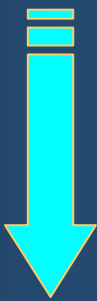


DESEMPENHO DE MISTURAS BETUMINOSAS COM BMB APLICADAS EM PORTUGAL

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

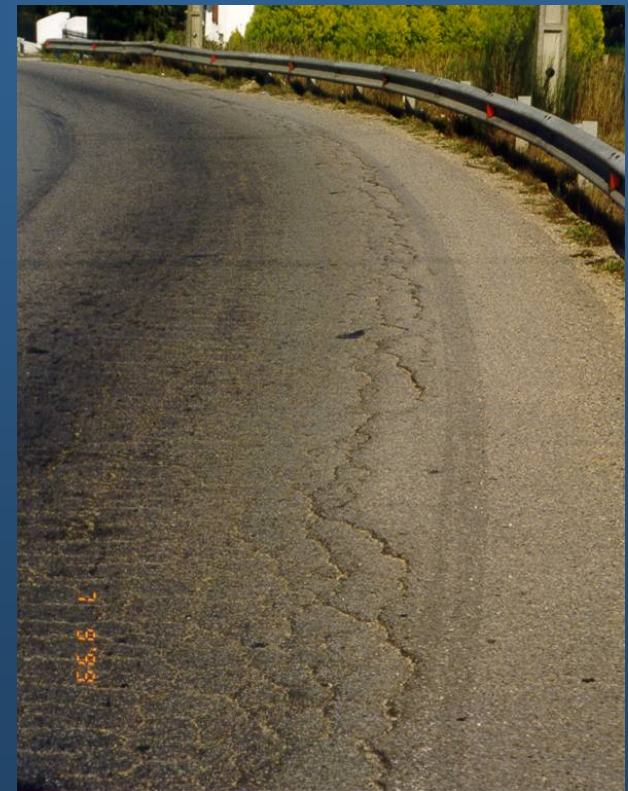
Avaliação do desempenho das misturas aplicadas

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

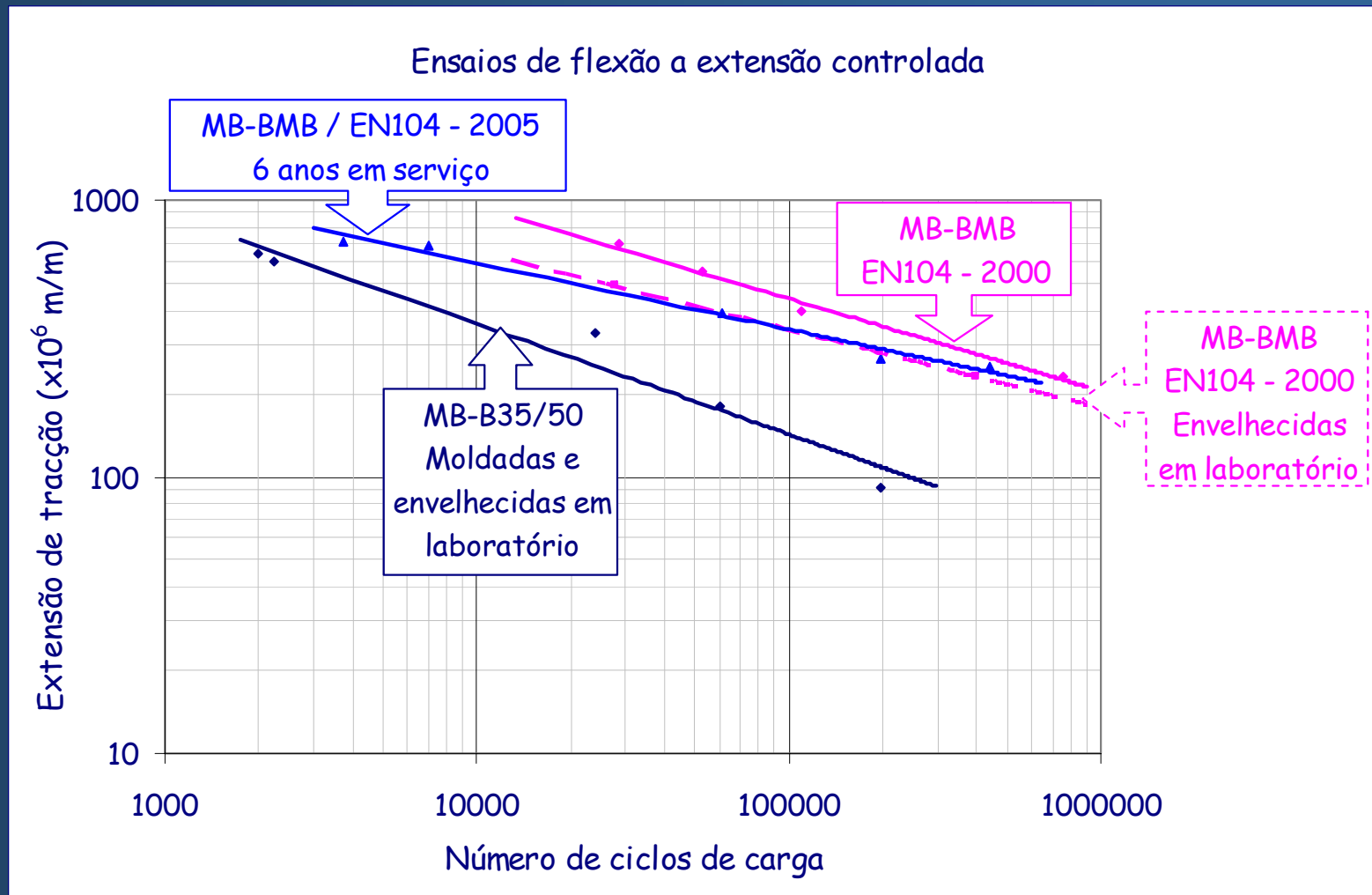
- ✓ Ensaios de flexão simples a extensão controlada
 - Durante a execução da obra
 - ❖ Vigas recolhidas em obra "novas"
 - ❖ Vigas recolhidas em obra e envelhecidas em laboratório: 5 dias a 85°C
 - Após cerca de 6 anos em serviço
 - ❖ Vigas recolhidas em obra, com cerca de 6 anos de idade



