

BENEFICIAÇÃO DE PAVIMENTO COM UTILIZAÇÃO DE MISTURAS BETUMINOSAS TIPO SMA COM FIBRAS NA REDE DE AUTO-ESTRADAS DA BRISA

Isabel Cristina da Silva Gonzalez¹ e Maria Dora Baptista²

¹Brisa-Engenharia e Gestão, S.A., Gestão de Projectos, Quinta da Torre da Aguilha – Edifício Brisa, 2785-599 São Domingos de Rana, Portugal

email: isabel.gonzalez@brisa.pt <http://www.brisa.pt>

²Brisa-Engenharia e Gestão, S.A., Serviço de Geotecnia e Pavimentação, Quinta da Torre da Aguilha – Edifício Brisa, 2785-599 São Domingos de Rana, Portugal

Sumário

No âmbito da conservação da rede concessionada à Brisa Concessão Rodoviária, S.A., foi realizada uma empreitada de reabilitação do pavimento do Nó de Coima, da A2 – Auto-estrada do Sul. Esta beneficiação de carácter funcional/estrutural incluiu a substituição da camada de desgaste nas vias de rodagem e em mais de 70% da área da camada de regularização. A solução de projeto previu a aplicação de misturas betuminosas SMA (Stone Mastic Asphalt) nas camadas de regularização e desgaste. O objetivo será apresentar os resultados obtidos em obra em termos de qualidade das misturas aplicadas e de características superficiais dos pavimentos aplicados.

Palavras-chave: Pavimento; Beneficiação; SMA; Fibras; Qualidade.

1 INTRODUÇÃO

A presente comunicação diz respeito à apresentação da solução preconizada numa obra de beneficiação do pavimento do Nó de Coima do sublanço Fogueiteiro /Coima, da A2 – Auto-estrada do Sul [1], numa área total de cerca de 37 000 m², incluindo tanto os ramos do nó como a praça de portagem. Este nó inclui 4 ramos de acesso e uma praça de portagem com 13 vias, nos dois sentidos tal como apresentado na Fig.1.



Fig.1. - Zona de Intervenção

Descrevem-se as soluções preconizadas no projeto a nível de beneficiação do pavimento, as formulações das duas misturas em laboratório e a sua reprodução em central, bem como o controlo de qualidade efetuado na obra e o seu desempenho em serviço.

2 ENQUADRAMENTO DAS MISTURAS SMA

As elevadas solicitações (o aumento de carga do tráfego, a ação dos agentes climáticos e dos derrames) a que estão sujeitos os pavimentos nos dias de hoje, obrigam a uma maior exigência no desempenho das misturas betuminosas a aplicar nos pavimentos flexíveis. Desta forma, e dado a durabilidade dos pavimentos ser essencialmente adquirida à custa do aumento da percentagem de betume, têm-se vindo a desenvolver misturas betuminosas que respondam à função esperada.

As misturas SMA (Stone Mastic Asphalt) normalizadas pela EN13108-5, são caracterizadas por misturas de agregados de granulometria descontínua associada a um mastic betuminoso rico em betume. Estas misturas são utilizadas com sucesso por muitos países no mundo como camada altamente resistente à formação de rodeiras, tanto para regularização como para desgaste [2][3].

A 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% (ver Fig.2.).

