



**ESTRADA 2006 - IV Congresso Rodoviário Português**  
**Centro de Congressos do Estoril, 5 a 7 de Abril de 2006**



## **Desempenho de Misturas Betuminosas Recicladas a Quente**



Departamento de Engenharia Civil  
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DE VISEU

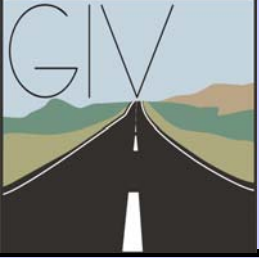
*António Miguel Baptista*



Departamento de Engenharia Civil  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

*Luís de Picado Santos*

Grupo de Investigação em Vias de Comunicação



## **Estrutura do Trabalho**

- **Composição das Misturas**
- **Compactação em Laboratório**
- **Módulo de Deformabilidade**
- **Comportamento à Fadiga**
- **Conclusões**



## Mistura

**Macadame betuminoso 0/25**

## Taxas de Reciclagem

**0%, 30%, 40%**

## Materiais

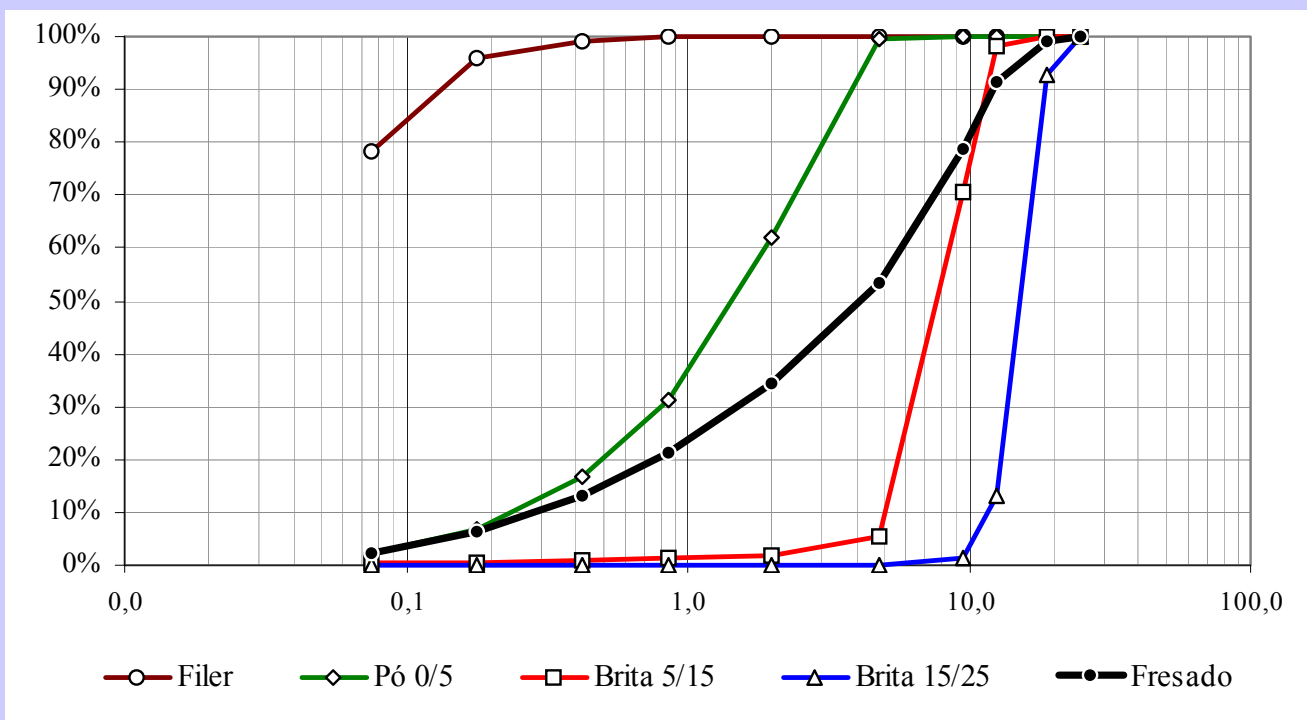
**Fresado 0/20, pb = 4,1%**

**Brita 15/25; Brita 5/15; P  0/5; Filer**

**Betumes 35/50, 50/70, 70/100**



## Granulometrias





## Designação das Misturas (7 misturas)

| Betume   | TR=0% | TR=30% | TR=40% |
|----------|-------|--------|--------|
| 35 / 50  | A0    | A30    | A40    |
| 50 / 70  | -     | B30    | B40    |
| 70 / 100 | -     | C30    | C40    |

