



AULA 5 – Revestimentos asfálticos: características mecânicas

PTR 3322 - Pavimentação Rodoviária

Profa. Kamilla Vasconcelos

Profa. Dra. Liedi Bernucci



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ESCOLA POLITÉCNICA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE

TRANSPORTES



Introdução

Pavimento asfáltico



Carga

Clima



Introdução

As **misturas asfálticas** são dosadas para resistir aos esforços do tráfego/clima durante o período de projeto, considerando principalmente:

- Deformações permanentes por fluência devido a elevadas temperaturas e à instabilidade das misturas





Introdução

As **misturas asfálticas** são dosadas para resistir aos esforços do tráfego/clima durante o período de projeto, considerando principalmente:

- Trincamento por fadiga e desagregação





Introdução

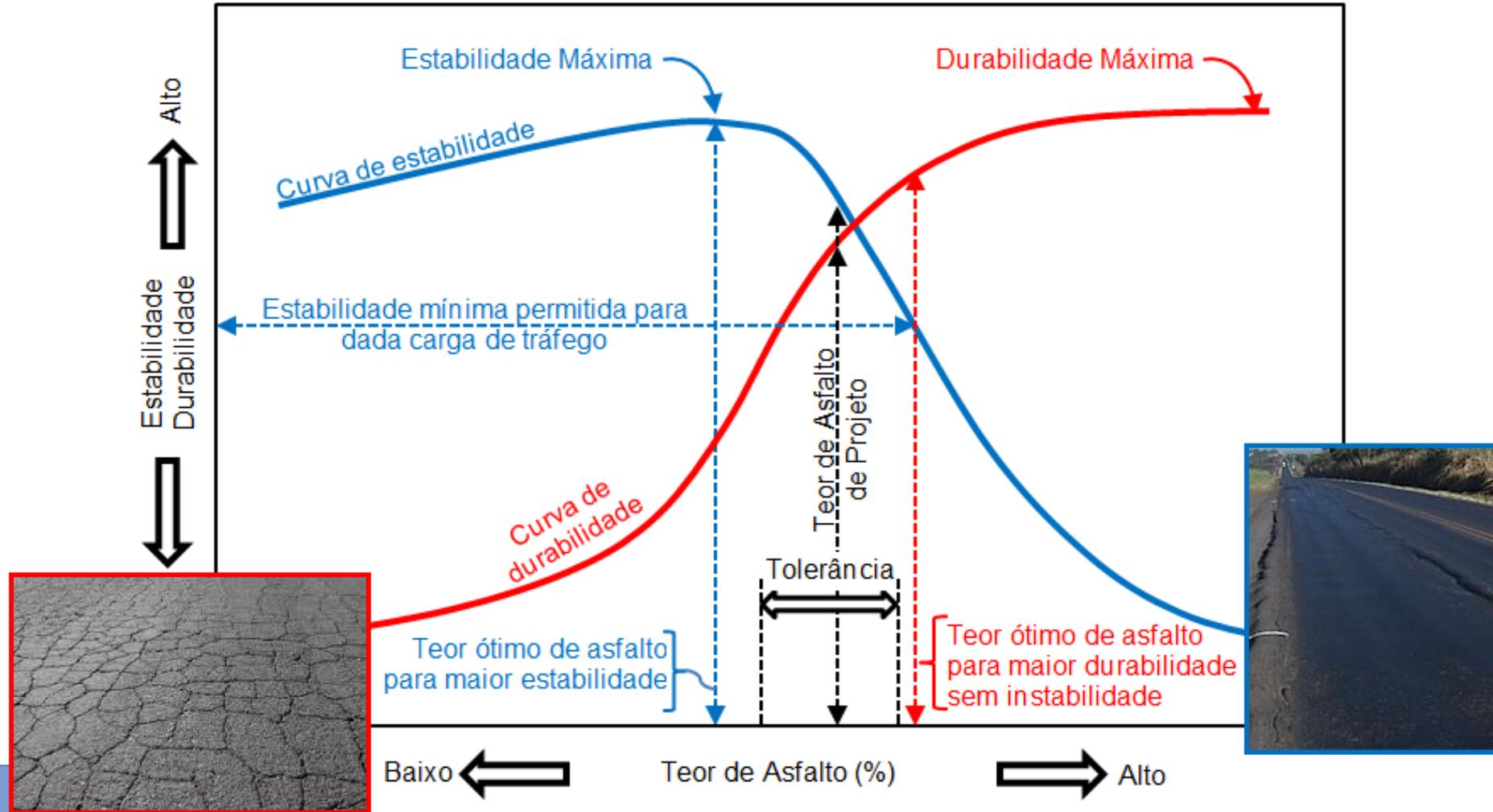
As **misturas asfálticas** são dosadas para resistir aos esforços do tráfego/clima durante o período de projeto, considerando principalmente:

- Trincamento térmico (não relevante no Brasil)





Dosagem de misturas asfálticas





Principais defeitos em revestimentos asfálticos

USINA DE ASFALTO



EXCESSO DE CAP



FALTA DE CAP





Ensaio de caracterização mecânica

Ensaio de ruptura

- Resistência à tração (RT)
- Vida de fadiga



Ensaio de deformação permanente

- Simuladores de tráfego



Ensaio não-destrutivo

- Módulo de resiliência (MR)





Ensaio de rigidez

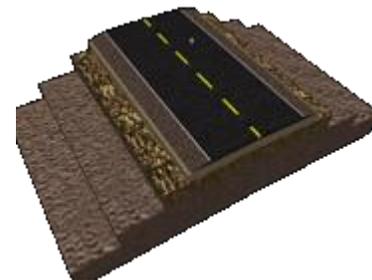
Módulo de resiliência

Módulo elástico usado no cálculo de σ E ε em diferentes pontos do pavimento

O MR da mistura asfáltica depende da temperatura, enquanto os módulos dos materiais de base, sub-base e subleito variam mais com a umidade

$$\text{MR} = \left(\frac{\sigma_t}{\varepsilon_t} \right)$$
$$\sigma_t = \frac{2P}{\pi b d}$$