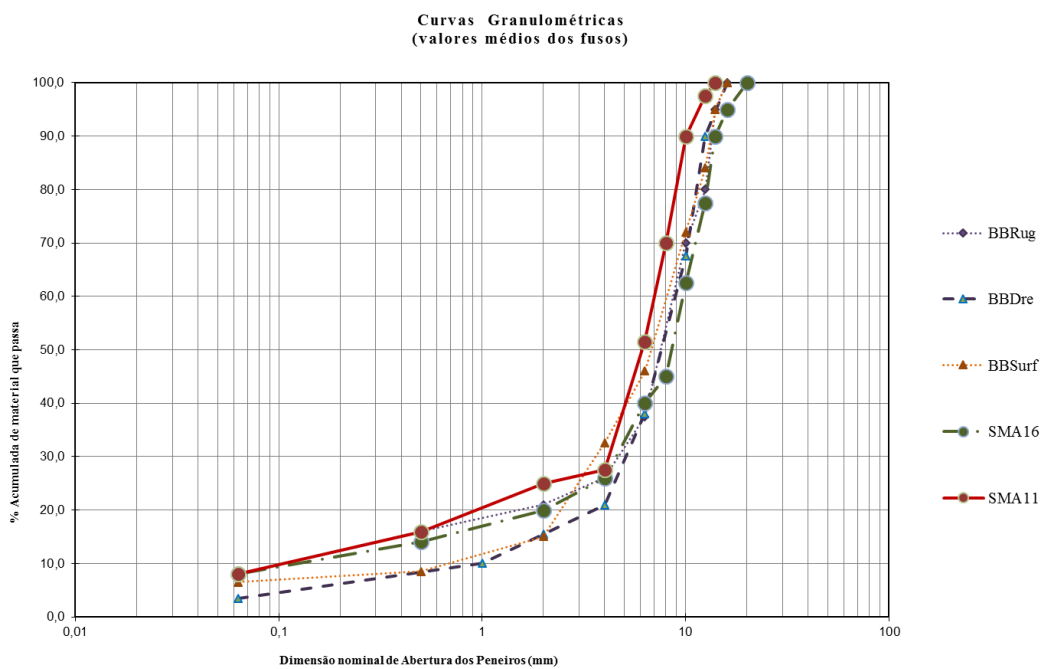


Fig.2. Comparação das curvas granulométricas das diversas misturas

Este aumento bloqueia os agregados proporcionando melhor contacto de ‘pedra com pedra’ que serve como mecanismo de transferência de cargas verticais e tangenciais [4] e como tal, proporciona uma melhor resistência às deformações plásticas (rodeiras) e uma maior durabilidade. Este esqueleto mineral descontínuo permite a dispersão das cargas sem conduzir a deformações plásticas permanentes proporcionando uma boa macro textura e um bom desempenho [2] (ver Fig.3).

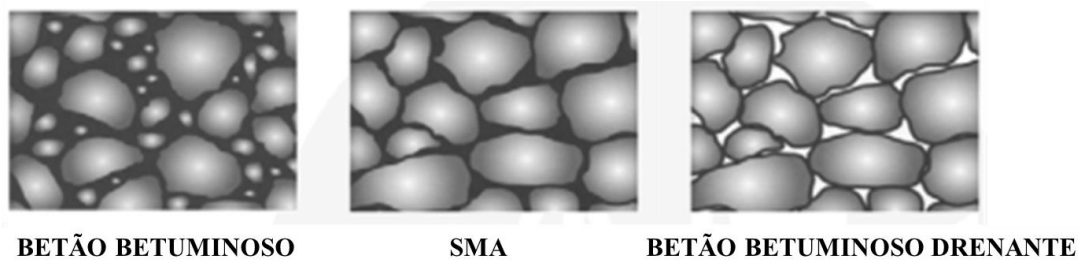


Fig.3. Esquema da estrutura de agregados de misturas betuminosas

Os vazios existentes entre os agregados grossos são essencialmente preenchidos por uma mistura de partículas de menor dimensão e um ligante betuminoso. O SMA utiliza uma elevada percentagem de ligante, atribuída ao enchimento de maior quantidade de espaços vazios presentes na mistura. De forma a evitar o escorrimento desta elevada taxa de ligante betuminoso, são muitas vezes adicionadas (p.e.) fibras celulósicas, proporcionando a retenção do betume e o seu envolvimento em redor dos agregados, assegurando uma coesão adequada para resistir às cargas e um aumento da sua longevidade, reduzindo o envelhecimento do betume e a desagregação da mistura.

