

***Visão do DNIT sobre
métodos de projetos
de pavimentos***

ISAP – Fortaleza, 06/10/08

A VISÃO DO DNIT SOBRE O PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO NÃO É CONSIDERADA EM SI, APENAS EM FUNÇÃO DA SUA ESTRUTURA A SER DIMENSIONADA, E SIM, DE TODOS OS ESTUDOS E PROJETOS QUE CONSTITUEM O PROJETO BÁSICO OU EXECUTIVO DE ENGENHARIA RODOVIARIA.

ESCOPO ADOTADO PELO DNIT (TERMOS DE REFERÊNCIA):

- ESTUDOS DE TRÁFEGO, CAPACIDADE E SEGURANÇA.
- ESTUDOS GEOLÓGICOS, GEOTÉCNICOS.
- ESTUDOS HIDROLÓGICOS.
- ESTUDOS TOPOGRÁFICOS COM CARACTERIZAÇÃO DOS SEGMENTOS PLANOS, ONDULADOS, MONTANHOSOS, ÁREAS URBANAS E RURAIS.
- ESTUDOS GEMÉTRICOS.
- ESTUDOS AMBIENTAIS.
- ANÁLISE ECÔNOMICA/OUTROS.

ESCOLHA DAS ALTERNATIVAS:

- REUNIÕES ENTRE A EQUIPE TÉCNICA MULTIDICCIPLINAR CONDUZEM A ESCOLHA DA MELHOR OU MELHORES ALTERNATIVAS PARA O TIPO DE PAVIMENTO A SER DIMENSIONADO - MET. DIMENSIMENTO.
- MATERIAIS DAS CAMADAS, NECESSIDADE OU NÃO DE SE CONSTRUIR A CAMADA FINAL DE TERRAPLENAGEM REFORÇADA, EQUIPAMENTOS, ESPECIFICAÇÕES E, INFORMAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DE TRABALHO PARA A EXECUÇÃO DO PAVIMENTO.

DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO:

- PISTA NOVA: método de projeto de pavimentos flexíveis (versão 1981); PCA/84 e método mecanístico-empírico (ainda sem padronização).
- RESTAURAÇÃO DE PISTA EXISTENTE:
 - ✓ PRO 11/79 – baseado na fórmula do eng. Celestino Ruiz;
 - ✓ PRO 269/94 – convênio IPR/DNER com COPPE/UFRJ (método da resiliência – mecanístico-empírico simplificado);
 - ✓ Método mecanístico-empírico com retroanálise (ainda sem padronizações).

- Outros métodos utilizados:
 - ✓ PRO 10/79 – método empírico oriundo da experiência Californiana e elaborado por Armando Martins Pereira;
 - ✓ PRO 159/85 – desenvolvido no Brasil por César Queiroz (baseado em modelos de desempenho).

EXEMPLO DE DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO DE PROJETOS DE OBRAS DO PAC EM ANDAMENTO:

- PROJETO DE DUPLICAÇÃO DA BR-101/SC/RS – TRECHO: FLORIANÓPOLIS (SC) - OSÓRIO (RS)
- NÚMERO N (USACE) aprox. 10^8 ;
- O DNIT APLICOU O MÉTODO PRO 269/94 (TECNAPAV) EM VIGOR EM 1998 COM ANÁLISE MECANÍSTICA SIMPLIFICADA PARA OS DEZ LOTES DE SANTA CATARINA E OS QUATRO LOTES DO RIO GRANDE DO SUL.

PASSOS ADOTADOS NO PROJETO BR-101/SC/RS:

- CÁLCULO DA ESPESSURA DO REVESTIMENTO:

$$H_{CB} = -5,737 + \frac{807,961}{D_F} + 0,972I_1 + 4,101I_2$$

$$\text{Log} \bar{D} = 3,148 - 0,188 \text{Log} N$$

$$D_F \leq 0,94 \bar{D}$$

- CÁLCULO DA DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA HORIZONTAL MÁXIMA DE TRAÇÃO NA PARTE INFERIOR DO REVESTIMENTO EM CBUQ PELO MODELO DA SHELL:

$$N = 0,0685 \times \varepsilon_s^{-2,671} \times E^{-2,868}$$

- CÁLCULO DA TENSÃO VERTICAL ADMISSÍVEL NO TOPO DO SUBLEITO PELO MODELO HEUKELOM/KLOMP:

$$\sigma_V = \frac{0,006 \times MR}{1 + 0,7 \text{Log} N}$$

- EMPREGO DO PROGRAMA ELSYM 5

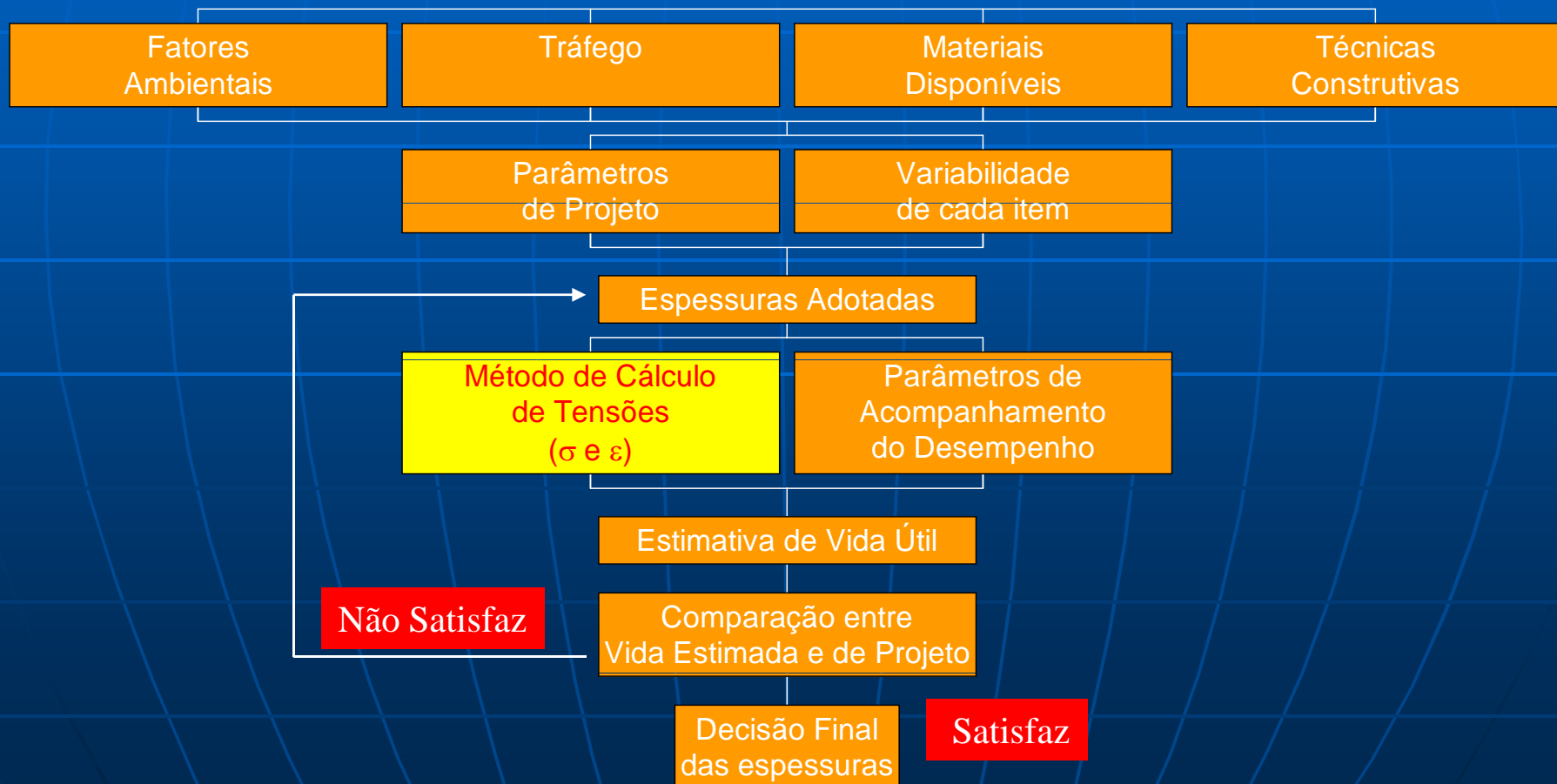
EXEMPLO DE DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO DE PROJETOS DE OBRAS DO PAC EM ANDAMENTO:

- Proj. Básico-PAC da BR-493-RJ (Arco Metropolitano), pavimento dimensionado com BGTC 4% - 15 cm, BG - 12 cm e CBUQ – 12,5 cm – semi-rígido invertido utilizou-se mét. do DNER (1981)
- Verificou-se a estrutura c/ procedimento mecanístico: critério de fadiga do Instituto de Asfalto do CBUQ e equação de fadiga da camada cimentada da tese de Ceratti (COPPE/1991);
- Número N (USACE) aprox. 10^8 ; análise com o prog. ELSYM 5.
- BGTC 4% - 18 cm, BG - 12 cm e CBUQ c/ polímero - 12 cm.

