

**Departamento de Eng. de Transportes da Escola Politécnica da USP**  
**PTR3322 – Pavimentação Rodoviária**  
**Exercício 9: Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis – Método da**  
**Resistência (empírico)**  
**Profa. Dra. Liedi Bernucci**  
**Prof. Dra. Kamilla Vasconcelos**

**Parte I. Fixação de Conceitos**

1. Se você tivesse que conceber um método de dimensionamento, como procederia?
2. O que é um método de dimensionamento de pavimentos empírico (baseado em experiências, dados experimentais, medidas laboratoriais ou de campo)?
3. Seria possível estabelecer um método de dimensionamento de pavimentos teórico-empírico (mecânico-empírico, denominado por alguns pesquisadores de mecânico-empírico)?

**Parte II. Aplicação de Conceitos**

O método de dimensionamento de pavimentos flexíveis empírico do DNER (Departamento Nacional de Estradas de Rodagem), atualmente chamado de DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes), é baseado no método do USACE (*US Army Corps of Engineers*). O critério de ruptura utilizado por este método leva em consideração a capacidade de suporte das camadas, protegendo-as da ruptura por cisalhamento e deformação permanente expressiva.

4. Dimensione uma estrutura de pavimento flexível pelo método do DNER-66 (revisto em 1981), para um tráfego de  $2 \times 10^7$  repetições de carga do eixo padrão para um período de projeto de 15 anos. O CBR de projeto do subleito (calculado a partir de vários dados de CBR determinado com os materiais coletados na pista) é de 4% e a expansão é de 1,2%. Para valores de CBR de projeto inferior a 2%, ou para expansão superior a 2%, são feitas substituições de solo.

Tem-se para fazer os pavimentos os seguintes materiais e facilidades:

- Usina de asfalto para CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado a Quente ou Concreto Asfáltico) e PMQ (Pré-misturado a Quente);
- Equipamentos para tratamento superficial;
- Usina de brita graduada simples (BGS) com material “A” com CBR 90% e material “B” com CBR de 64% (ensaios realizados na energia modificada);
- Jazida de cascalho natural com CBR de 28% na energia intermediária;
- Jazida de solo laterítico argiloso tipo LG’ (na classificação de solos tropicais desenvolvida por Nogami e Villibor em 1981) com CBR de 10% na energia intermediária.

**Faça um croqui do pavimento dimensionado com os materiais escolhidos e espessuras de cada camada.**

Algumas regras:

- Para  $N \geq 10^6$  repetições de carga do eixo padrão, o material de base deve apresentar  $CBR \geq 80\%$ ; para  $N < 10^6$ , o material de base deve apresentar  $CBR \geq 60\%$ . A expansão de material de base deve ser menor ou igual a 0,5%.
- Para a subbase, obrigatoriamente o material deve apresentar  $CBR \geq 20\%$ .
- Para compactar uma camada de solo ou material granular, recomenda-se que a espessura seja de no mínimo 10 cm e no máximo de 20cm.
- As camadas de revestimento usinado a quente devem ser executadas com um mínimo de 2 cm (depende das dimensões do material graúdo utilizado) e no máximo de 8 cm.

Material	Espessura
Revestimento Asfáltico	
Base	
Sub-Base	
Reforço do Subleito	
Subleito	

No método, a seguinte equação poderá ser usada para calcular a espessura H mínima equivalente granular sobre uma determinada camada, de modo a protegê-la.

$$H = 77,67 * N^{0,0482} * CBR^{-0,598}$$

Se preferir, poderá utilizar o ábaco anexo. Assim poderá montar as seguintes equações:

$$R * K_{rev} + B * K_{base} + h_{20} * K_{subbase} + h_n * K_{refsub} \geq H_m$$

$$R * K_{rev} + B * K_{base} + h_{20} * K_{subbase} \geq H_n$$

$$R * K_{rev} + B * K_{base} \geq H_{20}$$

Onde:

R = espessura do revestimento asfáltico – concreto asfáltico, em cm (ver tabela 2 anexa)

$K_{rev}$  = Coeficiente estrutural do rev. asfáltico – concreto asfáltico (ver tabela 1 anexa)

B = espessura da base, em cm

$K_{base}$  = Coeficiente estrutural da base (ver tabela 1 anexa)

$h_{20}$  = espessura da subbase, em cm

$K_{subbase}$  = Coeficiente estrutural da sub-base (ver tabela 1 anexa)

$h_n$  = espessura do reforço do subleito, em cm

$K_{refsub}$  = Coeficiente estrutural do reforço do subleito (ver tabela 1 anexa)

5. Comente as limitações do método de dimensionamento do DNER (DNIT) e proponha alternativas que você implementaria ao método que julgue necessárias ou importantes.
6. Saindo desta rodovia, há um acesso cujo tráfego está calculado em  $N = 5 \times 10^5$  repetições de carga do eixo padrão para um período de projeto de 15 anos. Com os mesmos materiais disponíveis, dimensione a estrutura de pavimento, sabendo que neste acesso o CBR de projeto do subleito é de 8%.