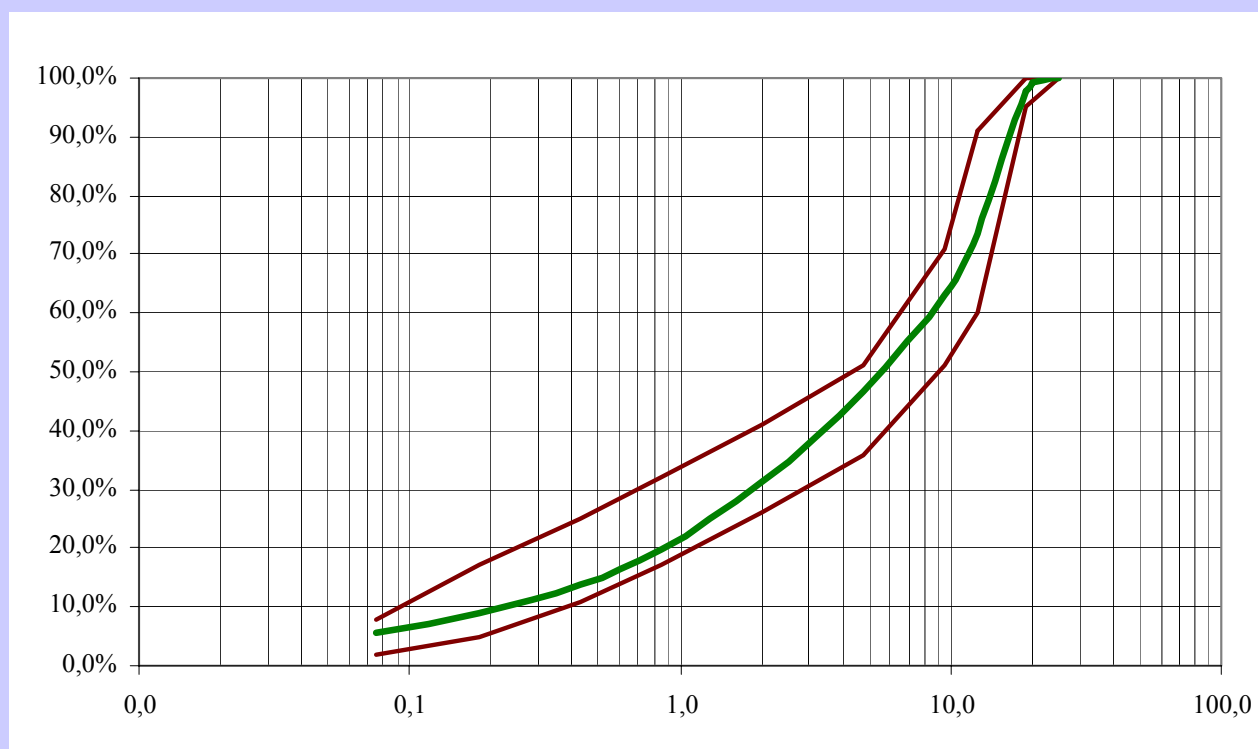


### Fórmulas de Trabalho

|                   | TR=0%       | TR=30%      | TR=40%      |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|
| Brita 15/25       | 30,0%       | 27,3%       | 26,4%       |
| Brita 5/15        | 23,5%       | 12,6%       | 9,0%        |
| P  0/5            | 41,5%       | 24,5%       | 18,6%       |
| Filer             | 5,0%        | 5,6%        | 6,0%        |
| Fresado           | 0,0%        | 30,0%       | 40,0%       |
| % bet total       | 4,2%        | 4,2%        | 4,2%        |
| <b>% bet novo</b> | <b>4,2%</b> | <b>3,0%</b> | <b>2,6%</b> |



