

# **MISTURAS BETUMINOSAS RECICLADAS A QUENTE EM CENTRAL NA REDE BRISA**

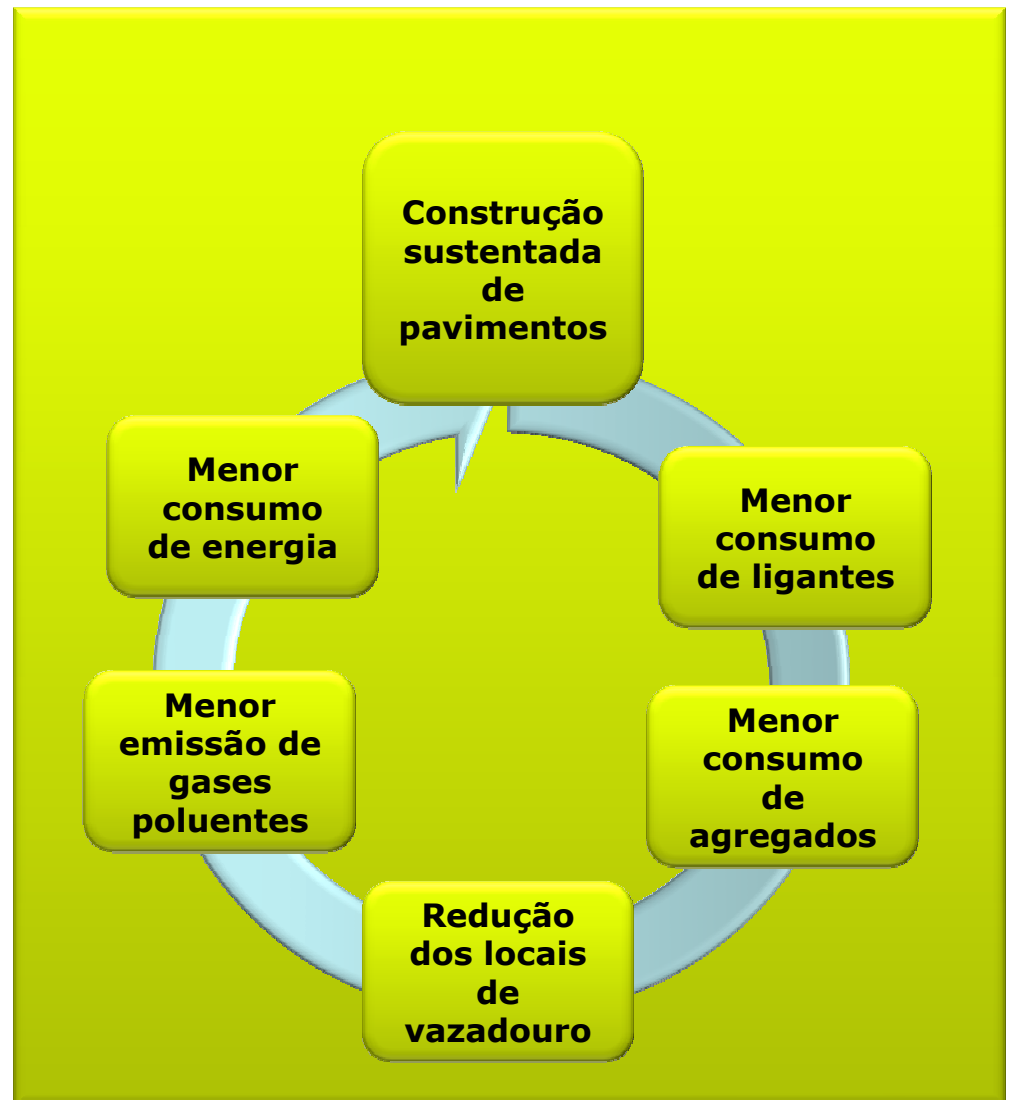
**Laboratório Nacional de Engenharia Civil  
7 e 8 de Julho de 2009  
Dora Baptista  
BEG/spg**

