

IAG30-08-2013
ESTUDO PRELIMINAR DE MISTURAS ASFÁLTICAS TIPO CBUQ COM
ADIÇÃO DE FIBRA DE NYLON
ESTUDIO PRELIMINAR DE MEZCLAS ASFALTICAS TIPO CBUQ CON
ADICIÓN DE FIBRA DE NYLON

Camila Nascimento Padilha Silva
Instituto Militar de Engenharia
Rio de Janeiro, Brasil
camila_padilha15@hotmail.com

Kíssyla Ávila Costa
Instituto Militar de Engenharia
Rio de Janeiro, Brasil
kissyla_avila@hotmail.com

Claudenny Simone Alves Santana
Instituto Militar de Engenharia
Rio de Janeiro, Brasil
cl_deny@yahoo.com.br

Antônio Carlos Rodrigues Guimarães
Instituto Militar de Engenharia
Rio de Janeiro, Brasil
guimaraes@ime.eb.br

Resumen

Debido a la alta demanda y la escasez de los materiales convencionales de construcción, fue necesario estudiar los materiales alternativos para satisfacer dicha demanda. El uso de residuos en la pavimentación se puede convertir en una alternativa viable, ya que estas obras atraen grandes cantidades de insumos. Hay componentes en el proceso de reciclaje de neumáticos que se pueden utilizar para este propósito, tales como fibra de nylon. En este trabajo se presenta el resultado de la evaluación del comportamiento mecánico de mezclas asfálticas mecanizar con la adición de fibra de nylon caliente como un material alternativo. Se presentan los resultados de la caracterización física y química de la fibra de nylon utilizado, las características físicas de los agregados de roca y aglutinante, además de la caracterización mecánica del tipo de mezcla de HMA. Se observó por el microscopio electrónico de barrido (SEM) que la fibra es homogéneo, tiene una superficie lisa y tiene hebras de dimensiones extremadamente pequeñas, lo que ayuda a reducir el porcentaje de huecos en la mezcla, un hecho evidenciado por el bajo aglutinante óptima que se encuentra en la cantidad de 4,9%. Los resultados del mapa de análisis de composición realizados en el dispositivo SEM con espectroscopia de energía dispersiva (EDS) informó que la fibra de nylon tiene óxidos de azufre, telurio y el cloro, el primero es el mayor porcentaje de la caracterización química es de suma importancia para la estudio, se demuestra que es un residuo

no peligroso, que no tiene contaminantes en su composición. Los ensayos mecánicos demostraron que la fibra de nylon aumenta la resistencia de la mezcla de asfalto. Y todas las características de la fibra y para corroborar la mezcla llegó a la conclusión de que el uso del nuevo material es favorable para el suelo.

Resumo

Devido à alta demanda e escassez de materiais convencionais para a construção civil, tornou-se necessário o estudo de materiais alternativos para suprir tal demanda. A utilização de resíduos na pavimentação pode se tornar uma alternativa viável, pois essas obras consomem grande quantidade de insumos. Existem componentes no processo de reciclagem do pneu que podem ser utilizados para este fim, como a fibra de nylon. No presente trabalho apresenta-se o resultado da avaliação do comportamento mecânico de misturas asfálticas usinadas à quente com adição de fibra de nylon como material alternativo. São apresentados resultados da caracterização física e química da fibra de nylon utilizada, caracterização física dos agregados pétreos e do ligante, além da caracterização mecânica da mistura do tipo CBUQ. Pôde-se observar pelo Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) que a fibra é homogênea, tem sua superfície lisa e possui fios de dimensões extremamente pequenas, o que favorece a diminuição da porcentagem de vazios na mistura, fato comprovado pelo baixo teor ótimo de ligante encontrado, no valor de 4,9%. O mapa composicional, resultado da análise realizada no aparelho MEV com Espectroscopia de Energia Dispersiva (EDS) informou que a fibra de nylon possui óxidos de enxofre, telúrio e cloro, sendo o primeiro o de maior porcentagem. A caracterização química é de suma importância para o estudo, pois mostra que se trata de um resíduo não perigoso, pois não possui contaminantes em sua composição. Os ensaios mecânicos realizados mostraram que a fibra de nylon aumenta a resistência da mistura asfáltica. E todas as características analisadas da fibra e da mistura feita corroboraram para concluir-se que o uso do novo material é favorável para pavimentos.

