

CAPÍTULO 3

DESCRIÇÃO DA OBRA DE RECICLAGEM

3.1 INTRODUÇÃO

Esta obra refere-se à beneficiação de um troço da EN 244 entre Ponte Sôr e o cruzamento com a EN 118, já no concelho de Gavião, com uma extensão total de cerca de 24,2 Km, compreendida entre o cruzamento com a EN 118 (ao km 58+380) e a Ponte de Sôr (ao km 82+544).

A obra de reabilitação do referido troço da EN 244, teve início no Inverno de 2008, tendo sido adjudicada à empresa Construções J.J.R. & Filhos, S.A., e a fiscalização estado a cargo da empresa Estradas de Portugal. Até à data, a referida obra continua em execução.

3.2 ELEMENTOS RELATIVOS AO PAVIMENTO EXISTENTE

Trata-se de um traçado de uma estrada predominantemente em meio rural, com uma densidade considerável de serventias agrícolas, mas com zonas tipicamente urbanas.

O pavimento existente encontrava-se com algumas anomalias, tais como, envelhecimento e degradações, incluindo deformações e fendilhação acentuada (fendas longitudinais e transversais), tal como se pode observar na Figura 3.1 e na Figura 3.2.



Figura 3. 1: Fenda transversal na faixa de rodagem e longitudinal ao eixo da via no pavimento existente antes da obra de reabilitação.



Figura 3. 2: Fenda longitudinal no pavimento existente antes da obra de reabilitação.

3.3 ELEMENTOS RELATIVOS AO PROJECTO DE REABILITAÇÃO

Os trabalhos de pavimentação consistiram, numa primeira fase, na reciclagem semi-quente, da camada de regularização, até 7 cm de profundidade. Numa segunda fase, na aplicação de uma camada de betão betuminosa, na camada de desgaste, com uma espessura de 5 cm.

As características de resistência da mistura reciclada, quando submetida ao ensaio de imersão-compressão segundo a norma NLT-162/84 deverão ser superiores aos valores indicados no Quadro 3.1. Nesse Quadro indicam-se os valores preconizados no Caderno de Encargos da obra, apresentados no Anexo A, os quais correspondem aos valores preconizados em Espanha para misturas recicladas a frio (Antunes e Batista, 2004; Dirección General de Carreteras, 2001).

Quadro 3. 1: Valores mínimos de resistência a obter em ensaio de imersão-compressão.
Fonte: Caderno de Encargos da obra (Anexo 1)

Categoria do tráfego pesado	A seco (Mpa)	Com imersão (Mpa)	Conservada (%)
T1 (só camadas de base) e T2 e (*)	3	2.5	75
T3 – T4 e bermas	2.5	2	72

(*) Estradas de serviço não agrícolas de auto-estradas e estradas interurbanas.

3.4 CARACTERIZAÇÃO DA MISTURA A RECICLAR

3.4.1 Materiais a reciclar

À medida que a obra vai decorrendo, têm-se recolhido várias amostras de material fresado com as quais têm sido realizados vários ensaios com o intuito de caracterizar os materiais empregues.

Na Figura 3.3, pode observar-se um dos locais de armazenamento do material fresado do pavimento existente, removido através da acção da fresadora (sem adição de emulsão betuminosa). De um local como este é que se retiraram amostras de material fresado para efectuar os provetes e estudos em laboratório.



Figura 3. 3: Local de depósito do material fresado proveniente do pavimento existente.

Sobre o material fresado fizeram-se extracções de betume por incineração em mufla e determinou-se a quantidade de betume residual presente na mistura a reciclar, bem como a granulometria dos agregados, cujos resultados se apresentam no Quadro 3.2 e na Figura 3.4, respectivamente.

Quadro 3. 2: Extracção de betume do material fresado.

Parâmetros estatísticos	Percentagem de betume (%)
Média	5,1
Valor mínimo	4,8
Valor máximo	5,3

Os valores de betume residual variam entre os 4,8 e os 5,3%, tendo um valor médio de 5,1%.