3 APRESENTAÇÃO DA SOLUÇÃO PRECONIZADA

3.1 Caraterização da situação existente

Na generalidade, o pavimento existente apresenta para além de uma camada de sub-base em solos ou material seleccionado com 0,30 m de espessura; uma camada de base em “tout-venant” de granulometria contínua com 0,30 m de espessura e duas camadas de misturas betuminosas, sendo a de regularização em mistura betuminosa densa (MBD) com 0,08 m de espessura e a de desgaste em betão betuminoso (BB) com 0,06 m de espessura.

Da análise da zona de intervenção em questão e após a realização de inspeção visual do pavimento foi possível constatar que o pavimento apresenta-se muito deteriorado, com fendas longitudinais e transversais por vezes já ramificadas ou de pele de crocodilo. Em algumas situações existe ainda, associada às degradações atrás referidas, subida de finos e cavados de rodeiras (Fig. 4).



Fig.4. Degradações do Pavimento

Foram realizadas um total de 30 sondagens à rotação para caracterizar o estado de degradação e a profundidade das fendas existentes no pavimento, aferir a espessura das camadas e confirmar a colagem/descolagem entre estas. Nestas sondagens foi possível confirmar, na maior parte das situações, as espessuras das camadas previstas em projeto, bem como verificar que a fissuração existente se propagava frequentemente para além da camada de desgaste.

3.2 Solução de Beneficiação do Pavimento

Tratou-se de uma beneficiação funcional/estrutural das camadas do pavimento com a substituição integral da camada de desgaste, associada em cerca de 70% da área da reposição da camada de regularização.

Deste modo, as profundidades de fresagem foram definidas em função das espessuras aconselháveis de aplicação das misturas betuminosas propostas e da informação recolhida nas sondagens à rotação, nomeadamente no que se refere às suas espessuras, profundidade de fissuração e descolagem entre camadas.

A solução de projeto previu a aplicação de misturas tipo SMA (Stone Mastic Asphalt – EN13108-5) quer na camada de regularização - SMA16 BIN PMB 10/40-70 (SMA16 com 0,3% de fibras e betume modificado com polímeros PMB10/40-70) quer na camada de desgaste - SMA11 SURF PMB 45/80-65 (SMA11 com 0,3% de fibras e betume modificado com polímeros PMB 45/80-65).

4 APLICAÇÃO EM OBRA

4.1 Estudos de formulação das misturas SMA, em laboratório

Previamente à aplicação em obra foram desenvolvidos os estudos das misturas betuminosas SMA11 e SMA16.

A estrutura dos agregados da mistura SMA11 é formada por 71% de fração 6/12 (Basalto); 22% de fração 0/4 (Calcário); 6,7% de Filler comercial e 0,3% de fibras celulósicas (Viatop), conduzindo à curva granulométrica do Estudo representada na Fig.5.

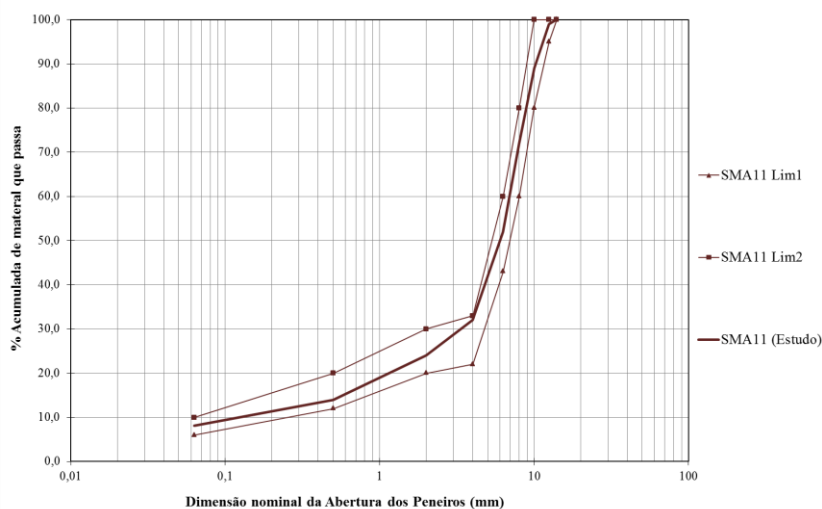


Fig.5. Curva Granulométrica do SMA11

Quanto à mistura SMA16, esta é constituída por 30% de fração 12/20 (Calcário); 45% de fração 6/12 (Calcário); 19% de fração 0/4 (Calcário); 5,7% de Filler comercial e 0,3% de fibras celulósicas (Viatop), conduzindo à curva granulométrica do estudo representada na Fig.6.

