

**ESTUDO TERMO-CINÉTICO DE FILMES DE LÁTEX DE BORRACHA NATURAL DE  
*Hevea brasiliensis* VULCANIZADA POR RADIAÇÃO GAMA**Ana Paula Pinho Rodrigues Leal (PG)<sup>1</sup>, Selma M. L. Guedes (PQ)<sup>2</sup>  
& Glaucione Gomes de Barros (PQ)<sup>1</sup>

M. P. P.

<sup>1</sup> Instituto de Química, Universidade de Brasília, C. P. 04478,  
CEP 70919-970, Brasília, DF<sup>2</sup> Instituto de Pesquisa em Energia Nuclear, C. P. 11.049,  
CEP 05422-970, São Paulo, SP**Abstract**

Vulcanization of natural rubber (NR) latex by ionization radiation produces the crosslink in disperse latex particles. Advantages over conventional process of vulcanization are: the absence of carcinogenic nitrosamines, low cytotoxicity and better degradation at room conditions, due mainly to the absence of sulfur, zinc oxide and dithiocarbamates.

Thermogravimetric analysis (TG) is the measurement of the weight change of a material as a function of temperature and time. TG data with different heat speed provide an alternative model of the kinetics of degradation of polymeric materials.

The kinetic studies of this material showed a single degradation process at least for 76,5 % of mass loss. The activation energy was 49 Kcal/mol. For higher mass loss (85 %) the degradation was characterized by associate mechanism.

*Palavras-chaves:* látex de borracha natural vulcanizada, termogravimetria, degradação térmica.

**Introdução**

A vulcanização de látex de borracha natural (BN) via radiação ionizante resulta na reticulação das partículas de látex dispersas em meio aquoso. As vantagens deste processo sobre os métodos convencionais de vulcanização são: ausência de nitrosaminas carcinogênicas, baixa citotoxicidade e sua fácil degradação no meio ambiente, decorrente da ausência de enxofre, óxidos de zinco e ditiocarbonatos<sup>[1,2]</sup>. A adição de radiosensibilizadores como acrilato de n-butila permite uma redução da dose de radiação normalmente necessária a esse tipo de vulcanização<sup>[3,4]</sup>.

A análise termogravimétrica (TG) é um método de medida da variação de massa de um material em função da temperatura e do tempo. Curvas de TG com diferentes velocidades de aquecimento fornecem um modelo alternativo para o estudo da cinética de degradação de materiais poliméricos, permitindo o cálculo da energia de ativação ( $E_a$ ) necessária ao processo de degradação e identificação de distintos mecanismos da cinética de degradação.

**Objetivo**

O objetivo deste trabalho é o estudo da cinética de degradação do látex de Borracha Natural vulcanizado por radiação gama.

**Parte Experimental**

A preparação do filme de látex vulcanizado seguiu metodologia descrita previamente<sup>[5]</sup>.

Estudo cinético foi feito utilizando-se o método da integral de múltiplas velocidades constantes de aquecimento ( $\beta$ ) desenvolvido por Ozawa<sup>[6,7]</sup>. Curvas de degradação (TG) e a 1ª derivada destas curvas (DTG) foram obtidas nas velocidades de aquecimento de 5, 10, 15, 20 e 30 K/min. Para um mesmo valor de conversão foi plotado  $\log \beta$  versus  $-1/T$  onde T é a temperatura (K) naquele valor de conversão. Obteve-se então uma reta cujo valor da tangente é  $0,4567E_a/R$ , onde  $E_a$  é a energia de ativação do processo e R a constante dos gases.

**Resultados e Discussão**

Os termogramas obtidos para a amostra em atmosfera de He nas várias velocidades de aquecimento estão apresentados na Figura 1. A Figura 2 apresenta os resultados obtidos para  $\log \beta$  ( $\beta$  = velocidade de varredura) versus  $1/T$  segundo a equação de Ozawa<sup>[6]</sup>. As curvas de degradação apresentaram deslocamento para temperaturas mais altas na medida que a velocidade de aquecimento aumentou (5, 10, 15, 20 e 30 K/min). Esta dependência com a velocidade de aquecimento é explicada pelo requerimento de menor tempo para a amostra alcançar uma dada temperatura quando submetida a maior velocidade de aquecimento.

