

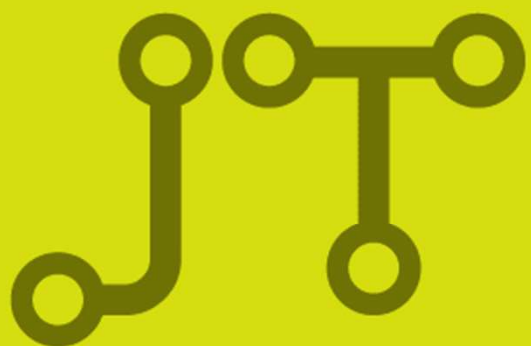
JORNADAS TÉCNICAS

Inovação em Pavimentação

Misturas Betuminosas
com Borracha Reagida e Ativada (RAR)

18 de abril de 2023 | 09h00 às 13h00 | Anfiteatro | LNEC





JORNADAS TECNICAS

Inovação em Pavimentação

Misturas Betuminosas
com Borracha Reagida e Ativada (RAR)

**Misturas Betuminosas com Borracha.
Histórico e Desafios**

Anabela Martins, Margarida Gonçalves, DEA

ÍNDICE

- 1 ENQUADRAMENTO GERAL
- 2 NORMATIVOS
 - Documento de aplicação LNEC
 - Caderno de Encargos Tipo Obra (CETO)
- 3 APLICAÇÕES DE MISTURAS BETUMINOSAS COM BORRACHA
 - Síntese de aplicações
 - Casos de obra
- 4 CONTRATO ESPECIFICO IP/UL

MODIFICAÇÃO DE BETUME COM BORRACHA RECICLADA DOS PNEUS USADOS

A principal razão para a utilização de betume modificado com borracha em misturas betuminosas deve-se ao facto de este tipo de betume proporcionar uma melhoria significativa do comportamento estrutural e funcional das misturas betuminosas comparativamente ao que é obtido com betumes convencionais.

VIA SECA



VIA HÚMIDA



DOCUMENTOS NORMATIVOS

Inovação em Pavimentação
Misturas Betuminosas
com Borracha Reagida e Ativada (RAR)



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

DA 3

CI/SfB

	59	(Ajr)
--	----	-------

CDU 625.8.06

ISSN 1646-3595

DOCUMENTO DE APLICAÇÃO

RECIPAV, Engenharia e Pavimentos,
Unipessoal, Lda.
Rua Luís de Camões, 5, 1.º Andar
2570-101 CAZEBODÓ
Portugal
tel: +351 24 370 49 34
fax: +351 24 370 49 36
e-mail: email@recipav.pt

MBA-BMB®
MISTURAS BETUMINOSAS PARA PAVIMENTOS
RODOVIÁRIOS E AEROPORTUÁRIOS

MATERIAIS PARA PAVIMENTAÇÃO
ROAD MATERIALS
MATERIAUX ROUTIERS

NOVEMBRO DE 2009

A situação de validade do DA pode ser verificada no portal do LNEC (www.lnec.pt).

O presente Documento de Aplicação, de carácter voluntário, define as características e estabelece as condições de execução e de utilização em pavimentos rodoviários e aeroportuários de Misturas Betuminosas Abertas com Betume Modificado com alta percentagem de Borracha (MBA-BMB®), fabricadas a partir de ligante BMB® produzido e comercializado pela empresa RECIPAV, Engenharia e Pavimentos, Unipessoal, Lda.

O Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) emite um parecer técnico favorável relativamente à utilização do produto MBA-BMB®, descrito na secção 1 do presente Documento de Aplicação, em camadas de pavimentos rodoviários e aeroportuários, desde que se verifiquem as seguintes condições:

- a empresa RECIPAV assegura a constância das condições de produção do ligante BMB® utilizado no fabrico das misturas betuminosas MBA-BMB®, nomeadamente através de um adequado controlo interno da produção, e acompanha regularmente a produção e aplicação daquelas misturas, de acordo com o descrito na secção 3;
- o campo de aplicação das misturas betuminosas MBA-BMB® respeita o estabelecido na secção 2;
- a execução em obra respeita as regras descritas na secção 4.