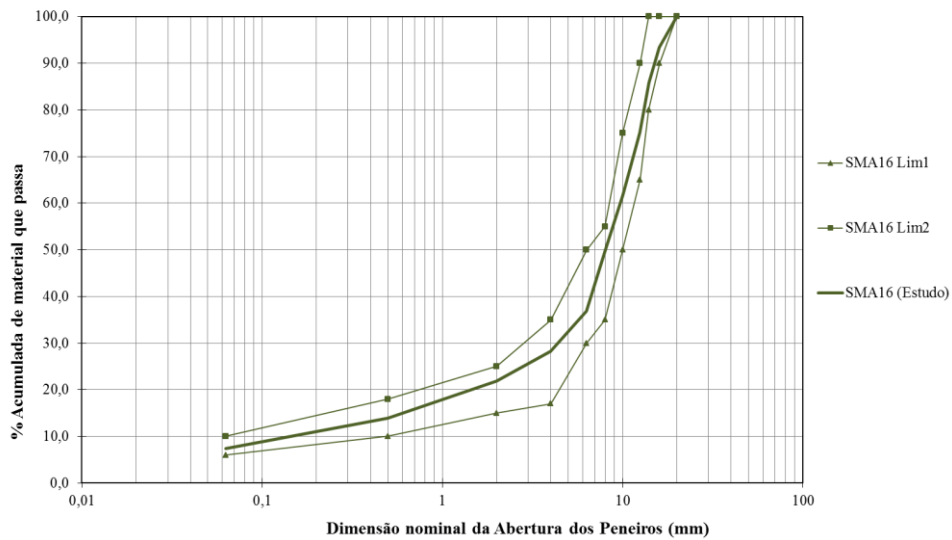


Fig.6. Curva Granulométrica do SMA16

De acordo com o estudo pelo método Marshall, apresentado nas figuras 7 e 8, o valor obtido referente a percentagem de betume ótima para a fabricação destas misturas foi de 5,8% para o SMA11 e 5,5% para o SMA16 (valores após correção).

