



ESTUDO DE REVESTIMENTOS ASFÁLTICOS DELGADOS A QUENTE PARA PAVIMENTOS (SMA E BBTM)

Patrícia Nunes Ferreira
Liedi Légi Bariani Bernucci

Universidade de São Paulo
Escola Politécnica

RESUMO

Este trabalho consiste no estudo de revestimentos asfálticos a quente que permitam a execução de camadas delgadas preservando as características funcionais e estruturais exigidas pelo tráfego. Os revestimentos estudados na pesquisa serão o SMA (*Stone Matrix Asphalt*) e o BBTM (*Béton Bitumineux Très Mince*), ambos na faixa 0/6, cujo diâmetro máximo é inferior a 6 mm. O SMA foi desenvolvido na Alemanha e atualmente é utilizado em vários países da Europa, América do Norte, América do Sul e mais recentemente em países asiáticos (Coreia e China). O BBTM é um revestimento de origem francesa, cuja aplicação também se estendeu a outros países europeus (República Tcheca, Romênia, Espanha, Itália, Suíça, Bélgica e Grã-Bretanha). A dosagem das misturas será feita de acordo com as recomendações dos países de origem, exceto quando não se dispuser dos equipamentos e metodologias indicados, havendo a necessidade de adaptações. Serão feitas avaliações das propriedades mecânicas de cada mistura (resistência à tração por compressão diametral, módulo de resiliência, resistência à ação deletéria da água, deformação permanente) com o intuito de caracterizá-las e compará-las, verificando qual a alternativa mais adequada às situações típicas dos pavimentos do Estado de São Paulo. Estes revestimentos têm como características principais o conforto ao rolamento, a durabilidade e aderência pneu/pavimento, que acarretam na redução de custos operacionais e aumento da segurança. Também serão feitas simulações de estruturas de pavimentos para verificar o desempenho estrutural dos revestimentos estudados, com o auxílio do programa computacional ELSYM 5.

ABSTRACT

This work presents the study of wearing courses made with hot-mixed bituminous materials that allow the construction of thin layers preserving the structural and functional characteristics required by traffic. The wearing courses that will be studied in this research are the SMA (*Stone Matrix Asphalt*) and the BBTM (*Béton Bitumineux Très Mince*), both in the 0/6 gradation, which the maximum diameter is under 6 mm. The SMA was developed in Germany and it is still used in several countries around Europe, North and South America, and more recently in Asian countries (Korea and China). The BBTM was developed in France and its use was spread to other European countries such as Czech Republic, Romania, Spain, Italy, Switzerland, Belgium and England. The mix design will follow the specifications of the originary countries except when the equipment and appropriate methodology will not be available or will need adaptations. Mechanical properties of each mixture (indirect tensile strength, resilient modulus, resistance of compacted bituminous mixture to moisture induced damage, resistance to rutting in the LCPC will tracking) will be evaluated with the aim of characterizing and comparing each method and verifying which is the most suitable alternative required by the pavements of the State of São Paulo. The main characteristics of these wearing courses are durability and skid resistance, that are responsible for the reduction in the operational costs and the increase in security. Computer simulations, provided by the software ELSYM 5, will help the verification of the structural performance of each method.

1. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais busca-se cada vez mais a otimização na utilização dos recursos financeiros, e a tecnologia de pavimentos não é exceção, onde os revestimentos delgados com graduação descontínua representam opções modernas, com qualidades técnicas que proporcionam a utilização racional dos investimentos. Portanto, vê-se a necessidade de alternativas de revestimentos asfálticos a quente para novos projetos e restauração visando resistência, durabilidade, aderência em pista molhada, redução de ruído e incremento no conforto do usuário. Dentre as opções de revestimentos que possuem as características almejadas para a camada de revestimento encontram-se o SMA e o BBTM.



Estes revestimentos têm em comum a alta concentração de agregados graúdos, aumentando o contato grão/grão e formando um esqueleto mineral rígido e durável. Esta distribuição granulométrica dá origem a elevados volumes de vazios, que são preenchidos pelo mastique, formado por uma fração areia (pó de pedra), filer (cimento ou cal hidratada), fibras (eventual no BBTM e obrigatória no SMA) e ligante asfáltico. Ambos apresentam uma macrotextura superficial rugosa que garante uma boa drenabilidade, sem borrifos de água pelos pneus favorecendo a visibilidade e reduzindo os riscos de hidroplanagem. Também são muito resistentes à deformação permanente, apresentam pequena evolução da irregularidade com o passar dos anos e são utilizados em vias de tráfego intenso.

