

# DESEMPENHO DE MISTURAS BETUMINOSAS COM BMB APLICADAS EM PORTUGAL

Fátima Batista, LNEC  
Maria de Lurdes Antunes, LNEC  
Paulo Fonseca, RECIPAV

# APLICAÇÃO DE MISTURAS COM BMB EM PORTUGAL

- ✓ 1ª aplicação de misturas betuminosas com ligante em betume modificado com borracha (BMB)
  - 1999: Obras de reabilitação das EENN 104 e 105



2006

- Camada de desgaste em mistura betuminosa descontínua com BMB

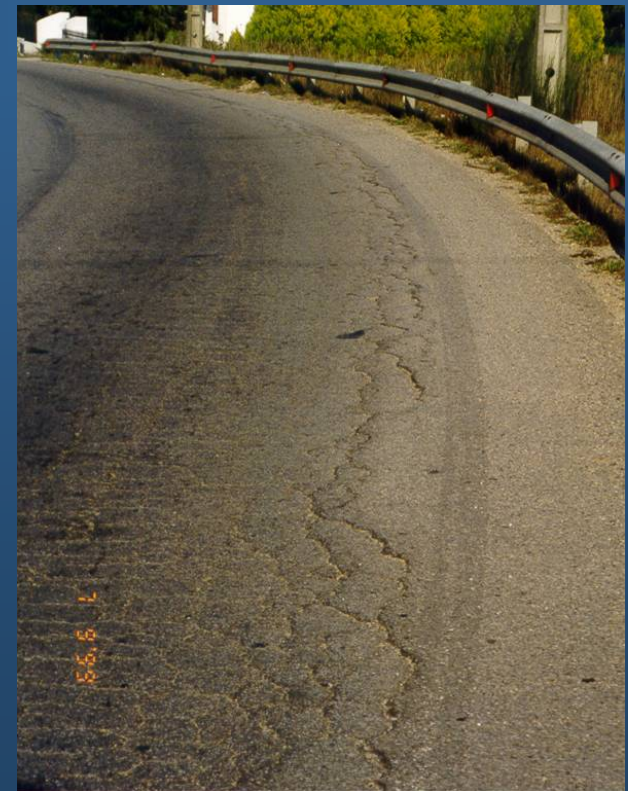
Avaliação do desempenho das misturas aplicadas

# TRABALHOS DE REABILITAÇÃO DOS TROÇOS DAS EENN 104 E 105

✓ EN 104 - Azurara/Trofa → ≈ 16 km

➤ Fendilhamento tipo pele de crocodilo em áreas extensas

➤ TMDp ≈ 400 veículos



# TRABALHOS DE REABILITAÇÃO DOS TROÇOS DAS EENN 104 E 105

✓ EN 104 - Azurara/Trofa → ≈ 16 km

➤ Solução de reabilitação

❖ Camada de regularização em mistura betuminosa tradicional, e ≈ 70-90 mm

❖ Camada de desgaste em mistura betuminosa rugosa (MBR) com BMB, e ≈ 60 mm

➤ Obra: 1999-2000



# TRABALHOS DE REABILITAÇÃO DOS TROÇOS DAS EENN 104 E 105

✓ EN 105 - Travagem/Santo Tirso → ≈ 17 km

➤ Fendilhamento tipo pele de crocodilo em áreas extensas

➤ TMDp ≈ 800 veículos





# TRABALHOS DE REABILITAÇÃO DOS TROÇOS DAS EENN 104 E 105

✓ EN 105 - Travagem/Santo Tirso → ≈ 17 km

➤ Solução de reabilitação

❖ Camada de regularização em mistura reciclada a quente, e ≈ 70-90 mm

❖ Camada de desgaste em mistura betuminosa rugosa (MBR) com BMB, e ≈ 60 mm

➤ Obra: 1999-2000



# FABRICO DAS MISTURAS BETUMINOSAS COM BMB

- ✓ MBR fabricadas por via húmida
  - Central contínua adaptada ao fabrico de BMB
  - Agregados
    - ❖ Origem granítica
    - ❖ Granulometria descontínua 0/14 mm
  - BMB (7% de ligante)
    - ❖ 82% Betume base
    - ❖ 18% de borracha



# AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DAS MISTURAS BETUMINOSAS COM BMB COLOCADAS EM OBRA

- ✓ Inspeções visuais
  - 2005: Pavimentos em bom estado, não se observando, de uma forma geral, anomalias importantes



# AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DAS MISTURAS BETUMINOSAS COM BMB COLOCADAS EM OBRA

- ✓ Estudos laboratoriais para caracterização das misturas aplicadas
  - Durante a execução das obras (1999-2000)
  - Após cerca de 6 anos em serviço (2005-2006)

# AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO MECÂNICO

- ✓ Ensaios de flexão simples a extensão controlada
  - Determinação do módulo de deformabilidade
  - Avaliação do comportamento à fadiga
- ✓ Ensaios de simulação em pista de laboratório
  - Avaliação do comportamento às deformações permanentes

# MÓDULO DE DEFORMABILIDADE E COMPORTAMENTO À FADIGA

## ✓ Ensaios de flexão simples a extensão controlada

### ➤ Norma de ensaio AASHTO TP8-94

- ❖ Carregamento sinusoidal
- ❖ Frequência de 10 Hz
- ❖  $T \approx 20^{\circ}\text{C}$
- ❖ Provetes prismáticos (vigas)



# MÓDULO DE DEFORMABILIDADE E COMPORTAMENTO À FADIGA

- ✓ Ensaios de flexão simples a extensão controlada
  - Durante a execução da obra
    - ❖ Vigas recolhidas em obra "novas"
    - ❖ Vigas recolhidas em obra e envelhecidas em laboratório: 5 dias a 85°C
  - Após cerca de 6 anos em serviço
    - ❖ Vigas recolhidas em obra, com cerca de 6 anos de idade

