

Avaliação reológica de elastômeros e suas composições utilizando o Rubber Process Analyser - RPA

1- INTRODUÇÃO

Os materiais elastoméricos sofrem diversos tipos de deformações durante o seu processamento e respondem com um comportamento reológico viscoelástico, ou seja, uma combinação de respostas elásticas e viscosas.

O conhecimento das propriedades reológicas dos elastômeros, que podem ser fornecidas por equipamentos como o Reômetro Capilar, o Viscosímetro Mooney, o Reômetro sem rotor (MDR) e, mais recentemente, pelo RPA (Rubber Process Analyser), é muito importante pois permite uma indicação do comportamento desses materiais durante o processo de transformação.

Estão aqui relatados alguns trabalhos realizados na Petroflex referentes à resolução de casos reais que ocorreram em transformadores de elastômeros. A utilização do RPA, aliada a outras ferramentas, possibilitou identificar e solucionar problemas de processabilidade, permitindo adequar produtos a processos.

2 - Apresentação do RPA

O RPA (Rubber Process Analyser) é um aparelho de teste reológico mecânico dinâmico (DMRT) com uma câmara de teste selada, que facilita, assim, o carregamento das amostras de borracha e fornece boa repetibilidade e reprodutibilidade, sob tensões elevadas.

Os testes podem ser realizados em uma ampla faixa de ângulos de deformação ($\pm 0,02^\circ$ a $\pm 90^\circ$) e frequências (0,5 a 2000 cpm). Entretanto, as combinações de frequência e ângulo de oscilação são limitadas, conforme indicado na tabela a seguir. O produto máximo entre a frequência (cpm) e o ângulo de deformação ($^\circ$) deve ser de 2.047. Este valor equivale a uma taxa de cisalhamento de 30 s^{-1} .

Frequência (cpm)	Ângulo de deformação ($^\circ$)
< 20	90
20 - 50	45
50 - 100	10
100 - 500	3
500 - 2000	1

A temperatura pode ser variada de 25°C a 200°C de modo a reproduzir melhor as condições de processamento e/ou aplicações do produto final.

O RPA mede tanto as propriedades elásticas quanto as viscosas de elastômeros crus, compostos vulcanizados e não vulcanizados, determinando assim, o comportamento reológico dos mesmos.

3 - Exemplos de Utilização

3.1 - Avaliação da processabilidade em misturador Sigma

Esse estudo tem como objetivo entender a diferença de comportamento existente entre 3 lotes de um mesmo produto. O composto preparado com o lote 1 não incorporou totalmente a carga ao ser misturado em misturador Sigma, o composto preparado com o lote 2 conseguiu incorporar a carga passando-se o mesmo duas vezes no misturador e o composto com o lote 3 não teve problemas de incorporação.

Foi realizada uma varredura de temperatura nos 3 compostos e medida a tangente d, conforme a Figura 4.1. De acordo com o gráfico, o lote 3 apresentou o maior valor de tangente d, indicando que ocorre um aumento do comportamento viscoso com o aumento da temperatura. Por outro lado, o lote 1 apresenta um comportamento mais elástico, indicando uma provável dificuldade em plastificar e resultando em pior incorporação da carga.

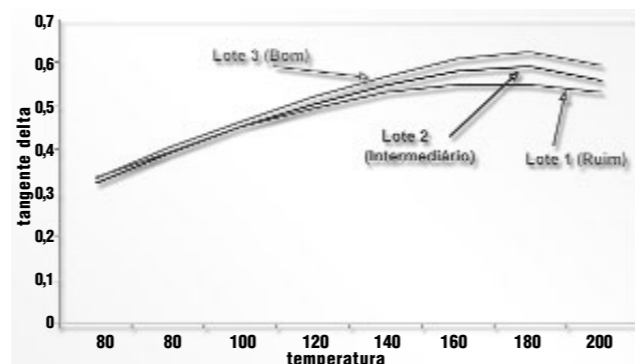


Figura 3.1 - Variação da tangente d com a temperatura, em lotes com processabilidade diferente, em misturador Sigma.

3.2 Avaliação da processabilidade em misturador aberto

Um problema freqüente na indústria de borracha é a dificuldade de processar compostos em misturadores abertos. Em alguns casos a adição de auxiliares de processo facilita a formação de banda no cilindro.

Esse estudo se destina a analisar a processabilidade de compostos em misturador aberto e a influência da adição de um auxiliar de processo. Foram testadas duas composições, que diferem apenas no fato de que em uma delas foram adicionados 5 phr de um auxiliar de processo. Durante o processamento a composição com auxiliar de processo apresentou uma melhor processabilidade.

O gráfico da Figura 3.2 apresenta a variação do torque elástico (S') com a deformação. Verifica-se que a adição do auxiliar de processo tende a diminuir o torque elástico, resultando em uma melhor processabilidade da composição, estando de acordo com o comportamento observado no misturador.

