

**EXERCÍCIO AULA 7**  
**Materiais de Base, Sub-base e Reforço do Subleito**  
**Estruturas-Tipo**

**Profa. Dra. Liedi Bariani Bernucci**  
**Profa. Dra. Kamilla Vasconcelos**

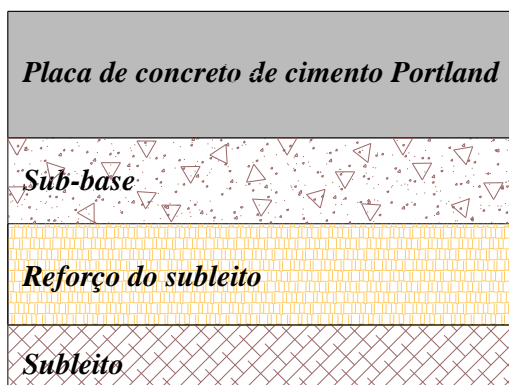
**I. TIPOS DE PAVIMENTOS**

Tradicionalmente, têm sido classificados os pavimentos segundo a rigidez do conjunto em:

- Rígidos (concreto de cimento Portland)
- Semirrígidos
- Flexíveis (asfáltico com camadas subjacentes trabalhando à compressão)

Existem ainda outras combinações de materiais e posição das camadas que os diversos autores usam terminologias diferentes.

Mas o que importa é o funcionamento estrutural do conjunto, do sistema de camadas de modo a todas trabalharem da forma que o projetista deseja. Importa como as camadas atingem a ruptura e como reabilitar a estrutura que requer restauração



**Pavimento de Concreto de Cimento**

A camada de sub-base pode ser granular ou cimentada, dependendo do projeto. Há ainda o uso em alguns países de sub-bases de misturas asfálticas.

Eventualmente, é desnecessária a camada de reforço do subleito.



**Pavimento Asfáltico Flexível**

Constituído por revestimento asfáltico (uma ou mais camadas asfálticas) e base, sub-base e reforço do subleito. Estas camadas são de materiais granulares ou solo. Dependendo do projeto, uma ou mais camadas da estrutura pode ser suprimida

**Pavimento Semirrígido:** constituído por revestimento asfáltico (uma ou mais camadas) assentes sobre base ou sub-base cimentada ou estabilizada quimicamente com cimento, cal, ou ambos, ou ainda por algum produto que aja como aglomerante

A concepção da estrutura do pavimento e a seleção dos materiais a serem empregados dependem principalmente dos seguintes fatores:

- do tráfego (volume e composição) e vida ou período de projeto
- da disponibilidade de materiais da região
- do relevo e das condições climáticas da região
- da geometria e das condições de drenagem da via

**Nota: DIMENSIONAMENTO: As espessuras de cada camada dependem do projeto estrutural!!!** (Calma, você irá ainda aprender a dimensionar estruturas.....).

## **II. TIPOS DE BASE**

Os materiais **de base, de sub-base e do reforço do subleito** são classificados ainda segundo sua natureza e seu comportamento aos esforços:

### **II.1. Materiais granulares e solos**

▪ **Trabalham principalmente aos esforços de compressão.** Os solos com fração de finos (silte + argila) exibem coesão, mas resistem fracamente à tração

- Brita graduada simples
- Macadame hidráulico
- Macadame a seco
- Material granular (estabilizado mecanicamente)
- Solo-agregado
- Solo
- Solo melhorado com cimento (baixa porcentagem de cimento)

### **II.2. Materiais cimentados ou estabilizados quimicamente**

▪ Materiais que recebem a adição de cimento, cal ou estabilizantes que aumentem expressivamente a coesão e a rigidez em relação ao material de origem, aumentando a resistência à compressão e à tração.

**Trabalham à flexão dependendo da estrutura e da camada sobre a qual está assente**

- Brita graduada tratada com cimento
- Solo-cimento
- Solo-cal
- Solo-cal-cimento
- Solo-brita com cimento
- Concreto rolado (concreto compactado a rolo)

### **II.3. Materiais com adição de asfalto**

▪ Materiais que possuem suas partículas de agregados ou de solo unidas por ligantes asfálticos que conferem aumento de resistência à compressão e à tração com relação ao material de origem. **Trabalham à flexão dependendo da estrutura e da camada sobre a qual está assente**

- Solo-asfalto
- Macadame betuminoso
- Base asfáltica de elevado módulo

### **Observações Importantes:**

Os solos do subleito e todos os materiais selecionados para comporem as camadas do pavimento devem ser ensaiados e caracterizados para assegurar um bom desempenho do pavimento.

