

Caracterização de Compósitos Elastoméricos com Resíduos de SBR Desvulcanizado por Micro-ondas

Aline Zanchet (CNPq)¹, Larissa N. Carli^{1,2}, Marcelo Giovanela¹, Regina C. R. Nunes³, Janaina S. Crespo^{1*}

¹ Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade de Caxias do Sul - UCS, Caxias do Sul - RS, jscrespo@ucs.br

² Laboratório de Polímeros Avançados, Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS, RS

³ Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano, Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ, Rio de Janeiro

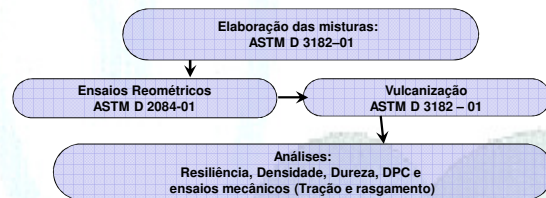
1. INTRODUÇÃO

Os materiais elastoméricos são amplamente utilizados nas mais diferentes aplicações, em função de suas propriedades únicas, como elasticidade, flexibilidade, impermeabilidade, resistência à abrasão e resistência à corrosão, que os distinguem dos outros materiais. Sua estabilidade resulta do processo de vulcanização, através do qual a borracha reage com enxofre para produzir uma rede de ligações cruzadas entre as cadeias poliméricas. A produção dos bens de borracha gera uma elevada quantidade de resíduos vulcanizados. A disposição ambiental adequada deste material é um grave problema, envolvendo custos elevados e o desperdício de um material com elevado valor comercial. Dentre as diversas técnicas, a desvulcanização por micro-ondas apresenta algumas vantagens que a tornam uma das mais promissoras na reciclagem da borracha. Essas vantagens incluem o tratamento de grandes quantidades de material, possibilidade de processo contínuo e fácil ajuste dos parâmetros de processo, tais como a fonte de energia e o tempo de tratamento. Este último é particularmente importante, uma vez que cada tipo de borracha, com suas características próprias, necessitará de um grau específico de desvulcanização de modo a produzir um material útil.

2. OBJETIVOS

Desenvolver e caracterizar formulações vulcanizáveis que tenham aplicação tecnológica, com resíduos de copolímero de butadieno-estireno (SBR), gerados no processo industrial.

3. EXPERIMENTAL



4. RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os valores de densidade, dureza, resiliência e deformação permanente à compressão dos compósitos obtidos, variando os teores de SBR-r e o tempo de exposição às micro-ondas.

Tabela 1 - Valores de densidade, dureza, resiliência e DPC para os compósitos desenvolvidos.

Misturas	Densidade (g cm ⁻³) antes ^a ; após ^b		Dureza (Shore A)	Resiliência (%)	DPC (%)
Controle^a	1,18 ± 0,0	1,23 ± 0,1	47,8 ± 1,5	66 ± 1	8,8 ± 0,7
0 min^b					
20	1,18 ± 0,1	1,29 ± 0,0	44,3 ± 1,5	54 ± 1	5,1 ± 1,3
40	1,29 ± 0,0	1,32 ± 0,0	46,3 ± 0,8	54 ± 1	4,4 ± 1,8
60	1,30 ± 0,2	1,35 ± 0,1	45,5 ± 1,4	57 ± 1	2,9 ± 0,4
80	1,31 ± 0,1	1,38 ± 0,0	47,8 ± 1,3	58 ± 2	3,3 ± 1,0
100	1,35 ± 0,3	1,40 ± 0,1	49,2 ± 1,3	58 ± 2	3,8 ± 1,7
1 min^b					
20	1,21 ± 0,1	1,28 ± 0,2	45,8 ± 1,3	57 ± 2	2,9 ± 0,3
40	1,25 ± 0,1	1,32 ± 0,2	47,8 ± 1,5	57 ± 1	3,1 ± 0,5
60	1,27 ± 0,0	1,36 ± 0,1	45,8 ± 2,3	56 ± 1	2,4 ± 0,2
80	1,30 ± 0,1	1,38 ± 0,5	48,0 ± 1,1	53 ± 1	3,0 ± 0,4
100	1,29 ± 0,1	1,40 ± 0,1	48,2 ± 1,5	51 ± 1	5,1 ± 2,5
2 min^b					
20	1,23 ± 0,3	1,28 ± 0,0	44,7 ± 1,0	59 ± 1	3,5 ± 0,6
40	1,26 ± 0,1	1,32 ± 0,2	46,8 ± 1,2	56 ± 1	3,1 ± 1,3
60	1,27 ± 0,1	1,35 ± 0,0	47,2 ± 1,2	54 ± 1	3,9 ± 2,2
80	1,29 ± 0,1	1,38 ± 0,1	47,2 ± 1,3	52 ± 1	2,4 ± 0,7
100	1,33 ± 0,4	1,41 ± 0,1	48,0 ± 0,9	51 ± 1	4,1 ± 1,9
3 min^b					
20	1,24 ± 0,1	1,28 ± 0,3	47,5 ± 1,4	58 ± 1	4,0 ± 1,2
40	1,28 ± 0,1	1,32 ± 0,5	47,8 ± 0,8	55 ± 1	3,6 ± 1,7
60	1,29 ± 0,3	1,35 ± 0,0	47,5 ± 1,0	54 ± 1	3,7 ± 0,7
80	1,33 ± 0,1	1,38 ± 0,1	48,3 ± 1,0	53 ± 1	2,3 ± 0,9
100	1,53 ± 0,1	1,40 ± 0,1	48,5 ± 1,9	51 ± 1	4,0 ± 1,4

Como é possível observar, os valores de densidade, tanto para as misturas quanto para os compósitos vulcanizados, apresentaram um aumento com o aumento no teor de resíduos incorporados. Verificou-se também um aumento na densidade dos compósitos vulcanizados em relação às misturas, em função do processo de moldagem por compressão. Para os resultados de dureza, considerando o desvio-padrão, não foi observada variação significativa com a incorporação de resíduos desvulcanizados.

