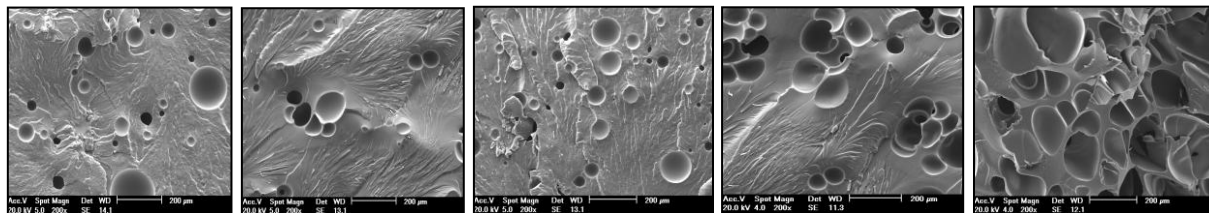


Figura 6 - MEV com 50% de agente de cura: (a) 80°C; (b) 160°C; (c) 200°C; (d) 240°C; (e) 260°C.

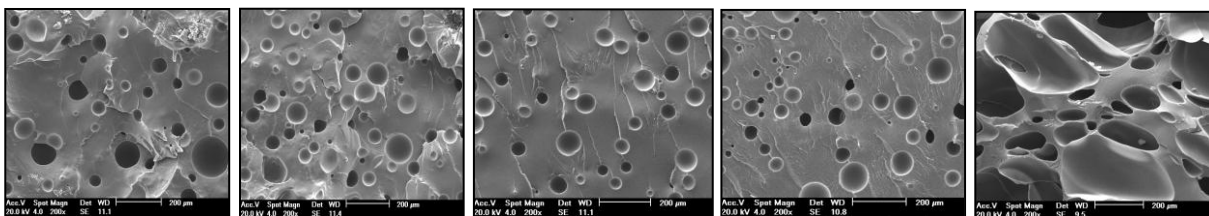


Figura 7 - MEV com 40% de agente de cura: (a) 80°C; (b) 160°C; (c) 200°C; (d) 240°C; (e) 260°C.

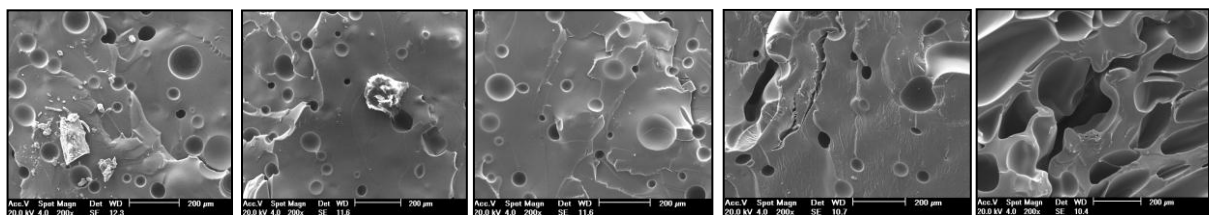


Figura 8 - MEV com 30% de agente de cura: (a) 80°C; (b) 160°C; (c) 200°C; (d) 240°C; (e) 260°C.

Conclusões

Pelo teste de impacto izod conclui-se que a melhor composição é a com 50% de agente de cura na resina epóxi, quando se deseja trabalhar em temperaturas entre 80°C e 240°C.

A microscopia eletrônica de varredura mostra uma descontinuidade na forma de propagação de fratura para o modo instável do material, devido à carbonização dos constituintes químicos da resina em 260°C. Segundo Graça et al. [8] o surgimento de trincas advém de falhas pela geração de subprodutos voláteis que resultam de reações químicas internas, como a fusão do polímero.

Após a temperatura de 160°C, a formulação resina epóxi/endurecedor inicia processo de pirólise com perda significativa de propriedades, portanto, não utilidade prática como polímero.

Referências Bibliográficas

1. A. Avena; A. R. Bunsell *Composites*. 1988, 19, 355.
2. M. S. Jesus, Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.
3. J. R. M. D'Almeida; S. N. Monteiro *Polymers for Advances Technologies*. 1998, 9, 216.
4. M. P. Stevens in *Polymer Chemistry and Introduction*, Oxford University, Ed.; New York, 1999, Vol. 3.
5. G. F. Gonzáles; E. Miguez; B. G. Soares *Polímeros: Ciência e Tecnologia*. 2005, 5, 261.
6. F. G. Garcia et al. in Anais do 17º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, Foz do Iguaçu, 2006, Vol. 1.
7. C. M. Quintella et al. in Anais do Rio Oil & Gas Expo and Conference, Rio de Janeiro, 2006, Vol. 1.
8. M. L. Graça; J. R. M. D'Almeida; F. A. Darwish *Revista Brasileira de Ciências Mecânicas*, 1989, 11, 133.