## Verificação do Fuso Granulométrico (TR=30%)





## Temperatura - Laboratório

| Betume   | T (°C)         | TR  | Tagreg.(°C) |
|----------|----------------|-----|-------------|
| 35 / 50  | 160            | 0%  | 170         |
| 50 / 70  | 155            | 30% | 180         |
| 70 / 100 | 150            | 40% | 190         |
|          | <b>Fresado</b> |     | 140 °C      |





## **Compactação das Misturas em Laboratório ( 3 lajetas por mistura)**

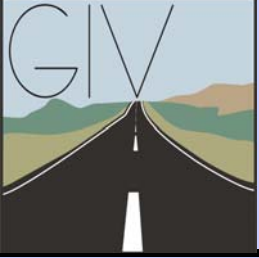


**1 lajeta → 4 vigas**



## Aspecto dos provetes prismáticos (vigas)





## Módulo de Deformabilidade

### Máquina de Ensaio com Aplicação de Cargas Repetidas



Temperatura

15, 25 e 40 °C

Frequência

10, 5 e 1 Hz

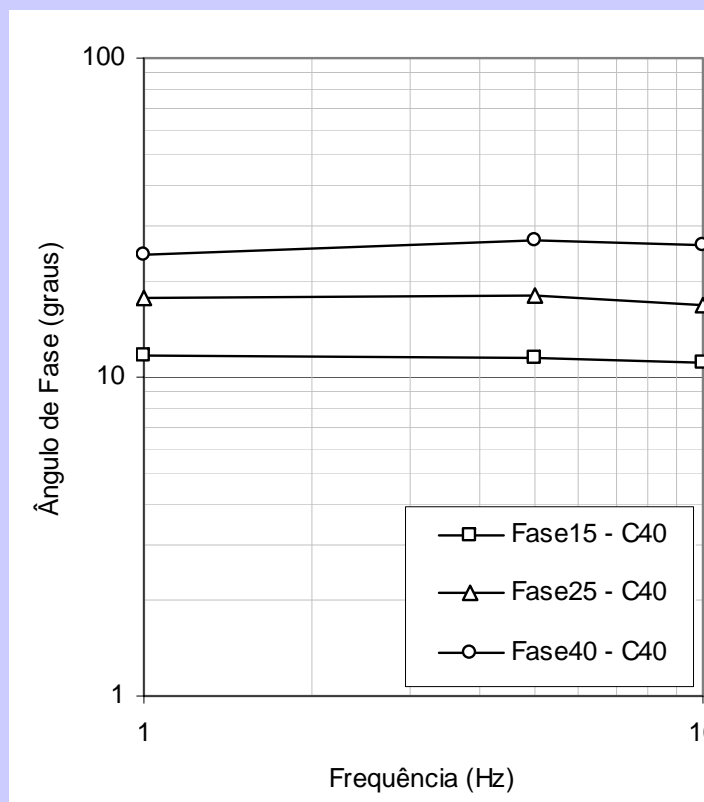
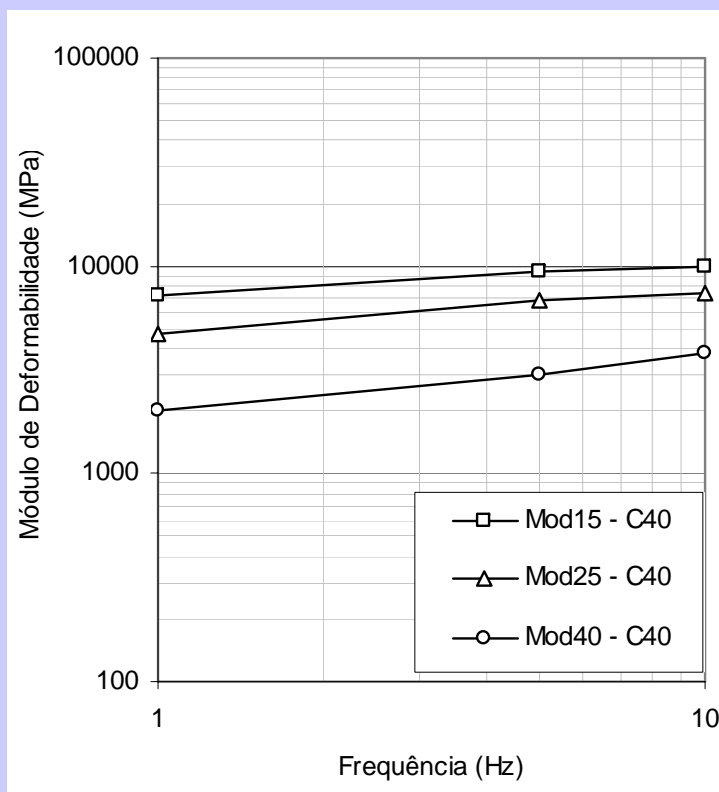
Extensão