$\Delta l/L = \text{medido com LVDT}$

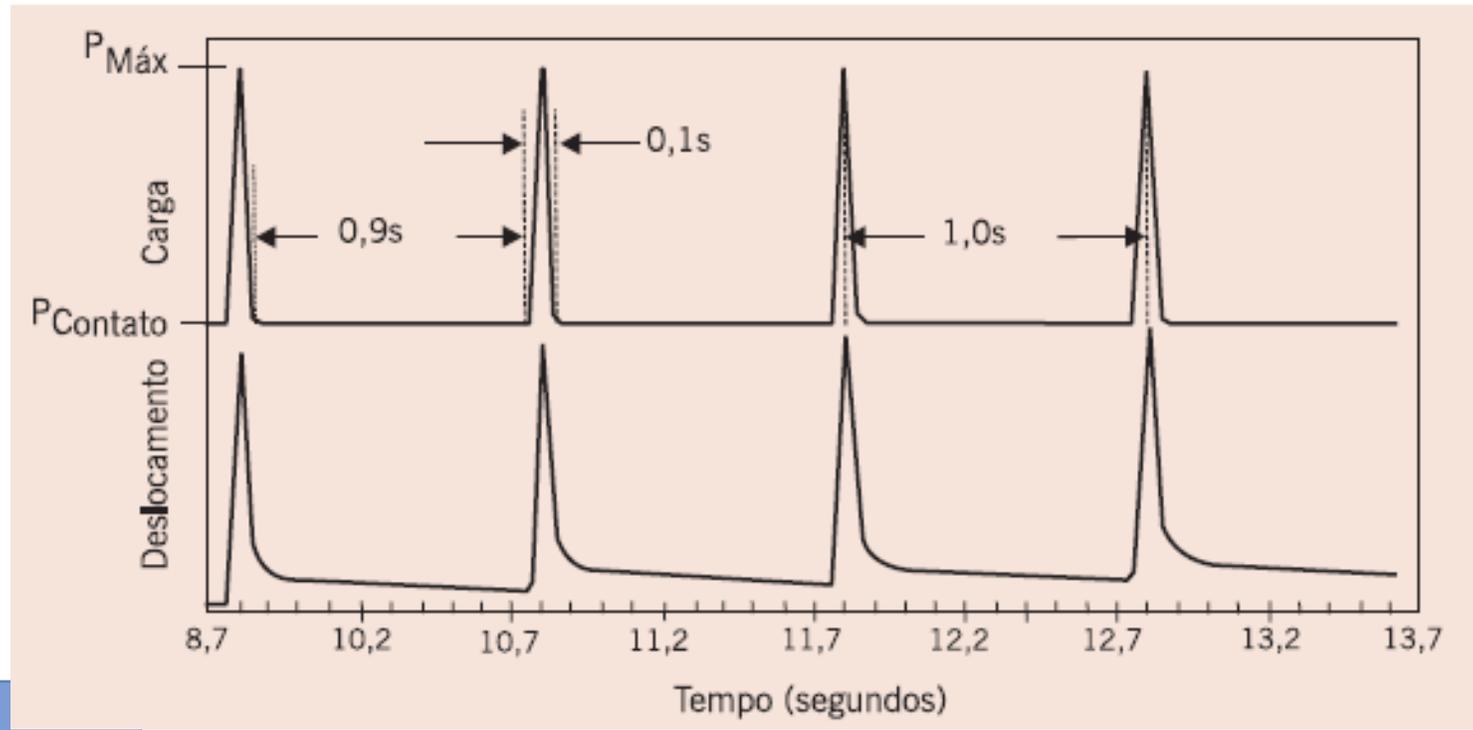




Ensaio de rigidez

Módulo de resiliência

Condições de ensaio e registros

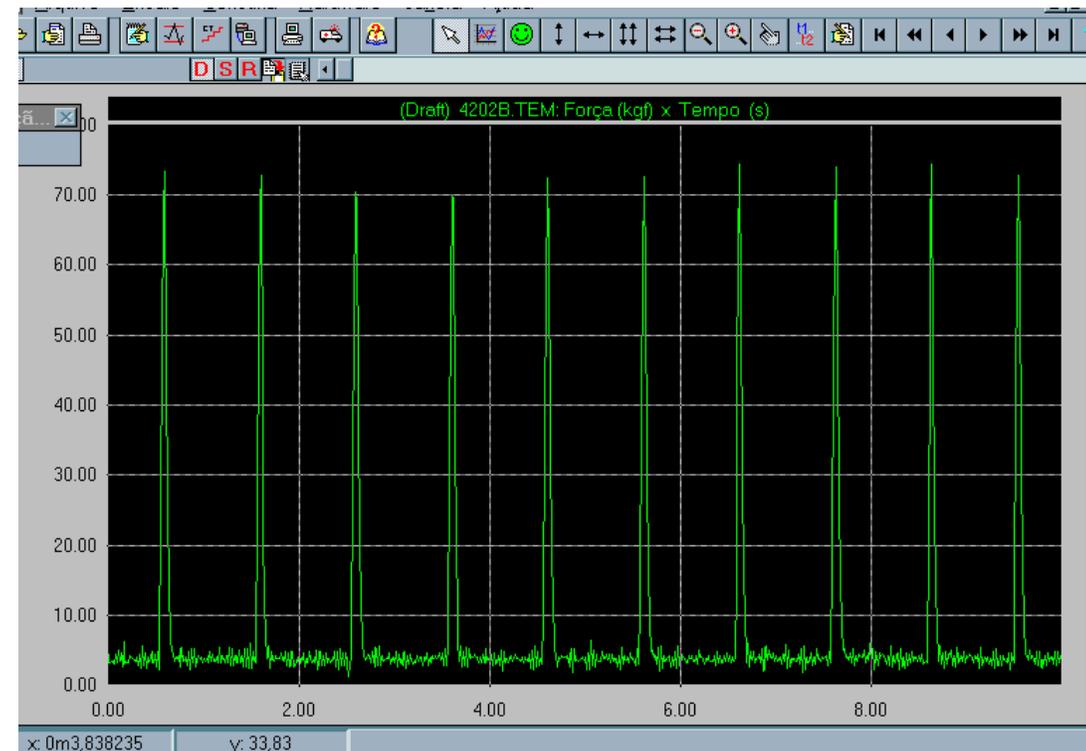
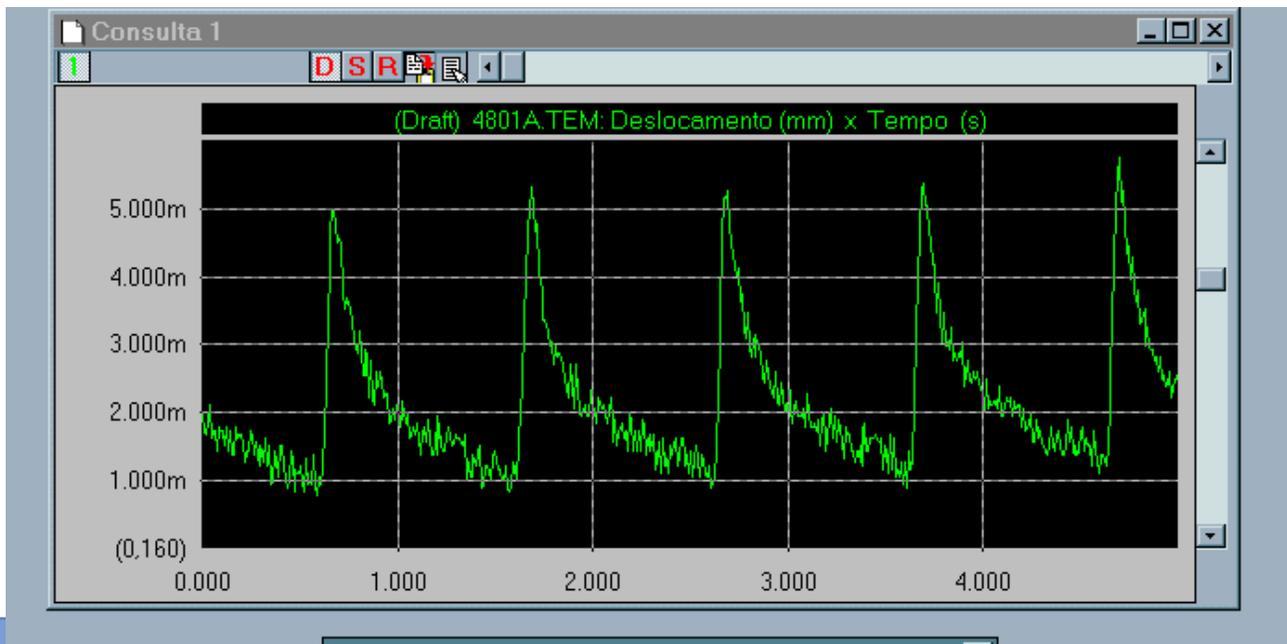




