

Fadiga dos Revestimentos

Dando continuidade à Biblioteca do Asfalto, é retomado o assunto da fadiga dos revestimentos. Desta feita, segue um texto, preparado pela Eng.^a Liseane P. T. da Luz Fontes - doutoranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da UFSC, pelo Prof. Glicério Trichês - Professor do PPGEC/UFSC - e pelos Professores Paulo A. A. Pereira e Jorge Carvalho Pais - UMINHO.

A Universidade Federal de Santa Catarina e a Universidade do Minho (Portugal) estão conduzindo uma pesquisa em laboratório para a avaliação da resistência à fadiga de misturas asfálticas confeccionadas com asfalto convencional e com asfalto modificado com borracha de pneu moído (Asfalto Borracha).

Nesta pesquisa estão sendo estudadas três faixas granulométricas e quatro tipos de ligantes sendo que no caso do Asfalto Borracha está sendo avaliado a influência do processo de sua industrialização: *continuous blend* e *terminal blend*.

Para a determinação da resistência à fadiga das misturas asfálticas estudadas, foi utilizado, em laboratório, o ensaio de flexão alternada em quatro pontos, com carregamento em deformação controlada. Este tipo de ensaio simula o aparecimento do trincamento por fadiga devido à deformação de tração que se desenvolve na face inferior das camadas asfálticas.

No ensaio à deformação controlada, o critério de fadiga não está condicionado à ruptura completa do corpo-de-prova. Neste ensaio, o critério de ruptura mais utilizado mundialmente corresponde ao decréscimo de 50% da rigidez inicial do corpo-de-prova.

Os corpos-de-prova utilizados têm dimensões de 50 x 60 x 380mm e são serrados a partir de placas compactadas com equipamento que simula a ação dos rolos



Figura 1 – Corpo-de-prova utilizado no ensaio

compactadores em campo. A figura 1 ilustra o formato do corpo-de-prova (vigota) utilizado.

Neste ensaio, uma carga de intensidade F_0 é aplicada nos terços médios do corpo-de-prova, simplesmente apoiado nas extremidades, de modo a induzir em sua face inferior uma deformação específica de tração inicial pré-definida (mantida constante durante o ensaio), como apresenta a figura 2.

(20°C) e com a aplicação de um carregamento repetido cíclico sinusoidal (frequência de 10Hz). Para cada mistura pesquisada foram ensaiados nove corpos-de-prova e em três níveis de deformação específica de tração inicial: 200, 400 e 800x10⁻⁶ mm/mm (microdeformação).

Com base no número de ciclos que origina a ruptura do corpo-de-prova (50% da rigidez inicial) e na deformação específica de tração

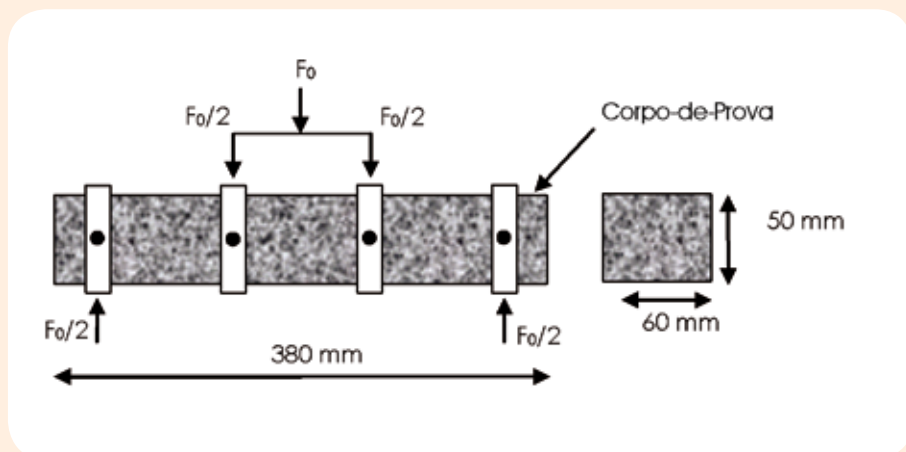


Figura 2 – Representação do carregamento aplicado no ensaio de flexão em 4 pontos

O dispositivo de flexão em quatro pontos, mostrado na figura 3, tem como particularidade a existência de livre rotação e translação nos quatro pontos de carga. A estrutura de carga é composta por um atuador vertical ligado a uma servo-válvula, na extremidade do qual se encontra uma célula de carga. O equipamento está inserido em uma câmara climática que permite o controle da temperatura entre -20°C a +70°C e com precisão de +/-0,5°C.