7793  
571

As curvas obtidas mostraram uma única etapa de degradação com perda de massa inicial na faixa de temperatura de 523 K. O processo de degradação teve início a 646 K, apresentando velocidade máxima de perda à 672 K (20 K/min). A energia de ativação encontrada para perda de massa de até 76,5 % foi aproximadamente de 49 Kcal/mol indicando uma única cinética de degradação. Para valores de perda de 85% foi observado variação na energia de ativação do processo (66,5 Kcal/mol) caracterizando mecanismos parcelos de degradação.

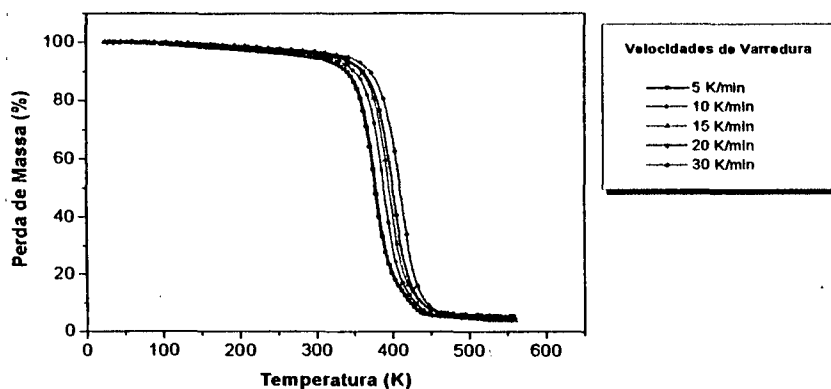


Figura 1 – Curvas termogravimétricas de BNV (*Hevea brasiliensis*).

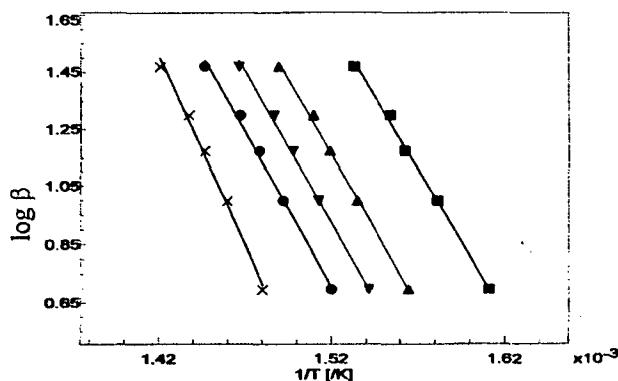


Figura 2 –  $\log \beta$  versus  $1/T$  para curvas termogravimétricas de BNV (*Hevea brasiliensis*).

#### Conclusão

A degradação foi caracterizada por uma única etapa de degradação. A energia de ativação foi de 49 Kcal/mol, para perda de massa de até 76,5 %. A partir de 85 % de perda de massa a degradação foi caracterizada por mecanismos associados.

#### Referências Bibliográficas

- [1] Thiangchanya, A.; Makuuchi, K. & Yoshii, F. *J. Appl. Polym. Sci.*, **54**, 525-531 (1994).
- [2] Hill, D. J. T.; O'donnell, J. H.; Perera, M. C. S.; Pomery, P. J. & Smetser, P. *J. Appl. Polym. Sci.*, **57**, 1155-1171 (1995).
- [3] Chan, J. H. & Balke, S. T. *Polymer Degradation and Stability*, **57**, 113-125 (1997).
- [4] Chan, J. H. & Balke, S. T. *Polymer Degradation and Stability*, **57**, 135-149 (1997).
- [5] Guedes, S. M. L., comunicação pessoal.
- [6] Ozawa, T., *Bull. Chem. Soc. Japan*, **38**, 1881 (1965).
- [7] Ozawa, T., *J. Therm. Anal.*, **2**, 301 (1970).

#### Agradecimentos

CNPq, FAP-DF