100 microns



## Módulo de Deformabilidade

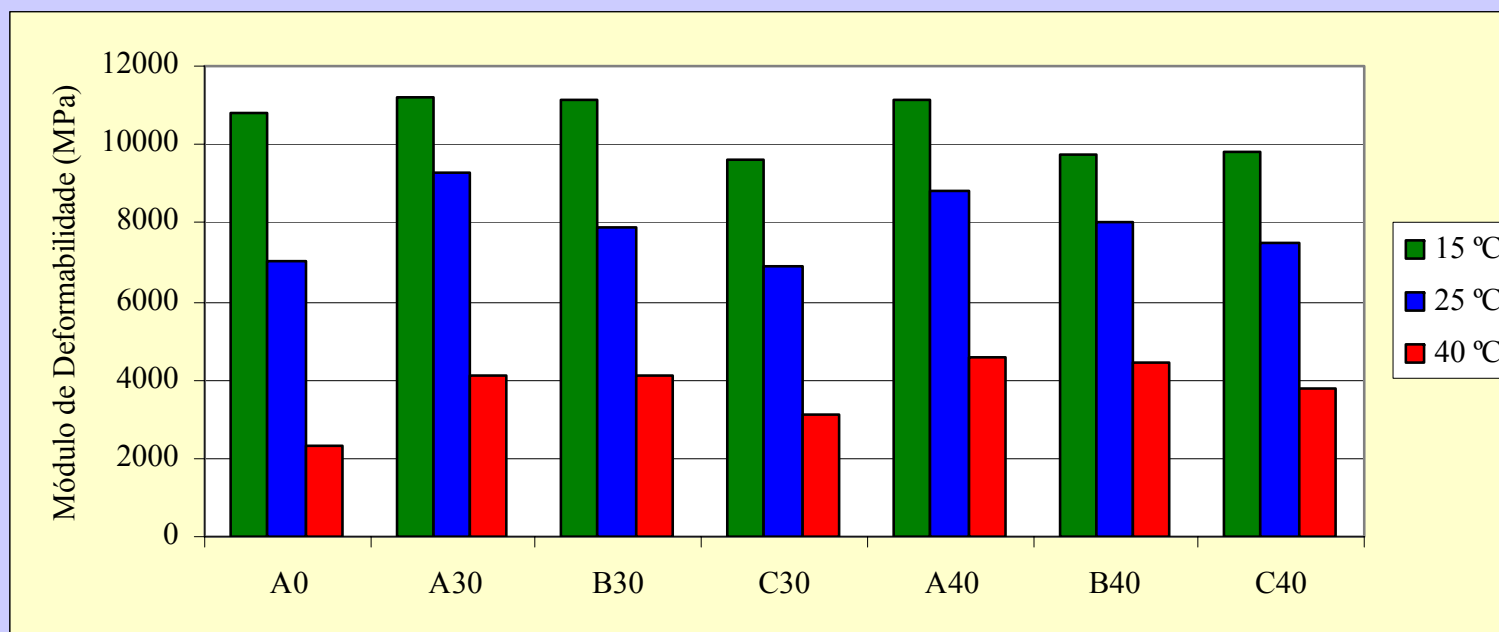
### Resultados – Mistura C40 (TR = 40%, bet 70/100)