Ensaio de rigidez

Módulo de resiliência

Medida dos deslocamentos

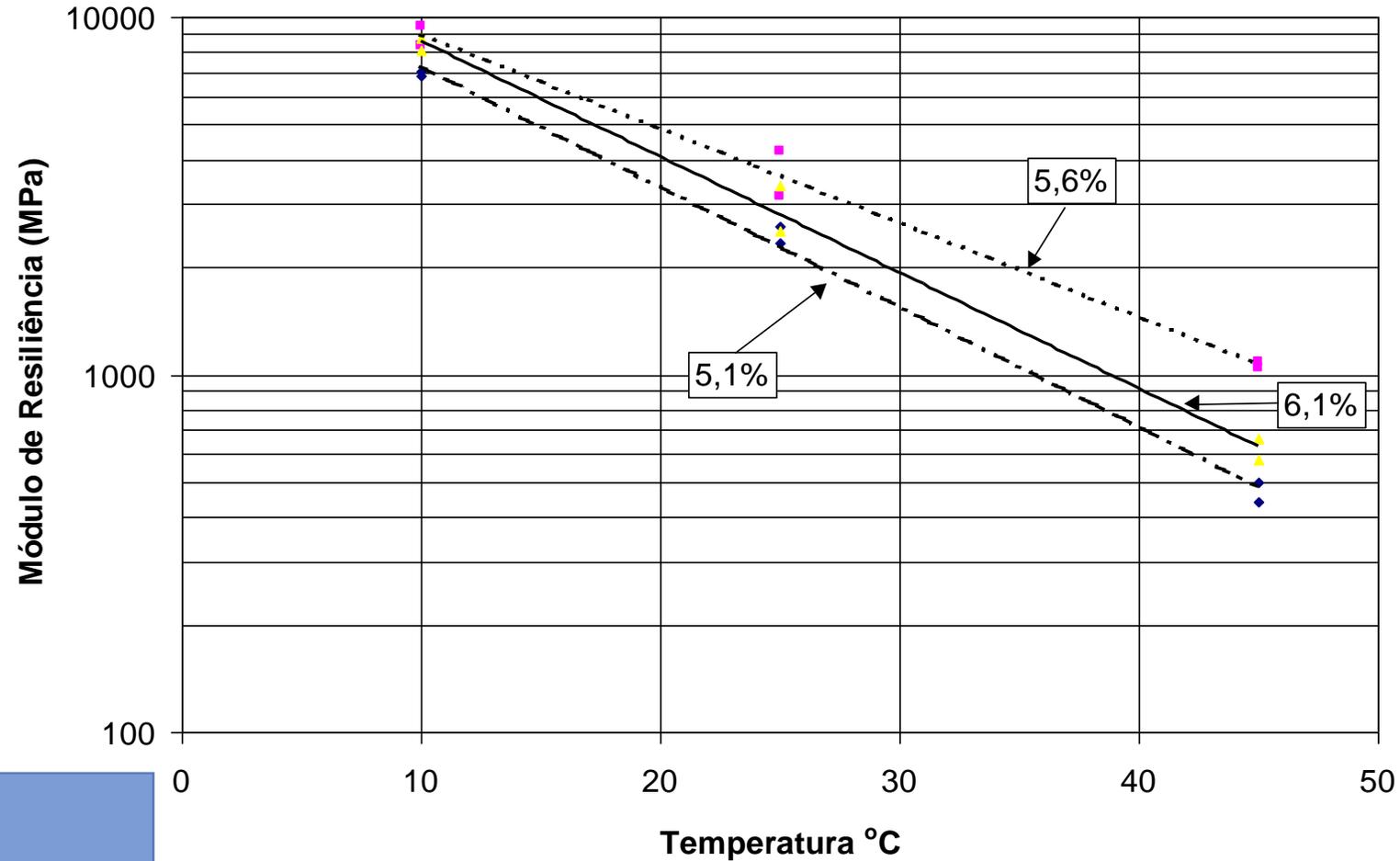


Forma de carregamento



Ensaio de rigidez

Módulo de resiliência





Ensaio de ruptura

Resistência à tração

Determina a resistência à tração de corpos de prova cilíndricos de misturas betuminosas por compressão diametral

O ensaio de compressão diametral para determinação da RT, conhecido como ENSAIO BRASILEIRO, foi desenvolvido pelo professor Lobo Carneiro na COPPE para concreto-cimento (1953)