INTRODUÇÃO

A associação Nacional da Indústria de Pneumáticos computabilizou através de suas dez empresas distribuídas em seis estados brasileiros, sendo eles Amazonas, Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul a produção de 6,2 milhões de pneus.

A estrutura do pneu é composta por revestimento de borracha interior, carcaça, zona baixa, aro de talão, flanco, lonas de topo e banda de rolamento e sua composição é basicamente de borracha, negro de fumo e aço, tendo também cerca de 5 % de fibras (ECOBALDO).

A utilização de resíduos de pneu em pavimentação é promissora, como em vários estudos estes com a utilização da borracha moída como em Reis (2013), ODA *et al* (2005) e PIATI (2008). Entretanto, existem outros componentes no processo de reciclagem do pneu que podem ser utilizados para o mesmo fim.

Com o intuito de introduzir um novo material à ser utilizado em pavimentação asfáltica, a fibra de nylon, contida em pneus, é uma promissora alternativa, visto que estas obras consomem grandes quantidades de insumos.

O objetivo deste trabalho foi estudar a influência da adição destas fibras no comportamento mecânico de misturas asfálticas, tipo Concreto Asfáltico Usinado à Quente (CAUQ) a partir da realização de ensaios de Resistência à Tração e Modulo Resiliente.

METODOLOGIA

As fibras de nylon obtidas pelo Laboratório de Ligantes e Misturas Betuminosas do Instituto Militar de Engenharia – IME, foram fornecidas por uma empresa que faz beneficiamento de pneu inservível no estado do Rio de Janeiro e estão apresentadas na Figura 1.



Figura 1: Processo de obtenção das fibras (à esq.) e fibras de nylon (à dir.).

No desenvolvimento da pesquisa foram realizados ensaios de caracterização química e microestrutural da fibra de nylon. Para caracterização microestrutural foi realizada análises das fibras através do Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) e sua composição química obtida por meio de uma câmara de detectores de raios-X acoplada ao MEV, denominada Espectroscopia de Energia Dispersiva (EDS). O EDS fornece em termos quali-quantitativos os componentes químicos presentes nas fibras de nylon.

Para a mistura asfáltica do tipo CBUQ foram utilizados agregados pétreos de granito (brita 0, brita 1 e filer), ligante asfáltico CAP 50/70 e fibras de nylon. A porcentagem de fibra de nylon foi fixada em 1,0 % e variou-se o teor de ligante a fim de se obter o teor ótimo da mistura asfáltica que após moldados e ensaiados os corpos-de-prova obteve-se o teor ótimo de ligante de 4,9%.

Elaborado o traço da mistura asfáltica, foram moldados nove corpos de prova para realização dos ensaios de Módulo de Resiliência e Resistência à Tração.

É importante ressaltar que a fibra por ser muito leve, foi adicionada à mistura aos poucos, junto aos outros agregados para se evitar a formação de emaranhados ou bolos dentro do corpo de prova.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização microestrutural, realizada no MEV, da fibra de nylon utilizada no presente estudo, é apresentada na Figura 2 com aumento de 130 vezes.

