

INCORPORAÇÃO DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS DE FADIGA NO DIMENSIONAMENTO MECANICISTA DE UM PAVIMENTO

Nas edições anteriores do informativo Fatos & Asfalto foram apresentados conceitos sobre comportamento das misturas asfálticas, e resultados das curvas de fadiga obtidas em laboratório através do ensaio de flexão em 4 pontos, para uma mistura convencional e uma mistura confeccionada com Asfalto Borracha. Nesta edição, será mostrado como estes resultados podem ser incorporados no dimensionamento mecanicista de uma estrutura de pavimento. Para tanto, inicialmente foi dimensionada uma estrutura de pavimento flexível, típica das rodovias estaduais brasileiras, através do método do DNER/81. A seguir, através da análise tensão-deformação da estrutura, com auxílio do programa Elsym 5, estimou-se o número de solicitações equivalentes ao eixo padrão de 8,2 t que a estrutura poderá suportar, caso o revestimento fosse executado com mistura asfáltica convencional ou mistura confeccionada com Asfalto Borracha.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

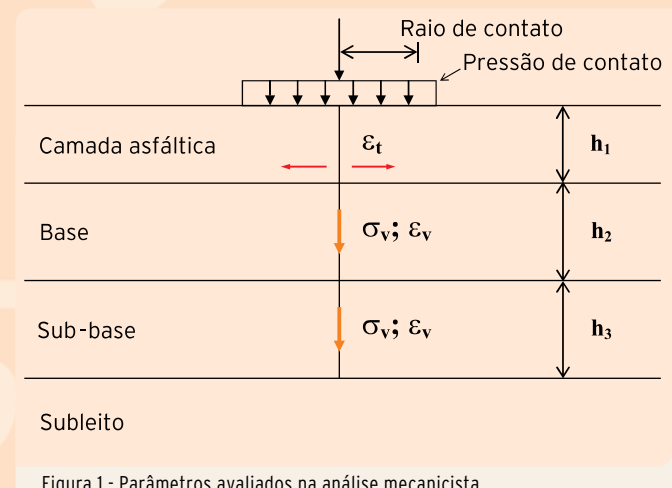
O dimensionamento de um pavimento tem como objetivo definir as espessuras das camadas da estrutura a partir da escolha de materiais disponíveis, de forma que a vida útil do mesmo corresponda a um certo número de solicitações de carga estimado no período de projeto, tendo em conta determinados estados limites de utilização. Apesar de o processo parecer simples, a sua aplicação a pavimentos rodoviários é complexa, devido, principalmente, a dificuldade de estimativa confiável dos seguintes fatores: volume e magnitude do tráfego incidente; interferência das condições climáticas; caracterização mecânica dos materiais constituintes; comportamento mecânico dos materiais ao longo do período de projeto; e ausência de metodologia, além de fatores ligados ao processo executivo e da gestão da manutenção da rodovia.

No Brasil, comumente tem se lançado mão de métodos empíricos ou empírico-mecanísticos para o dimensionamento de pavimentos flexíveis. Entretanto, a partir da década de 80, com o desenvolvimento de programas computacionais para análise tensão e deformação de sistemas em camadas, a popularização dos computadores pessoais e a capacitação de laboratórios para a realização de ensaios mais representativos das condições de campo, algumas empresas começaram

a contemplar a análise mecanicista da estrutura para o refinamento do dimensionamento da estrutura projetada.

Na análise mecanicista de uma estrutura de pavimento, os principais parâmetros avaliados são (vide figura 1):

- a) a deformação de tração (ϵ_t) na fibra inferior da camada asfáltica, para controle do trincamento por fadiga;
- b) o estado de tensão no topo da camada de base, importante em estruturas com revestimento delgado para se controlar a ruptura por cisalhamento;
- c) a tensão (σ_t) ou deformação vertical (ϵ_v) no topo do subleito para controle da deformação permanente.



O método de dimensionamento empírico mais utilizado no Brasil é o método do DNER/81, desenvolvido pelo Engenheiro Murillo Lopes de Souza e tem como base o trabalho de Turnbull et al. (1962), na metodologia do *United States Army Corps of Engineers* (USACE), e nos resultados obtidos na pista experimental da *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO) que visa a proteção do subleito contra a geração de deformações plásticas excessivas durante o período de projeto. Há que se reconhecer que tal metodologia vem atendendo de forma adequada aquilo a que ela se propõe, isto é, evitar a ruptura do solo de fundação ou o desenvolvimento de deformações permanentes excessiva no solo de fundação.

