

ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA DO USO DO COPOLÍMERO EVA DESCARTADO PELA INDÚSTRIA CALÇADISTA EM MISTURAS ASFÁLTICAS

Jesner Sereni Ildfonso
José Leomar Fernandes Júnior

Universidade de São Paulo
Escola de Engenharia de São Carlos – Departamento de Transportes

RESUMO

A dissertação em andamento tem como objetivo analisar o comportamento de misturas asfálticas modificadas, pelo processo seco, com o copolímero Etileno Acetato de Vinila (EVA), resíduo sólido descartado pela indústria calçadista. Em razão de o EVA apresentar características de um elastômero, acredita-se que possa melhorar características mecânicas de misturas asfálticas. A maioria dos pesquisadores tem direcionado seus esforços em estudos de misturas asfálticas modificadas pelo processo úmido, porém, devido à natureza do resíduo analisado neste trabalho, optou-se pelo processo seco, que demanda menos energia por não necessitar de moagem do material. A pesquisa compreende o estudo de amostras de misturas asfálticas não envelhecidas e com envelhecimento de duas e quatro horas em estufa, com moldagem de corpos de prova para realização dos ensaios de resistência à tração por compressão diametral estática, módulo de resiliência por compressão diametral, fluência por compressão uniaxial estática e dinâmica, vida de fadiga e desgaste por abrasão (ensaio Cantabro).

ABSTRACT

The main purpose of the master thesis under development is to analyze the behavior of modified hot-mix asphalt, through the dry process, with the copolymer Ethylene Vinyl Acetate (EVA) discarded by the footwear industry. Since the EVA presents characteristics of an elastomer, it is believed that it can improve hot-mix asphalt mechanic characteristics. Most of the researchers have been addressing efforts in studies on modified hot-mix asphalt by the wet process, however, due to the nature of the solid residue analyzed in this work, the dry process will demand less energy for not needing of grinding. The research evolve the study of samples of asphalt mixtures not aged and with aging of two and four hours in oven, submitted to indirect tension test, resilient modulus, static and dynamic creep, fatigue life and loss due to abrasion (Cantabro test).

1. INTRODUÇÃO

Dentre os defeitos que afetam o desempenho de um pavimento, dois requerem especial atenção em virtude de uma maior ocorrência e, principalmente, por representarem o comprometimento estrutural: o acúmulo de deformação permanente nas trilhas de roda, que geralmente ocorre nos primeiros anos de vida do pavimento, por estar mais sujeito ao adensamento e às deformações plásticas por cisalhamento, e o aparecimento e propagação das trincas por fadiga do revestimento asfáltico (Roberts *et al.*, 1991).

Os esforços em pesquisas para melhorar o desempenho da camada asfáltica dos pavimentos, com o intuito de prolongar sua vida útil, não devem se restringir aos materiais comumente encontrados em misturas asfálticas (ligante asfáltico, pedra britada e fíler mineral), mas também abranger os modificadores, que podem ser materiais termoplásticos, termorrígidos, borrachas naturais ou sintéticas, elastômeros, dentre outros.

Os modificadores podem ser incorporados à mistura asfáltica por meio de dois processos: seco e úmido. O processo seco se refere ao modificador substituindo parte do agregado (granulometria mais grossa) e o processo úmido ao modificador atuando como aditivo ao ligante (granulometria mais fina). As pesquisas têm sido direcionadas, em sua maioria, às misturas asfálticas modificadas pelo processo úmido, com destaque para os modificadores borracha reciclada de pneus (BRP), estireno butadieno estireno (SBS), borracha estireno butadieno (SBR) e etileno acetato de vinila (EVA).

O copolímero EVA, objeto de estudo deste trabalho, é um composto microporoso formado por resina de poli-etileno-co-vinil acetato, agente de expansão, agente reticulante, cargas ativadoras e auxiliares de processo, além de outros polímeros, como a borracha (Mano, 1988). É amplamente utilizado pela indústria calçadista na confecção de saltos, solas e palmilhas, por ser um material mais leve, macio e possuir boa resistência ao desgaste, além de um custo relativamente baixo.

Embora o EVA seja um material não tóxico e a NBR 10.004 (ABNT, 2004) o classifique como resíduo sólido não perigoso, trata-se de um produto não biodegradável e não há reutilização destes resíduos provindos da indústria calçadista. O seu descarte deve ser feito de acordo com as regulamentações federais, estaduais ou locais, que recomendam que sejam aterrados ou incinerados, neste último caso com o risco de liberação de gases tóxicos, como CO₂, CO, fumaça, hidrocarbonetos e possibilidade de traços de acroleína.

