



5^{as} JORNADAS BETUMES



Construindo Caminhos

8 de março 2018
Fundação Oriente



Conservação Periódica de Redes

Conservação de Pavimentos na Rede BCR

Isabel Gonzalez - Brisa Gestão de Infraestruturas

Maria Fernanda Caetano - Brisa Gestão de Infraestruturas

Armando Matos - Brisa Gestão de Infraestruturas

Conservação de Pavimentos na Rede BCR

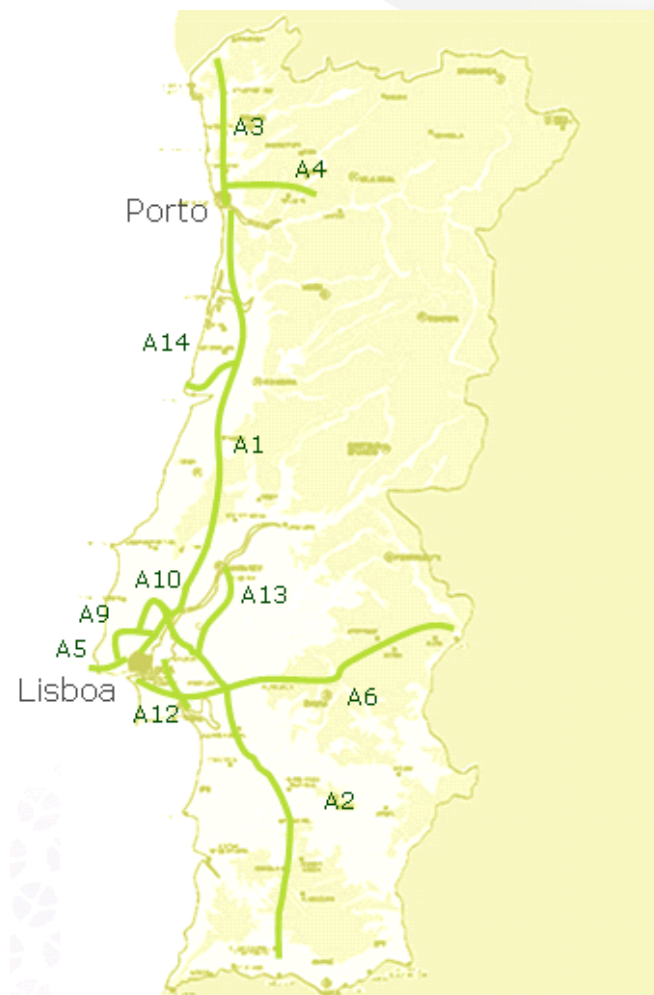
Índice

- Rede BCR
 - Extensão da rede
 - Idade das camadas de desgaste
 - Tipos de camadas de desgaste
- Ciclo de Vida dos Pavimentos
 - Auscultação / Avaliação do estado do pavimento
 - Programação e Orçamento das Intervenções de Conservação (Sistema de Gestão de Pavimentos)
 - Projeto e Empreitada C&R
- Considerações Finais

Conservação de Pavimentos na Rede BCR

Rede BCR

Extensão
da rede
1 095 km



- A1 – Auto-estrada do Norte
- A2 – Auto-estrada do Sul
- A3 – Auto-estrada Porto / Valença
- A4 – Auto-estrada Porto / Amarante
- A5 – Auto-estrada da Costa do Estoril
- A6 – Auto-estrada Marateca / Caia
- A9 – Circular Regional Exterior Lisboa
- A10 – Auto-estrada Bucelas / Carregado / IC3
- A12 – Auto-estrada Setúbal / Montijo
- A13 – Auto-estrada Almeirim / Marateca
- A14 – Auto-estrada Figueira Foz / Coimbra
- CSB – Circular Sul de Braga
- LAG – Ligação ao Alto da Guerra