A utilização destas misturas betuminosas em obras de pavimentação fica ainda condicionada pelas disposições aplicáveis da regulamentação em vigor.

O presente Documento de Aplicação considera-se válido até 30 de Novembro de 2009, podendo ser renovado mediante solicitação atempada ao LNEC.

O LNEC reserva-se, no entanto, o direito de proceder a suspensão deste Documento de Aplicação perante qualquer facto que ponha em dúvida a constância da qualidade do produto MBA-BMB®.



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

DA 15

CI/SfB

	59	(Ajr)
--	----	-------

CDU 625.8.06

ISSN 1646-3595

DOCUMENTO DE APLICAÇÃO

RECIPAV, Engenharia e Pavimentos,
Unipessoal, Lda.
Rua Luís de Camões, 5, 1.º Andar
2570-101 CAZEBODÓ
Portugal
tel: +351 24 370 49 34
fax: +351 24 370 49 36
e-mail: email@recipav.pt

MBR-BMB®
MISTURAS BETUMINOSAS PARA PAVIMENTOS
RODOVIÁRIOS E AEROPORTUÁRIOS

MATERIAIS DE PAVIMENTAÇÃO
ROAD MATERIALS
MATERIAUX ROUTIERS

MAIO DE 2008

A situação de validade do DA pode ser verificada no portal do LNEC (www.lnec.pt).

O presente Documento de Aplicação, de carácter voluntário, define as características e estabelece as condições de execução e de utilização em pavimentos rodoviários e aeroportuários de Misturas Betuminosas Rugosas com Betume Modificado com alta percentagem de Borracha (MBR-BMB®), fabricadas a partir de ligante BMB®, produzidas e comercializadas pela empresa RECIPAV, Engenharia e Pavimentos, Unipessoal, Lda.

O Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) emite um parecer técnico favorável relativamente à utilização do produto MBR-BMB® descrito na secção 1 do presente Documento de Aplicação, em camadas de pavimentos rodoviários e aeroportuários, desde que se verifiquem as seguintes condições:

- a empresa RECIPAV assegura a constância das condições de produção do ligante BMB® utilizado no fabrico das misturas betuminosas MBR-BMB®, nomeadamente através de um adequado controlo interno da produção, e acompanha regularmente a produção e aplicação daquelas misturas, de acordo com o descrito na secção 3;
- o campo de aplicação das misturas betuminosas MBR-BMB® respeita o estabelecido na secção 2;
- a execução em obra respeita as regras descritas na secção 4.

A utilização destas misturas betuminosas em obras de pavimentação fica ainda condicionada pelas disposições aplicáveis da regulamentação em vigor.

O presente Documento de Aplicação considera-se válido até 31 Maio de 2011, podendo ser renovado mediante solicitação atempada ao LNEC.

O LNEC reserva-se, no entanto, o direito de proceder a suspensão deste Documento de Aplicação perante qualquer facto que ponha em dúvida a constância da qualidade do produto MBR-BMB®.

Figura 3 – Documentos de aplicação para misturas por via húmida com alta percentagem de borracha emitidos pelo LNEC

DOCUMENTOS NORMATIVOS

O CETO prevê os seguintes três tipos de Betumes especiais modificados com borracha reciclada de pneus (BB):

Grupo I (estáveis ao armazenamento e produzidos em fábrica própria):

- i. Betume de baixa percentagem de granulado de borracha (BBB), fabricado com uma percentagem de granulado de borracha igual ou inferior a 8 % em relação à massa total de ligante, conduzindo a um betume de baixa viscosidade:
MBR-BBB e MBA-BBB
- ii. Betume de média percentagem de granulado de borracha (BBM), fabricado com uma percentagem de granulado de borracha entre 10 % e 14 % em relação à massa total de ligante, conduzindo a um betume de média viscosidade:
MBR-BBM e MBA-BBM

Grupo II (não estáveis ao armazenamento e são produzidos em obra na altura de fabrico das misturas betuminosas):

- i. Betume de alta percentagem de granulado de borracha (BBA), fabricado com uma percentagem de granulado de borracha igual ou superior a 18 % em relação à massa total de ligante, conduzindo a um betume de alta viscosidade:
MBR-BBA e MBA-BBA