Em relação à resiliência, observou-se um pequeno decréscimo nos valores da propriedade com a incorporação do resíduo, indicando uma diminuição da elasticidade da matriz polimérica, devido à incorporação do SBR-r. Os resultados referentes ao DPC indicaram que com o aumento no teor de resíduo incorporado nas composições, bem como a redução na relação entre SBR virgem/SBR-r, há uma redução nos valores desta propriedade. Este resultado indicou um aumento na recuperação elástica do material à deformação imposta. De maneira geral essas propriedades não sofreram influência independente do tempo de exposição do resíduo às micro-ondas.

A Figura 1 apresenta os resultados de tensão e alongamento na ruptura para os compósitos desenvolvidos. Em relação à tensão na ruptura, observou-se que aumentos no teor de SBR-r e no tempo de exposição às micro-ondas levaram a um decréscimo gradual na propriedade. É possível que para concentrações mais elevadas de SBR-r, o efeito de reforço da carga seja contraposto pelo efeito de enchimento, como resultado da fraca interação entre a matriz virgem de SBR e o pó de borracha (SBR-r). No que se refere ao alongamento na ruptura, foi verificado um aumento de propriedade quando comparado à amostra controle. Este aumento na elasticidade dos compósitos foi observado anteriormente na análise de DPC. Porém, não foi observada variação com o teor de resíduo incorporado e com os tempos de desvulcanização no micro-ondas. Observou-se ainda que o melhor resultado foi obtido para a mistura com 80 phr de resíduo e com 1 min de desvulcanização.

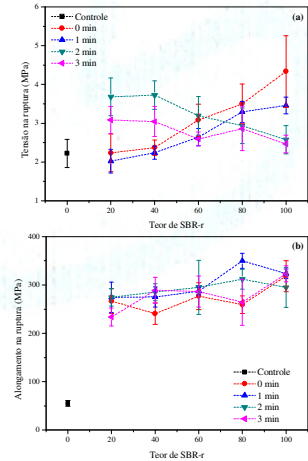


Figura 1. Resultados obtidos no ensaio de tração para os compósitos de SBR-r: (a) tensão e (b) alongamento na ruptura.

A Figura 2 apresenta o resultado de resistência ao rasgamento. Os dados mostram que o aumento no tempo de exposição às micro-ondas e, principalmente, o aumento no teor de SBR-r levaram a uma significativa perda de propriedade dos compósitos, quando comparados à amostra controle.

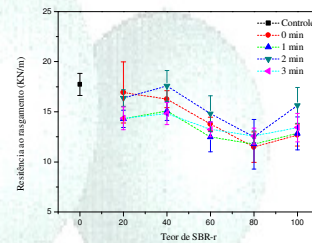


Figura 2. Resistência ao rasgamento para os compósitos de SBR-r.

5. CONCLUSÕES

O tratamento da borracha através das micro-ondas pode causar a quebra de ligações cruzadas e a degradação da cadeia principal. Enquanto a quebra das ligações cruzadas torna o material moldável e reprocessável, a degradação da cadeia principal, que é inevitável, leva a uma perda nas propriedades mecânicas. Como conclusão principal, este trabalho mostrou que, antes de usar o tratamento por micro-ondas como uma técnica apropriada para a reciclagem de borracha, estudos devem ser realizados a fim de se reduzir a degradação da cadeia principal e, consequentemente, melhorar suas propriedades mecânicas.

6. REFERÊNCIAS

- Fang, Y., Zhan, M. and Wang, Y. (2001). The status of recycling of waste rubber. *Mater. Design*, **22**: 123-128.
- Adhikari, B., De, D. and Maiti, S. (2000). Reclamation and recycling of waste rubber. *Prog. Pol. Sci.*, **25**: 909-948.
- Scuracchio, C. H., Waki, D. A. and Silva, M. L. C. P. (2007). Thermal analysis of ground tire rubber devulcanized by microwaves. *J. Therm. Anal. Calorim.*, **87**: 893-897.
- Scuracchio, C. H., Waki, D. A. and Bretas, R. E. S. (2006). Caracterização térmica e reológica de borracha de pneu desvulcanizada por microondas. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, **16**: 46-52.
- Carli LN, Boniatti R, Teixeira CE, Nunes RCR, Crespo JS - Development and characterization of composites with ground elastomeric vulcanized scraps as filler, *Materials Science and Engineering C*, **29**, 383-386, 2008.
- Nelson, P. A. and Kutty, S. K. N. (2002). Cure characteristics and mechanical properties of butadiene rubber/whole tyre reclaimed rubber blends. *Progr. Rubber Plast. Tech.*, **18**: 85-97.

7. AGRADECIMENTOS

Rinaldi

