

# Avaliação do Comportamento Mecânico de Misturas Asfálticas do Tipo CPA com Incorporação de PEBD no Ligante Betuminoso CAP 50/70

DOI: <http://dx.doi.org/10.18616/civiltec.v2i1.5356>

Karini Boneli Silva<sup>1</sup>

Luiz Renato Steiner<sup>2</sup>

## 1 Introdução

No Brasil, mais de 60% das mercadorias e dos passageiros são transportados por rodovias. Para Queiroz (2016), devido à importância do transporte rodoviário, é necessária a concepção de pavimentos que conservem a sua vida útil e proporcionem aos seus usuários conforto e segurança. No País, quase em sua totalidade, os pavimentos rodoviários são do tipo flexíveis, com estrutura formada por camadas superpostas de material pétreo e, sobre elas, um revestimento à base de Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP). Segundo Bernucci *et al.* (2006), os CAPs convencionais possuem os requisitos necessários para um bom desempenho das misturas asfálticas. No entanto, com o crescente aumento da frota, das cargas e das condições adversas do clima, cada vez mais se buscam alternativas para melhorar ou modificar as propriedades dos asfaltos. Atualmente, são estudados e empregados polímeros que melhoram o desempenho desses ligantes, dos quais, segundo Negrão (2006), os mais utilizados são os SBS (copolímero de estireno butadieno), SBR (Borracha de butadieno estireno), EVA (Copolímero de etileno acetato de vinila) e o RET (Coluna de etileno com dois copolímeros acoplados). Além desses, muitos estão presentes na vida cotidiana, como o PEBD (polietileno de baixa densidade), encontrado em sacolas plásticas. Para Yildirim (2007), os asfaltos modificados com polímeros apresentam melhor resistência à deformação permanente e ao trincamento térmico, consequentemente aumentando a vida útil do pavimento. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo a incorporação do PEBD ao CAP convencional na forma de reciclado de sacolas plásticas, avaliando seu efeito nas propriedades físicas e mecânicas de misturas asfálticas do tipo CPA – Camada Porosa de Atrito.

<sup>1</sup> Bacharel em Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense, [ka\\_boneli@hotmail.com](mailto:ka_boneli@hotmail.com)

<sup>2</sup> Mestre em Engenharia de Materiais, Universidade do Extremo Sul Catarinense, [luizsteiner@unesc.net](mailto:luizsteiner@unesc.net)

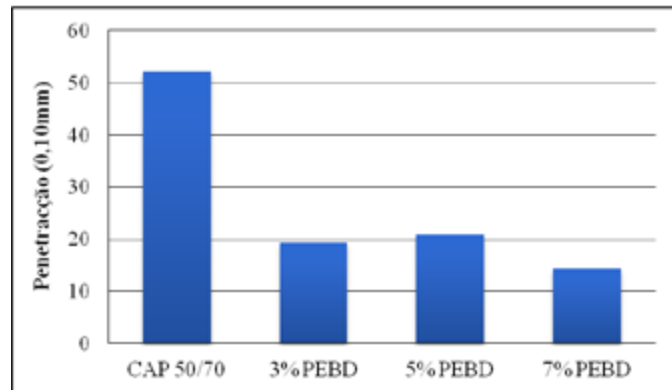
## 2 Metodologia

Para alcançar os objetivos da pesquisa, foi elaborado um programa experimental utilizando-se a metodologia de dosagem *Marshall* (DNER-ME 043/95), que visa buscar o teor ideal de ligante (% CAP) e o volume de vazios (% Vv) em uma mistura asfáltica. Primeiramente, foi realizada a caracterização dos agregados pétreos conforme as especificações para uma mistura asfáltica do tipo CPA, com seu enquadramento dentro da Faixa II (DNER-ES 386/99). Em seguida, foram definidas as proporções dos agregados pétreos para quatro traços de misturas com teores de ligante de 4,0, 4,5, 5,0, 5,5 e 6,0%. A primeira composição foi denominada traço de referência composta por agregados e ligante asfalto-borracha TIREFLEX AB8. Os demais conjuntos de misturas foram compostos de agregados e CAP 50/70 com incorporação prévia de 3, 5 e 7% de PEBD em substituição à massa do ligante convencional. O ligante modificado com os diferentes % PEBD também foi avaliado quanto à sua adesividade ao agregado (DNER-ME 078/94) e à penetração (DNIT 155/2010). Após definido o % CAP ideal das misturas estudadas, foram confeccionados novos corpos de prova para cada traço, sendo três para ensaio de cântabro, três para ensaio de permeabilidade vertical/horizontal e três para resistência à compressão diametral.

