

# ESTUDO LABORATORIAL DE MISTURAS ASFÁLTICAS TIPO SMA CONFECCIONADAS NA FAIXA 0/12,5 DA NORMA AMERICANA

**Aline Colares do Vale**

**Jorge Barbosa Soares**

Departamento de Engenharia de Transportes

Universidade federal do Ceará

## RESUMO

O SMA (*Stone Matrix Asphalt* – Matriz Pétreo Asfáltica) é um material usado em revestimento asfáltico, concebido para maximizar o contato entre o agregado graúdo, aumentando a interação grão/grão e a resistência à ação do tráfego. A mistura se caracteriza por conter uma elevada porcentagem de agregados graúdos, geralmente 70 – 80% maiores que 4,75mm. O trabalho de pesquisa em andamento consiste das seguintes etapas: seleção dos materiais, caracterização dos mesmos, definição da granulometria adotada, determinação do percentual de fibra a ser utilizada, dosagem da mistura e caracterização mecânica da mesma.

## ABSTRACT

The SMA (*Stone Matrix Asphalt*) is a mixture used in pavement surface layers with the purpose of maximizing the contact within the coarse aggregate, increasing the grain/grain interaction and consequently the resistance to traffic. The mixture contains a high percentage of coarse aggregates, typically 70-80%, greater than the 4.75mm sieve. The research work under development consists of the following activities: material selection and characterization, definition of aggregate gradation, determination of the percentage of fiber, mixture design and mechanical characterization of the mixture.

## 1. INTRODUÇÃO

As condições do revestimento de um pavimento revelam a capacidade de suportar as cargas provenientes do tráfego a que está submetido, além das condições de conforto e segurança oferecidas aos usuários da rodovia. Os pavimentos asfálticos brasileiros têm tido seu comportamento comprometido em algumas situações onde o aumento do volume de veículos e do excesso de carga são elevados, causando deterioração prematura e, em consequência, elevação nos custos de transportes.

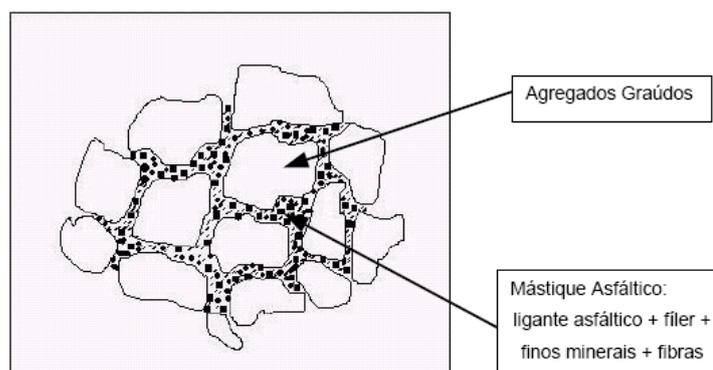
O aumento do interesse pelo desenvolvimento de materiais mais resistentes para os pavimentos rodoviários se insere no contexto da melhoria das condições das vias a partir da diminuição dos defeitos funcionais e estruturais. As deformações permanentes podem ocorrer decorrentes das solicitações de cargas elevadas associadas a elevadas temperaturas, enquanto o alto grau de trincamento pode ser observado decorrente da fadiga dos revestimentos quando não são utilizados materiais e/ou projetos adequados.

Existe um conhecimento ainda incipiente dentro das universidades brasileiras, e principalmente dos órgãos rodoviários, sobre novos tipos de misturas asfálticas, novas formas de dosagens e novos ligantes asfálticos, que precisa ser consolidado e transformado em metodologias correntes. Misturas com alto módulo, SMA (*Stone Matrix Asphalt*) e camada porosa de atrito são alternativas atualmente empregadas nos países desenvolvidos de maneira a proporcionar maior durabilidade ao pavimento sujeito a um volume de tráfego mais elevado.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O SMA (*Stone Matrix Asphalt* – Matriz Pétreo Asfáltica) é um revestimento asfáltico a quente, concebido para maximizar o contato entre os agregados graúdos, aumentando a interação grão/grão. A mistura se caracteriza por conter uma elevada porcentagem de agregados graúdos (70-80% retido na peneira N°04). Devido a esta particular graduação, forma-se um grande volume de vazios entre os agregados graúdos. Esses vazios, por sua vez,

são preenchidos por uma argamassa constituída pela mistura da fração areia, fíler, ligante asfáltico e fibras, conforme ilustrado na Figura 1. As fibras são geralmente orgânicas (de celulose) ou minerais, e são adicionadas durante a usinagem para evitar segregação da mistura em seu transporte, facilitar a aplicação e evitar o escorrimento do ligante asfáltico. Tem-se requerido a totalidade do material granular britado, sendo que em pelo menos 90% deste, haja duas faces britadas (NAPA, 1999).



