

5^{as} JORNADAS BETUMES



Construindo Caminhos

8 de março 2018
Fundação Oriente



Misturas asfálticas utilizando betume de baixa temperatura

Arminda Almeida – *Universidade de Coimbra*

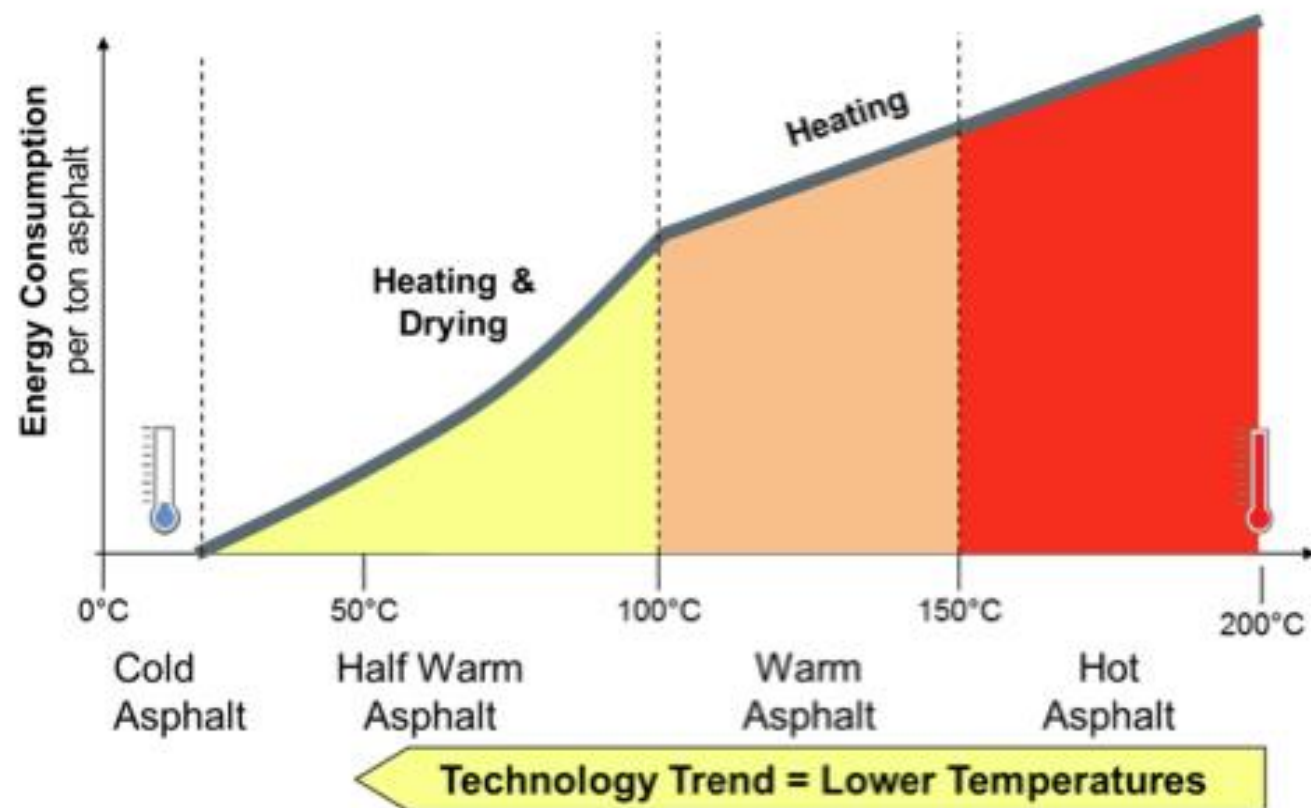
Giuseppe Picone - *Universidade de Roma "La Sapienza"*

Michela Sergio - *Universidade de Roma "La Sapienza"*

Índice:

- ☐ Misturas temperadas
- ☐ Objetivos
- ☐ Mistura estudada
- ☐ Ensaaios realizados
- ☐ Resultados
- ☐ Conclusões