Conservação de Pavimentos na Rede BCR

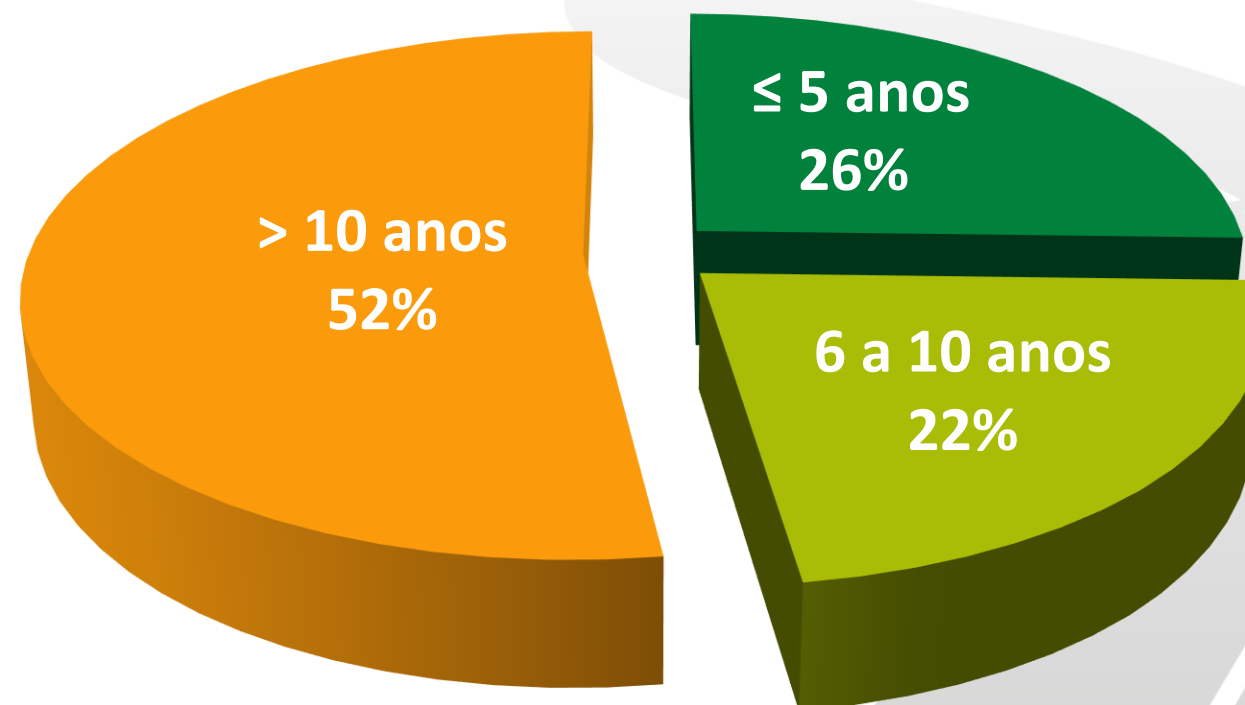
Rede BCR

Idade das camadas de desgaste

Idade média

das camadas de desgaste

10,3 anos



Conservação de Pavimentos na Rede BCR

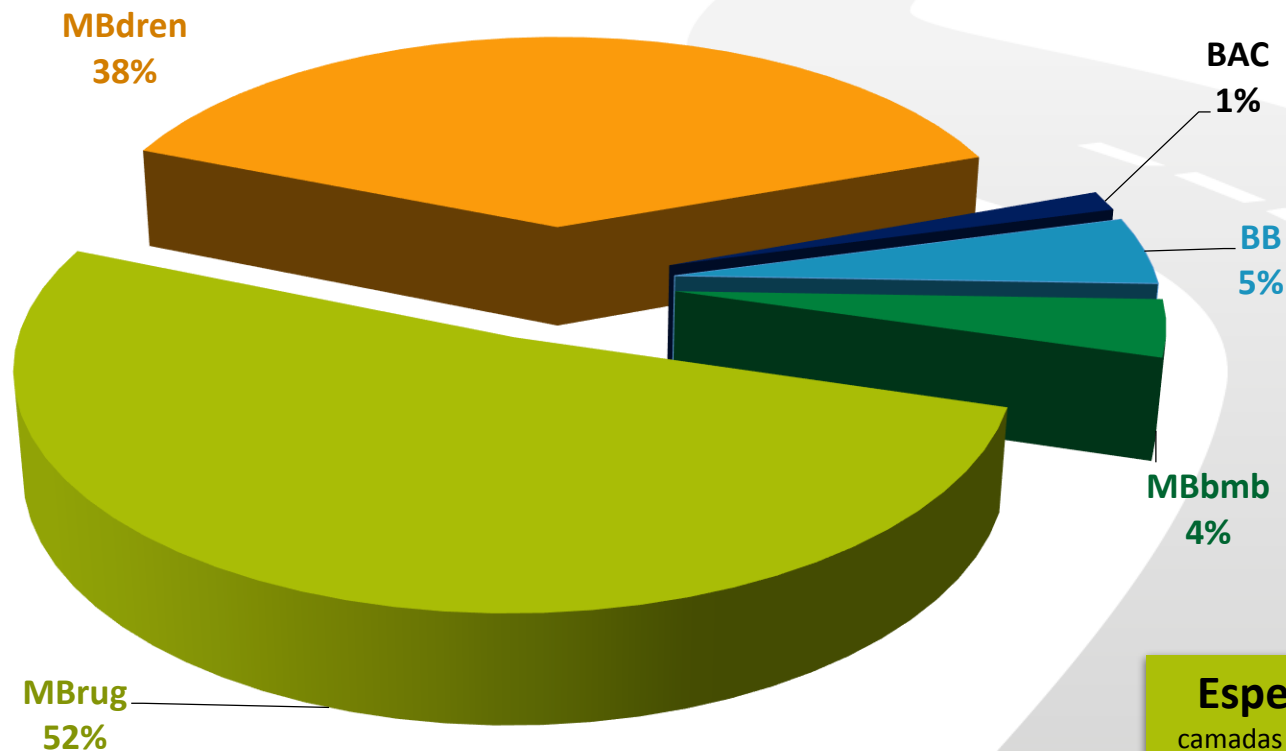
Rede BCR

Tipo de camadas de desgaste

MBrug & MBdren

(Rugoso) (Drenante)

90% da rede



Espessuras
camadas betuminosas

[30 – 35] cm

Conservação de Pavimentos na Rede BCR

Ciclo de Vida dos Pavimentos

Empreitada
(Construção
C&R
Alargamento)

Auscultação / Avaliação do
Estado do Pavimento

Evolução do
Ciclo de
Vida do
Pavimento

Seleção / Programação e
Orçamento das Intervenções de
Conservação

Projeto

Conservação de Pavimentos na Rede BCR

Avaliação do Estado dos Pavimentos



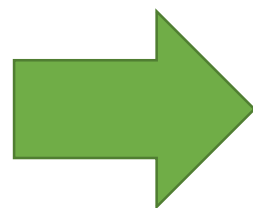
Programação dos parâmetros a auscultar em função da periodicidade

Conservação de Pavimentos na Rede BCR

Avaliação do Estado dos Pavimentos

- Metodologia AIPCR
 - Indicadores AIPCR (Indicadores ICAT, IREG, ICE e IPAV Funcional e Estrutural)
 - Indicadores do Estado Superficial (Indicador %FENDAS, %NINHOS, DiGj e RODEIRAS)
- Requisitos do Plano Controlo de Qualidade (PCQ)

Sistema de Gestão de Pavimentos



Programação e Orçamento das Intervenções de Conservação

Conservação de Pavimentos na Rede BCR

Avaliação do Estado dos Pavimentos (AIPCR - exemplo)

Indicador IREG

- Classificação do parâmetro técnico por classes:

Classe **A.1** ($IRI \leq 1,0$): **Excelente**

Classe **A.2** ($1,0 < IRI \leq 1,5$): **Excelente**

Classe **B.1** ($1,5 < IRI \leq 1,8$): **Bom**

Classe **B.2** ($1,8 < IRI \leq 2,0$): **Bom**

Classe **C** ($2,0 < IRI \leq 2,5$): **Suficiente**

Classe **D** ($2,5 < IRI \leq 3,0$): **Medíocre**

Classe **E** ($IRI > 3,0$): **Mau**

- Níveis de Qualidade de IREG:

Nível **I** ($80 \leq IREG \leq 100$): **Excelente**

Nível **II** ($60 \leq IREG < 80$): **Bom**

Nível **III** ($40 \leq IREG < 60$): **Suficiente**

Nível **IV** ($20 \leq IREG < 40$): **Medíocre**

Nível **V** ($0 \leq IREG < 20$): **Mau**

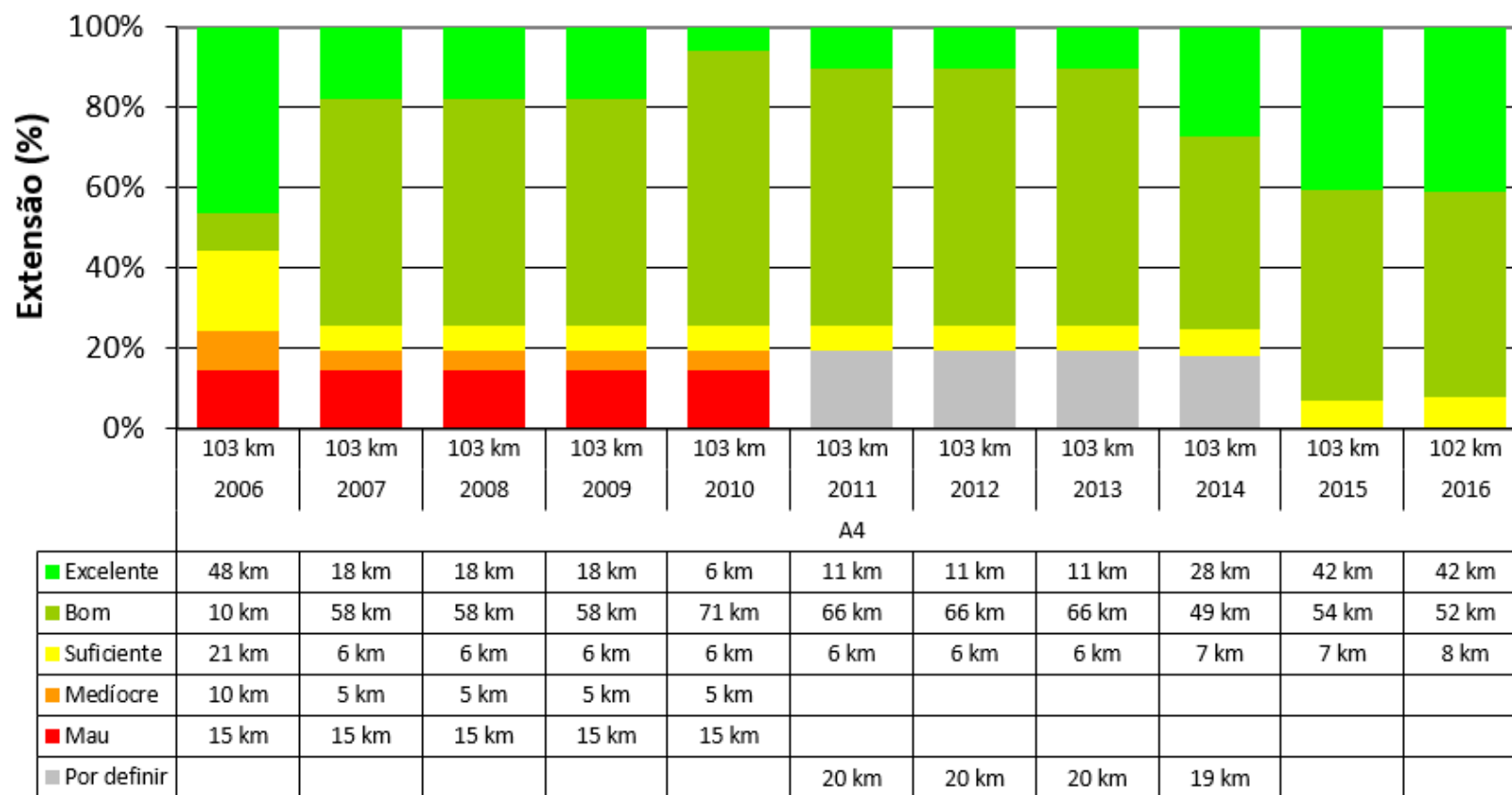
$$IREG = 1 \times A.1(\%) + 3/4 \times A.2(\%) + 1/2 \times (B.1+B.2)(\%) + 1/4 \times C(\%)$$

Conservação de Pavimentos na Rede BCR

Avaliação do Estado dos Pavimentos (AIPCR - exemplo)

Indicador IREG

Distribuição da Extensão dos Níveis de Qualidade de IREG por Autoestrada
(Extensão de ambos os sentidos em % e km)



Conservação de Pavimentos na Rede BCR

Avaliação do Estado dos Pavimentos (PCQ)

Padrão mínimo adotado:		CAT (%)	
Tipo de pav.	Tipo de camada de desgaste	Valor médio por intervalos de 1000 m	Valor médio por intervalos de 100 m
Flexível	MBrug e MBdren	≥40	≥35
	BB e MBbmb		
Rígido	BAC		

Requisitos do PCQ

Padrão mínimo adotado:		IRI (m/km)				
Tipo de pav.	Tipo de camada de desgaste	Valores por sublanço e sentido				
		≤ 2,0	≤ 2,5	≤ 3,0	≤ 3,5	≤ 4,0
Flexível	MBrug e MBdren	50%	80%	-	100%	-
	BB e MBbmb					
Rígido	BAC	-	50%	80%	-	100%

Padrão mínimo adotado:		Fissuração	
Tipo de pav.	Tipo de camada de desgaste	Valores por sublanço e sentido	
		% Fissuração	% Pele de crocodilo
Flexível	MBrug e MBdren	≤ 20 %	≤ 5 %
	BB e MBbmb		
Rígido	BAC	-	