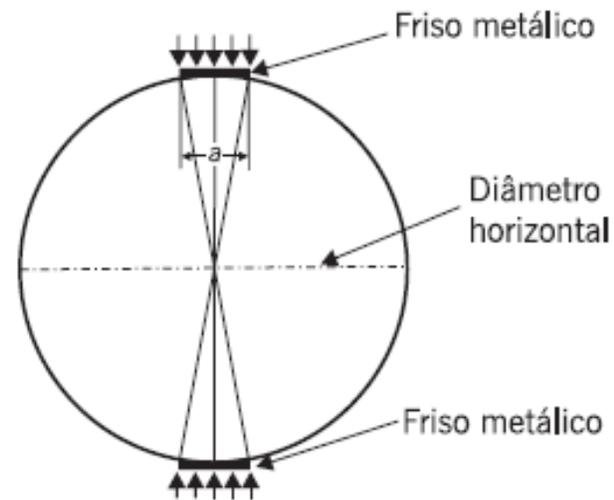
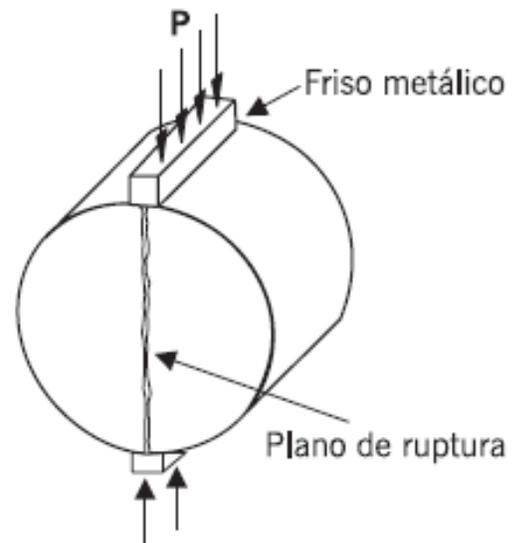




Ensaio de ruptura

Resistência à tração

Método indireto



a – Corda do friso (12,7mm)
 P – Carga aplicada

$$RT = \frac{2F}{\pi D H}$$



Ensaio de ruptura

Vida de fadiga

Trincamento

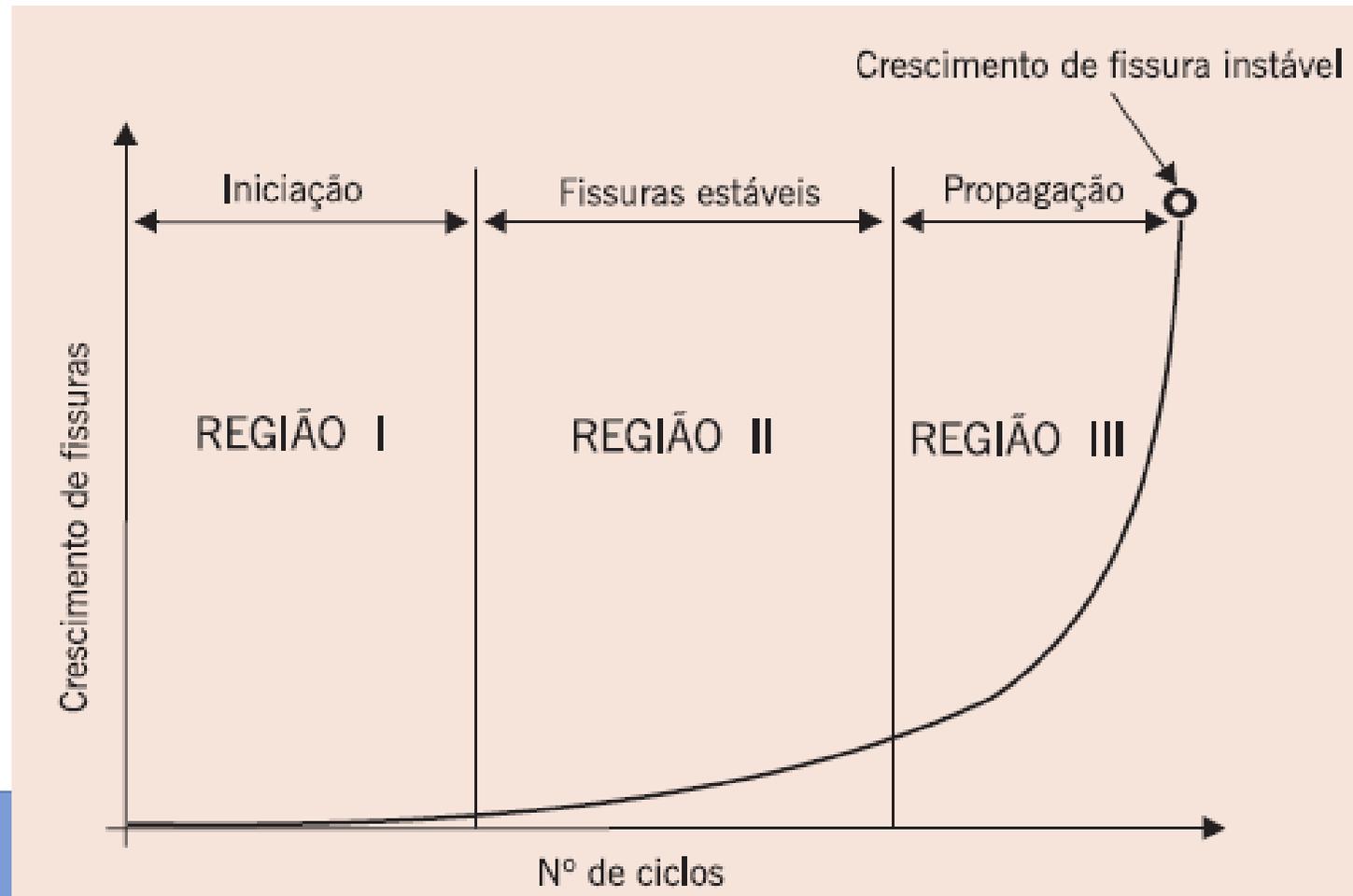
- Afeta significativamente a resistência da camada de rolamento
- Entrada de água na estrutura do pavimento
- Gera desconforto
- Evolui para buracos





