

MECHANICAL EVALUATION OF THE GLASS FIBER ADDED TO ASPHALT MIXTURES

Fábio Conterato

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS
Departamento de Engenharia Civil, Laboratório de Pavimentação - LAPAV
fconterato94@gmail.com

Mateus Freitas da Silva

Escola Técnica Estadual Parobé
Laboratório de Pavimentação UFRGS - LAPAV
mateusfreitasdasilva50@yahoo.com

Abstract. The performance of an asphalt mixture can be understood as its ability to resist efforts by the impostor traffic. Studies indicate that the addition of fibers of different kinds and sizes on concrete, soil and asphalt mixtures discontinuous considerably improve its mechanical characteristics. The present study aims to relate the addition of fiberglass in a dense asphalt mixes with the tensile strength by diametrical compression (RT) and the resilient modulus (TM) of molded samples in the laboratory. The values were compared with the values found for the mixture without the addition of fibers. The results show that the fibers positively affect both the tensile strength values as the resilient modulus values.

Palavras-chave: *Pavimentação, Mistura, Fibras.*

1. INTRODUÇÃO

Anualmente são gastos milhões de reais em reparos de defeitos de pavimentos asfálticos, estes defeitos são originados por má aplicação da mistura asfáltica, condições de tráfego e ambientais.

Com o grande aumento de cargas nas rodovias é importante que os pavimentos ofereçam alta resistência e durabilidade e um bom custo benefício. Quando se trata da durabilidade de um pavimento asfáltico, é importante analisar as características mecânicas da mistura asfáltica, que podem

ser melhoradas com a adição de fibras de origem natural ou sintética.

Vários estudos indicam que fibras de várias naturezas atuam reforçando o pavimento, porém, esses estudos se limitam a estudar pavimentos descontínuos, que não são muito usados no Brasil., como o estudo de Homem (2002) [1] e Mourão (2003) [2]. Um estudo sobre a atuação das fibras em misturas contínuas com baixos teores de vazios faz-se necessário em função do maior uso desse tipo de pavimento no Brasil.

Com o objetivo de estudar a atuação de fibras no comportamento mecânico da mistura, este trabalho visa relacionar a adição gradual de fibra de vidro em uma mistura asfáltica enquadrada na faixa B do DNIT [3] com a resistência à tração e com o módulo de resiliência das amostras moldadas em laboratório.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As fibras têm dupla função em uma mistura asfáltica. A primeira em curto prazo, evitando o escorrimento do ligante da mistura durante o transporte, espalhamento e compactação, possibilitando assim o uso de um teor de ligante maior. A segunda função é em longo prazo, melhorando as características mecânicas da mistura,

possibilitando uma maior durabilidade do pavimento, conforme Ref [1].

As fibras podem ser de origem orgânica (celulose, coco), inorgânica (vidro, polipropileno) e mineral (amianto). Fibras de celulose, por exemplo, fazem com que o ligante fique mais consistente em altas temperaturas, diminuindo o afundamento de trilha de roda em pavimentos (Ref [1]). Fibras metálicas atuam como reforço em longo prazo, não tendo influência como um material estabilizante (Ref [1]). Fibras de origem mineral tem alta capacidade de ligação com o ligante, porém não oferecem melhorias significativas no reforço do pavimento, segundo Corté (1998) [4].

Numa mistura, as características das fibras podem alterar diferentemente o seu comportamento. Por exemplo, fibras muito curtas podem não oferecer reforço à mistura, servindo apenas como material de enchimento. Ainda, se forem muito compridas elas podem não se misturar bem ao concreto asfáltico formando o chamado *ballyng* (Jahromi & Khodaii, 2008 [5]).

Segundo Ref [4] a adição de fibras minerais e de celulose em misturas asfálticas somente surte efeito em temperaturas elevadas aumentando sua rigidez, entretanto em temperaturas normais de serviço as fibras praticamente não alteram a rigidez da mistura, atuando apenas como estabilizadoras. Porém a adição de fibras de vidro ou sintéticas estabiliza a mistura em curto prazo e melhora o desempenho mecânico em longo prazo.