Conservação de Pavimentos na Rede BCR

Programação e Orçamento das Intervenções de Conservação (Sistema de Gestão de Pavimentos)

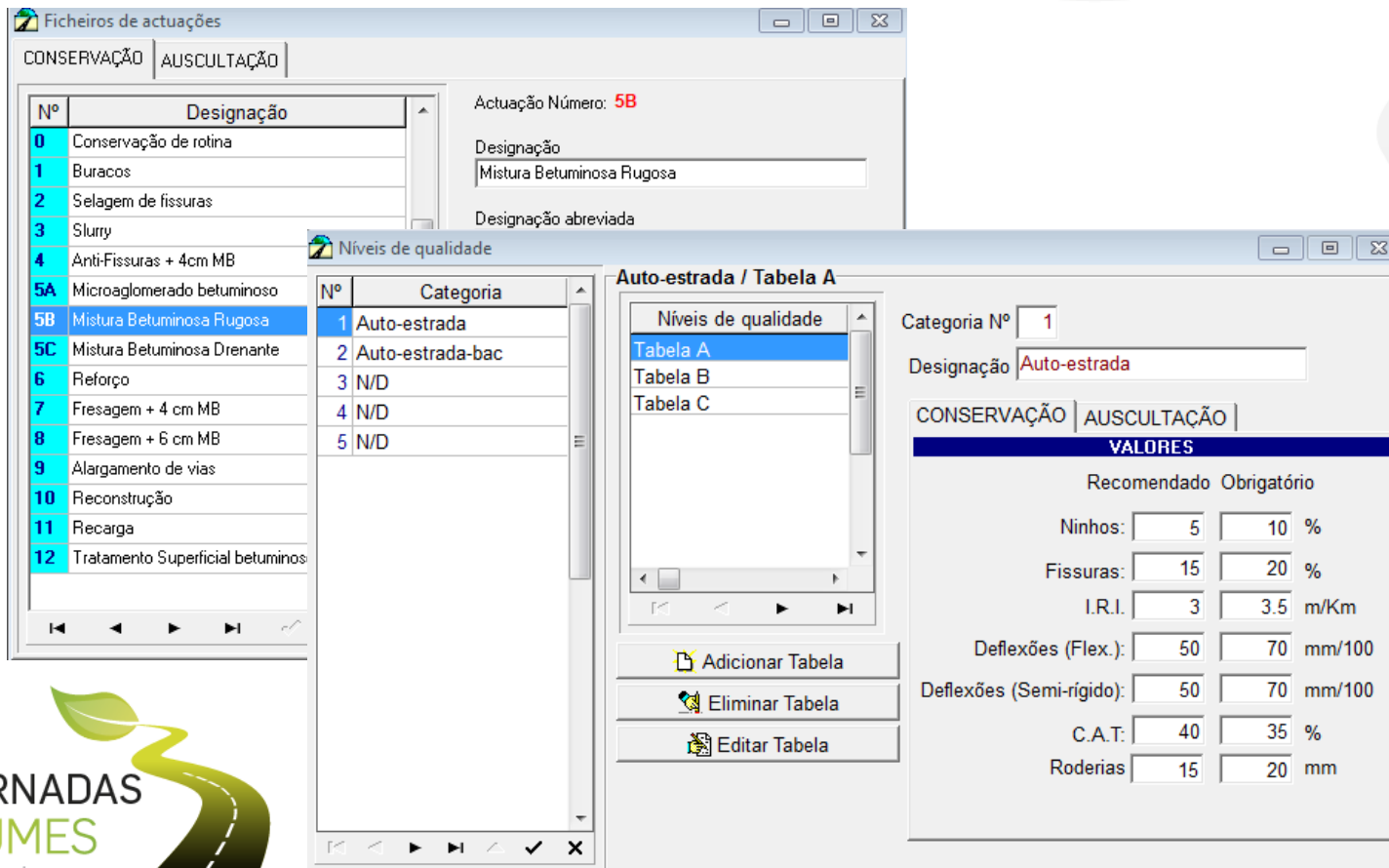
Definição das possíveis **soluções de conservação** de modo a manter níveis de qualidade pré-determinados, a partir dos Indicadores AIPCR ou requisitos BCR

Seleção e Programação das atuações de conservação a curto, médio e longo prazos (onde, quando e como), hierarquizando-as e orçamentando com integração de aspetos técnicos e económicos (orçamento disponível, durabilidade, custo inicial, custo de conservação corrente, previsão de alargamentos)