**Figura 1:** Composição esquemática do SMA (NAPA, 1999).

O SMA é uma mistura rica em ligante asfáltico devido a sua constituição granulométrica particular, com um consumo de ligante em geral entre 6% e 7% e cerca de 4% a 6% de volume de vazios. Geralmente é aplicado em espessuras variando entre 3 cm a 7 cm. Para garantir ainda menor deformação permanente e maior vida de fadiga tem-se empregado ligante asfáltico modificado por polímero. Devido à graduação e alta concentração de agregados graúdos, apresenta-se uma macrotextura superficial rugosa formando pequenos “canais” entre os agregados graúdos, responsáveis por uma eficiente drenabilidade superficial.

As fibras de celulose são quimicamente inertes, de forma que não modificam o ligante. Porém, existe uma tendência das mesmas aumentarem a viscosidade do ligante evitando que este escorra do agregado antes da compactação (HORST, 2000 *apud* MOURÃO, 2003). A fibra de celulose tem ainda a vantagem de ser mais econômica, visto ser obtida a partir de uma fonte renovável. Essas fibras podem vir em forma de *pellet*, onde parte deste é composto de fibra e parte de ligante asfáltico. As fibras quando não impregnadas com ligante não conseguem se dispersar na mistura, devido as mesmas serem fortemente unidas. Estas quando estão impregnadas com ligante apresentam, além da facilidade de dispersão, as seguintes vantagens, segundo MOURÃO (2003): inodora e livre de pó; insensibilidade contra a umidade; facilidade de dosagem; e produção de mistura mais homogênea.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo verificar a resistência interna da estrutura de misturas asfálticas às solicitações do tráfego, através do contato grão/grão entre os agregados graúdos (formação da matriz pétreia). Verificar, também, a durabilidade da mistura (impermeabilidade / coesão) através de uma argamassa de elevada consistência formada pela fração de agregado fino (areia de brita e fíler) e ligante asfáltico.

#### 3.2. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos do projeto podem ser resumidos conforme os itens abaixo:

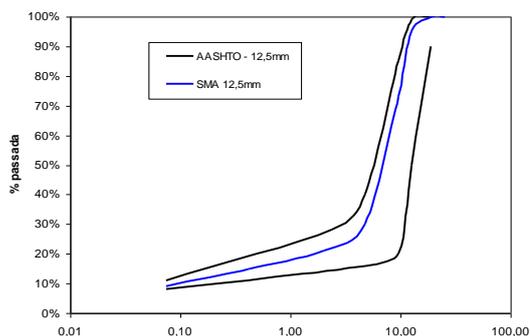
- Realizar procedimento de dosagem segundo especificações Superpave;
- Verificar o empolamento, pois caracteriza-se por ser uma mistura de granulometria descontínua;
- Verificar a necessidade do uso de fibras, incluindo fibras alternativas;
- Verificar a influência dos tamanhos máximos nominais no comportamento mecânico (resistência à tração, módulo de resiliência, vida de fadiga e deformação permanente) dessas misturas;

#### 4. METODOLOGIA

O trabalho vem sendo desenvolvido de acordo com a seguinte metodologia: seleção dos materiais, caracterização dos mesmos, definição da granulometria adotada, determinação do percentual de fibra a ser utilizada, dosagem da mistura e posterior caracterização mecânica. Os materiais utilizados são os seguintes: brita ¾” e pó de pedra (Pedreira de Itaitinga); Carbonato de cálcio (CARBOMIL); Fibras de celulose em forma de *pellets* (ECOFIBRAS); e CAP 50/60 (Proveniente do Petróleo Fazenda Alegre e refinado na LUBNOR/PETROBRAS). A caracterização dos materiais, bem como o procedimento de dosagem, segue a metodologia SUPERPAVE. A granulometria adotada encontra-se na Tabela 1 e na Figura 2. A determinação da porcentagem de fibras utilizada na mistura é obtida a partir do ensaio de escorrimento (AASHTO T-305). A mistura, após a dosagem, será caracterizada mecanicamente através dos ensaios de módulo de resiliência, resistência à tração e vida de fadiga.

**Tabela 1:** Granulometria adotada

Nº peneiras	Peneiras (mm)	GRAN ADOTADA (%)
¾ pol	19,1	100
1/2 pol	12,5	95
3/8 pol	9,5	73
N.º 4	4,76	30
N.º 10	2	21
N.º 40	0,42	15
N.º 80	0,18	12
N.º 200	0,074	9



**Figura 2:** Curva granulométrica

#### 5. RESULTADOS

Para caracterização preliminar dos corpos de prova já foram realizados ensaios de Resistência à Tração e Módulo de Resiliência. A Tabela 2 ilustra os valores obtidos destes ensaios. Posteriormente serão realizados os ensaios de Vida de Fadiga e Dano por Umidade Induzida. A Tabela 3 ilustra as características dos corpos de prova para realização deste último ensaio.