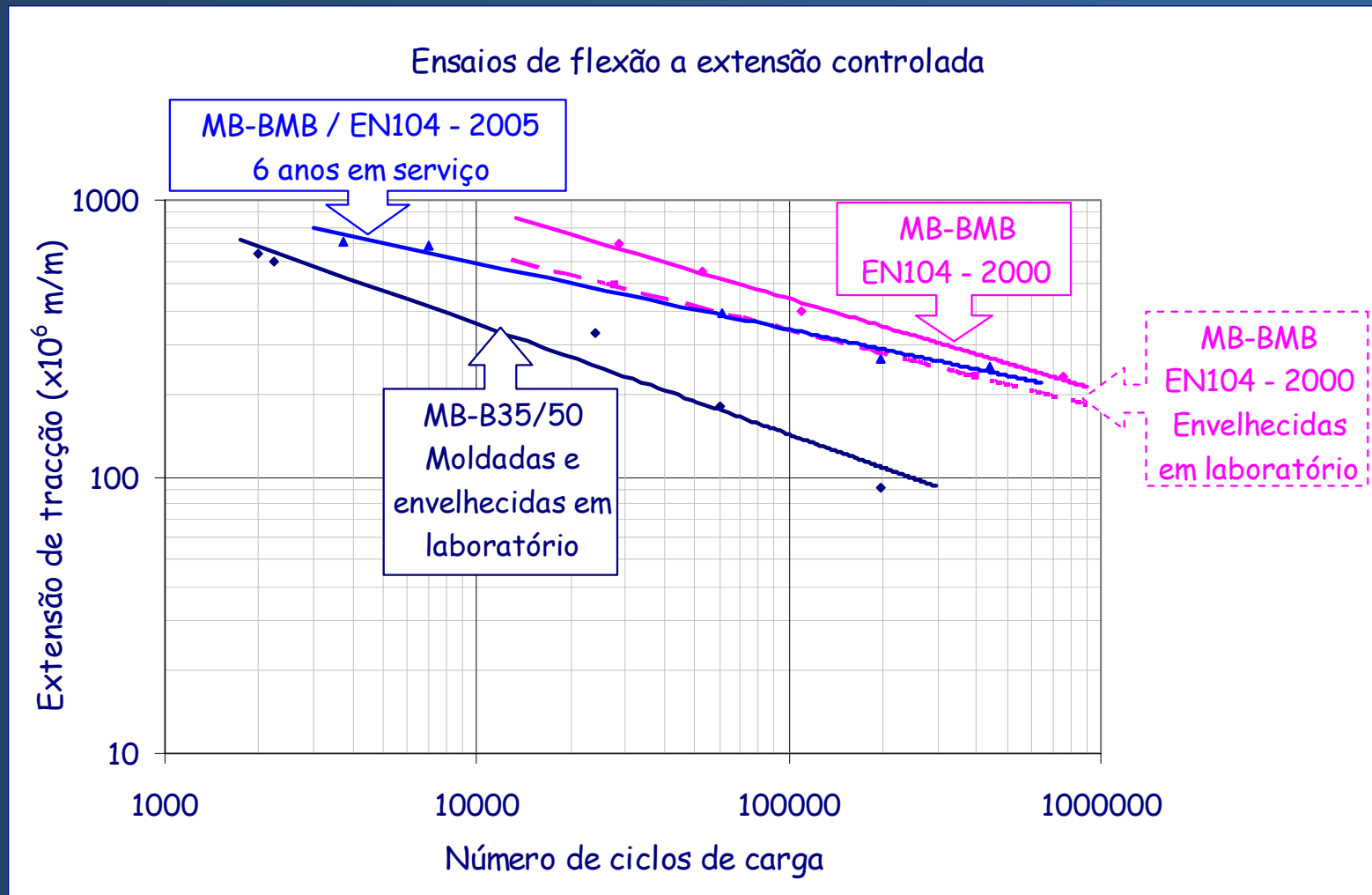


# MÓDULO DE DEFORMABILIDADE

- ✓ Vigas recolhidas na EN104 durante a execução das obras
  - "Novas":  $E \approx 3200 \text{ MPa}$
  - Envelhecidas (5 dias a  $85^\circ\text{C}$ ):  $E \approx 4300 \text{ MPa}$
- ✓ Vigas recolhidas na EN104 após cerca de 6 anos em serviço
  - $E \approx 6700 \text{ MPa}$



# COMPORTAMENTO À FADIGA



# COMPORTAMENTO ÀS DEFORMAÇÕES PERMANENTES

## ✓ Ensaios de simulação em pista de laboratório

### ➤ Norma de ensaio NLT-173/84

❖  $T = 60^{\circ}\text{C}$

❖ Provetes prismáticos (lajetas)