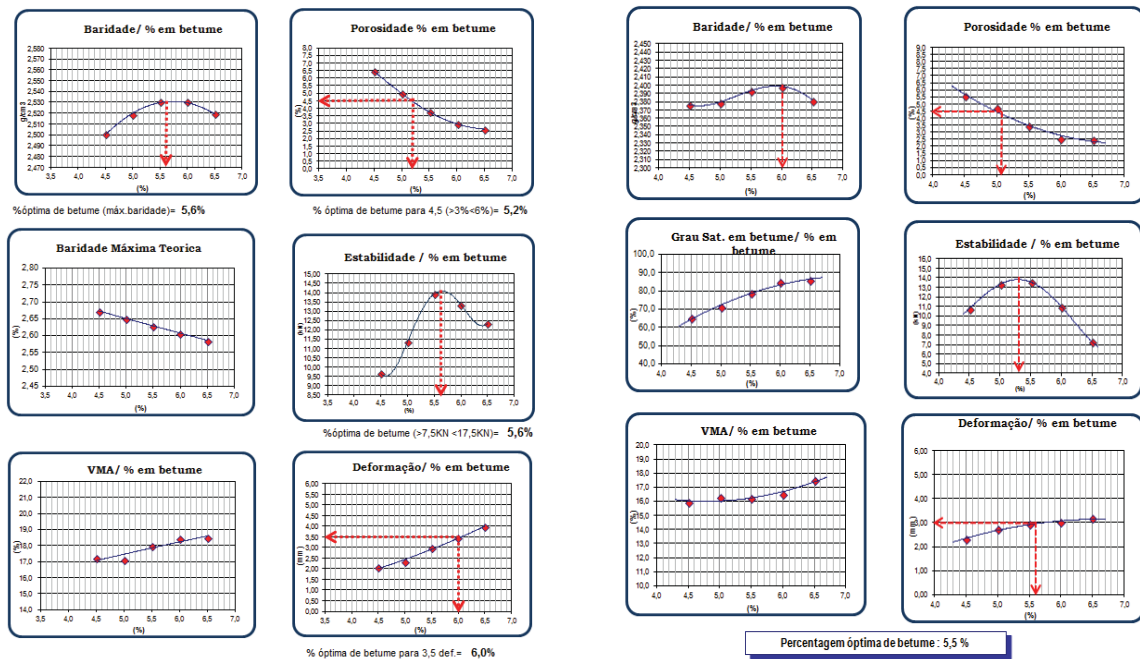


Fig.7. Gráfico do Ensaio Marshall SMA11

Fig.8. Gráfico do Ensaio Marshall SMA16

4.2 Fabrico e aplicação das misturas

O processo de fabrico, em central descontínua, foi realizado de forma tradicional, tendo sido a curva ligeiramente adaptada e as fibras adicionadas aos agregados. A introdução destas fibras na misturadora da central foi realizada a seco e de forma manual como ilustrado da Fig.9, tendo-se aumentado ligeiramente o tempo de mistura de forma a incorporar e distribuir homogeneamente as fibras. O transporte e a aplicação em obra foram também realizados de forma tradicional (Fig.10), sem qualquer tipo de quebra nos rendimentos.



Fig.9. Introdução das fibras no misturador



Fig.10. Aplicação do SMA11

4.3 Resultados obtidos no controlo de qualidade da obra

Relativamente ao controlo de qualidade das misturas betuminosas do tipo SMA, obtiveram resultados condizentes com os valores de referência quer do Estudo quer do Caderno de Encargos. Assim foram analisados neste trabalho, os valores referentes às Percentagem de Betume, Porosidades e Granulometrias que se apresentam nas figuras seguintes (Fig.11., 12, 13 e 14).