## 3 Resultados

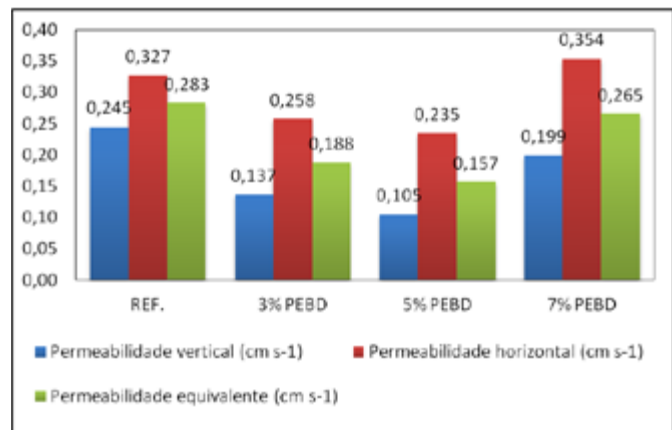
Os resultados de adesividade do ligante ao agregado mostram que além do ligante TIREFLEX AB8, as amostras de CAP 50/70 com 3, 5 e 7% de PEBD também apresentaram resultados satisfatórios, sem deslocamento da película betuminosa. Com relação aos resultados de penetração, Figura 1, as amostras com 3, 5 e 7% de PEBD obtiveram resultados de 19, 21 e 14 (0,1mm), respectivamente, contra 52 (0,1mm) da amostra de referência, ou seja, o PEBD impôs maior consistência e rigidez ao ligante convencional. Nos resultados de permeabilidade, Figura 2, tanto a amostra de referência como as amostras com PEBD apresentaram permeabilidade horizontal superior à vertical, efeito esse desejado, pois facilita a drenagem da água para os bordos da pista. Todas as amostras obtiveram permeabilidade vertical/horizontal superior a  $0,116 \text{ cm.s}^{-1}$  ou superior ao recomendado pela ASTM D7064-13 (2013 *apud* JACQUES, 2018), porém o PEBD nos teores de 3 e 5% provocou uma redução nos vazios comunicantes. Perante o desgaste ao cântabro, Tabela 1, os resultados atenderam às especificações da DNER-ES 383/99 de no máximo 25%, sendo as amostras de PEBD com uma média de 17,9% contra 22,36% da amostra de referência, indicando uma maior coesão das amostras com ligante misturado ao PEBD. Para os resultados de resistência à tração por compressão diametral, Tabela 1, foi observado um ganho de 26%

para as amostras de PEBD até o teor de 5% em relação à referência, sendo 30% inferior para a amostra com 7% de PEBD, devido à maior rigidez e ao maior %Vv apresentado pela mistura. Todas as misturas estudadas não atenderam às especificações da DNER-ES 386/99 de no mínimo 5,5 kgf cm<sup>-2</sup>.



**Figura 1** - Resultados ensaio de penetração

**Fonte:** Elaborada pelos autores.



**Figura 2** - Valores médios das permeabilidades vertical, horizontal e equivalente

**Fonte:** Elaborada pelos autores.

	Teor de ligante (%)	Cântabro (%)	Resistência à tração por compressão diametral (kgf cm <sup>-2</sup> )
REF.	5,0	22,36	2,44
3% PEBD	5,5	19,61	2,70
5% PEBD	5,5	16,26	3,07
7% PEBD	5,5	17,83	1,71
Especificação DNER-ES 386/99		< 25,00	> 5,50

**Tabela 1** - Resultado dos ensaios de cântabro e resistência à tração por compressão diametral

**Fonte:** Elaborada pelos autores.

## 4 Conclusão

O desempenho das misturas asfálticas tipo CPA com o polímero PEBD no ligante convencional CAP 50/70 é comparado com uma mistura moldada com ligante asfáltico modificado por borracha (TYREFLEX AB8). A incorporação do PEBD ao ligante convencional em todos os teores estudados provoca um aumento da consistência e da rigidez deste, tornando o CAP 50/70 menos suscetível ao calor e às deformações plásticas. A adição do PEBD reduz a densidade aparente das misturas devido à baixa densidade do polímero em relação a outros constituintes delas e também promove um aumento no %Vv. Apesar de os teores de 3 e 5% reduzirem os vazios comunicantes, as amostras apresentam uma permeabilidade superior ao recomendado pelas especificações. O PEBD aumenta a coesão das misturas tipo CPA, mantendo o esqueleto pétreo mais estável e mais resistente ao desgaste à passagem dos rodados. Destaca-se que, com a incorporação de PEBD ao ligante asfáltico, ele promove boa adesividade do ligante ao agregado, melhorando as propriedades físicas e mecânicas das misturas do tipo CPA, com boa empregabilidade para tráfegos mais pesados, promovendo um aumento da durabilidade dos pavimentos.

**Palavras-chave:** Pavimento; Cimento Asfáltico; Polímero.

## Referências

- BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação asfáltica:** formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: Petrobras/Abeda, 2006. 504 p.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM - DNER. **DNER-ES 386/99:** Pavimentação – pré-misturado a quente com asfalto polímero – camada porosa de atrito. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, 1999.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM - DNER. **DNER-ME 043/95**: Misturas betuminosas a quente – ensaio Marshall. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, 1995.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM - DNER. **DNER-ME 078/94**: Agregado graúdo – adesividade a ligante betuminoso. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, 1994.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. **DNIT 155/2010**: Material asfáltico - Determinação da penetração - Método de ensaio. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, 2010.

JACQUES, G. E. **Aplicabilidade de misturas mornas em revestimentos do tipo camada porosa de atrito (CPA)**. 2018. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, Construção e Infraestrutura) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

NEGRÃO, D. P. **Estudo de asfaltos modificados por polímeros do tipo RET para aplicações em pavimentos**. 2006. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

QUEIROZ, B. O. **Avaliação do desempenho de misturas asfálticas porosas modificadas com politereftalato de etileno (PET)**. 2016. 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

YILDIRIM, Y. Polymer modified asphalt binders. **Construction and Building Materials**, n. 21, p. 66-72, 2007.