**Tabela 2:** Valores da caracterização mecânica

Mistura	Resistência à Tração (MPa)	Módulo de Resiliência (MPa)	MR/RT
SMA CAP 50/60	0,98	4.747	4.833

**Tabela 3:** Valores do ensaio de dano por umidade induzida (AASHTO T – 283)

Mistura	Teor de vazios	Nº de giros
SMA CAP 50/60	7%	25

Os valores encontrados para os ensaios de Resistência à Tração e Módulo de Resiliência foram semelhantes a valores de misturas convencionais (CBUQ) confeccionados no Laboratório de Mecânica dos Pavimentos na Universidade Federal do Ceará (LMP - UFC).

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa tem como objetivo principal o estudo, em laboratório, do comportamento mecânico de misturas asfálticas tipo SMA. O uso de fibra de celulose tem se mostrado essencial para evitar escorrimento do mastique na mistura asfáltica SMA, evitando sua segregação devido à grande porcentagem de agregados graúdos (70%). Espera-se no decorrer do estudo se testar outros tipos de fibra, como a de côco. Os resultados mecânicos preliminares obtidos foram comparados com os obtidos por MOURÃO (2003). O ligante convencional CAP 50/60 de petróleo brasileiro naftênico Fazenda Alegre apresentou bom comportamento mecânico, demonstrando que a aplicação da mistura asfáltica SMA com ligante convencional pode ser viável tecnicamente e mais econômica.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- AASHTO T 305-97, 1997, Determination of Draindown Characteristics in Uncompacted Asphalt Mixtures, American Association of State Highway and Transportation Officials.
- ASPHALT INSTITUTE, 1995. Mix Design for Asphalt Concrete and Other Hot-mix Types. Manual Series nº2, USA.
- ASTM – American Society for Testing and Materials (1988) C 127 – Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate.
- ASTM – American Society for Testing and Materials (1999) D 4791 – Standard Test Method for Flat Particles, Elongated Particles, or Flat and Elongated Particles in Coarse Aggregate.
- COOLEY JR., L. A.; Brown, E. R., 2002 Potential of Using Stone Matrix Asphalt (SMA) for thin Overlays. 81<sup>TM</sup> Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washinton, D.C.
- DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (1994) ME 78 – Agregado graúdo – adesividade a ligante betuminoso.
- DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (1997) ES 313 – Pavimentação – concreto betuminoso.
- DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (1998) ME 35 – Agregados – determinação da abrasão “Los Angeles”.
- DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (1998) ME 81 – Agregados – determinação da absorção e da densidade de agregado graúdo.
- LANCHAS, S., 1999, “Características Del Stone Mastic Asphalt SMA”. In: Anais do Congresso Ibero-Latino americano Del Asfalto – 10° CILA, v.01, pp. 727-730, Sevilha, Espanha, 01-06 Novembro.
- MEDINA, J., 1997, Mecânica dos Pavimentos. 1 ed. Rio de Janeiro, UFRJ.
- MOURÃO, F. A. L., 2003, Misturas Asfálticas de Alto Desempenho Tipo SMA. Tese de Ms., UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- MOTTA, L. M. G., TONIAL, I., LEITE, L. F. M., et. al., 1996b, Princípios do Projeto e Análise Superpave de Misturas Asfálticas. Tradução comentada: Background of SUPERPAVE Asphalt Mixture Design and Analysis, nº FHWA – S A – 95 – 003, Petrobrás, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- NAPA, National Asphalt Pavement Association, Quality Improvement Series 122. USA, Designing and Construction SMA Mixtures – State-of-the-Practice, 1999.
- NAPA, 2002, Designing and Constructing SMA Mixtures – State of the Practice. Quality Improvement Series 122. National Asphalt Pavement Association, EUA.
- PINTO, S., PREUSSLER, E. S., 2002, Pavimentação Rodoviária – Conceitos Fundamentais sobre Pavimentos Flexíveis. 2 ed. Rio de Janeiro, Copiarte.
- REIS, R. M M., BERNUCCI, L. B., ZANON, Analise L., 2002, Revestimento Asfáltico Tipo SMA para o Alto Desempenho em Vias de tráfego Pesado. In; Anais da Reunião de Pavimentação Urbana – 11° RPU, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, 16-19 Julho.
- ROBERTS, , F. L.; MOHAMMAD, L.N.; WANG, ,L.B., 2002 History of Hot Mix Asphalt Mixture Design in the United States. Journal of Materials in Civil Engineering, July/ August, American Society of Civil Engineers, 150<sup>th</sup> Anniversary Paper.
- ROBERTS, F.L.; KANDHAL, P.S.; Brown, R.E.; LEE, D.; KANNEDY, T.W., 1996 Hot Mix Asphalt Materials, Mixture Design and Construction. NAPA. Maryland, USA.
- SOARES J. B., SOUSA, F. V., 2002, Verificação do Comportamento Viscoelástico Linear em Misturas Asfálticas “. In: Anais do 16° Encontro de Asfalto, artigo IBP 01402, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 03-05 Dezembro”.