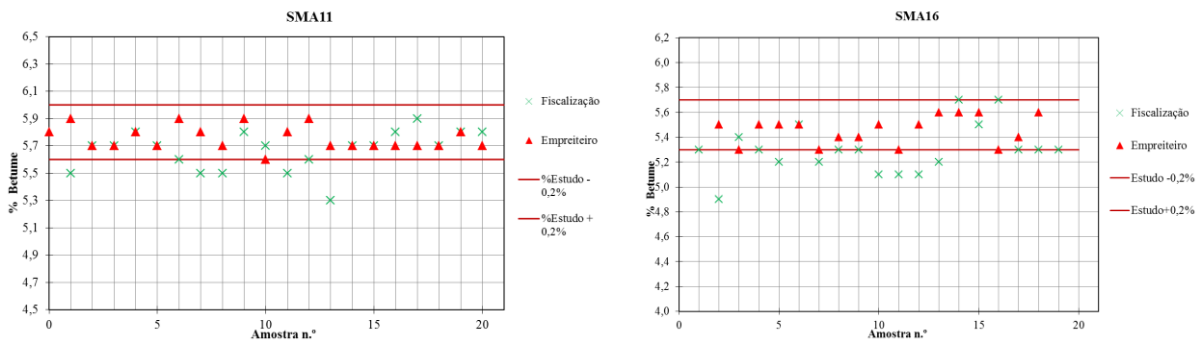


Fig.11. Percentagens de Betume obtidas para SMA11 e SMA16

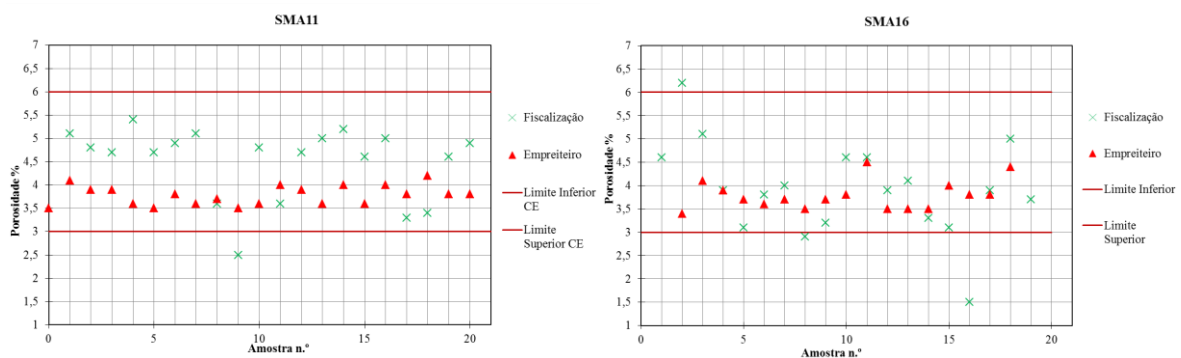


Fig.12. Porosidades da Mistura obtidas para SMA11 e SMA16

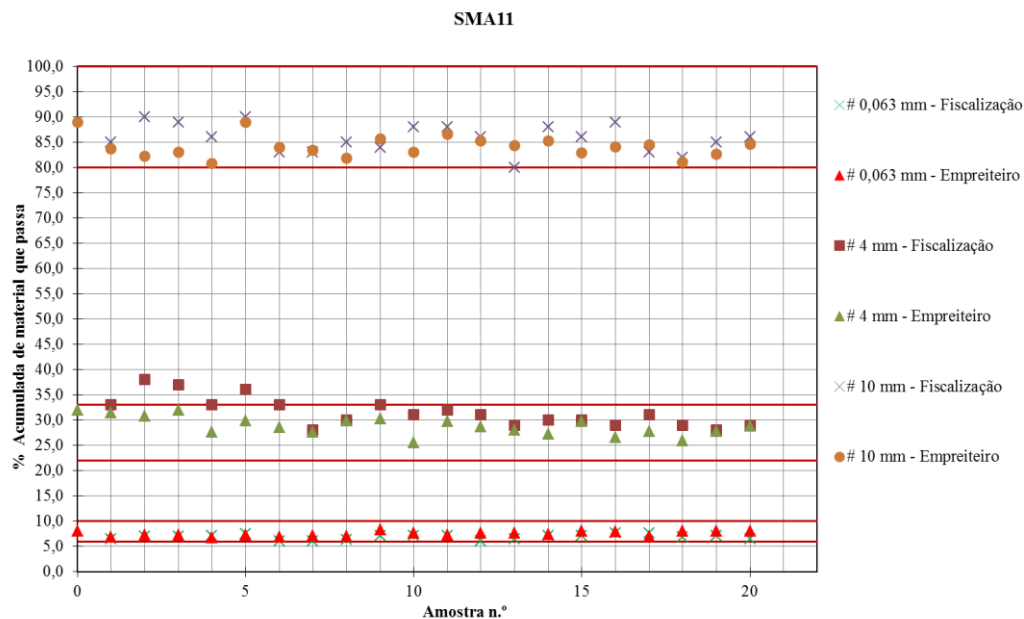


Fig.13. Valores da Granulometria obtidas para SMA11

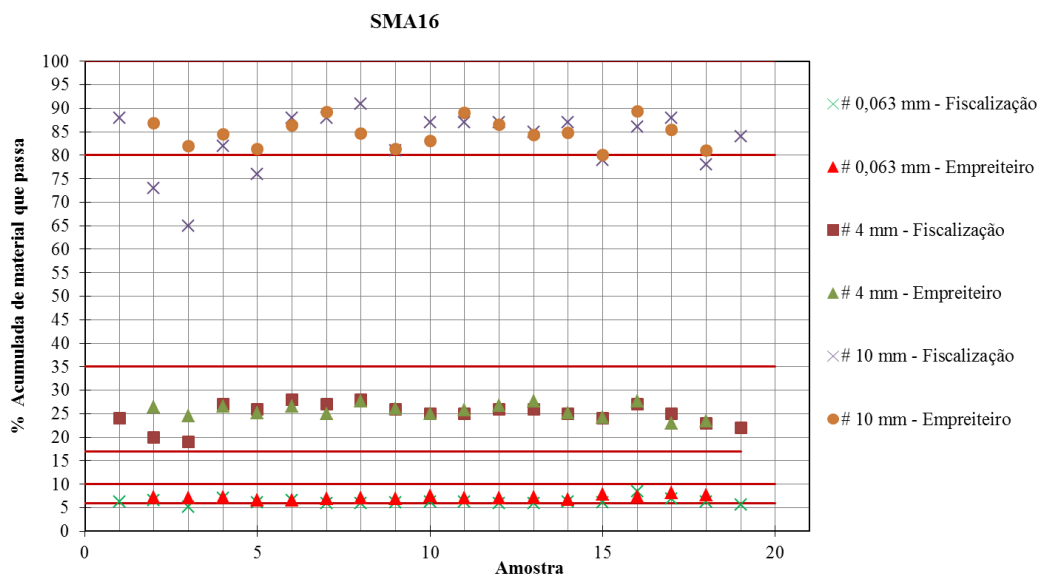


Fig.14. Valores da Granulometria obtidas para SMA16

Da análise dos gráficos anteriores pode concluir-se que o fabrico das misturas SMA11 e SMA16 se manteve estável tendo sido obtidos os valores esperados e enquadrados nos valores de referência do CE. Ocasionalmente ocorreram alguns desajustes nas percentagens de betume e em alguns pontos das curvas granulométricas. Estes valores foram sendo ajustados com a continuidade da produção.

Os restantes parâmetros de controlo das características das misturas foram também avaliados estando na maior parte das situações de acordo como especificado no C.E.

Foram ainda analisados os resultados obtidos nos ensaios de Resistência à Deformação Permanente (Wheel-tracking) realizados para ambas as misturas quer pelo laboratório da Fiscalização quer pelo Laboratório do Empreiteiro (Quadro 1). Estes ensaios foram realizados sob amostras em laje retiradas do trecho experimental que foi realizado nas condições semelhantes à aplicação em obra.