## **SUPOORTE LEGISLATIVO E TÉCNICO**

- **Caderno de Encargos Brisa - Cláusulas Técnicas Especiais – Reciclagem a quente em central de misturas betuminosas de 2003;**
- **Decreto-Lei 178/2006 de 5 de Setembro – Regime geral da gestão de resíduos;**
- **Guia de reciclagem de misturas betuminosas a quente em central, LNEC-E472/2006;**
- **Decreto-Lei 46/2008 de 12 de Março – Regime das operações da gestão de resíduos resultante de obras ou demolições de edifícios;**
- **EN 13108/08 Mistura Betuminosa Reciclada;**
- **Construção e reabilitação de pavimentos – Reciclagem de pavimentos (Documento Base), INIR, 2009**

## OBJECTIVOS DA BRISA

Promover uma construção sustentada das obras de auto-estradas incluindo os pavimentos, recorrendo à reciclagem de resíduos de produtos de demolição e de fresados de misturas betuminosas envelhecidas



## EMPREITADAS DE BENEFICIAÇÃO/REFORÇO DE PAVIMENTOS



**Incorporação de fresados de misturas betuminosas envelhecidas em novas misturas betuminosas (aprox 70 000 ton)**



**Beneficiação/Reforço do pavimento da A1 – Sublanço Pombal/Condeixa – 2005/2006**

**Alargamento da A2 – Sublanço Fogueteiro / Coima – 2007/2008**

**Beneficiação/Reforço do pavimento da A1 – Sublanço Mealhada/Aveiro Sul (bermas-experimental) – 2008**

**Beneficiação/Reforço do pavimento da A1 – Sublanço Fátima/Leiria – 2008**

## % DE FRESADOS INCORPORADOS

	Tipo de Mistura	Mist. Bet. Fresadas Incorporadas	
		(%)	(ton)
A1 Pombal /Condeixa 2005/2006	Mistura Betuminosa Densa	25	7 561
	Betão Betuminoso Subjacente	20	14 676
A2 Fogueteiro /Coima 2007/2008	Mistura Betuminosa de Alto Módulo	13	2 860
	Betão Betuminoso Subjacente	25	10 750
A1 Mealhada /Aveiro Sul 2008	Betão Betuminoso Subjacente (bermas – experimental)	10	150
A1 Fátima /Leiria 2008	Macadame Betuminoso	30	7 100
	Betão Betuminoso Subjacente	10	10 350
	Betão Betuminoso Subjacente	20	12 000

## TIPO DE CENTRAIS

- **Central betuminosa contínua de 320 ton/h sem tambor paralelo, com anel de reciclagem no meio do tambor para introdução de misturas betuminosas fresadas – as restantes empreitadas;**

---
- **Central betuminosa descontínua de 200 ton/h – A1 Mealhada/Aveiro Sul.**

---

## % de INCORPORAÇÃO DE MBF NAS MBR – CE BRISA

- Sem separação de camadas a fresar de BB – 15% para qq tipo de central e a utilizar apenas em MBD Recicladas
- Com separação de camadas a fresar

TIPO DE MISTURA	TIPO DE CENTRAL		
	CTSP	CAR	CDES
Macadames betuminosos	60%	30%	20%
Misturas betuminosas densas	50%	25%	15%
Betões betuminosos subjacentes	40%	20%	10%

CTSP – Centrais betuminosas contínuas com tambor secador paralelo para secagem e aquecimento das misturas betuminosas fresadas;

CAR – Centrais betuminosas contínuas sem tambor paralelo com anel de reciclagem no meio do tambor para introdução das misturas betuminosas fresadas;