Dados da Associação Brasileira de Empresas de Componentes para Couros, Calçados e Artefatos (ASSINTECAL), do ano 2001, mostram que o consumo de pares de sapato no mundo foi de 6,5 por habitante por ano e que o EVA corresponde em média a 9% dos materiais que compõem um calçado, indicando o potencial de geração de problemas ambientais associados à disposição inadequada do EVA descartado pela indústria calçadista.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

O objetivo geral deste trabalho consiste em estudar a influência da adição do copolímero EVA em misturas asfálticas, pelo processo seco, com relação às propriedades mecânicas.

2.2. Específicos

Os objetivos detalhados deste trabalho são:

- estudar o efeito da porcentagem de resíduos a ser utilizada, em volume, em substituição ao agregado;
- avaliar a necessidade de ajuste da granulometria do copolímero EVA descartado pela indústria calçadista;
- quantificar as propriedades mecânicas de misturas asfálticas modificadas com EVA e comparar com misturas asfálticas “convencionais”;
- analisar a influência do tempo de envelhecimento de curto prazo (tempo de digestão);
- analisar misturas asfálticas preparadas através do método Bailey de seleção de agregados;
- verificar se há vantagens resultantes da utilização do copolímero EVA em misturas asfálticas quanto à diminuição do passivo ambiental.

3. PROGRAMA EXPERIMENTAL

Em virtude das massas específicas do agregado (basalto) e do resíduo (EVA) utilizados serem muito diferentes, a substituição não pode ser feita por equivalência de peso, mas sim de volume. O método de seleção granulométrica escolhido para esta pesquisa é o Bailey (TRC, 2002), pois além de permitir a substituição por volume, ele define mais precisamente as frações graúdas e miúdas, de acordo com o Diâmetro Máximo Nominal (DMN) e permite ajustes na quantidade de vazios da mistura, permitindo um melhor intertravamento entre as partículas (Cunha, 2004).

Uma simulação da interação ligante-resíduo (tempo de digestão) será feita através do envelhecimento da mistura, em estufa, por duas e quatro horas. Serão produzidas amostras com a combinação de três teores de resíduos (EVA) com três tempo de digestão (0, 2 e 4 horas).

A primeira parte da pesquisa (ensaios exploratórios) terá a incumbência de definir os teores de resíduos que serão utilizados, através da dosagem Marshall e ensaios de resistência à tração por compressão diametral e de módulo de resiliência.

Com base nos resultados obtidos nos ensaios exploratórios, serão moldados corpos de prova, em três réplicas, para os ensaios de resistência à tração por compressão diametral estática, módulo de resiliência por compressão diametral, fluência por compressão uniaxial estática e dinâmica e quatro réplicas para os ensaios de vida de fadiga e desgaste por abrasão. A análise dos resultados obtidos será feita através de Análise da Variância (ANOVA) (Hair et al., 1998).

Agradecimento

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio à pesquisa.

BIBLIOGRAFIA PRELIMINAR

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004). NBR 10.004 – Resíduos Sólidos.
- ASSINTECAL – Associação Brasileira de Empresas de Componentes para Couros, Calçados e Artefatos. www.assintecal.org.br
- Cunha, M.B. (2004). *Avaliação do Método Bailey de Seleção Granulométrica de Agregados para Misturas Asfálticas*. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 105p.
- Hair, J.F.; Anderson, R.E.; Tatham, R.L.; Black, W.C. (1998). *Multivariate Data Analysis*. 5º ed. Prentice-Hall. Upper Saddle River, New Jersey, 730p.
- Mano, E.B. (1988). *Introdução a Polímeros*. Editora Edgard Blücher Ltda. São Paulo, 111.p
- Roberts, F.L.; Kandhal, P.S.; Brown, E.R.; Lee, D.Y.; Kennedy, T.W. (1991). *Hot Mix Asphalt Materials, Mixture Design, and Construction*. 1ª ed. Napa Education Foundation. Lenham, Maryland, 1991.
- TRC – Transportation Research Circular (2002). *Bailey Method for Gradation Selection in Hot Mix Asphalt Mixture Design*. Number E-C044. October, 2002.

Endereço dos Autores:

Jesner Sereni Ildefonso: eng_jesner@pop.com.br

José Leomar Fernandes Júnior: leomar@sc.usp.br

Departamento de Transportes, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo

Av. Trabalhador São-carlense, 400 – CEP 13566-590 – São Paulo, SP, Brasil

Fone: (16) 3373-9598/3373-9613; Fax: (16)3373-9602