Pode verificar-se que, principalmente no caso da mistura SMA16 os valores obtidos são bastante inferiores aos valores máximos de referência do C.E. da Brisa. Verifica-se igualmente que a percentagem de profundidade de rodeira após 10000 ciclos é bastante baixa o que leva a concluir, tratarem-se de misturas altamente resistentes às deformações permanentes.

Quadro 1. Valores da Resistência a Deformação Permanente

Parâmetro a controlar			SMA 11		SMA 16	
			C.E.	Ensaio	C.E.	Ensaio
Resist. À Deformação Permanente (Wheel-tracking)	Taxa de Deformação	EN 12697-22 (equip. pequeno - Proc. B, acondicionamento ao ar, temp de ensaio 60°C	0,15	0,09 (Fisc)	0,19	0,07 (Fisc)
	WTS _{air} (mm/10 ³)			0,13 (Emp)		0,05 (Emp)
	Profundidade de rodeira máxima PRD _{air} - %		Declarar valor	5,3 (Fisc) 9,19 (Emp)	Declarar valor	2,9 (Fisc) 2,28 (Emp)

Por fim, foram analisados os resultados obtidos nos ensaios de medição da profundidade da macro textura da superfície do pavimento através da técnica volumétrica da mancha (ASTM E965-2015), tendo-se obtido os valores que constam da Fig.15. e que se enquadram nos valores de referência (> 1,1mm).