Os ensaios realizados nesta pesquisa foram conduzidos à deformação controlada, temperatura constante

inicial aplicada, obtém-se uma série de pontos. O modelo que melhor se ajusta a estes pontos corresponde à lei de fadiga da mistura asfáltica, que pode ser expresso da seguinte forma:

$$N = a \left(\frac{1}{\epsilon_t} \right)^b$$

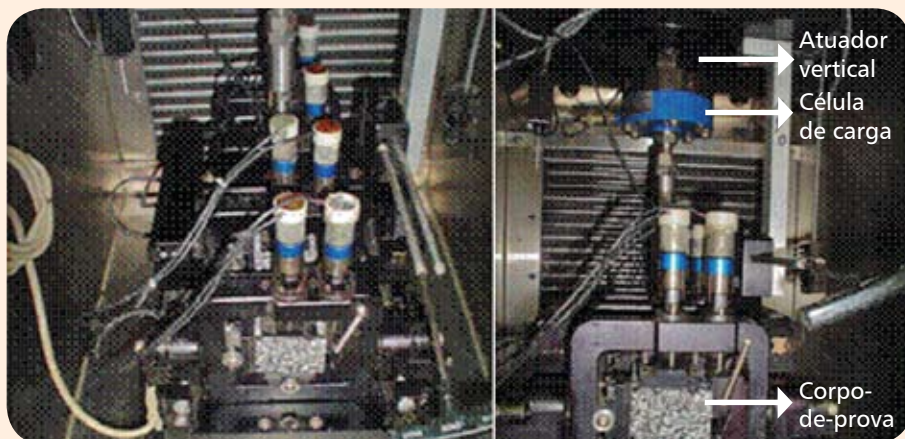


Figura 3 – Dispositivo para ensaio de fadiga de flexão em 4 pontos

Onde:

- N = número de ciclos para atingir o critério de ruptura;
- ϵ_t = deformação específica de tração inicial; e,
- a, b = constantes determinadas experimentalmente.

A figura 4 apresenta duas curvas de fadiga para duas diferentes misturas pesquisadas: A (mistura convencional) e B (mistura com asfalto modificado com borracha, *terminal blend*). Cada ponto do gráfico corresponde à média dos três ensaios realizados com a mesma deformação específica de tração inicial. Pode-se observar na figura que a mistura B possui um desempenho muito superior à mistura A no critério resistência à fadiga. Exemplificando, para uma dada deformação de tração inicial de 100×10^{-6} mm/mm, a mistura B suportaria cem vezes mais solicitações do carregamento do que a mistura A.

Ensaio de fadiga conduzidos por diversos autores (Sousa et al., 2000; Visser & Verhaeghe, 2000; Galego et al., 2000; Raad et al., 2001; Shatnawi & Holleran, 2003; Dantas Neto, 2004) e realizados sob condições de carregamento controlado ou deformação controlada, mostraram que as misturas com Asfalto Borracha tiveram um comportamento à fadiga significativamente superior ao das misturas confeccionadas com o asfalto convencional. Segundo estes autores, este comportamento é atribuído à maior flexibilidade proporcionada pela incorporação da borracha granulada ao ligante asfáltico empregado na confecção das misturas asfálticas.

Os resultados obtidos até aqui na pesquisa conduzida em parceria pela UFSC e UMINHO concordam com os resultados obtidos por estes autores. Além de ensaios de fadiga, estão sendo realizados ensaios de deformação permanente e propagação de trincas. A conclusão da pesquisa, com a respectiva

defesa da tese, está prevista para fevereiro de 2008.