CDES - Centrais betuminosas descontínuas

## CENTRAL BETUMINOSA CONTÍNUA – FABRICO DA MISTURA





## COLOCAÇÃO DA MISTURA

BEG



## COLOCAÇÃO DA MISTURA

BEG



## COLOCAÇÃO DA MISTURA

**BEG**



## COLOCAÇÃO DA MISTURA



## COMPARAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DOS BETUMES EM MBF, MBR E BN EM MBD RECICLADAS - EXEMPLO

	Penetração (0,1 mm)	Ponto de amolecimento Anel e Bola (°C)
Média	15,0	68,0
	76,0	47,0
	55,0	54,0
Coeficiente de variação	18%	4%
	11%	3%
	16%	4%

BETUME DA MBF - MBD RECICLADA

BETUME NOVO - MBD RECICLADA

BETUME DA MBR - MBD RECICLADA

## COMPARAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DOS BBSUBJ RECICLADO E CONVENCIONAL - EXEMPLO

	% Betume	Relação Filler/Betume	Porosidade (%)	VMA (%)
C.E	≥ 5.1	≥ 1.2	3-5	≥ 14
Média	5.0 (4.8-5.2)*	1,5	3,0	14,4
	4.4 (4.3-4.7)*	1,7	2,9	12,2
Coeficiente de variação	2%	9%	11,6%	2,1%
	3%	10%	24,4%	4,5%

	Grau de Saturação	Estabilidade Marshall (kg)	Deformação (mm)	Módulo de Rigidez
C.E	75-85	> 1000	< 4	> 250
Média	79	1189	3	449
	78	1539	3	501
Coeficiente de variação	2,5%	5%	4%	6%
	5,5%	14,6%	14%	16%

BBsubj.

BBsubj. Reciclado

\* limites inferior e superior do estudo

## **CONCLUSÕES**

- **Maior dispersão nos valores de algumas características das misturas betuminosas recicladas;**
- 
- **Módulos de rigidez obtidos nas várias MBR colocadas são da mesma ordem das misturas convencionais. Esta matéria merecerá da nossa uma análise mais aprofundada. Em artigos desta área, em geral, os valores são superiores.**

## PERPECTIVAS

- **Proceder à incorporação de baixas percentagens de MBF ( $\leq 10\%$ ) como agregado para as camadas de bases betuminosas e camada de regularização, sendo o seu estudo e o controlo de acordo com o especificado para as misturas betuminosas convencionais;**

---

- **Manter, por agora, as taxas médias de incorporação de MBF, para as camadas de bases betuminosas e camada de regularização (excepto em misturas betuminosas de alto módulo), desde que a penetração do betume das MBF seja inferior a  $15 \times 0,1\text{mm}$ , com um mínimo de  $10 \times 0,1\text{mm}$ , devendo ser melhorados, entre outros, os seguintes aspectos:**
  - **controlo periódico das características das misturas betuminosas fresadas controlando a sua variabilidade quanto à granulometria dos agregados (havendo vantagens na sua separação em fracções), à % e às características do ligante envelhecido;**



## **PERPECTIVAS**

- **obrigatoriedade da apresentação dos resultados dos ensaios de comportamento das misturas betuminosas com a composição de fabrico no início da obra - trecho experimental;**
  - **melhoramentos nas centrais de fabrico, entre eles, no processo de equilíbrio térmico entre os novos agregados e os fresados;**
  - **nova sistemática de controlo e verificação da produção, de modo a que se cumpram os requisitos de durabilidade e resistência da MBR.**
- 
- **Melhorar o conhecimento do comportamento das MBR com altas percentagens de MBF e da sua evolução ao longo do tempo. Por outro lado, considera-se que para melhorar o seu desempenho haverá necessidade de transformações nas centrais betuminosas;**
- 
- **Definir os critérios de projecto quanto à aplicação das MBR, por exemplo, em função da intensidade do tráfego pesado.**

**A BRISA ESTÁ ABERTA A NOVAS  
TECNOLOGIAS DE MODO A NÃO  
DEGRADAR O MEIO AMBIENTE,  
SEM ESQUECER A  
SUSTENTABILIDADE DO SEU  
NEGÓCIO**

**OBRIGADA PELA SUA ATENÇÃO!**