Ensaio de ruptura

Vida de fadiga

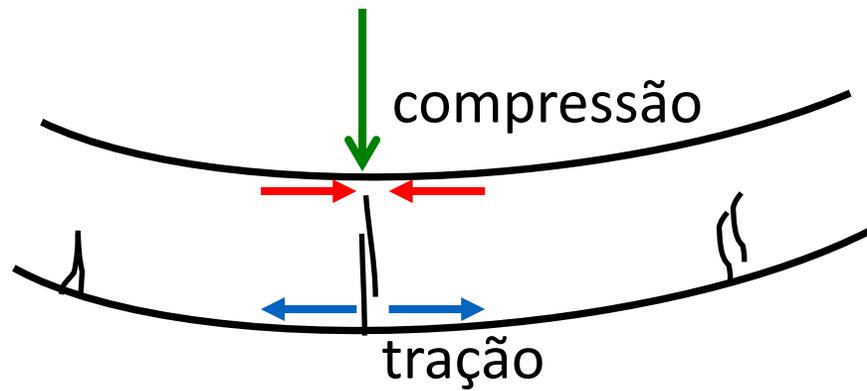




Ensaio de ruptura

Vida de fadiga

Trincamento por fadiga (repetição de carga)

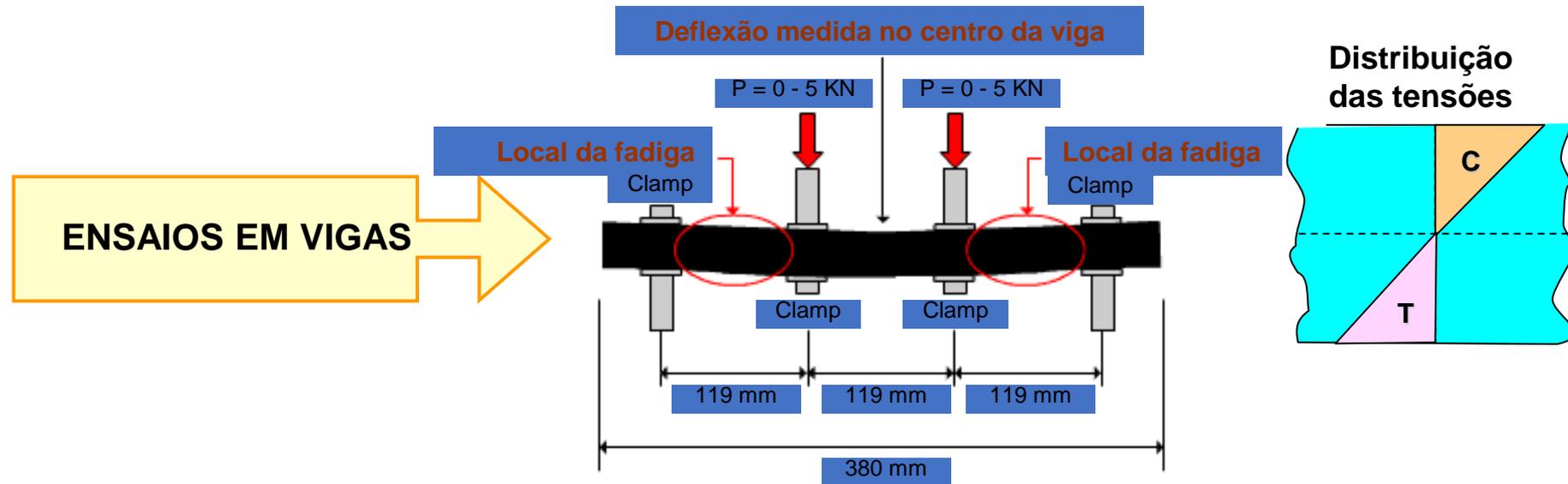




Ensaio de ruptura

Vida de fadiga

Ensaio de fadiga em vigotas



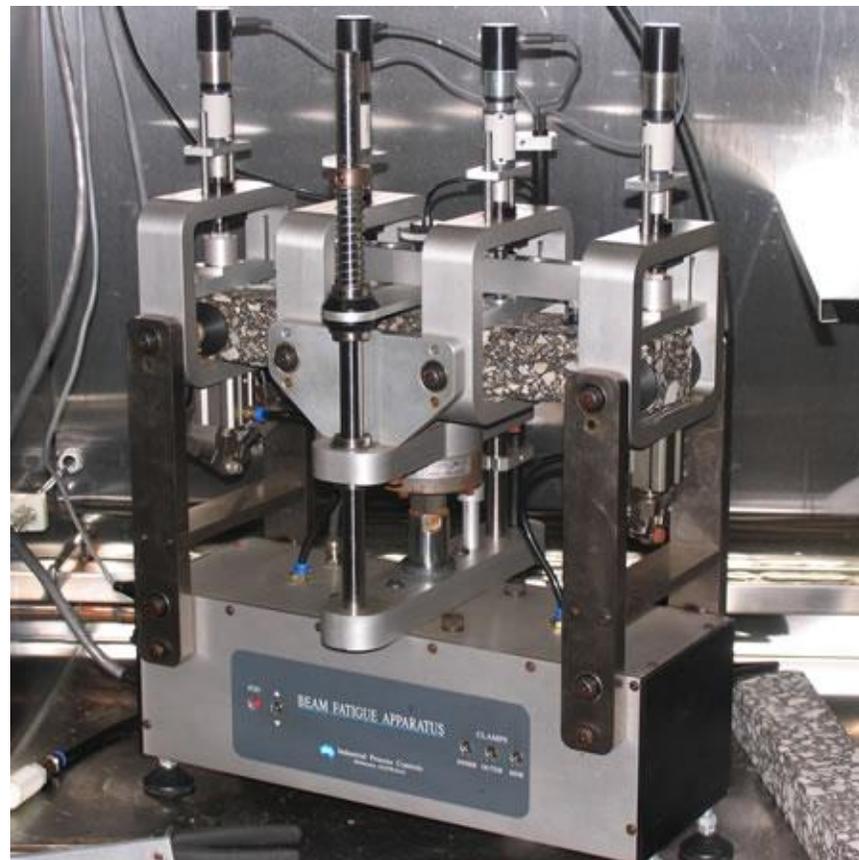
Tensão controlada
Frequência de 1Hz
Equipamento pneumático