Misturas temperadas:



Fonte: www.eapa.org

Vantagens:

- ☐ Ambientais
- ☐ Para os trabalhadores



Técnicas:

- ☐ Aditivos orgânicos
- ☐ Aditivos químicos
- ☐ Espuma de betume

Objetivos:

- ❑ **Avaliar o efeito de diferentes temperatura de fabrico**
 - Estabilidade e deformação Marshall (compactador de impacto)
 - Trabalhabilidade (compactador giratório – curvas de compactação)

- ❑ **Avaliar o desempenho (provetes envelhecidos e não envelhecidos)**
 - Sensibilidade à água
 - Resistência à deformação permanente (Ensaio de Pista)
 - Módulo de Rigidez
 - Resistência à fadiga



**Betume
Baixa-Temperatura
35/50**

Mistura:

AC 20 base/reg/bin 35/50 (MB – Macadame Betuminoso)

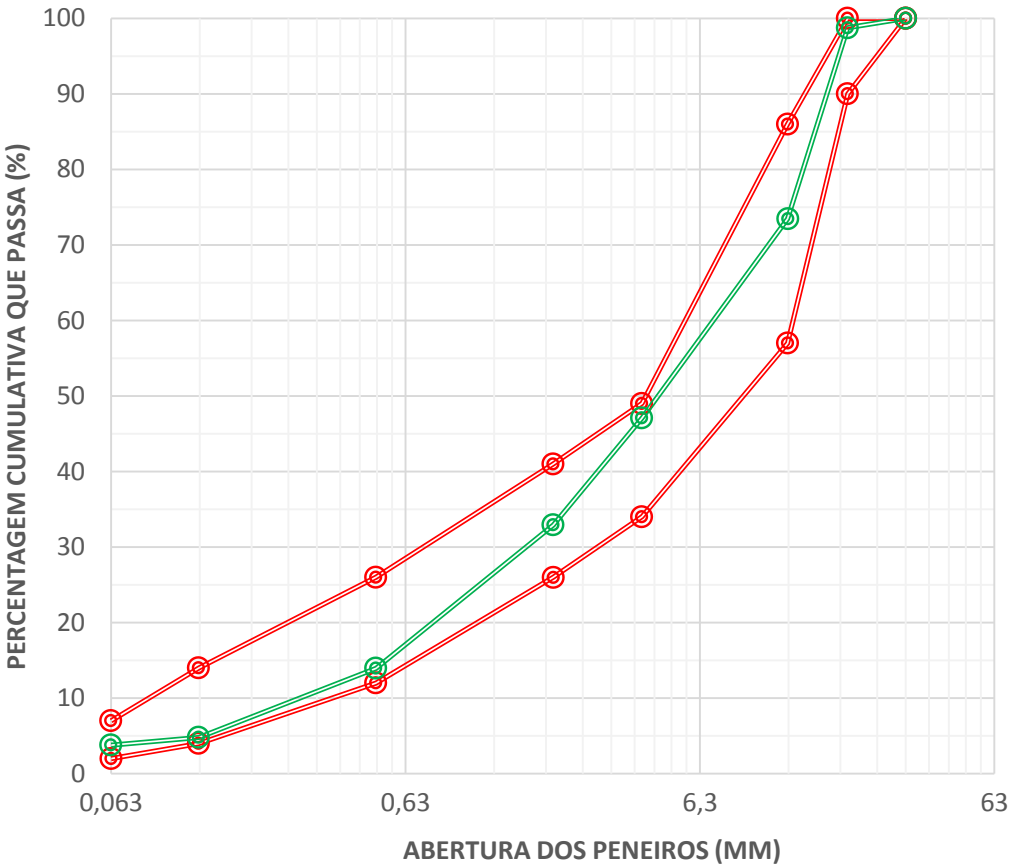
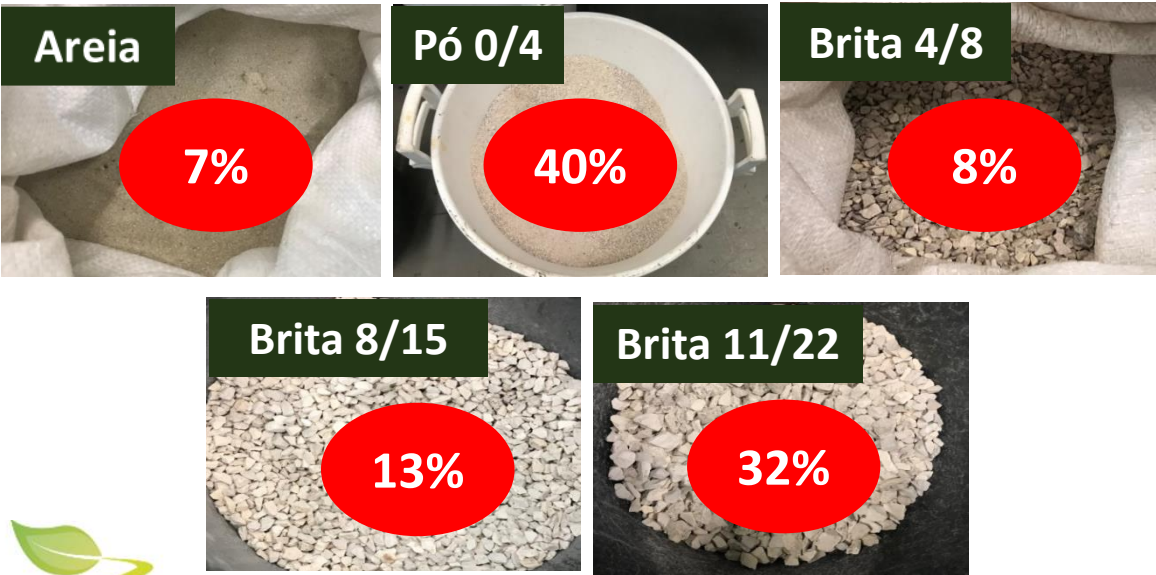
☐ Betume