Em vista disto, este método tem sido adotado pela grande maioria dos consultores para o pré-

dimensionamento da estrutura a ser projetada e, a partir desta estrutura inicial, realizar o dimensionamento mecanicista do pavimento. No presente artigo, adotou-se este procedimento para ilustrar a incorporação dos resultados dos ensaios de fadiga no dimensionamento mecanicista de um pavimento.

ANÁLISE MECANICISTA

A Figura 2 apresenta uma estrutura típica do pavimento dimensionado pela metodologia do DNER/81 para atender a um $N_{8,2t}$ de 1×10^6 (10 anos) e CBR de 8%.

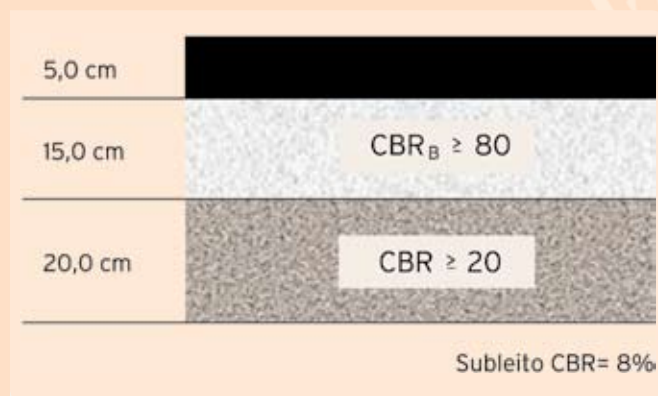


Figura 2 - Estrutura dimensionada pela metodologia do DNER/81.

Após o pré-dimensionamento da estrutura pelo método DNER/81, realizou-se a análise mecanicista com auxílio do programa ELSYM5. Foram adotados os seguintes módulos de elasticidade médios para os materiais: Subleito: 70MPa; Sub-base: 200 MPa; Base: 300 MPa. Para a camada de revestimento foram adotados os seguintes valores obtidos em laboratório: Mistura convencional (A): 6314 MPa; Mistura confeccionada como Asfalto Borracha (B): 4909 MPa. As curvas de fadiga destas duas misturas foram apresentadas em nosso boletim anterior.

O Quadro 1 apresenta os resultados obtidos da análise mecanicista com o programa ELSYM5. Na

Camada de revestimento	Módulo (Mpa)	$\epsilon_t (x10^{-6})$	$N_{8,2t}$ estimado
Mistura com Asfalto Borracha	4909	252	$1,9 \times 10^7$
Mistura Convencional	6314	230	$4,0 \times 10^5$

Quadro 1 - Resultados obtidos com o ELSYM5.

estimativa do $N_{8,2t}$, considerou-se o fator campo laboratório igual a 1, o que é bastante pertinente para o ensaio de fadiga a 4 pontos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise mecanicista apresentada neste boletim tem como objetivo mostrar como os resultados dos ensaios de fadiga podem ser incorporados ao dimensionamento de um pavimento. Ela não representa o procedimento completo que envolve a análise mecanicista de uma estrutura de pavimento, pois neste caso tem que ser levado em consideração também a deformação permanente da estrutura e da mistura.

Relativo somente ao quesito fadiga, a análise mostrou que para os valores modulares adotados, a estrutura dimensionada pela metodologia do DNER/81 executada com revestimento em mistura convencional, não atenderia ao tráfego estimado para o período de projeto enquanto que, caso se optasse executar o revestimento com a mistura com ligante modificado, a estrutura suportaria com muita folga o tráfego estimado. De outra maneira, a estrutura em análise poderia ser indicada para um tráfego estimado no período de projeto de 1×10^7 .

O reduzido volume de recursos despendidos para o setor rodoviário nas últimas décadas desafia o meio técnico brasileiro a buscar formas para baratear a implantação e a manutenção de rodovias, concomitantemente com a maior durabilidade e qualidade do produto final.

Neste cenário, a busca de novos materiais e de melhor desempenho de estruturas alternativas de pavimentos, a racionalização dos procedimentos de dimensionamento do pavimento, a disseminação do conhecimento e a formação de recursos humanos de alto nível no setor são peças fundamentais deste arranjo produtivo.

A Parceria entre GRECA ASFALTOS e a UFSC tem atuado de forma significativa para a evolução deste cenário.

Prof. Dr. Glicério Trichês - Professor da Universidade Federal de Santa Catarina

Eng.^a Liseane P. T. da Luz Fontes - Doutoranda da Universidade Federal de Santa Catarina Universidade do Minho, Portugal

tecnologia@grecaasfaltos.com.br