Ensaio de ruptura

Vida de fadiga

Ensaio de fadiga em vigotas



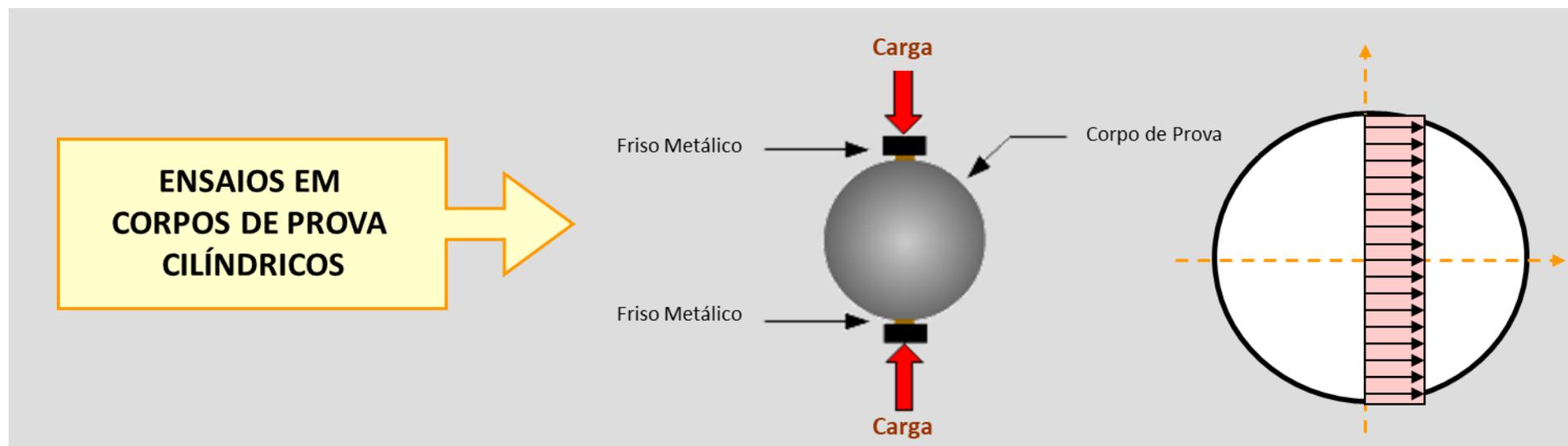
Tensão controlada
Frequência de 1Hz
Equipamento pneumático



Ensaaios de ruptura

Vida de fadiga

Ensaio de fadiga usual no Brasil

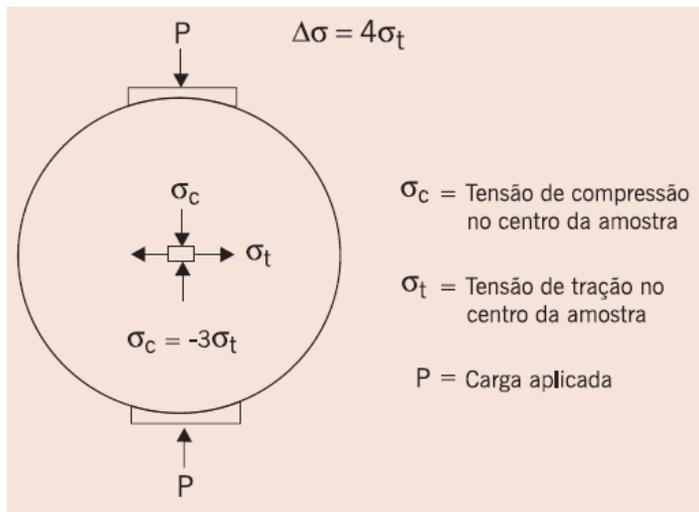


Compressão diametral à tensão controlada
Frequência de 1Hz
Equipamento pneumático



