

# RIGIDEZ DE COMPÓSITO ASFÁLTICO CONSTITUÍDO DE BORRACHA MOÍDA DE PNEU E ARENOSO

**Johnny Gilberto Moraes Coelho, johnny@ufpa.br**

Universidade Federal do Pará; Rua Augusto Corrêa, 01, Belém, Pará

**João Guilherme Mota de Sousa, joao@ufpa.br**

Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Corrêa, 01, Belém, Pará

**Carmen Gilda Barroso Tavares Dias, cgbtd@ufpa.br**

Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Corrêa, 01, Belém, Pará

**RESUMO:** Nesse trabalho foi feita a avaliação reológica de ligante de cimento asfáltico de petróleo – CAP (C) modificado por borracha de recapagem de pneu (B) e arenoso (AQ), Na qual obedecem as seguintes etapas: (1) mistura da borracha moída de pneu (B) no ligante, (2) mistura cisalhante de B/AQ e caracterização reológica do ligante, e ligante modificado com B e B/AQ. Foram verificados o módulo elástico ( $G'(\omega)$ ) e módulo viscoso ( $G''(\omega)$ ) em função da frequência angular, para verificar o quanto de energia foi desprendida das amostras de C, C/B e C/B/AQ. O ligante com mistura C/B/AQ, apresentou ganho de rigidez em comparação ao asfalto virgem C e C/B a temperatura de 180°C.

**PALAVRAS-CHAVE:** módulos, frequência angular, reologia.

**ABSTRACT:** This work was done to evaluate rheological binder of asphalt cement - CAP (C) modified by rubber tire retread (B) and sandy (AQ), which obey the following steps: (1) mixture of ground rubber tire (B) in the ligant, (2) shear mixing of B/AQ and rheological characterization of the binder, and binder modified with B and B/AQ. We checked the elastic modulus ( $G'(\omega)$ ) and viscous modulus ( $G''(\omega)$ ) as a function of angular frequency, to see how much energy was detached from the samples of C, C/B and C/B/AQ. The binder with mixing C/B/AQ, showed a gain of stiffness compared to the virgin asphalt C and C/B, 180 ° C.

**KEYWORDS:** modulus, angular frequency, rheology.

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos elastômeros como estireno-butadieno-estireno (SBS), borracha de estireno-butadieno (SBR), borracha natural (NR) e borracha moída de pneu (B) são adicionados ao cimento asfáltico de petróleo para melhorar as propriedades mecânicas de misturas asfálticas. Em Al-Hadidy (2009) o polímero SBS pode elevar a estabilidade em teste Marshall a 8% a mais que em asfaltos convencionais sem adição de elastômeros. Em Fontes *et al.* (2009), os resultados de ensaio de laboratório mostram que a mistura asfalto-borracha apresentam um desempenho mecânico superior à mistura convencional. O acréscimo de B em base asfáltica também melhoram as propriedades reológicas, como em Thodesen *et al.* (2009), explica que a alteração da viscosidade se da devido interações físicas entre as partículas de B, diferenças morfológicas das partículas e área de superfície.

Uma boa prática ecológica é a utilização de pneus inservíveis, que é constituído da mistura vulcanizada destes polímeros, mas com maior alteração em propriedades reológicas melhorando a rigidez de ligantes asfálticos.

O objetivo desse trabalho é a análise reológica de ligante asfáltico modificado por B e de B com areia quartzosa vermelha (AQ) para uso em pavimentos flexíveis.

## METODOLOGIA

Para a produção de ligante (C) com B/AQ, dosagem

30/100 em peso, foi utilizada temperatura controlada a 180°C, em Navarro (2009), foi utilizada mesma temperatura no processo de mistura de asfalto com borracha reciclada.

Para ensaio de reologia foram feitas dosagens como mostra a Tab. 1, tem-se a proporção de B e B/AQ na qual a diferença aumenta quando acrescentamos “d”, onde  $dR^e$  é a dosagem para o ensaio de reologia (“d”, porcentagem de asfalto, “e” porcentagem de composto B e B/AQ).

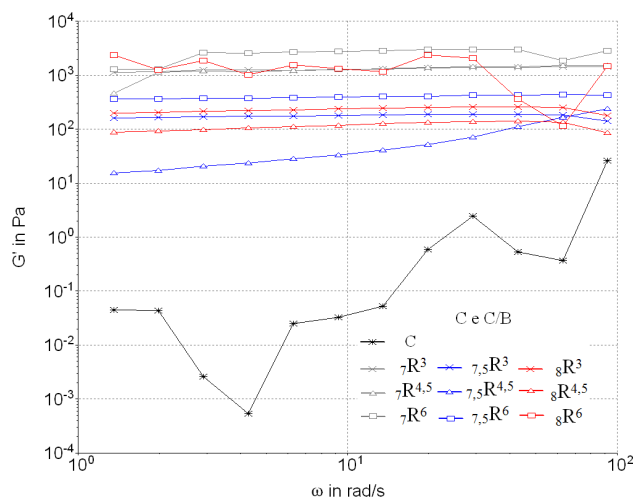
**Tabela 1.** Dosagem para ensaio de reologia de composto A/B.