### ➤ Especificações espanholas PG3 - Art.542

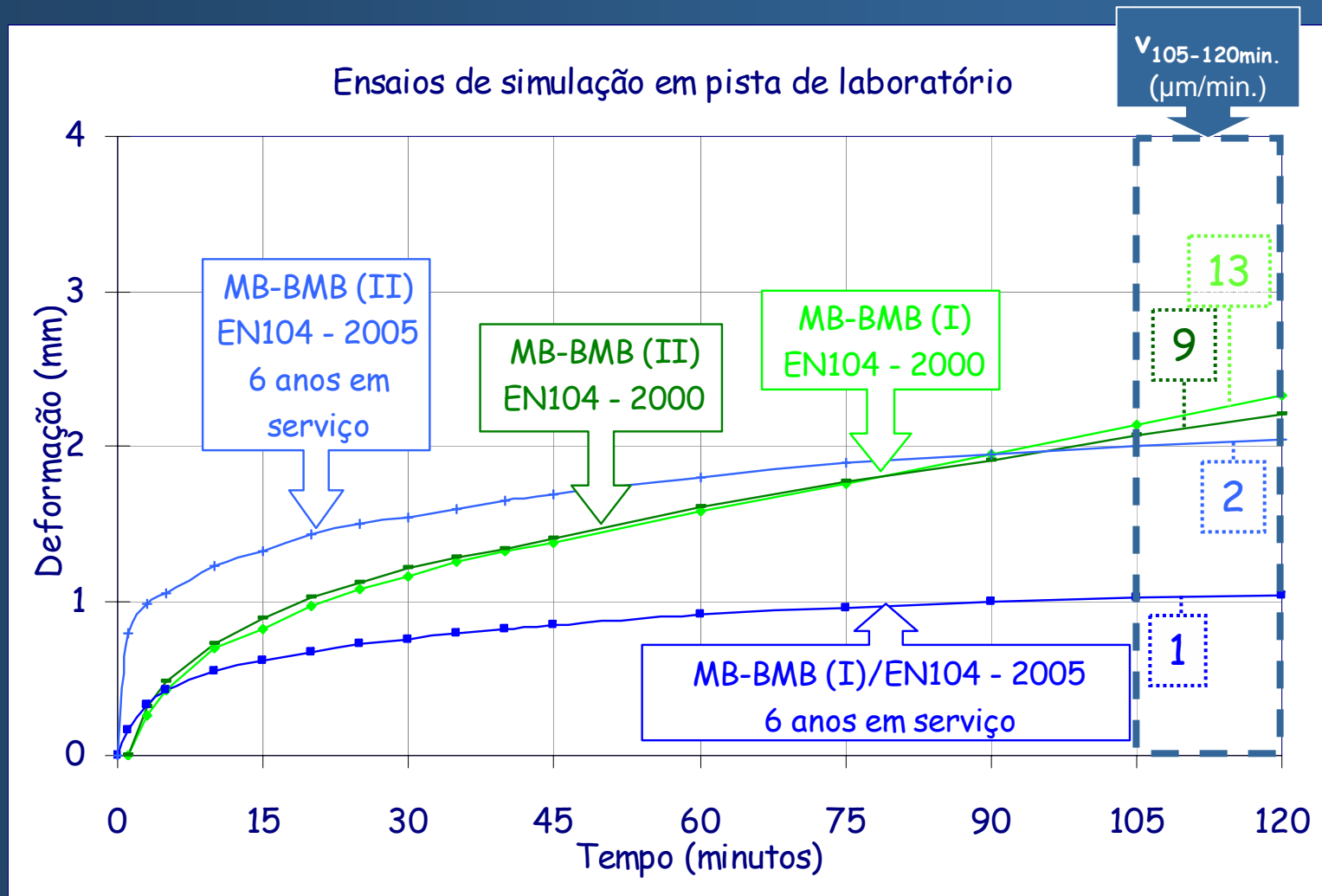
❖ Velocidade de deformação entre os 105 e 120 min. (zona térmica estival quente,  $TMD_{p \geq 2000}$ ),  $v_{105-120\text{min.}} \leq 12 \mu\text{m}/\text{min.}$

# COMPORTAMENTO ÀS DEFORMAÇÕES PERMANENTES

- ✓ Ensaios de simulação em pista de laboratório
  - Durante a execução da obra
    - ❖ Lajetas recolhidas em obra "novas"
  - Após cerca de 6 anos em serviço
    - ❖ Lajetas recolhidas em obra, com cerca de 6 anos de idade



# COMPORTAMENTO ÀS DEFORMAÇÕES PERMANENTES



# CONSIDERAÇÕES FINAIS

- ✓ Estudo dos materiais nas suas diferentes fases:
  - Durante a execução dos trabalhos de reabilitação dos pavimentos,
    - ❖ Simulação do envelhecimento das misturas betuminosas
  - Após a entrada em serviço (6 anos)



# CONSIDERAÇÕES FINAIS

✓ Desempenho das misturas com betão betuminoso com borracha

➤ Resistência à fadiga

❖ No início da vida em serviço

❖ Após 6 anos em serviço

Bom desempenho

Pouca sensibilidade ao envelhecimento

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

- ✓ Desempenho das misturas com betão betuminoso com borracha
  - Resistência às deformações permanentes
    - ❖ No início da vida em serviço
    - ❖ Após 6 anos em serviço



Bom desempenho

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

- ✓ A construção/reabilitação de pavimentos utilizando misturas betuminosas com BMB pode constituir uma alternativa ambientalmente e tecnicamente interessante:
  - Melhor comportamento à fadiga
  - Comportamento às deformações permanentes satisfatório

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

- ✓ Trabalhos futuros
  - Desenvolvimento de especificações baseadas no desempenho