No próximo número do boletim será apresentada a forma de como estes resultados dos ensaios podem ser utilizados no dimensionamento de uma estrutura de pavimento flexível.

Eng.^a Liseane P. T. da Luz Fontes - Doutoranda da UFSC - UMINHO.

Dr. Glicério Trichês - Professor do PPGEC - UFSC.

Prof. Paulo A.A. Pereira e Prof. Jorge Carvalho Pais - Professores da UMINHO.

Os autores agradecem a GRECA ASFALTOS pelo financiamento parcial da pesquisa. Ao Programa ALBAN (União Européia) e ao CNPq pela bolsa de doutorado do primeiro autor.

Referências Consultadas:

AASHTO TP8-94 (Standard Test Method for Determining the Fatigue Life of Compacted Hot Mix Asphalt (HMA) Subjected to Repeated Flexural Bending).

Dantas Neto, S.A., 2004. Avaliação das Propriedades dos Ligantes e das Misturas asfálticas Modificados com Borracha Granulada de Pneus Usados. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Brasília, DF, Brasil.

Gallego, J.; Tomás, R.; Nosetti, R.A.; Daguerre, L.; Bianchetto, H.D., 2000. Laboratory Performance of Several Spanish Asphalt Paving Mixes Produced with Asphalt Rubber. Asphalt Rubber 2000 – Proceedings. Vilamoura, Portugal.

Raad, L.; Saboundjian, S.; Minassian, G., 2001. Field Aging Effects on the Fatigue of Asphalt Concrete and Asphalt Rubber Concrete. Transportation Research Board Annual Meeting. Paper nº 01-3097. Washington, DC, USA.

Shatnawi, S. & Holleran, G., 2003. Asphalt Rubber Maintenance Treatments in California. Asphalt Rubber 2000, Proceedings. Brasília, Brazil.

Sousa, J.B.; Fonseca, P.; Freire, A.; Pais, J.C., 1999. Comparação da Vida à Fadiga e Deformação Permanente entre Misturas com Betume Modificado com Borracha Reciclada de Pneus Convencionais. Relatório Consulpav EST 99-07. Portugal.

Visser, A.T. & Verhaeghe, M.B., 2000. Bitumen Rubber: Lessons Learned in South Africa. Asphalt Rubber 2000, Proceedings. Vila Moura, Portugal.

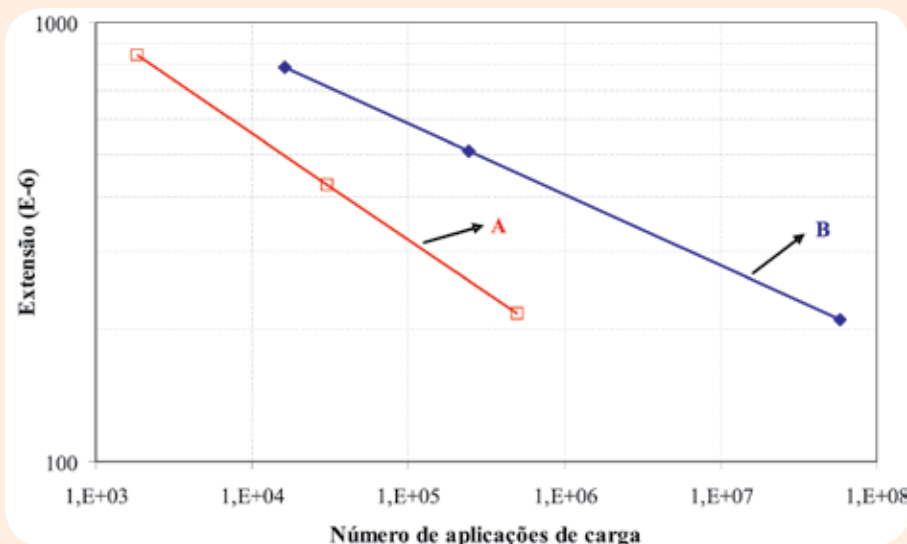


Figura 4 – Curvas de Fadiga das misturas A e B