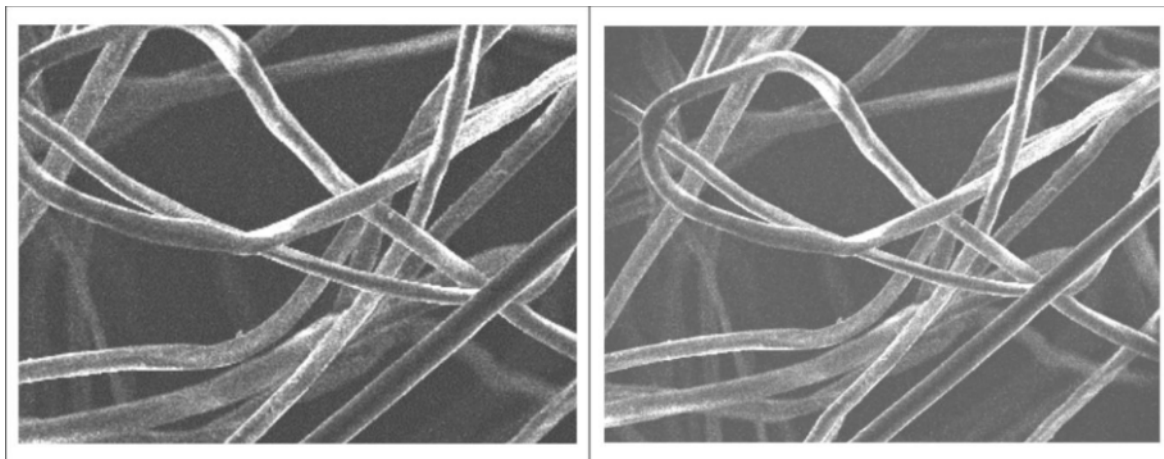


Figura 2: Imagem da fibra de nylon obtida pelo MEV.

Conforme Figura 2 é possível observar que as fibras de nylon possuem características filamentosas e pouco porosas o que pode evitar o escoamento do ligante asfáltico. De acordo com Vale *et al* (2007), as fibras não influenciam no desempenho da mistura após compactação, apesar de possibilitarem a utilização de um maior teor de ligante, o que retarda a oxidação e separação dos agregados na mistura asfáltica. Contudo, cabe ressaltar que as fibras de nylon analisadas possuem características intrínsecas que podem contribuir no melhor desempenho da mistura.

As características químicas das fibras de nylon obtidas pelo EDS são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Componentes químicos das fibras de nylon por meio do EDS.

Elemento	Nomeclatura	Porcentagem
Tm	Túlio	14,00
S	Enxofre	69,65
Cl	Cloro	16,35

De acordo com a Tabela 1 é possível perceber que este material possui composição média de 69,65% de óxido de enxofre, de 14,00% de óxido de túlio e 16,35% de óxido de cloro.

A presença do cloro não gera impacto ambiental por não se tratar de material tóxico, não sendo listado na norma da ABNT NBR 10004/2004. Mesmo que tivéssemos uma grande quantidade do elemento, o ligante ao cobrir totalmente a fibra faz o papel de impermeabilizante.

No entanto, devido a baixa condutividade de elétrons do material a leitura do EDS foi realizada na câmara em meio vácuo o que permite que os elétrons percorram a amostra de forma mais descontínua, isso pode acarretar em erros de leitura devido a sobreposição de espectros dos elementos presentes na amostra.

Tabela 2: Resultados de módulo resiliente e resistência à tração da mistura asfáltica contendo fibras de nylon.

Nº corpos de prova	Módulo de Resiliência (MPa)	Resistência à tração (MPa)
01	-	1,45
02	-	1,97
03	-	2,05
04	8703	1,36
05	9554	2,01
06	9779	2,06
07	5768	1,49
08	8001	1,37
09	5648	1,43
Média	7908	1,69

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2 é possível observar que os módulos de resiliência e resistência à tração da mistura asfáltica contendo fibra de nylon são elevados se considerado os valores usuais para misturas tipo concreto asfáltico. Foi encontrado valor médio de 7908 MPa para a mistura com adição de fibra de nylon, enquanto o que se espera para um CBUQ com agregados convencionais é cerca de 5000 MPa.

Os mesmos agregados foram utilizados para o traço III do trabalho de Reis (2013), com teor de ligante (30/45) de 4,2% e sem fibras de nylon, os resultados são apresentados na tabela 3. Comparando-se os resultados das tabelas 2 e 3 verifica-se que as misturas asfálticas contendo fibras de nylon apresentaram maiores valores de RT e MR.

Tabela 3: Resultados de módulo resiliente e resistência à tração da mistura asfáltica contendo agregados convencionais.