Camadas Desgaste, ligação/regularização

Camada antifendas: SAMI

CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS PARA AS MISTURAS BETUMINOSAS

Valores nominais para as misturas MBA-
BMB e MBR-BMB (LNEC, 2006; LNEC, 2008)

	Característica	Método de ensaio		Unidade	Valores nominais declarados pelo fabricante para betume base 35/50		
		Norma	Condições específicas		MBA-BBA	MBR-BBA	
Estrutural	Módulo de rigidez	NP EN 12697- 26: 2004	Flexão em 4 pontos Temperatura: 20 °C Frequência: 10 Hz Extensão: 50×10^{-6} m/m	MPa	1500 a 2500	3000 a 4500	
	Resistência à fadiga	Extensão correspondente a uma vida à fadiga de 10^6 ciclos, ϵ_6	NP EN 12697-24: 2004	Flexão em 4 pontos Temperatura: 20 °C Frequência: 10 Hz	$\mu\text{m}/\text{m}$	≥ 450	≥ 200
		Diferença entre os valores de pico da extensão, correspondente a uma vida à fadiga de 10^6 ciclos	AASHTO TP8-94	Flexão em 4 pontos Temperatura: 20 °C Frequência: 10 Hz	$\mu\text{m}/\text{m}$	–	≥ 400
	Resistência à deformação permanente	Taxa de deformação em ensaio de pista, WTS_{AIR}	NP EN 12697- 22: 2003	Equipamento: pequeno Procedimento: B Acondicionamento: ao ar Temperatura: 60 °C	mm/ 10^3 ciclos de carga	–	$\leq 0,08$
		Percentagem de profundidade de rodeira, PRD_{AIR}			%	–	$\leq 6,0$
		Velocidade de deformação entre 105 min. e 120 min.	NLT-173: 1984	Temperatura: 60 °C	mm	≤ 5	≤ 10

CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E FUNCIONAIS PARA AS MISTURAS BETUMINOSAS

Valores nominais para as misturas MBA-BMB e MBR-BMB (LNEC, 2006; LNEC, 2008)

Funcional	Profundidade de textura	valor médio MTD	NP EN 13036-1: 2001		mm	≥ 1,1	≥ 1,0
	Resistência à Derrapagem		Coefficiente de atrito pontual	NP EN 13036-4: 2007	Pêndulo britânico Deslizador: grande Escala: C	PTV	–
		Coefficiente de atrito em contínuo	BS 7941-2: 2000	Grip Tester Velocidade: 50 km/h Película de água: 0,5 mm	GN	≥ 0,75	≥ 0,65

APLICAÇÕES DE MISTURAS BETUMINOSAS COM BORRACHA - Síntese de aplicações

Inovação em Pavimentação
Misturas Betuminosas
com Borracha Reagida e Ativada (RAR)

	Obra	Extensão (km)
EN 104 e EN 105	Trofa/ Vila do Conde	22
EN 105	L.D. Porto/ Santo Tirso	11
IP4	Rossas/ Bragança	25
IP9	Nó de Viana/Nó de Nogueira	6
IP7	Entre o km 6,100 ao km 6,600	0,5
EN2	Ferreira do Alentejo	10
EN14	LD Porto/Braga/Braga	23
EN103	Braga/Pinheiro	9
EN201	Braga/Corvos	7
IP8	Vila Verde de Ficalho	11
EN 267	S. Marcos da Serra/ Monchique	12
EN114	Coruche/Monte da barca	2,8
IC1	Ourique/ Santana da Serra	18
EN383	Canhestros/Aljustrel	23
EN 10-6	Alverca/ Arruda dos Vinhos	0,4
EN118	Samora Correia (travessia)	1,5
IP2	Portalegre/ L.D. Évora	12
EN14	L.D. Porto/ Braga	23,2
EN1	Lardiosa/ Picoto	14,5
EN 365-2	Cartaxo/ Variante à EN 365-2	2,1
EN 103	Braga/ Pinheiro	9
EN226	Lamego/ Ponte do Abade	17,8
IC12	Nelas/Carregal do Sal	21,5
IC19	Nó do cacém/Nó de Ranholas	0,5
EN18	Évora/ S.Manços	17
IC2	Quebradas/ Asseiceira	7,1
EN 13	Caminha/ Valença	12,5
EN 224	Arouca (km 31+800)/ Vale de Cambra (km 50+530)	18,7
EN 13	Viana do Castelo (km 69+975)/ Caminha (km 91+450)	7,4
EN 109	LD Coimbra-Aveiro (km 79+200)/ Ponte da Balança (km 88+900)	9,7
EN229	Satão (km 73+450)/ Viseu (km 88+600)	15,1
EN 101	Ponte da Barca/ Arcos de Valdevez	6
EN 106	Entre o km 6+450 e o km 16+900 (nó com a variante à EN1207)	10,5
EN4	Entre S. Gregório/Estremoz	25,5