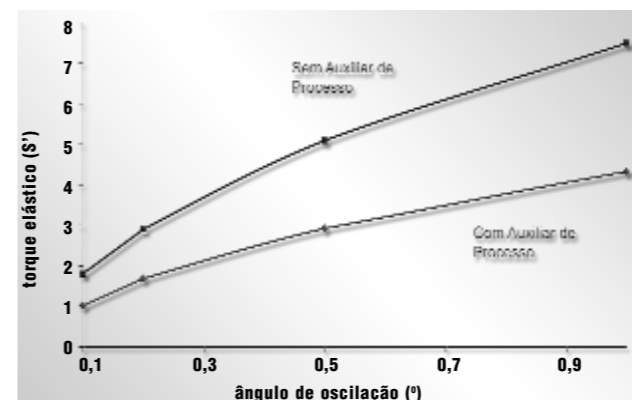


FIGURA 3.2 - Variação do torque elástico com a deformação em composições com e sem auxiliar de processo

3.3 Avaliação do desenvolvimento de calor

O desenvolvimento de calor influencia diretamente a qualidade da mistura. Se o desenvolvimento de calor de uma mistura for muito grande, a temperatura da composição pode aumentar muito rapidamente, provocando dois tipos de efeitos.

O primeiro caso é a plastificação prévia do composto, que resulta em uma dificuldade de incorporação e conseqüente má dispersão da mistura. O outro efeito possível da rápida elevação da temperatura é a degradação da mistura que acarreta prejuízo às propriedades finais do composto. A Figura 3.3 compara o desenvolvimento de calor de dois polibutadienos. De acordo com esse gráfico, pode-se perceber que o COPERFLEX BR Nd 40 (polibutadieno alto cis) desenvolve menos calor que o COPERFLEX BR 45 (polibutadieno baixo cis).

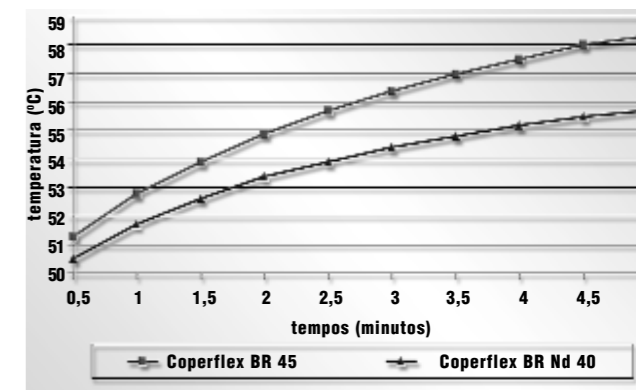


FIGURA 3.3 - Comparação entre o desenvolvimento de calor de diferentes elastômeros

3.4. Avaliação da degradação térmica de compostos

O RPA possui a capacidade de realizar testes de degradação térmica e medir as alterações nas propriedades dinâmicas de elastômeros crus ou de compostos. Foram avaliadas três composições com diferentes elastômeros, conforme tabela a seguir:

Elastômeros	Quantidades (phr)		
	Nº 1	Nº 2	Nº 3
Borracha Natural	50	100	50
COPERFLEX BR Nd 40	50	--	--
PETROFLEX SBR 1502	--	--	50

Os compostos foram vulcanizados no RPA e submetidos à uma varredura de frequência, obtendo-se os valores de tangente d inicial. Em seguida, foram deixados por 30 minutos à temperatura de 180°C e foi realizada outra varredura de frequência, obtendo-se os valores de tangente d final. A Figura 3.4 apresenta os valores da tangente d medidos nas duas varreduras de frequência, ou seja, antes e após o período de envelhecimento. De acordo com os resultados observados, o composto 2 apresentou a maior degradação e o composto 3 apresentou a maior resistência ao envelhecimento.

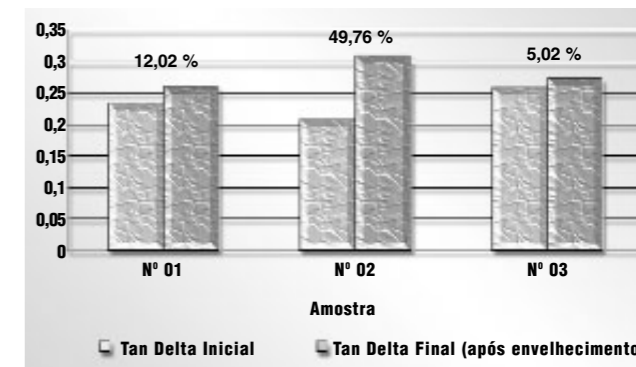


FIGURA 3.4 - Comparação entre o desenvolvimento de calor de diferentes elastômeros.

COMENTÁRIOS

As situações acima mencionadas demonstraram o grande auxílio que o RPA pode prestar na resolução de problemas passíveis de ocorrer no cotidiano fabril.

Atenta no sentido de prestar serviços aos seus clientes, a Petroflex, investiu na aquisição do RPA objetivando reduzir o tempo de resposta aos questionamentos e prover suporte técnico de elevado nível na resolução prática dos problemas de processabilidade que podem ocorrer nas indústrias de transformação de elastômeros.

Referências Bibliográficas

1 - Cousins, W. - "Effective Processability Measurements of Acrylonitrile Butadiene Rubber", Rubber World, Janeiro (1998).

2 - Dick, J.S., Pawlowski, H.A. & Moore, J. - "Viscous Heating and Reinforcement Effects using the Rubber Process Analyser", apresentado na Reunião da Divisão de Borracha ACS, Chicago, Abril (1999).

3 - Dick, J.S. & Pawlowski, H.A. - "Applications for the Rubber Process Analyser", apresentado na Reunião da Divisão de Borracha ACS, Tennessee, Novembro (1992).

4 - Burhin, H.G. - "Improved Techniques for Characterization of Polymer and Compounds, before and after cure".

Autora: Engª Bianca Guerra.

Engª Química, Coordenadora do Laboratório de Assistência Técnica da Petroflex Ind. e Com. S/A