HMA: Betume 35/50

5%

WMA: Betume de baixa-temperatura 35/50

☐ Agregados



Preparação dos provetes:

Compactador de Impacto (EN 12697-30)



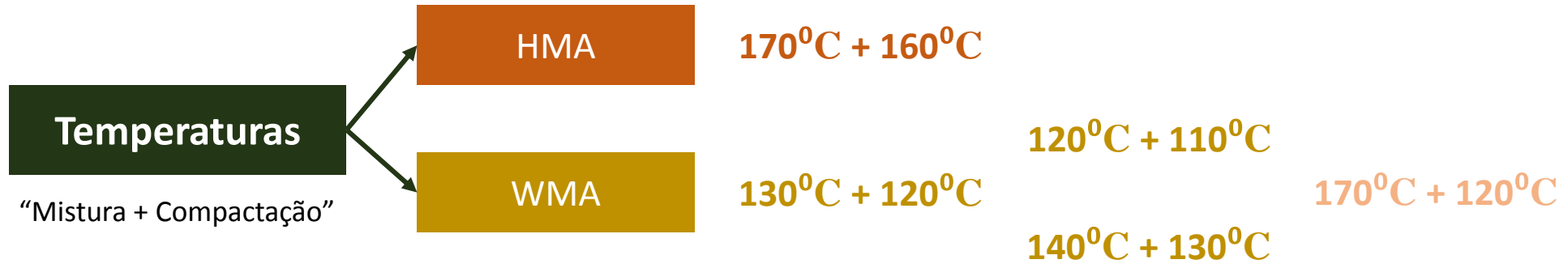
- 75 pancadas
- $\approx 1200\text{ g}$
- $D = 110\text{ mm}$

Compactador Giratório (EN 12697-31)



- 120 ciclos
- 4900 g
- $D = 150\text{ mm}$
- $P = 600\text{ kPa}$
- $\alpha = 1,16^\circ$