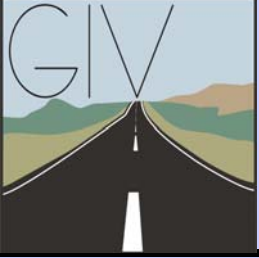




## Módulo de Deformabilidade

Resultados – (frequência = 10 Hz)



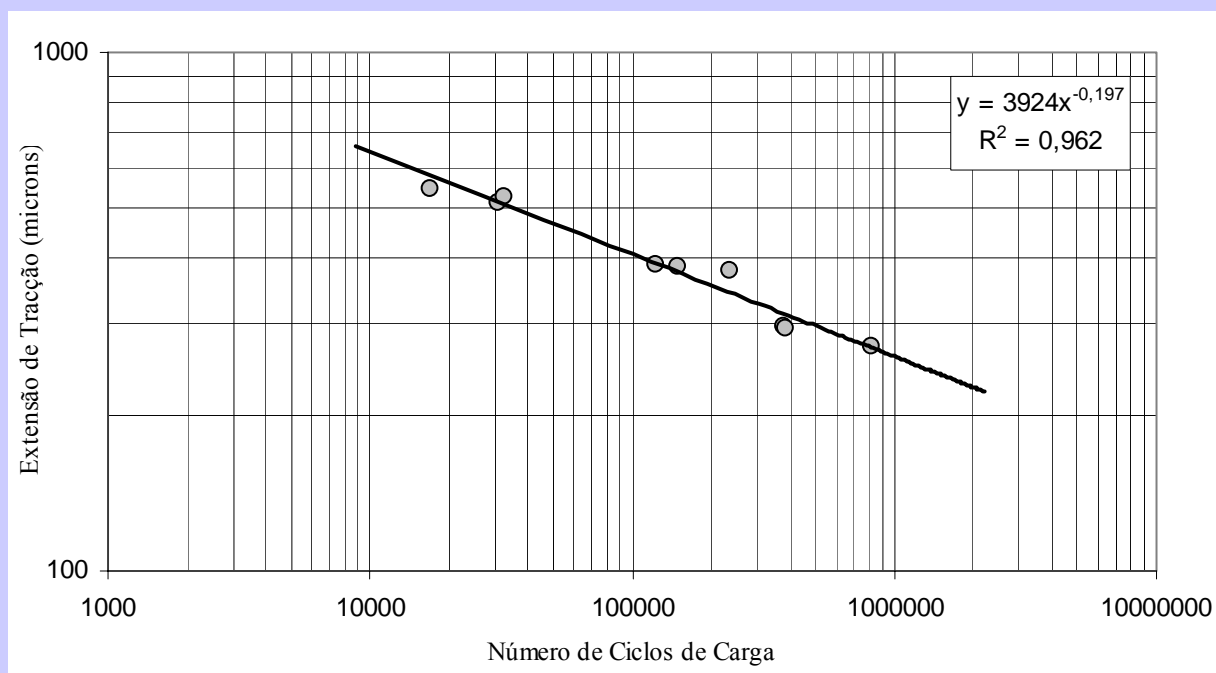


## Comportamento à Fadiga

|                         |                                 |
|-------------------------|---------------------------------|
| <u>Temperatura:</u>     | <b>25 °C</b>                    |
| <u>Frequência:</u>      | <b>10 Hz</b>                    |
| <u>Extensão:</u>        | <b>250, 400 e 550 microns</b>   |
| <u>Final do Ensaio:</u> | <b>50% de redução do Módulo</b> |



