



APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA DE MICROONDAS PARA REAPROVEITAMENTO DA BORRACHA DE CLOROPRENO

Sandra R. Scagliusi^{1*}, Sumair G. Araújo¹, Liliâne Landini¹, Hélio Wiebeck², Ademar B. Lugo¹

^{1*} Centro de Química e Meio Ambiente do IPEN-CNEN/SP – Av. Lineu Prestes 2.242 - 05508-900 – Cid. Universitária, São Paulo/SP - saresca@ig.com.br; ¹IPEN-CNEN/SP – sgaraujo@ipen.br; ¹IPEN-CNEN/SP – landini@usp.br;

² Engenharia de Materiais da USP – wiebeck@usp.br; ¹IPEN-CNEN/SP – ablugao@ipen.br

Application of the Microwave Technology for Recovery of Chloroprene Rubber

One of the biggest problems of environmental preservation is the management of the polymer scraps (plastics and rubbers) after the consumption, in the form of finished products or in the form of intermediate products of manufacture industrial process. This work is part of several studies that are being developed at CQMA/IPEN with Poli/USP, using electromagnetic waves of high energies, for crosslinked polymer recovery. In this work, the microwave physical process was used, to study the recovery of chloroprene (Neoprene® - DuPont), a type of rubber very used in aquatic clothes. In this microwave technique a controlled dose of microwave energy at specified frequency (2.45GHz) and power of 1kW were used in the tests. Thus in this process the elastomer waste can be reclaimed without depolymerization to a material capable of being recompounded and vulcanized having physical properties essentially equivalent to the original vulcanized.

Introdução

Um dos maiores problemas de preservação do meio ambiente é o gerenciamento dos resíduos poliméricos (plásticos e borrachas) após o consumo, na forma de produtos acabados ou na forma de produtos intermediários do processo industrial de fabricação. Estes produtos têm degradação biológica média de 300 anos (principalmente as borrachas) e o aterramento sanitário deixa de ser uma alternativa viável, pois os custos de incineração são cada vez maiores. Assim, a reciclagem (recuperação) se apresenta como a melhor opção de gerenciamento.

Desta forma, o reaproveitamento dos resíduos provenientes de diferentes processos industriais, como matérias-primas, têm sido objeto de pesquisas, buscando soluções que conciliem vários aspectos, como custo de disposição, tratamentos, tipo e quantidade de resíduo, tecnologia e processos de utilização, bem como, impacto econômico e ambiental. Isto pode levar à preservação de fontes de energia valiosas, não renováveis, como o petróleo, permitindo que os produtos usados retornem para serem processados na fábrica, em vez de serem despejados em depósitos ou aterros.

Em 1839, Goodyear tratou a borracha crua com enxofre, acima do ponto de fusão, possibilitando que ela passasse de um estado original plástico para um estado elástico, com características dimensionais estáveis e com capacidade de suportar variações de temperatura. Foi descoberta, assim, a vulcanização. Desde então, a borracha tem se transformado num item indispensável ao cotidiano do ser humano.

Apesar de todos estes benefícios obtidos com a vulcanização, um dos problemas enfrentados atualmente é que depois que o artigo de borracha foi usado ou sua vida útil esgotada, é difícil devulcanizá-lo e produzir um material útil. Portanto, o processo reversível, a devulcanização, tem sido amplamente estudado, com o objetivo de romper as ligações cruzadas carbono-enxofre (C-S) e enxofre-enxofre (S-S). Basicamente, os métodos de devulcanização podem ser classificados, em processos físicos e processos químicos.

Neste trabalho, foi empregado o processo físico de microondas, para estudar o reaproveitamento do Cloropreno (nome genérico e nome comercial do produto fabricado pela DuPont - Neoprene®), um tipo de borracha muito utilizada em vestuário para: esportes aquáticos e equestres, luvas, botas, capas, moda praia, fitness, revestimentos de cabos e isolamento de fios, pneumáticos especiais, indústria do calçado, produtos ortopédicos, acessórios em geral etc. [1, 2, 3]

Este trabalho faz parte de uma série de pesquisas que estão sendo desenvolvidas no Centro de Química e Meio Ambiente (CQMA) do IPEN, em conjunto com a Poli/USP, utilizando ondas eletromagnéticas de altas energias, para recuperação de polímeros reticulados.

Experimental

Microondas: a aplicação de ondas eletromagnéticas (como as microondas), de alta energia e de alta frequência, bem controladas, podem ativar a cinética das reações químicas e, conseqüentemente, provocar a regeneração dos materiais. Para a execução deste trabalho, foi utilizado um equipamento gerador de microondas, com frequência de 2450MHz e potências de 1000W a 3000W, desenvolvido

no IPEN [1]. Este equipamento possui um sistema de alimentação, saída de gases residuais e de coleta do material. Contém, ainda, controle automático para monitoração de tempo de irradiação e temperatura das amostras.