Compactador de Rolos (EN 12697-33)



Envelhecimento dos Provetes:



**Standard Practice for
Mixture Conditioning
of Hot Mix Asphalt (HMA)**

AASHTO Designation: R 30-02 (2015)¹

Procedimento de envelhecimento a longo prazo que pretende simular o envelhecimento do ligante ao longo de 7 a 10 anos de vida útil do pavimento

EQUIPAMENTO



ESTUFA

TEMPERATURA



85°C

DURAÇÃO

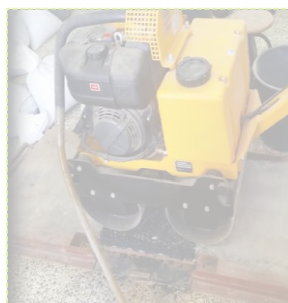


120 HORAS
(5 DIAS)

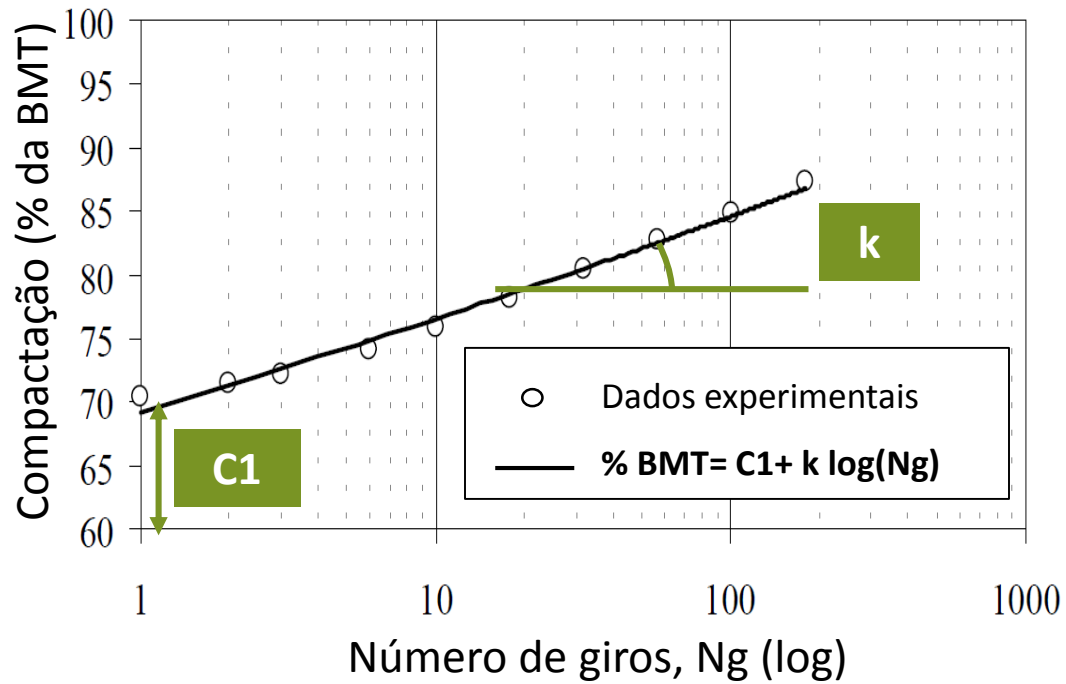
Compressão Marshall (EN 12697-34)



Resistência à Tração Indireta (EN 12697-23)