## Comportamento à Fadiga (exemplo – mistura A40)

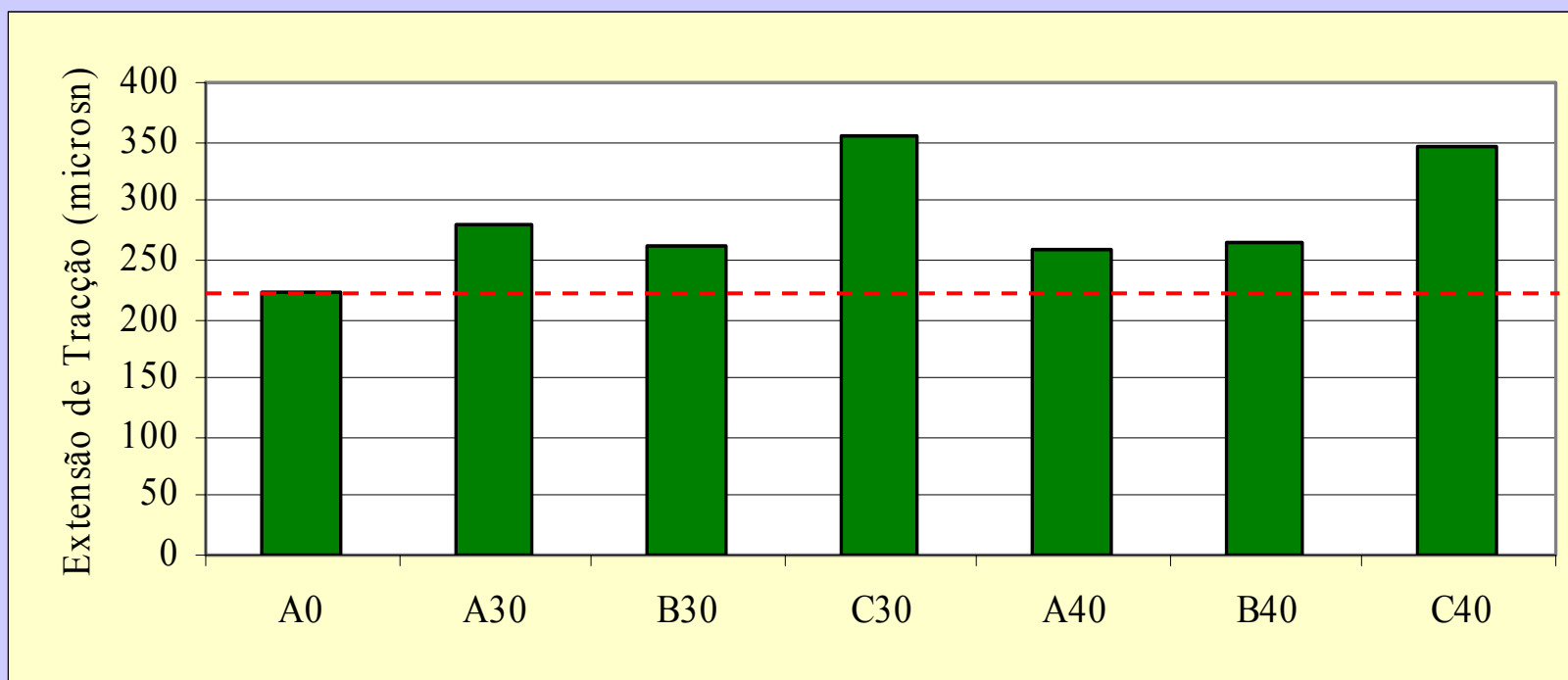






## Comportamento à Fadiga

### Extensão de tracção para 1 milhão de ciclos







## Conclusões

- **Misturas recicladas a quente apresentam um bom desempenho comparativamente às misturas tradicionais.**
- **Misturas recicladas com betume 70/100 apresentam melhor desempenho à fadiga e módulo de deformabilidade satisfatório.**
- **Para que a reciclagem a quente em central constitua uma efectiva alternativa tecnológica para a reabilitação de pavimentos rodoviários flexíveis em Portugal, será necessário continuar com o trabalho que conduza a uma normalização de procedimentos adaptados à tecnologia portuguesa.**



**ESTRADA 2006 - IV Congresso Rodoviário Português**  
**Centro de Congressos do Estoril, 5 a 7 de Abril de 2006**



**OBRIGADO**



Departamento de Engenharia Civil  
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DE VISEU

*António Miguel Baptista*



Departamento de Engenharia Civil  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

*Luís de Picado Santos*

Grupo de Investigação em Vias de Comunicação