APLICAÇÕES DE MISTURAS BETUMINOSAS COM BORRACHA - Síntese de aplicações

Inovação em Pavimentação
Misturas Betuminosas
com Borracha Reagida e Ativada (RAR)

Via Seca

EN370- Beneficiação entre Avis e o limite de distrito Évora/ Portalegre, 14k-2010

Adjudicatário: Mota-Engil

MBR-BBM

ER123 - Beneficiação entre Castro Verde e a EN122, 30km, 2010

Adjudicatário: Monte Adriano

CASOS DE OBRA – Évora/ S. Manços, 17km, 2007

Inovação em Pavimentação
Misturas Betuminosas
com Borracha Reagida e Ativada (RAR)

Construções JJR& Filhos

1 – Antes da obra



2 – Execução



3 – Após obra



CASOS DE OBRA - EN18 – Évora/ S. Manços, 17km, março/abril de 2023

Inovação em Pavimentação
Misturas Betuminosas
com Borracha Reagida e Ativada (RAR)

Construções JJR& Filhos

1 – Zonas mais degradadas



2 – Degradação mais comum



3 – Troço adjacente sem BB



CASOS DE OBRA - EN4- Estremoz/S. Gregório, 25km, 2012

Construções JJR& Filhos
março/abril de 2023

Inovação em Pavimentação
Misturas Betuminosas
com Borracha Reagida e Ativada (RAR)

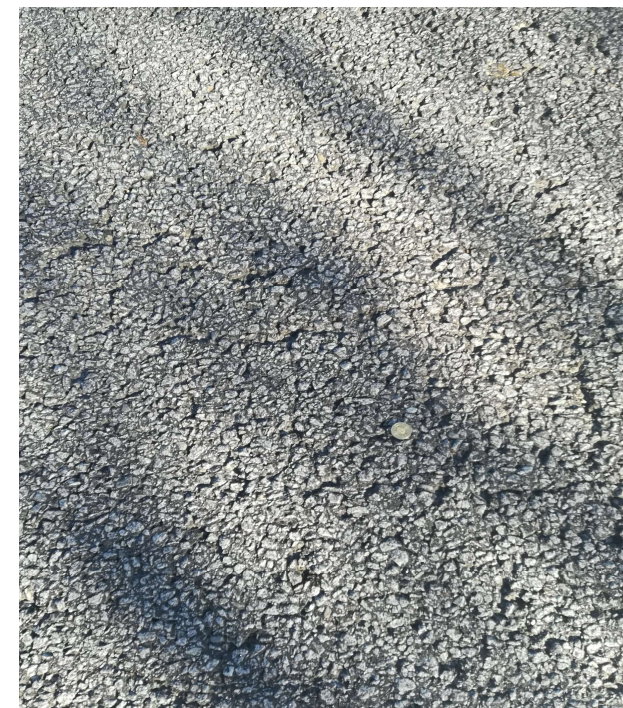
1 – Exsudação de betume



2- Zonas mais degradadas



3- Aspeto geral



CASOS DE OBRA - IPV-2020-BEJA: EN387-Km 10+320 ao km 14+700, Beneficiação , 2023

Inovação em Pavimentação
Misturas Betuminosas
com Borracha Reagida e Ativada (RAR)