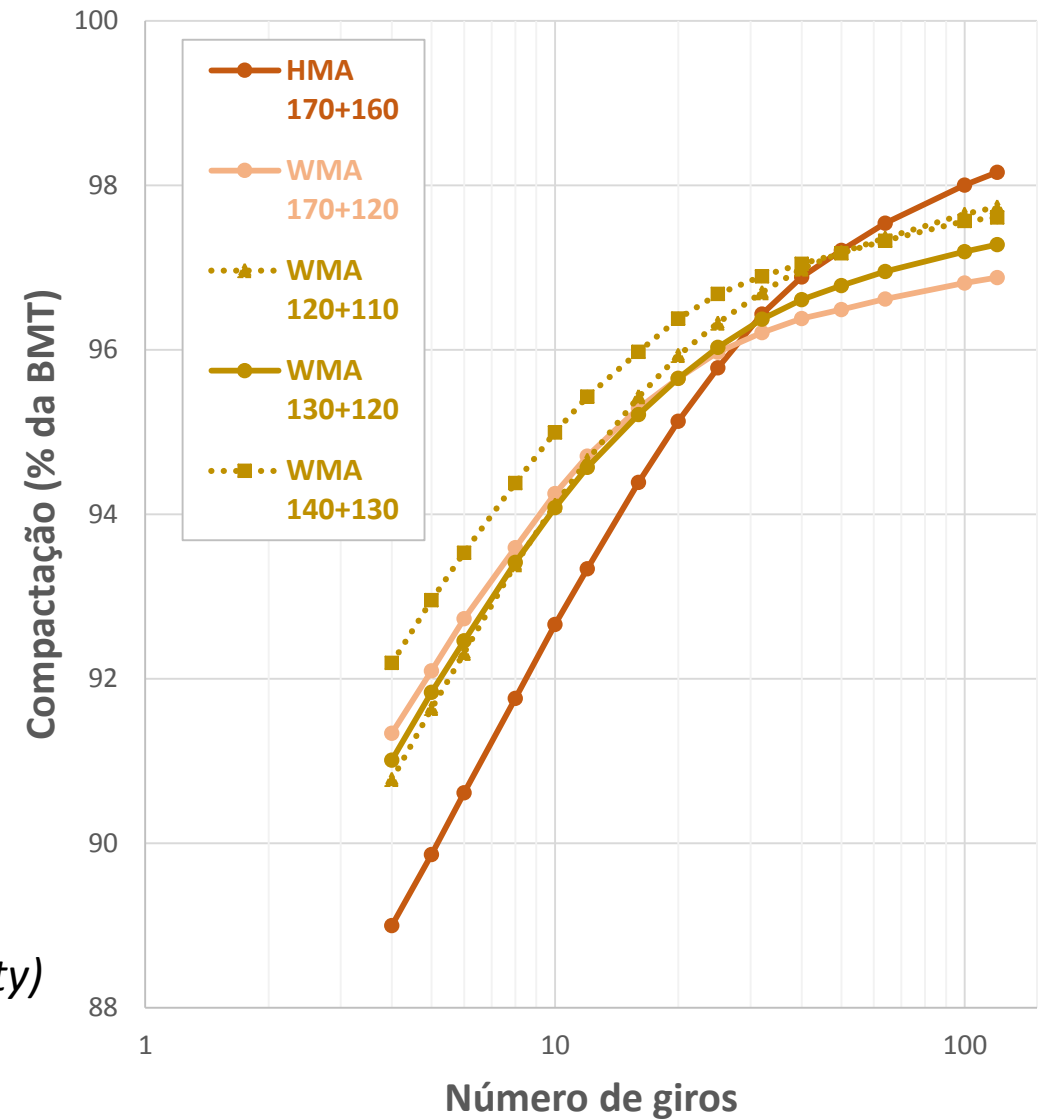


Trabalhabilidade:

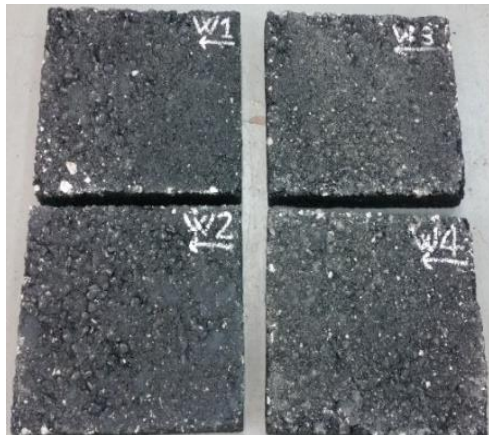
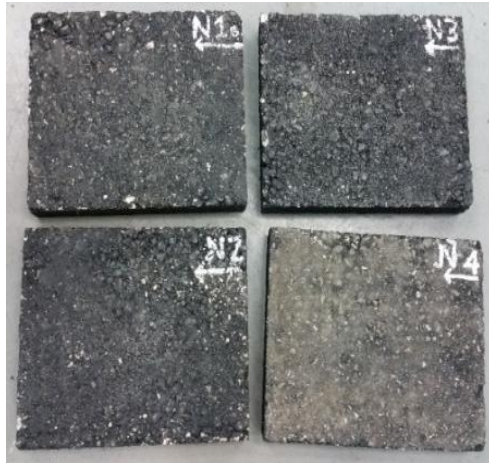


Parâmetros da compactação:

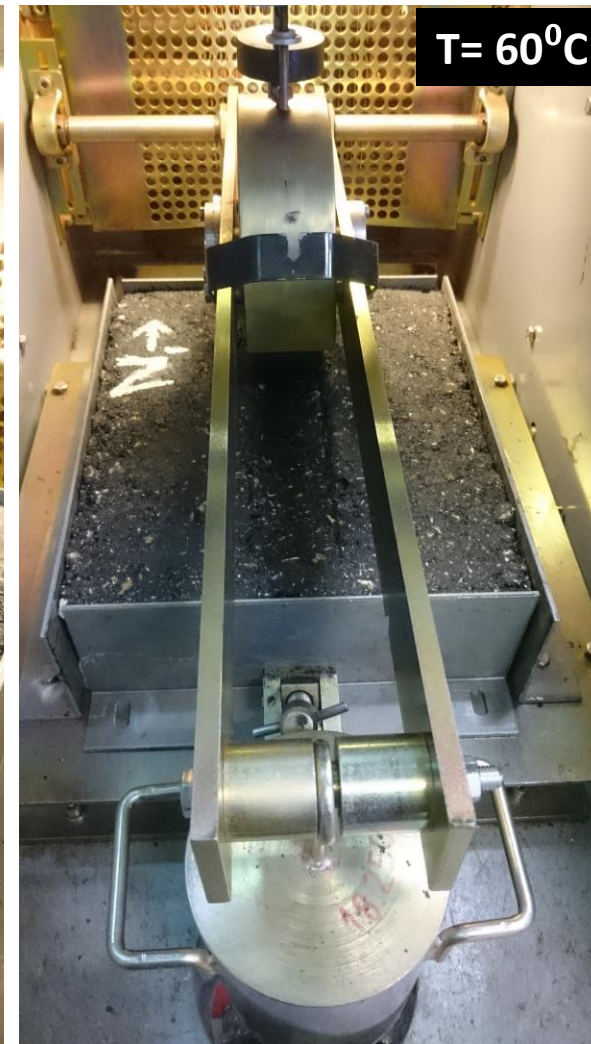
- C1 – compactação após 1 giro (*self-compaction*)
- k – Inclinação da curva de compactação (*workability*)