Conservação de Pavimentos na Rede BCR

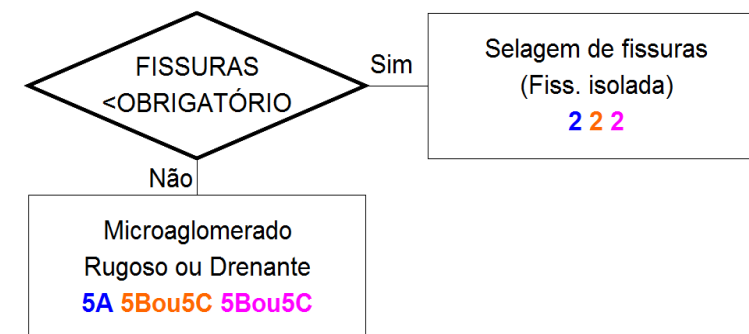
Programação e Orçamento das Intervenções de Conservação (Sistema de Gestão de Pavimentos)



The screenshot displays the 'Ficheiros de actuações' window with the 'CONSERVAÇÃO' tab selected. It shows a list of actions (0 to 12) and a detailed view for 'Mistura Betuminosa Rugosa' (5B). The 'Níveis de qualidade' window is open, showing 'Auto-estrada / Tabela A' with quality levels 1 to 5. The 'Auto-estrada / Tabela A' window is also open, showing 'Níveis de qualidade' (Tabela A, B, C) and a table of recommended and mandatory values for various pavement parameters.

	Recomendado	Obrigatório	
Ninhos:	5	10	%
Fissuras:	15	20	%
I.R.I.	3	3.5	m/Km
Deflexões (Flex.):	50	70	mm/100
Deflexões (Semi-rígido):	50	70	mm/100
C.A.T.	40	35	%
Roderias	15	20	mm

Falha por: **FISSURAS**



Política **BAIXA**, **MÉDIA**, **ALTA**

Conservação de Pavimentos na Rede BCR

Projeto e Empreitada C&R

Projetos de Conservação

- Programação dos **projetos de conservação** a realizar a curto prazo
- Elaboração de projeto de execução para a seleção da solução final
 - Caracterização do pavimento
 - Decisões da BCR sobre a política de C&R

Conservação de Pavimentos na Rede BCR

Projeto e Empreitada C&R

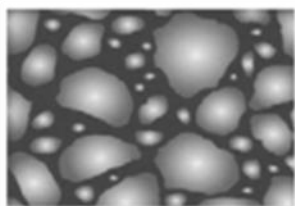
Misturas Betuminosas
utilizadas na rede BCR

Camada	Tipo de mistura	Tipo de betume
Desgaste [surf]	Betão betuminoso drenante [PA 12,5]	PMB 45/80-65
	Betão betuminoso rugoso [AC 14]	
	SMA (c/ 0,3% de fibras celulósicas) [SMA 11]	
	Betão betuminoso [AC 14]	35/50 PMB 45/80-65
Regularização [reg/bin]	Betão betuminoso subjacente [AC 14]	35/50
	SMA (c/ 0,3% de fibras celulósicas) [SMA 16]	PMB 10/40-70
	Betão betuminoso de alto módulo [AC 16]	15/25 PMB 10/40-70
Base [base]	Betão betuminoso de alto módulo [AC 20]	15/25 PMB 10/40-70
	Macadame betuminoso [AC 20]	35/50

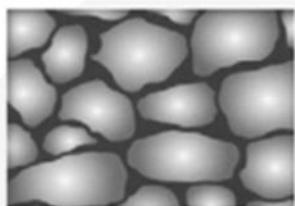
Conservação de Pavimentos na Rede BCR

Projeto e Empreitada C&R

Misturas Betuminosas tipo SMA (Stone Mastic Asphalt)

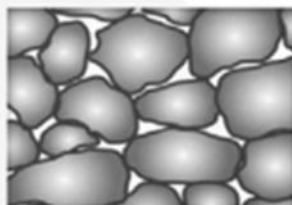


BETÃO BETUMINOSO



SMA

1



BETÃO BETUMINOSO DRENANTE

- Normalizadas pela **EN13108-5**
- Mistura betuminosa de composição granulométrica descontínua, composta por um esqueleto de agregado britado grosso [“**stone**”] aglutinado por um mástique rico em betume
- Principal diferença entre as misturas SMA e as convencionais (rugosas e drenantes) é no seu **esqueleto mineral**, em que as primeiras têm cerca de 70-80% de agregados grossos e as segundas de 40-60%
- Mástique rico em betume (utilização de **fibras celulósicas** para evitar o escorrimento do betume)