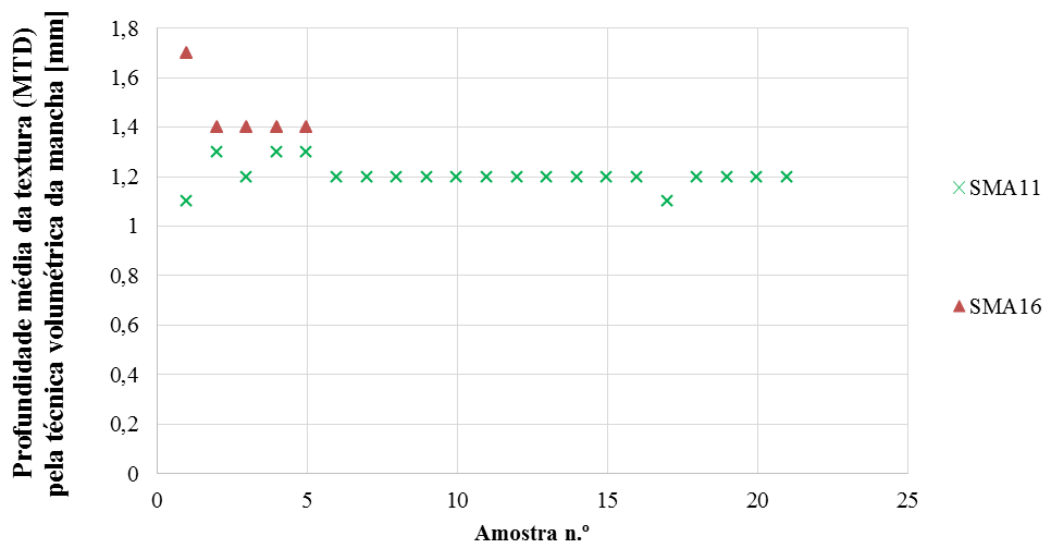


Fig.15. Valores de MTD obtidos para SMA11 e SMA16

5 CONCLUSÕES

Face aos condicionamentos presentes, manutenção das cotas existentes, reduzidas espessuras das camadas betuminosas da estrutura do pavimento, o estado de degradação do pavimento numa zona de portagem de acesso a uma área industrial, com elevado tráfego pesado, com zonas de travagem e de paragem optou-se neste caso, por uma mistura betuminosa SMA. Tratou-se da primeira aplicação na rede da Brisa Concessão Rodoviária (BCR), com a qual se pretendeu obter melhores características mecânicas para resistir a cargas verticais e a esforços tangenciais reduzindo as deformações plásticas (cavado de rodeiras).

A execução de reabilitação em zonas de portagens condiciona a rentabilidade do trabalho, assim como, embora realizado em período noturno, influencia a circulação do tráfego e os respetivos incómodos aos utentes, pelo que o aumento de durabilidade esperado irá reduzir o número de intervenções de conservação.

Relativamente aos custos, estes são sempre difíceis de obter e comparar devido às grandes flutuações do preço dos betumes nos últimos anos e às diversas condições de aplicação. É congruente que os custos do SMA sejam superiores aos das outras misturas, devido à taxa de ligante betuminoso mais elevada, associado à utilização de fibras e ainda à diminuição da taxa de produção ocasionados pelo aumento dos tempos de mistura. No entanto, será de considerar que os custos deverão entrar em linha de conta com o aumento previsto da durabilidade destas misturas.

6 REFERÊNCIAS

1. CENOR, Consultores, SA (Maio 2015) – *A2 – Auto-estrada do Sul, Beneficiação/Reforço do Pavimento da Portagem do nó de Coïna do sublanço Fogueteiro/Coïna – Projeto de Execução*, Lisboa 2015;
2. F. BATISTA e H. MIRANDA, *Formulação de Misturas do tipo SMA com fibras*, Jornada Técnica *Misturas Betuminosas de Alto Desempenho*, Laboratório Nacional de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2010;
3. F. MARTINHO, S. LANCHAS, R. NUNES, F. BATISTA e H. MIRANDA, *A experiência Portuguesa em misturas betuminosas do tipo SMA com fibras celulósicas*, CRP Lisboa 2013;
4. B.E. GITE, M. ABJAL, *Stone Mastic Asphalt*, Sangamer 2013;
5. *Norma EN13108-5*.