Ensaio de Pista – EN 12697-22



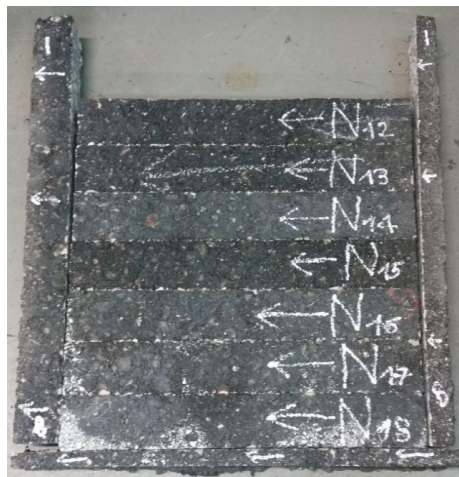
≥ 4 horas
T= 60°C



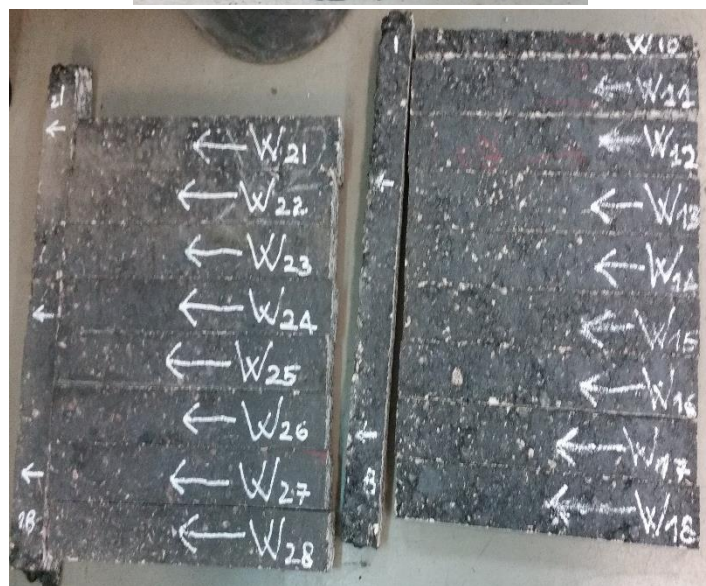
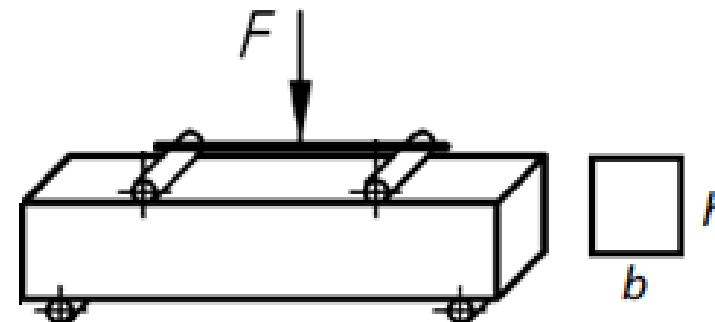
Espessura= 60 mm
 $16 \text{ mm} \leq D \leq 22 \text{ mm}$

Módulo de Rigidez – EN 12697-26

Resistência à fadiga – EN 12697-24



Ensaio de flexão a 4 pontos



Módulo de Rigidez (EN 12697-26)



- ❑ $T = 20^{\circ}\text{C}$
- ❑ $f = 1, 2, 4, 6, 8, 10 \text{ Hz}$
- ❑ $\varepsilon = 50 \text{ }\mu\text{m/m}$

Resistência à fadiga (EN 12697-24)

- ❑ $T = 20^{\circ}\text{C}$
- ❑ $f = 10 \text{ Hz}$
- ❑ $\varepsilon = 100, 200 \text{ e } 300 \text{ }\mu\text{m/m}$

Conclusões:

Em termos gerais, a mistura temperada fabricada com o betume de baixa-temperatura apresentou um desempenho adequado, embora inferior ao da mistura a quente de referência:

- ❑ Estabilidade $\geq 8,7$ kN (10,8 kN para 130+120⁰C)
- ❑ Trabalhabilidade adequada, mesmo para 110⁰C
- ❑ Sensibilidade à água $> 80\%$ ($> 100\%$ com envelhecimento)
- ❑ Profundidade de rodeira < 15 mm (< 10 mm com envelhecimento)
- ❑ Módulo de rigidez > 5000 MPa
- ❑ Resistência à fadiga 17/23% inferior para 1.000.000 ciclos (similar para 100.000 ciclos)

Misturas asfálticas utilizando betume de baixa temperatura

Arminda Almeida – *Universidade de Coimbra*

Giuseppe Picone - *Universidade de Roma "La Sapienza"*

Michela Sergio - *Universidade de Roma "La Sapienza"*

OBRIGADA!

(arminda@dec.uc.pt)