O objetivo principal deste trabalho é o estudo das alternativas descritas anteriormente, bem como a viabilidade de utilização em pavimentos de rodovias do Estado de São Paulo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Quando se deseja um revestimento asfáltico com características específicas é necessário conhecer a sua função e quais os problemas mais freqüentes que podem prejudicar o desempenho esperado.

O principal mecanismo de degradação funcional corresponde à irregularidade, decorrente de falhas de projeto, execução, ação do tráfego e clima. E a degradação estrutural tem como principais mecanismos o trincamento, a deformação permanente e a desagregação.

Segundo Motta e Pinto (1994), o trincamento por fadiga é causado pelos efeitos cumulativos da repetição das cargas e das conseqüentes deformações plásticas, sendo o principal causador da ruptura dos revestimentos asfálticos no Brasil.

A deformação permanente é causada pela ação do tráfego associada a elevadas temperaturas, portanto, segundo Bernucci *et al.* (2002) uma forma de controlar a deformação permanente é reduzir a suscetibilidade térmica dos ligantes adicionando polímeros como, por exemplo, o elastômero termoplástico SBS (Estireno-Butadieno-Estireno).

A desagregação, perda de coesão entre o ligante e o agregado, pode ser causada pelo superaquecimento do ligante, pela oxidação do ligante ou pela presença de água. Esta última pode ser corrigida adicionando-se aditivos melhoradores de adesividade, sólidos ou líquidos (Moura *et al.*, 2001).

Conhecidos os mecanismos de degradação torna-se possível determinar as avaliações necessárias para caracterizar as propriedades mecânicas, de forma a obter misturas com características mecânicas e funcionais satisfatórias.

O SMA surgiu na Alemanha no final da década de 60, quando aplicado como capa de rolamento de 2 cm, para corrigir os danos de trilhas de roda causados pelos pinos dos pneus de neve utilizados durante o rigoroso inverno alemão. Decorridos 30 anos, esse revestimento ainda se encontra em bom estado, sendo desde então, aplicados mais de 200 milhões de m² somente na Alemanha (EAPA, 1998). No Brasil, os estudos da tecnologia empregada no SMA estão sendo intensificados desde 2000. Devido à sua constituição granulométrica particular o SMA é uma mistura rica em ligante asfáltico, com cerca de 6 a 7%, com um volume de vazios entre 4 e 6%.



As faixas alemãs são 0/11S, 0/8, 0/8S e 0/5, observando-se vários países com especificações próprias. Na pesquisa será utilizada uma faixa holandesa com graduação 0/6, de forma a facilitar a comparação com o BBTM de mesma graduação. As faixas mais delgadas (0/5 e 0/6) são pouco utilizadas na Alemanha, embora tenham demonstrado sucesso, com baixos níveis de irregularidade e ruído (1 a 3 dB em relação às misturas densas convencionais) (MDOT, 2002).

O BBTM é um revestimento francês, com registros de utilização desde 1984, sendo impulsionado por um concurso de inovações tecnológicas, cujo vencedor foi um BBTM com adição de fibras. Este revestimento apresenta excelentes propriedades mecânicas e de aderência, proporcionando baixa irregularidade e redução do ruído (Brosseau, 1999). A classificação do BBTM baseia-se na porcentagem de vazios (Tipo I – 6 a 17% e Tipo II – 18 a 25%), na graduação (diâmetro máximo – 0/14, 0/10, 0/6 e descontinuidade – 2/4 e 2/6) e na natureza do ligante (convencional, modificado, com adição de fibras) (Brosseau *et al.*, 1997).

As composições granulométricas das misturas da pesquisa serão resultado de um estudo para avaliar a composição mais adequada às condições em que se encontram os pavimentos paulistas.

2.1 Diferenças entre SMA e BBTM

As principais diferenças consistem basicamente na (Brosseau *et al.*, 1996):

- a) Composição: considerando a mesma descontinuidade e graduação (0/6 e 0/10), o SMA contém um teor de mástique superior ao do BBTM, com 3 a 5 pontos a mais de finos e 0,5 a 1,3 de ligante. Este acréscimo no teor de ligante acarreta na adição de fibras ou polímeros para deixá-lo menos sensível à segregação e à deformação permanente;
- b) Porcentagem de vazios: o BBTM apresenta uma porcentagem de vazios superior (9% a 14%), podendo chegar a 25%, frente a porcentagens de 4 a 6 % do SMA;
- c) Espessura da camada: 2,0 a 2,5 cm para o BBTM e 1,5 a 5,0 cm para o SMA.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

Os agregados utilizados na produção das misturas serão provenientes da Pedreira SERVENG, situada no quilômetro 32B da Rodovia Castelo Branco, no Estado de São Paulo, a cerca de apenas 30 km do centro. Os asfaltos serão cedidos pela Petrobrás ou pela Ipiranga Asfaltos S/A, sendo escolhidos o CAP 20 e asfaltos modificados com polímeros. Será utilizada uma fibra de celulose do tipo Viatop 66, distribuída pela Empresa Ecofibras.