Nº corpos de prova	Módulo de resiliência (MPa)	Resistência à tração (MPa)
01	6349	1,23
02	7252	1,38
03	6919	1,24
Média	6840	1,28

Os resultados apresentados na Tabela 3 utilizaram o CAP 30/45, ou seja, um ligante asfáltico que proporciona maior enrijecimento na mistura, o que pode causar o aumento do módulo de resiliência. Entretanto, quando analisado os resultados de MR's dos corpos de prova contendo fibra de nylon elaborado com CAP 50/70 em relação aos dos corpos de prova feitos somente com agregados convencionais e CAP 30/45, nota-se que os resultados encontrados pelos autores deste trabalho foram maiores. A média do MR dos cp's de fibra de nylon foi de 7986 MPa, valor este maior que a média do MR dos cp's tradicionais que foi de 6840 MPa.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados analisados foi possível concluir que as fibras de nylon possuem características microestruturais pouco porosas evitando o escorrimento do ligante asfáltico e contribuindo para o enrijecimento da mistura asfáltica. Os principais elementos constituintes dessas fibras são óxido de túlio enxofre, óxido e cloro.

Após caracterização das fibras foram obtidos resultados de módulo de resiliência e resistência à tração da mistura asfáltica tipo CBUQ contendo fibras de nylon, tais valores ficaram acima dos valores obtidos com agregados convencionais. Os maiores MR e RT observados nos corpos de prova com fibra de nylon foram 9779 MPa e 9554 MPa e 2,06 MPa e 2,01 MPa respectivamente, enquanto os maiores MR e RT obtidos em agregados convencionais foram 7252 MPa e 6919 MPa e 1,38 MPa e 1,24 MPa.

Esses corpos de prova quando comparados aos corpos de prova com agregados convencionais se mostraram com maior desempenho, o que confirma que a adição de fibra de nylon em misturas asfálticas não serve apenas como redução de um passivo ambiental, mas como também melhoria no desempenho de tais misturas. Neste contexto, se faz necessário o contínuo estudo da adição de fibras de nylon em misturas asfálticas, visando a melhoria de seu desempenho.

REFERENCIAS

- ABNT - NBR 12891 (1993) Dosagem de misturas betuminosas pelo método Marshall. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro.
- ABNT - NBR 6892 (2002) Materiais metálicos - Ensaio de tração à temperatura ambiente. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro.
- ABNT - NBR 10004 (2004) Resíduos Sólidos - Classificação. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro
- ANIP - Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos, disponível em: <<http://www.anip.com.br/>> acesso em 24 de junho de 2013.
- ASTM D2041/D2041M (2011) Standard Test Method for Theoretical Maximum Specific Gravity and Density of Bituminous Paving Mixtures, Washington, EUA.
- AZIZ, M.A., PARAMASIVAM, P., LEE, S.L. (1987) "Natural Fibre Reinforced Composite Building Materials for Low-Income Housing", In: Symposium on Building Materials for Low Incoming Housing, Banckok, Thailand, pp. 129-137.
- CHAND, N.; VERMA, S.; ROHATGI, P. K. (1987) Tensile, Impact and Moisture Studies Of Sisal -Polyester Composites. Tropical Science. v.27, p. 215 -221.
- ECOBALBO. Pagina da internet: <http://www.aearp.org.br/uploads/SMA2009/Apresentacao%20Institucional%202009.pdf> Acesso em: 20/06/2013.
- ODA et al (2005) Aplicação de asfalto-borracha na Bahia. 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás. Salvados. 2005.
- Pilati, F. (2008) Análise dos efeitos da borracha moída de pneu e do resíduo de óleo de xisto sobre algumas propriedades mecânicas de misturas asfálticas densas. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. São Carlos. 2008.

- REIS, A. C. C. (2013) Propriedades mecânicas de misturas asfálticas recicladas em usina protótipo. Dissertação de Mestrado. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro.
- VALE, A. C.; SOARES, J. B., CASSAGRANDE, M. D. T. (2007) Aplicabilidade de fibras de coco em misturas asfálticas tipo SMA. 4º PEDPETRO. São Paulo.