Ensaio de ruptura

Vida de fadiga



$$\text{Diferença de Tensão } (\Delta\sigma) = \sigma_t - \sigma_c = 4\sigma_t$$

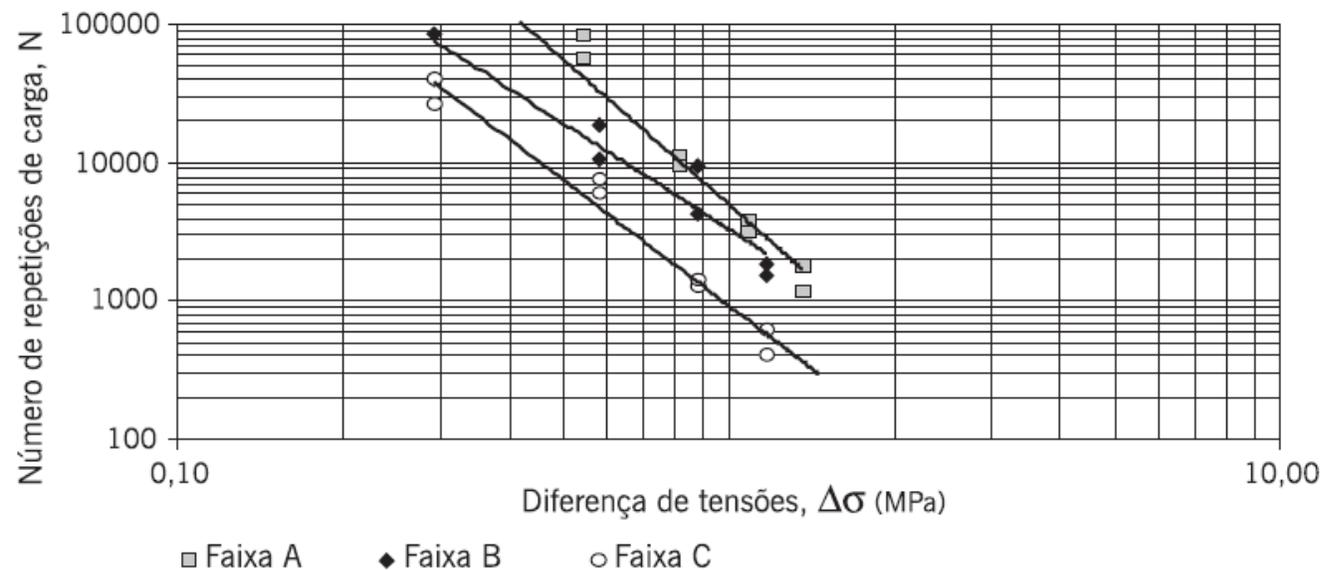
$$\sigma_t = \frac{2 \cdot F}{\pi \cdot D \cdot H}$$

$$\sigma_c = \frac{-6 \cdot F}{\pi \cdot D \cdot H}$$

$$N = k \left(\frac{1}{\Delta\sigma} \right)^n$$



TENSÃO CONTROLADA





Ensaio de ruptura

Deformação permanente

NO REVESTIMENTO



NO SISTEMA





Ensaio de ruptura

Deformação permanente

Causas:

- Compactação complementar de camadas mal compactadas ou ruptura por cisalhamento
- Afundamento por “stripping” (melhorar adesividade)
- Afundamento por fluência do revestimento asfáltico
 - Problema de graduação e de forma de agregados
 - Tipo de ligante
 - Teor de ligante



Ensaio de ruptura

Deformação permanente

Causas:

- Afeta o **conforto dos usuários**, aumentando consideravelmente os custos operacionais
- Afeta a **segurança do usuário**: dirigibilidade em qualquer condição e na perda de aderência em períodos de chuva (hidroplanagem)
- Reflete **problemas estruturais** e/ou de **projeto de revestimentos asfálticos**
- Dificulta **manutenção/reabilitação** de pavimentos