%	A	B e B/AQ
$7R^3$	72,1	27,9
$7R^{4,5}$	75,3	24,7
$7R^6$	70,8	29,1
$7,5R^3$	81,9	18
$7,5R^{4,5}$	76,3	23,7
$7,5R^6$	72	28,1
$8R^3$	82,8	17,3
$8R^{4,5}$	77,3	22,8
$8R^6$	72,9	27,1

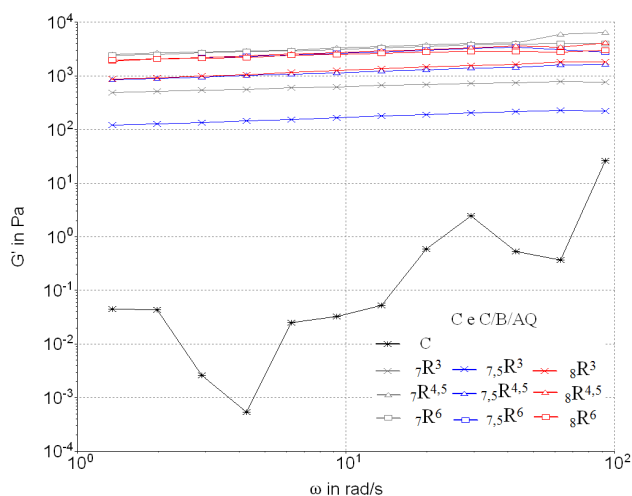
A caracterização reológica do asfalto com B e B/AQ foi feita no reômetro HAAKE, placa/placa com 35 mm de diâmetro, fenda de 0,40 mm, a temperatura de 180°C± 1,00 °C. Sensor PP35, inércia 2,690.10<sup>-06</sup> kg.m<sup>2</sup>, coeficiente térmico de expansão de 1,100 µm/°C, sob 0,003157 rad/N.m. Foram registrados 1500 pontos em 400 seg., a uma tensão de cisalhamento de 1 Pa para o

ensaio de fluência.

Para o ensaio de oscilação, Fig. 1 e Fig. 2, foi feita uma varredura de 0,1592 Hz a 15,92 Hz e tensão de cisalhamento de 1.000 Pa.



**Figura 1.**  $G'$  ( $\omega$ ) para ligante com 7, 7,5 e 8% e B com 3, 4,5 e 6%.



**Figura 2.**  $G'$  ( $\omega$ ) para ligante com 7, 7,5 e 8% e composto B/AQ com 3, 4,5 e 6%.

Na Fig. 1 e Fig. 2 mostra o melhor desempenho em relação ao ganho de resistência ao escoamento com acréscimo de C/B e C/B/AQ; nas dosagens  $7R^3$ ,  $7R^{4,5}$ ,  $7R^6$ , em função da taxa de cisalhamento.

## CONCLUSÃO

Na análise reológica, o ganho de resistência ao escoamento versus baixas taxas de cisalhamento ocorre nas dosagens  $7R^3$ ,  $7R^{4,5}$ ,  $7R^6$ , Fig. 1 e Fig. 2. O ganho de rigidez com a inserção de AQ em B dificulta o escoamento do ligante entre os agregados, ou seja, os valores de resistência são maiores as misturas feitas com maiores porcentagens do composto B e B/AQ no ligante.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a CAPES pelo incentivo a pesquisa. Aos que trabalham no laboratório de ecompositos da UFPA e no laboratório de solos e asfalto da SETRAN-PA.

## REFERÊNCIAS

- AL-HADIDY, C.; TAN, Y.-Q. "Mechanistic analysis of ST and SBS-modified flexible pavements", *Construction and Building Materials*, Vol. 23, pp. 2941–2950, n° 08, 2009.
- FONTES, L.; TRICHÊS, G.; PEREIRA, P.; PAIS, J. "Redução da espessura dos pavimentos utilizando misturas com asfalto-borracha". IV Simpósio de Internacional de Avaliação de Pavimentos e Projetos de Reforço. Fortaleza-CE, Brasil, 2009.
- THODESEN, C.; SHATANAWI, K.; AMIRKHANIAN, S. "Effect of crumb rubber characteristics on crumb rubber modified (CRM) binder viscosity". *Construction and Building Materials*, Vol. 23, pp. 295–303, n° 01, 2009.
- NAVARRO, F.J.; PARTAL, P.; GARCÍA-MORALES, M.; MARTÍN-ALFONSO, M.; MARTÍNEZ-BOZA, F.; GALLEGOS, C.; BORDADO, J.C.M.; DIOGO, A.C. "Bitumen modification with reactive and non-reactive (virgin and recycled) polymers: A comparative analysis". *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, Vol. 15, pp. 458–464, 2009.

## DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(veis) pelo material impresso contido neste artigo.