Conservação de Pavimentos na Rede BCR

Projeto e Empreitada C&R



Misturas Betuminosas tipo SMA utilizadas na rede BCR

Autoestrada	Localização	Camada	Tipo de mistura
A1	Nó de Leiria	Desgaste	Stone Mastic Asphalt SMA 11
	Nó de Carvalhos	Desgaste	Betão betuminoso drenante
A2	Nó de Coia	Desgaste	Stone Mastic Asphalt SMA 11
		Regularização	Stone Mastic Asphalt SMA 16
A5	Linda-a-Velha / Estádio Nacional	Desgaste	Stone Mastic Asphalt SMA 11



Conservação de Pavimentos na Rede BCR

Projeto e Empreitada C&R

Misturas Betuminosas tipo SMA utilizadas na rede BCR

Considerações Finais



Com a utilização destas misturas pretende-se:

- obter melhores características mecânicas para resistir a cargas verticais e a esforços tangenciais **reduzindo as deformações plásticas** (cavado de rodeiras)
- **reduzir o número de intervenções de conservação** e os respetivos incómodos aos utentes, pelo que o aumento de durabilidade esperado.

Conservação de Pavimentos na Rede BCR

Projeto e Empreitada C&R

Tipos de betumes utilizados nas MB na rede BCR

- Betumes convencionais (35/50 e 50/70)
- Betumes modificados (PMB 10/40-70 e PMB 45/80-65)
- Betumes duros (~~10/20~~ e 15/25)

Conservação de Pavimentos na Rede BCR

Projeto e Empreitada C&R

NP EN 14023:2013

+ Anexo NA

Características dos Betumes

Betumes
modificados

Propriedade	Método de ensaio	Unidade	PMB 10/40 - 70		PMB 45/80 - 65	
			Classe	Especificação	Classe	Especificação
Penetração a 25 °C	EN 1426	0,1 mm	Classe 2	10-40	Classe 4	45 - 80
Temperatura de amolecimento	EN 1427	°C	Classe 4	≥ 70	Classe 5	≥ 65
Força de ductilidade (tração a 50 mm/min)	EN 13589 EN 13703	J/cm ²	Classe 6	≥ 2 a 10 °C	Classe 2	≥ 3 a 5 °C
Penetração retida	EN12607-1	%	Classe 7	≥ 60	Classe 7	≥ 60
Aumento da temperatura de amolecimento	EN12607-1	°C	Classe 2	≤ 8	Classe 3	≤ 10
Variação em massa	EN12607-1	%	Classe 4	≤ 0,8	Classe 5	≤ 1,0
Temperatura de fragilidade Fraass	EN 12593	°C	Classe 3	≤ -5	Classe 7	≤ -15
Recuperação elástica a 25 °C	EN 13398	%	Classe 3	≥ 70	Classe 3	≥ 70
Variação da temperatura de amolecimento	EN 13399 EN 1427	°C	Classe 2	≤ 5	Classe 2	≤ 5
Variação na penetração	EN 13399 EN 1426	0,1 mm	Classe 2	≤ 9	Classe 2	≤ 9
Temperatura de inflamação	EN ISO 2592	°C	Classe 3	≥ 235	Classe 3	≥ 235
Massa volúmica	EN 15326	Mg/m ³	-	Valor a declarar	-	Valor a declarar

Conservação de Pavimentos na Rede BCR

Projeto e Empreitada C&R

Características dos Betumes

Betumes duros

NP EN 13924-1:2017

DNP Guia 6:2017

Propriedades	Método de ensaio	Unidades	Tipo de betume	
			10/20	15/25
Penetração a 25 °C	EN 1426	0,1 mm	10 a 20 (Classe 3)	15 a 25 (Classe 2)
Temperatura de amolecimento	EN 1427	°C	60 a 76 (Classe 4)	55 a 71 (Classe 2)
Resistência ao envelhecimento (RTFOT)	EN 12607-1			
Variação de massa	EN 12607-1	%	≤ 0,5 (Classe 2)	≤ 0,5 (Classe 2)
Penetração retida	EN 1426	%	≥ 55 (Classe 2)	≥ 55 (Classe 2)
Aumento da temperatura de amolecimen	EN 1427	°C	≤ 10 (Classe 3)	≤ 10 (Classe 3)
Massa volúmica	EN 15326	Mg/m ³	Valor a declarar	Valor a declarar
Temperatura de inflamação	EN ISO 2592	°C	≥ 245 (Classe 3)	≥ 245 (Classe 3)
Solubilidade	EN 12592	% massa	≥ 99,0 (Classe 2)	≥ 99,0 (Classe 2)
Viscosidade cinemática a 135 °C	EN 12595	mm ² /s	≥ 700 (Classe 3)	≥ 700 (Classe 3)
Temperatura de fragilidade Fraass	EN 12593	°C	≤ 3 (Classe 3)	≤ 0 (Classe 2)
Índice de penetração no ligante não envelhecido	Anexo A		-1,5 a +0,7	-1,5 a +0,7