Ensaio de ruptura

Deformação permanente

Compactação por amassamento



LTP/EPUSP



Simuladores de tráfego

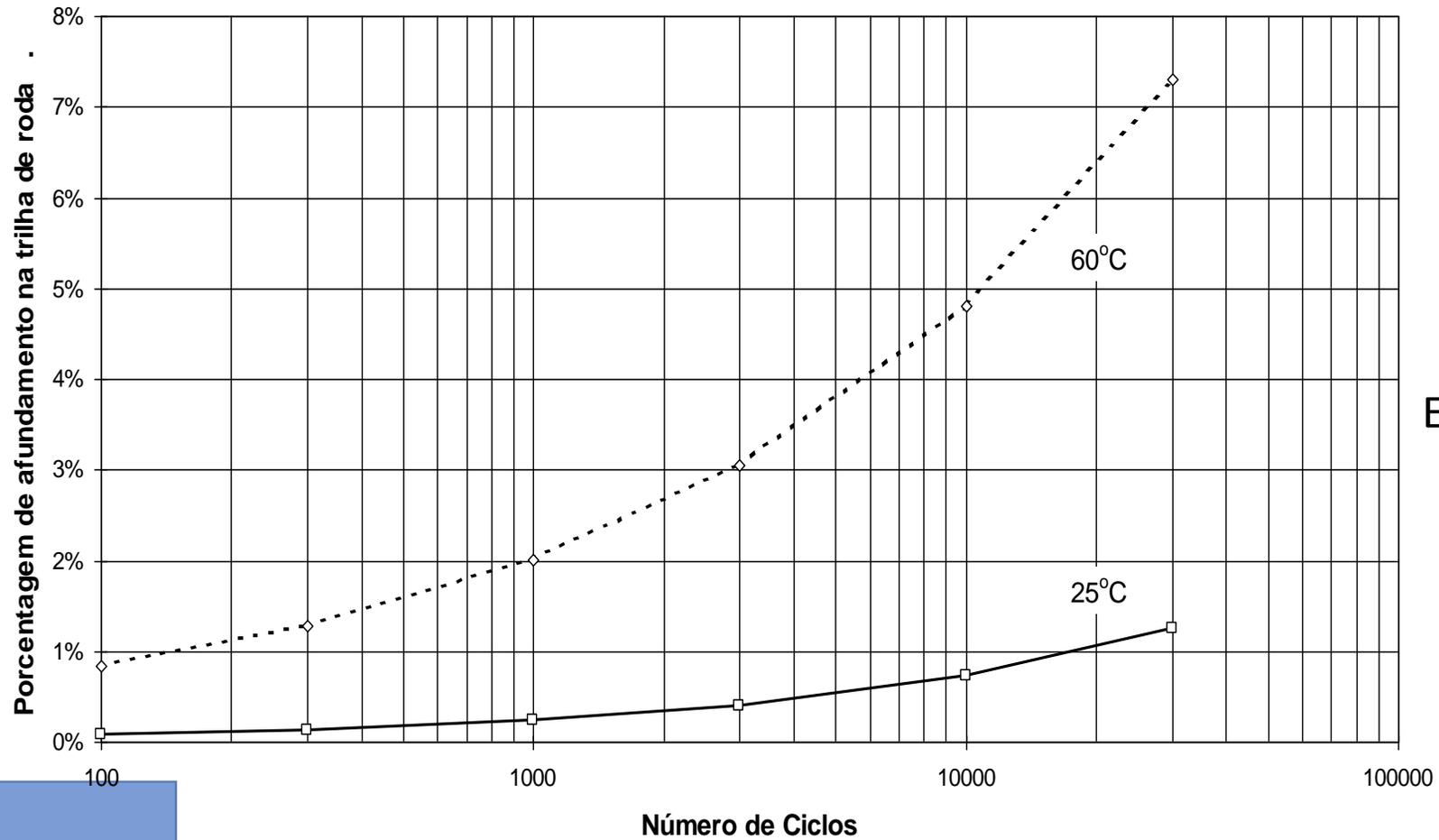


Equipamento francês - LCPC



Ensaio de ruptura

Deformação permanente

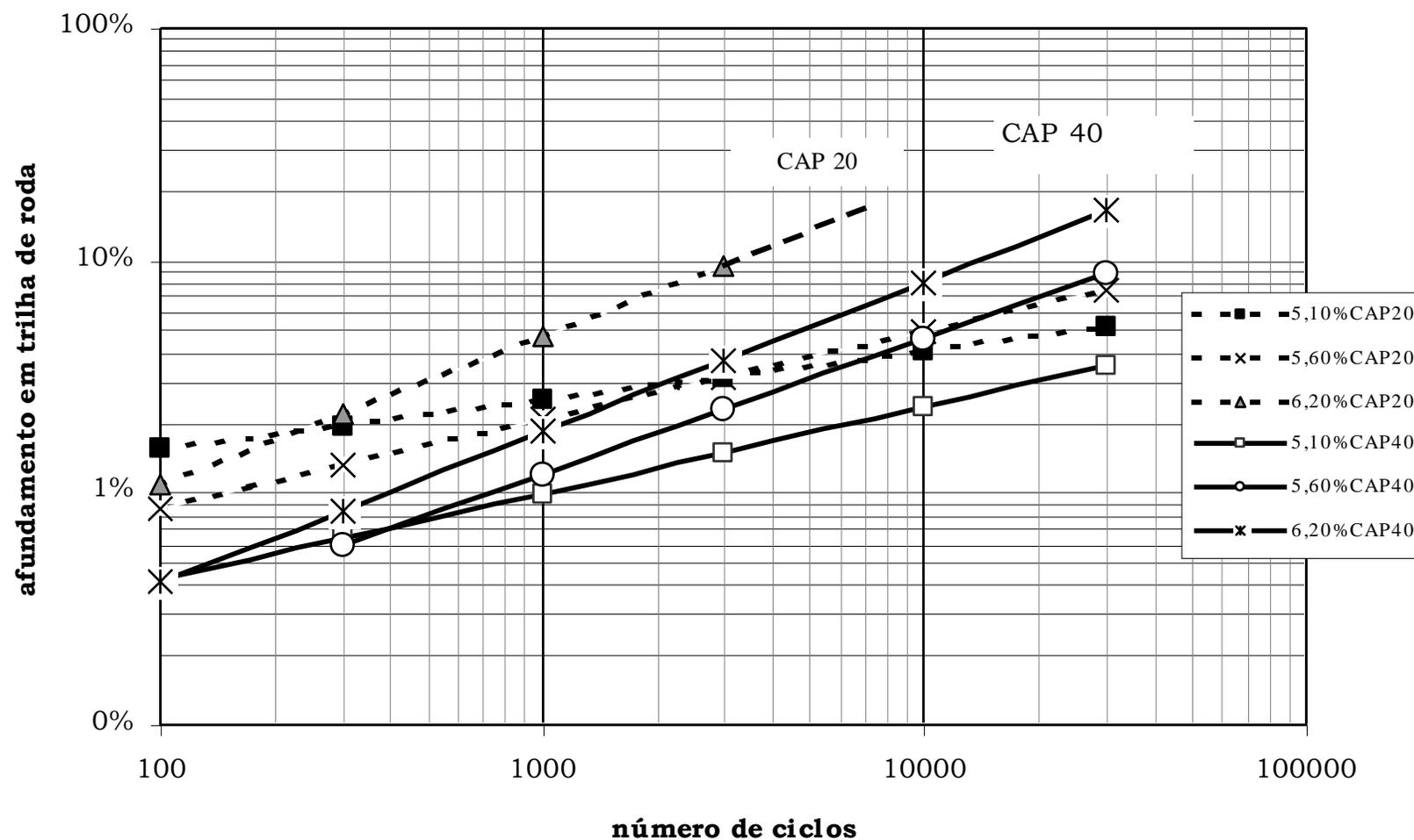


Efeito da temperatura



Ensaio de ruptura

Deformação permanente



Efeito do teor de ligante



Reflexões

- Valores de laboratório se correlacionam com o campo? São os mesmos valores?
- Que outros fatores influenciam?
- Como prever os defeitos de pista?
- Como medir os defeitos reais em pista?
- Então, para que servem os ensaios?



Obrigada

PTR 3322 - Pavimentação Rodoviária

Profa. Kamilla Vasconcelos

Profa. Dra. Liedi Bernucci



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ESCOLA POLITÉCNICA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE

TRANSPORTES