Amostras: o cloropreno possui qualidades especiais e técnicas, como: maior proteção isotérmica, boa elasticidade, maior leveza, flexibilidade para vestir e possibilita a transpiração; boa resistência a óleo, solventes, intempéries, calor, oxigênio, ozônio e luz solar, temperaturas elevadas e chama – porque possui cloro em sua cadeia molecular, alta resistência à tração e à abrasão, e alta resiliência, similar à borracha natural. Pode ser usado como único elastômero ou associado a outros (SBR, NR e NBR).[2]

O ponto de partida para a realização deste trabalho foi aplicar formulações básicas de neoprene, empregadas em indústria automobilística e preparar mantas, para confecção de amostras. Esta idéia surgiu da necessidade de se manusear materiais com formulações conhecidas e, a partir daí, estudar as interações das microondas com estes materiais. Portanto, não foram utilizadas borrachas das sobras de produção de artefatos ou após seu consumo, que é o procedimento adotado normalmente neste tipo de pesquisa. O composto básico de neoprene formulado é dado pelos seguintes itens (em phr): Borracha Neoprene W – 100; Óxido de Magnésio – 4; Ácido Esteárico – 0,8; Carbonato de Cálcio – 20; Negro de Fumo – 40; Cera Antiozonante – 3; Antioxidante – 2; Cera de Polietileno – 2,5; Óleo Aromático – 20; Óxido de Zinco – 5; MBTS – 0,4; NA-22 – 0,8.

Processamento e Caracterizações: A metodologia utilizada foi: realizar a formulação de neoprene; preparar corpos-de-prova para realizar ensaios, de acordo com as normas ASTM (*American Society for Testing and Materials*) aplicadas em borrachas, antes e após as irradiações, sendo usados os seguintes equipamentos - Dureza (ASTM D-2240; Durômetro – *Hardner Tester Jis*), Densidade (ASTM D-297; Balança Analítica com dispositivo para densidade de sólidos - *Marte*), Cinzas (ASTM D-297; Mufla – *Quimis*), Resistência a Tensão e Alongamento Máximo (ASTM D-412; Dinamômetro ZR 60/300 – *Otto Wolpert-Werk*). As amostras foram cortadas em pequenos pedaços.

Irradiações: Amostras de 250g foram irradiadas com potência de 1000W e tempos de 43s (amostra 1), 2min30s (amostra 2) e 3min (amostra 3). Foram feitas 2 irradiações para cada tipo de amostra.

As temperaturas das amostras foram monitoradas por meio de um termopar, acoplado a um medidor e controlador de temperatura.

Resultados e Discussão

A amostra com formulação básica não irradiada foi caracterizada, sendo obtidos os seguintes resultados nos ensaios: Dureza Shore A=60;

Densidade=1,43g/cm³; Cinzas=14,09%; Resistência à Tensão=1687Psi e Alongamento Máximo=580%. A Figura 1 mostra manta, corpos-de-prova, que foram vulcanizados a 150°C por 20min em Prensa Hidráulica (Luxor) e amostra não irradiada de cloropreno. Esta amostra, em seguida, foi vulcanizada e passada novamente no cilindro e revulcanizada sob as mesmas condições. Os resultados obtidos foram, respectivamente: 49; 1,37g/cm³; 13,07%; 887Psi e 720%.

No caso das amostras irradiadas, foram encontradas as médias:

- *Amostra 1:* 48; 1,35 g/cm³; 12,2%; 891Psi e 780%.

- *Amostra 2:* 45; 1,38 g/cm³; 12,5%; 688Psi e 700%.

- *Amostra 3:* 54; 1,40 g/cm³; 11,3%; 700Psi e 620%.

A amostra 3 foi a que apresentou melhor resultado, porque após a caracterização, verificou-se perda nas propriedades físico-químicas. Houve um aumento na Dureza do composto e uma diminuição da Resistência à Tensão, com conseqüente queda do Alongamento Máximo.



Figura 1 – Cloropreno - manta, corpos-de-prova e amostra não irradiada.

Conclusões

Esta borracha tem mostrado uma boa interação com as microondas. A utilização de cloropreno, após vulcanização e devulcanização (com este método de microondas), conforme procedimento adotado, mostrou uma alternativa possível de uso como matéria-prima e, conseqüentemente, recuperar artefatos fabricados com este material.

Contudo, são necessários mais estudos para que se reciclem, de forma mais acentuada, estes tipos de resíduos, no Brasil.

Além disso, é necessária uma conscientização maior de empresários sobre a potencialidade de utilização destes resíduos como matérias-primas opcionais.

Agradecimentos

Os autores agradecem à empresa Anvil pelo fornecimento das amostras e uso de alguns equipamentos e laboratórios.

Referências Bibliográficas

1. S. G Araújo, L. Landini; L. T. Lima; E. Ghilardi; R. A. Antunes; A. A. V. Pereira; R. J. L. Silva; A. B. Lugão nos Anais do 7º Congresso Brasileiro de Polímeros, Belo Horizonte, 2003, CD-ROM.
2. Vulcanizar. www.vulcanizar.com.br. Acesso em: Agosto/2004.
3. Playtex – Ind. e Com. de Neoprene. <http://www.playtex.com.br>. Acesso em: Julho/2004.