Conservação de Pavimentos na Rede BCR

Projeto e Empreitada C&R

Tipos de Emulsões Betuminosas utilizadas

- Rega de colagem termo aderente (C60BP3 TA)
- Rega de impregnação (C50BF4)
- Emulsão aniônica de impermeabilização

Conservação de Pavimentos na Rede BCR

Projeto e Empreitada C&R

Características das Emulsões Betuminosas



NP EN 13808:2016

DNP Guia 3:2016

Propriedades		Norma	Unidade	C60BP3 TA		C50BF4	
				Classe	Valor	Classe	Valor
Teor em ligante ou Ligante residual após destilação		EN 1428 ou EN 1431 EN 1431	% massa	Classe 6	58 a 62 ≥ 58 (60)	Classe 4	48 a 52 ≥ 48 (50)
Índice de rotura		EN 13075-1	-	Classe 3	70 a 155	Classe 4	110 a 195
Resíduo de peneiração - peneiro de 0,5 mm		EN 1429	% massa	Classe 2	≤ 0,1	Classe 2	≤ 0,1
Tempo de escoamento, 2 mm a 40 °C		EN 12846-1	s	Classe 3	15 a 70	Classe 3	15 a 70
Teor em óleo destilado		EN 1431	% massa	Classe 2	≤ 2,0	Classe 7	5 a 15
Tendência à sedimentação (7 dias de armazenamento)		EN 12847	% massa	Classe 3	≤ 10	Classe 3	≤ 10
Ligante recuperado [EN 13074-1]	Penetração, 25 °C	EN 1426	0,1 mm	Classe 2	≤ 50	Classe 7	≤ 330
	Temperatura de amolecimento	EN 1427	°C	Classe 3	≥ 55	Classe 8	≥ 35
	Coesão pelo ensaio do pêndulo	EN 13588	J/cm ²	Classe 6	≥ 0,5	--	--
	ou Energia de coesão pela força de ductilidade (tração de 50 mm/min)	EN 13589EN 13703	J/cm ²	Classe 1	DV	--	--
	Recuperação elástica a 25 °C	EN 13398	%	Classe 1	DV	--	--
Ligante estabilizado [EN 13074-1 e 2]	Penetração, 25 °C	EN 1426	0,1 mm	Classe 2	≤ 50	Classe 5	≤ 220
	Temperatura de amolecimento	EN 1427	°C	Classe 3	≥ 55	Classe 8	≥ 35
	Coesão pelo ensaio do pêndulo	EN 13588	J/cm ²	Classe 6	≥ 0,5	--	--
	ou Energia de coesão pela força de ductilidade (tração de 50 mm/min)	EN 13589 EN 13703	J/cm ²	Classe 1	DV	--	--
	Recuperação elástica a 25 °C	EN 13398	%	Classe 1	DV	--	--

Conservação de Pavimentos na Rede BCR

Considerações Finais

- Adopção de camadas de desgaste com **maior durabilidade** recorrendo à utilização de **fibras**
- Criteriosa seleção e manutenção do **controlo de qualidade** dos materiais dos produtos, do fabrico e do processo de aplicação em obra
- Monitorização do **desempenho dos pavimentos** durante o seu **Ciclo de Vida**
- Implementação de um **Sistema de Gestão de Ativos** para a rede BCR
- Conclusão do Caderno de Encargos de obra, de acordo com as novas normas europeias

Conservação de Pavimentos na Rede BCR

Muito Obrigada

Isabel.Gonzalez@brisa.pt

Brisa Gestão de Infraestruturas, S.A.
–Sede: Quinta da Torre da Aguilha - Edif. Brisa
–2785-599 São Domingos De Rana

–T (+351) 21 444 85 00
–F (+351) 21 005 82 97
–EC Carcavelos – Ap.250 2776-956 Carcavelos

–www.brisa.pt