A adição de fibras em misturas betuminosas é benéfica por servir como material de enchimento, melhorando assim o intertravamento dos agregados, além de distribuir os esforços e reforçar o ligante. Porém a adição em excesso de fibras pode diminuir a compactação e a densidade da mistura.

Bento (2006) [6] analisou a RT de uma mistura tipo areia asfáltica usinada a quente com a adição de fibras metálicas, a qual apenas ofereceu maior resistência após a adição de cal à mistura.

Mello *et al.* (2008) [7] analisou a adição de fibras sintéticas de polipropileno e aramida em concreto asfáltico (CA), constatou-se que a adição das fibras reduziu a deformação permanente e aumentou a resistência à fadiga.

Ref. [1] analisou uma mistura porosa (aproximadamente 20% de vazios) com a adição gradual de fibra de vidro até o teor de 1% em massa da mistura. Os ensaios de RT e resistência ao desgaste não ofereceram melhorias com a adição de fibra. Já o ensaio de MR apresentou aumento referente ao aumento no teor de fibra, porém os valores não foram muito expressivos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O agregado mineral utilizado nesta pesquisa é de origem granítica enquadrada na faixa B do DNIT [3]. Devido a problemas de adesividade entre o ligante e o agregado fez-se necessário a adição de cal calcítica na mistura na proporção de 1,6% de massa.

O ligante utilizado foi modificado por polímeros enquadrando-se como CAP 60/85 (4,65%) muito resistente à deformação permanente (DNER - EM 396/99 [8]).

As fibras de vidro utilizadas na mistura tem comprimento de 4 a 7 cm e diâmetro aproximado de 0,3 mm. Não houve maior controle sobre a variação do comprimento das fibras em função da disponibilidade que havia no mercado, visto que as fibras eram compradas já cortadas e prontas para serem adicionadas na mistura. As fibras atuam como melhoradoras de resistência à ruptura. Os teores de adição a mistura foram de 0%, 0,08%, 0,16%, 0,24% e 0,32% da mistura. Algumas fibras, principalmente de origem polimérica, são termossensíveis, motivo pelo qual foi escolhido para esta pesquisa o uso de fibras de vidro, que suportam temperaturas da ordem de 300° C. O maior comprimento das fibras foi escolhido por esperar que deste modo ele apresente maior reforço estruturas e não participe apenas como material de enchimento. Quanto aos teores de fibra, eles

foram baseados em um estudo de misturas descontínuas, onde normalmente variam entre 0,3 e 0,7% do peso da mistura (figura 1).

As amostras foram moldadas no compactador giratório Superpave com o diâmetro de 10 cm. O volume de vazios nas amostras para a realização dos ensaios ficou entre 3 e 5%. No ensaio mecânico de resistência à tração (figura 2) a amostra é posicionada horizontalmente e a carga é aplicada diametralmente com velocidade de 0,8 mm/s até a ruptura da amostra. O ensaio foi realizado em temperatura constante de 25° C (DNER - ME 138/94 [9]). O ensaio de módulo de resiliência (DNER - ME 133/94 [10]) (figura 2) também é realizado a 25° C onde uma carga cíclica no valor de 30% do valor da resistência à tração é aplicada verticalmente. Foram moldadas 3 amostras para cada teor de fibra citado anteriormente, totalizando 15 corpos de prova.



Figura 1. Incorporação das fibras na mistura.



Figura 2. Ensaio de RT (esquerda) e ensaio de MR (direita).

4. RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos para os ensaios citados estão apresentados na tabela 1:

Tabela 1. Valores de MR e RT em função da % de fibras de vidro.

% fibra	Módulo (MPa)	RT (Mpa)	MR/RT
0	3603	1,02	3515
0,08	4177	1,11	3753
0,16	5334	1,24	4295
0,24	6006	1,21	4958
0,32	6227	1,30	4798

Observa-se que os valores MR (figura 3) e RT (figura 4) aumentam gradualmente conforme é aumentado o teor de fibra na mistura. Nota-se um maior aumento do MR em relação ao aumento de RT, mas ambos apresentam melhoras significativas. Abaixo pode ser visto visualmente o comportamento mecânico das misturas:

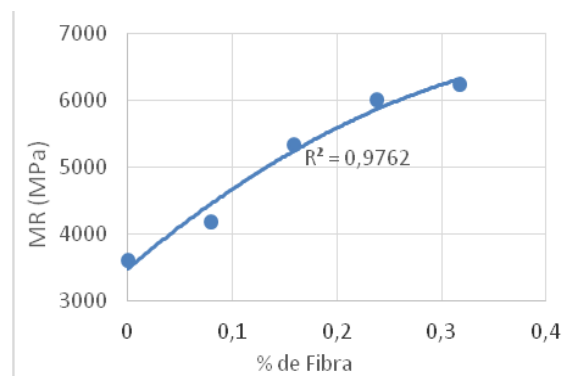


Figura 3. Comportamento do MR com a adição de fibras de vidro.

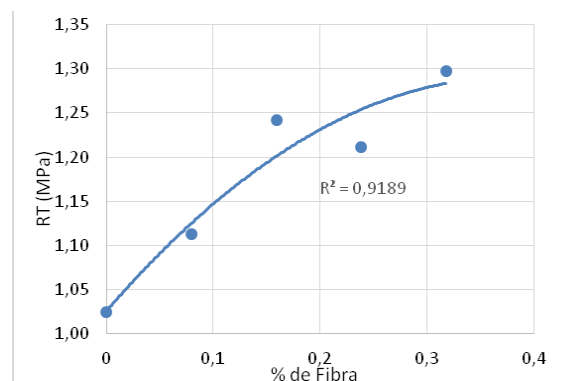


Figura 4. Comportamento da RT com a adição de fibras de vidro.

O aumento da resistência das amostras com adição de fibra era esperado. Ref [1] encontrou um pequeno aumento de MR com adição de fibra de vidro, porém os valores não foram muito expressivos. O comprimento das fibras também influencia no desempenho mecânico, espera-se que fibras muito curtas sirvam como material de enchimento e fibras maiores atuem principalmente no reforço do pavimento.

5. CONCLUSÕES

A adição de fibra de vidro apresentou valores bastante satisfatórios no aumento da RT, chegando à 25% em relação as amostras sem fibra. O aumento de MR foi mais expressivo, chegando a 55%. As misturas com adição de fibra apresentaram dificuldades na trabalhabilidade durante a moldagem dos corpos de prova. A adição das fibras diminuiu a homogeneidade da mistura, visto que sendo bastante longas elas tendem à formação de gomos ou *ballyng*.

REFERÊNCIAS

- [1] T. R. Homem, "Comportamento de misturas asfálticas porosas com ligantes modificados por polímeros e adição de fibras," Dissertação de Mestrado, UFRGS, Porto Alegre, 2002
- [2] A. L. Mourão, "Misturas asfálticas de alto desempenho tipo SMA," Dissertação de Mestrado, Coppe/UFRJ, Rio de Janeiro, 2003.
- [3] DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de transportes, "Manual de Pavimentação". Rio de Janeiro 2006.
- [4] J. F. Corté, "Use of modified bituminous binders, special bitumens and bitumens additives in pavement," Applications. Permanent International Association of Road Congresses, Technical Committee on Flexible Roads, Italy, 1998.
- [5] S. G. Jahromi, A. Khodaii, "Carbon fiber reinforced asphalt concrete," The Arabian Journal for Science and Engineering, Volume 33, Number 2B, 2008.
- [6] P. F. Bento, "Uso de cal e fibras na melhoria de materiais para utilização em estruturas de pavimentos," Dissertação de Mestrado, Publicação nº G. DM – 144/06, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.
- [7] L. G. R. Mello; K. E. Kaloush; M. M. Farias, "Avaliação do uso de fibras sintéticas em mistura asfálticas". Revista Pavimentação, Ano III, Nº11, 2008.
- [8] DNER Departamento Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Especificação de Material- EM 396/99, "Cimento asfáltico modificado por polímero". Rio de Janeiro, 1999.
- [9] DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Método de Ensaio-ME 138/94, "Misturas betuminosas: determinação da resistência à tração por compressão diametral". Rio de Janeiro, 1994.
- [10] DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Método de Ensaio-ME 133/94, "Misturas betuminosas: determinação do módulo de resiliência". Rio de Janeiro, 1994.