Preliminarmente, os solos e materiais em geral são ensaiados para determinar sua **natureza e características físicas e/ou químicas**. Para uma boa concepção e dimensionamento estrutural do pavimento devem também ser conhecidas as propriedades dos materiais como **resistência, deformabilidade e permeabilidade**, avaliadas por meio de ensaios.

### **III.MECANISMOS DE RUPTURA**

**Materiais granulares e solos:** Ruptura por cisalhamento, acúmulo de deformação permanente por repetição de carga

**Materiais cimentados:** Trincamento por hidratação do cimento durante a cura, Fadiga por repetição de carga

**Misturas asfálticas:** Trincamento por fadiga por repetição de carga, , acúmulo de deformação permanente por repetição de carga, dentre outros (Desgaste, trincamento por cisalhamento em espessuras elevadas, trincamento térmico – regiões muito frias)

### **IV. ESPESSURAS USUAIS**

**As espessuras dependem de projeto de dimensionamento e são tipicamente as seguintes:**

As espessuras dependem de projeto de dimensionamento e são tipicamente as seguintes:

- Revestimentos asfálticos de milímetros (tratamentos superficiais) a dezenas de centímetros. Placas de concreto de cimento Portland simples em geral de 17 a 25 cm. Blocos de concreto entre 8 e 12cm.
- Camadas de materiais granulares e solo da ordem de 10 a 20 cm
- Camadas de materiais cimentados como solo-cimento e solo-cal em geral de 15 a 20 cm
- Camadas de concreto compactado com rolo de 10 a 20 cm

### **V. TRÁFEGO**

A classificação de tráfego é apenas indicativa.

Para simplificação de designações serão empregados os termos genéricos :

- Muito pesado para tráfego com  $N \geq 10^8$  repetições de carga do eixo padrão;
- Pesado para tráfego com  $10^7 \leq N < 10^8$  repetições de carga do eixo padrão;

- Médio para tráfego com  $10^6 \leq N < 10^7$  repetições de carga do eixo padrão
- Baixo volume de tráfego  $N < 10^6$  repetições de carga do eixo padrão

### **Exercício: Soluções de Pavimentação**

Com o objetivo de fazer a concepção de possíveis estruturas de pavimento, proponha algumas aplicações dos materiais de revestimento asfáltico (aula 6) e camadas de base, sub-base e reforço do subleito (aula 7), supondo a disponibilidade de materiais na região.

- 1) Faça o croqui das estruturas-tipo com as possíveis combinações de materiais e revestimentos.**
- 2) identifique como os materiais trabalham na estrutura (identifique os mecanismos prováveis de ruptura de cada um deles).**
- 3) Que ensaios você faria para cada material a ser usado para poder dimensionar sua estrutura de pavimento?**

**GRUPO 1:** Uma estrada no interior do Mato Grosso com

- laterita à disposição de alta qualidade;
- brita, porém a um alto custo;
- solo de boa qualidade laterítico;
- asfalto e emulsão asfáltica.
- Depósito de RAP (Reclaimed Asphalt Pavement – material fresado de pavimentos envelhecidos)

Para as condições climáticas de intenso calor e períodos longos de chuvas.

Para o tráfego de caminhões carregados e muito pesados na safra da soja.

**GRUPO 2:** Uma estrada de tráfego pesado no Estado de São Paulo com:

- solo laterítico com baixa disponibilidade, pequenas espessuras nas áreas de emprestimo;
- brita;
- cimento, cal;
- asfalto, emulsão asfáltica.
- Depósito de RAP (Reclaimed Asphalt Pavement – material fresado de pavimentos envelhecidos)

Para o tráfego de caminhões carregados e muito pesados.

**GRUPO 3:** Uma rodovia de tráfego médio na cidade de Ribeirão Preto

- solo laterítico argiloso à disposição;
- brita;
- cimento, cal;
- asfalto, emulsão, asfalto asfáltica.
- Depósito de RAP (Reclaimed Asphalt Pavement – material fresado de pavimentos envelhecidos)

Para as condições climáticas de intenso calor. Para o tráfego de caminhões carregados e muito pesados de usina de álcool.

**GRUPO 4:** Uma estrada vicinal no Acre :

- solo parcialmente laterizado à disposição;
- seixo;
- areia natural;
- cimento, cal;
- brita de elevado custo
- resíduo de construção e demolição
- emulsão asfáltica e asfalto de alto custo, asfalto em sacos.

**GRUPO 5 :** Uma duplicação de estrada de elevado tráfego no Estado de Minas Gerais:

- solo arenoso não laterítico à disposição e solo laterítico argiloso;
- escoria de alto-forno;
- cimento, cal;
- emulsão e asfalto diluído, asfalto
- Depósito de RAP (Reclaimed Asphalt Pavement – material fresado de pavimentos envelhecidos)