MÓDULO DE DEFORMABILIDADE

- ✓ Vigas recolhidas na EN104 durante a execução das obras
 - "Novas": $E \approx 3200 \text{ MPa}$
 - Envelhecidas (5 dias a 85°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

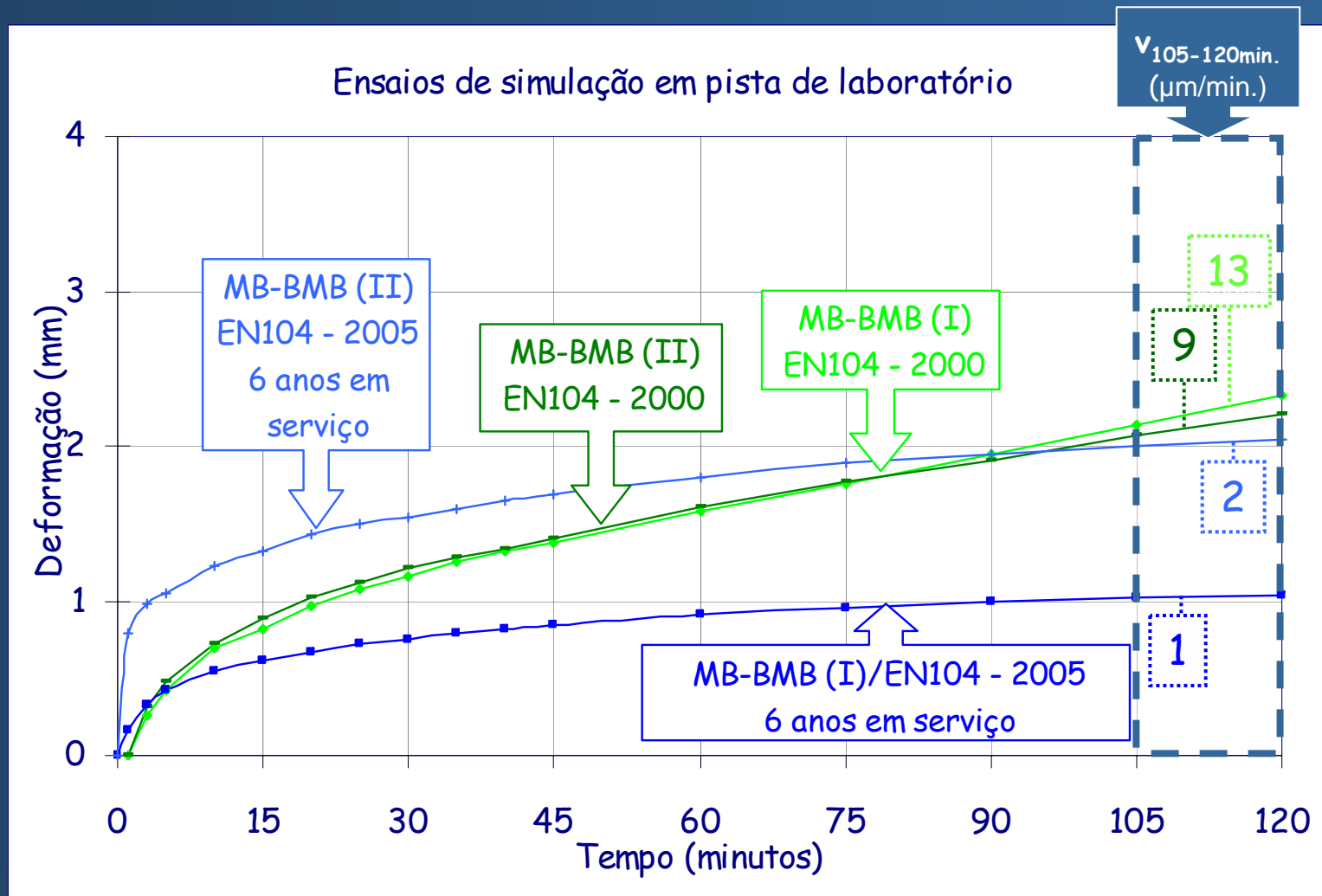
❖ Velocidade de deformação entre os 105 e 120 min. (zona térmica estival quente, $TMD_{p \geq 2000}$), $v_{105-120\text{min.}} \leq 12 \mu\text{m}/\text{min.}$

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



DESEMPENHO DE MISTURAS BETUMINOSAS COM BMB APLICADAS EM PORTUGAL
 Fátima Batista, Maria de Lurdes Antunes e Paulo Fonseca



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