Construções JJR& Filhos
março/abril de 2023

1 – Antes da intervenção



2 – Após obra



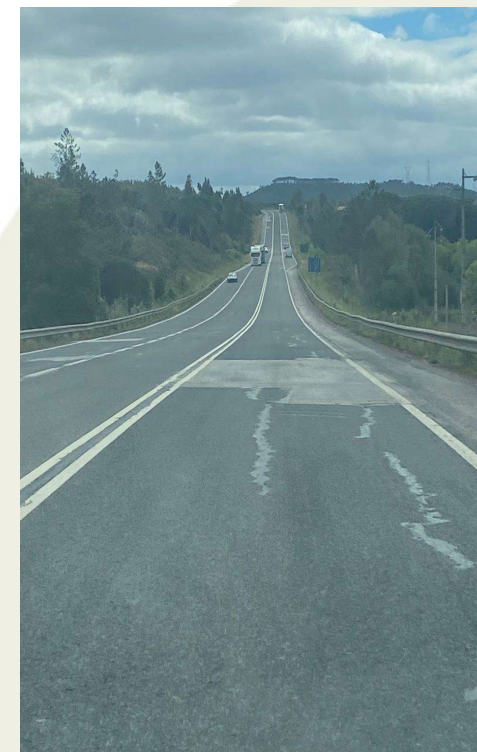
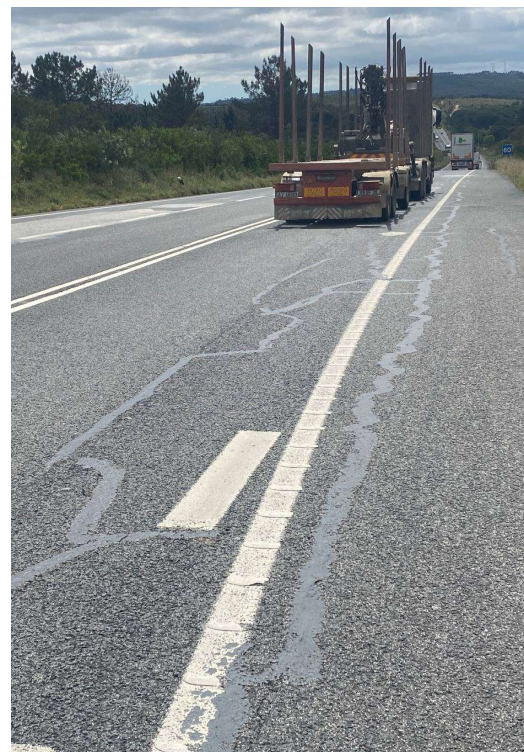
3 – Zona de alargamento



CASOS DE OBRA - IC2 (EN1) – Quebradas/Asseiceira, março/abril de 2023

Inovação em Pavimentação
Misturas Betuminosas
com Borracha Reagida e Ativada (RAR)

Exemplos de Reparações ao longo de toda a extensão



CASOS DE OBRA - EN4 – Montijo (Km 18+750)/Pegões (Km 44+257), 2018

Consorcio Mota-Engil/Amândio de Carvalho

1 e 2 – Antes da empreitada



3 – Após obra – reciclagem “in situ” c/cimento



CONTRATO ESPECÍFICO IP/ULInfraestruturas
de Portugal**Inovação em Pavimentação**
Misturas Betuminosas
com Borracha Reciclada e Ativada (RAR)

Projeto de Investigação e desenvolvimento (I&D)

“Aplicação experimental de misturas betuminosas com incorporação de borracha reciclada de pneus reagida e ativada (RAR)”

1. Levantamento do estado de arte
2. Seleção da obra para a realização do trecho experimental
3. Execução do trecho experimental
4. Acompanhamento da construção do trecho. A avaliação de desempenho dos materiais com RAR aplicados na obra
5. Avaliação dos resultados obtidos e elaboração das Cláusulas Técnicas Especiais.



Rodovia e Ferrovia.
Juntos encurtamos distâncias.

Viva a mobilidade.

Obrigada(o)

anabela.martins@infraestruturasdeportugal.pt
margarida.goncalves@infraestruturasdeportugal.pt

www.infraestruturasdeportugal.pt