3.2 Métodos

Os métodos utilizados para o desenvolvimento da pesquisa correspondem aos ensaios utilizados para a caracterização dos materiais que compõem as misturas estudadas:

- a) Agregados: Equivalente de Areia, Índice de Forma, Adesividade, Abrasão Los Angeles, Durabilidade, Absorção e Azul Metileno;
- b) Ligante Asfáltico: Ponto de Amolecimento, Penetração, Índice de Susceptibilidade Térmica, Viscosidade a várias temperaturas, Recuperação Elástica e Estabilidade ao Armazenamento 163°C (5 dias);
- c) Mistura Asfáltica: a dosagem, moldagem e compactação dos corpos de prova das misturas estudadas serão feitas de acordo com a Metodologia Marshall, exceto para o ensaio de



deformação permanente, onde serão utilizados a Mesa Compactadora-LCPC e o Simulador de Tráfego. As demais avaliações referentes às propriedades mecânicas das misturas serão feitas considerando os principais mecanismos de degradação dos revestimentos asfálticos a partir dos seguintes ensaios de laboratório: Resistência à Tração por compressão diametral, Módulo de Resiliência, Ensaio de Fadiga, Deformação Permanente, Resistência à Ação Deletéria da Água, Avaliação da Sensibilidade ao Escorrimento.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Será realizada uma análise comparativa entre os dois tipos de revestimentos, a partir dos resultados dos ensaios laboratoriais. Além desta análise será feita uma análise numérica pelo Método de Diferenças Finitas (programa computacional ELSYM 5) ou outro similar para a avaliação do comportamento destas camadas delgadas em estruturas típicas de rodovias de tráfego pesado do Estado de São Paulo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNUCCI, L. B.; E. MOURA e L. F. M. LEITE (2002), Efeito do Uso de Asfaltos Modificados nas Propriedades Mecânicas dos Revestimentos Asfálticos. In: RODO 2002 – 2º Simpósio sobre Obras Rodoviárias. Anais, pp 147-157. DER/ABGE, São Paulo, SP.
- BROSSEAUD, Y.; R. ABADIE e R. LEGONIN (1996), Les Solutions d'entretien des Couches de Surfaces, *Revue Général de Routes et des Aéroports* – 742, pp17-21, Juillet/Août, França.
- BROSSEAUD, Y.; R. ABADIE e R. LEGONIN (1997), Béton Bitumineux Très Mince e Ultra-Mince, *Note d'information* – 94, SETRA/LCPC, Avril, França.
- BROSSEAUD, Y. (1999), Very Thin and Ultra-Thin Wearing Courses Using Hot-mixed Bituminous Material – A Review of Use and Performance. *Transportation Research Board, 78th Annual Meeting* – nº 990987, January 10-14, Washington, D.C., USA.
- EUROPEAN ASPHALT PAVEMENT ASSOCIATION - EAPA (1998), Heavy Duty Surface: The Arguments for SMA, Holland.
- MDOT (2002), Construction and Performance of Stone Matrix Asphalt Pavements in Maryland: in Update. *Department of Transportation – Office of Materials and Research Western Regional Laboratory*. Hancock, Maryland, USA.
- MOTTA, L. M. e S. PINTO (1994), Uso dos Ensaio Estáticos na Definição de Parâmetros de Comportamento das Misturas Asfálticas. *12º Encontro de Asfalto – IBP*, Rio de Janeiro, RJ.
- MOURA, E., L. B. BERNUCCI; D. R. ALDIGUERI e L. S. LEAL FILHO (2001), Desempenho de cal e de aditivos líquidos face à adesividade ligante/agregado. *2nd International Symposium on Maintenance and Rehabilitation of Pavements and Technological Control*, July, 29-August, 1, Auburn, Alabama, USA.

Endereço dos autores:

Universidade de São Paulo
Escola Politécnica – Departamento de Transportes
Av. Prof. Almeida Prado – Travessa 2, nº 83
Cidade Universitária – São Paulo
CEP 05508-000
Liedi Légi Bariani Bernucci
Patrícia Nunes Ferreira

Fone: (11) 3091 6090
Fax: (11) 3091 5716

E-mail: liedl@usp.br
E-mail: phaty_nf@ig.com.br