ESTÁGIO ATUAL DA VISÃO DO DNIT

- No dimensionamento de pavimentos novos ou a ser restaurados há que se considerar TODOS os mecanismos de degradação e os fatores ambientais, tráfego, materiais disponíveis, programas computacionais disponíveis, etc.
- Disciplina **de mecânica dos pavimentos** nos cursos de especialização, mestrado e doutorado ministrados nas principais universidades do país formou "massa crítica" - projetistas, consultores, engs. do DNIT: favoráveis a adotar um método mecanístico – empírico;
- Em consequência, o DNIT, através do IPR, está com um novo olhar sobre o assunto, visando normatizar um método mecanístico-empírico mas que contemple também, critério de confiabilidade.

Esquema de dimensionamento mecânico (para qualquer tipo de pavimento) – Motta, 1991



CRITÉRIOS DE PROJETO GERALMENTE ADOTADO

- **DEFLEXÃO MÁXIMA ADMISSÍVEL NA SUPERFÍCIE (D):**

$\text{LOG } D_{\text{ADM}} = 3,148 - 0,188 \text{ LOG } N_p$, EM 0,01 mm, DNER PRO 269/94.

- **DIFERENÇA DE TENSÕES NO REVESTIMENTO ($\Delta\sigma$):**

ADOTADAS AS EQUAÇÕES OBTIDAS DOS GRÁFICOS VIDA DE FADIGA \times DIFERENÇA DE TENSÕES, NOS ENSAIOS DE FADIGA À TC, COM $F_0 = 10^4$, SUGERIDO POR PINTO (1991) PARA N CALCULADO COM FATOR DE EQUIVALÊNCIA DE SOUZA (1966, 1981).

- **TENSÃO VERTICAL ADMISSÍVEL NO SUBLEITO ($\sigma_{V \text{ adm}}$):**

CONSIDERADA A EQUAÇÃO ESTABELECIDADA EM 1962 POR HEUKELOM E KLOMP: $\sigma_{V \text{ ADM}} = 0,006 MR_M / (1 + 0,7 \text{ LOG } N)$.



Elaboração de estudos e projetos

UF: Nacional

DATA DE CONCLUSÃO: 4º trimestre 2010

RESULTADOS

- **PROJETOS CREMA-2ª ETAPA – 32.097 km**
 - concluído projeto de 108 km, em elaboração 23.440 km, em contratação 1.417 km e em fase final de licitação 7.132 km
- **PROJETOS CREMA-1ª ETAPA – 29.492 km**
 - concluídos projetos de 27.854 km em 15/11/2008
- **PROJETOS DE RESTAURAÇÃO – 4.616 km**
 - concluídos 3.291 km; contratados 1.325 km
- **PROJETOS DE CONSTRUÇÃO, ADEQUAÇÃO E DUPLICAÇÃO – 5.584 km**
 - concluídos 2.863 km; em elaboração 2.537 km; em processo licitatório 184 km

Projeto do pavimento:

- De acordo com a Instrução de Serviço DG/DNIT n. 05 de 09/12/2005 a aplicação das soluções será norteadas pelo **Catálogo de Soluções**, para uma **vida útil de 10 anos**.
- O Catálogo de Soluções foi desenvolvido para pavimentos com revestimento em **CBUQ** e em **Tratamento Superficial**.
- Após a divisão do trecho em segmentos homogêneos, cada segmento deverá ser enquadrado no Catálogo de Soluções do Programa.
- O **dimensionamento do reforço** do pavimento poderá ser feito pelo **Método DNER PRO-11/79**;
- Também poderá ser utilizado o Método **DNER PRO-269/94 (TECNAPAV)**;
- Poderão ser adotadas soluções diferentes do Catálogo, desde que justificadas – limitação de custo 10%.

Obrigada!

ipr@dnit.gov.br

Prepredigna.silva@dnit.gov.br