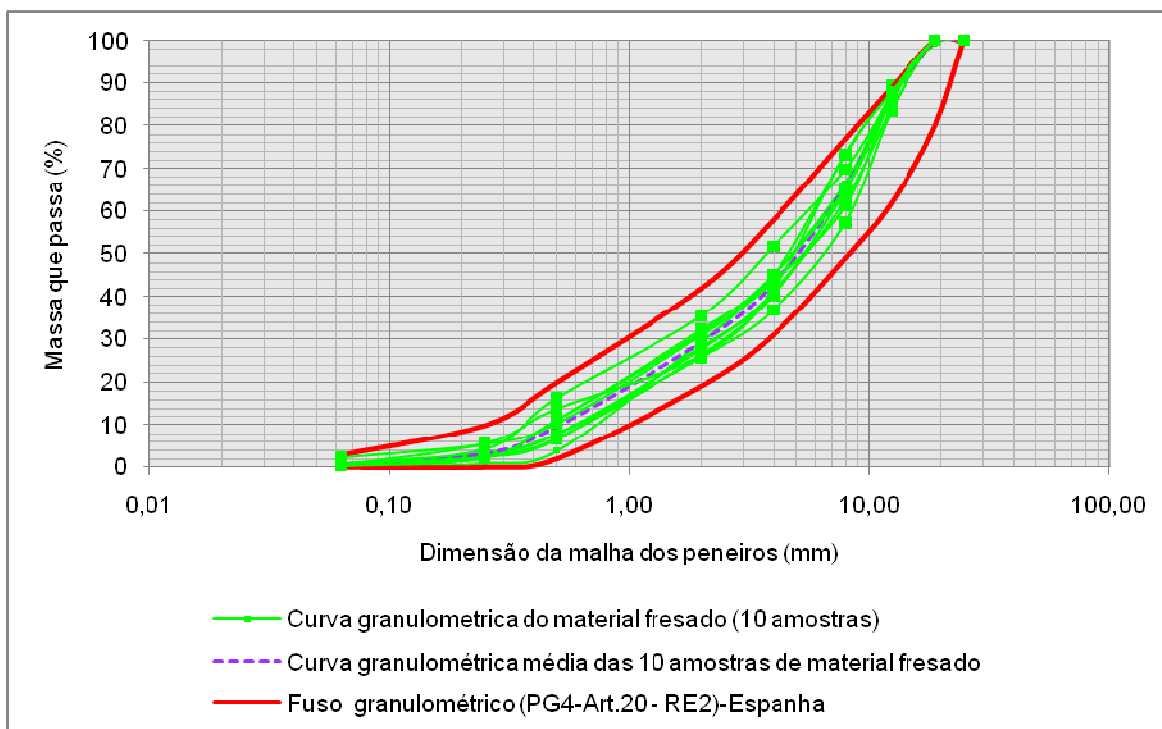


Figura 3. 4: Curvas granulométricas do material fresado.

A análise granulométrica das amostras de material fresado, foi realizada tendo por base as Especificações LNEC E 233 – 1970 e LNEC E 235 – 1970, com excepção no que diz respeito à secagem em estufa do material, que foi realizada a 60° C, visto terem surgido dificuldades em realizar este ensaio, por este já possuir algum ligante betuminoso (Antunes e Batista, 2004).

Pode constatar-se que as amostras de material fresado se enquadram no fuso recomendado pelo Caderno de Encargos da obra (Anexo A).

3.4.2 Emulsão betuminosa

Quanto à emulsão betuminosa, torna-se necessário utilizar uma emulsão especial, capaz de envolver sem escorrimentos, nem se deteriorar devido à temperatura elevada, e ao mesmo tempo proporcionar à mistura uma elevada coesão inicial, uma elevada adesividade activa e passiva, bem como uma maneabilidade suficiente para a sua aplicação com espalhadoras convencionais. Assim sendo utilizou-se na reciclagem do pavimento uma emulsão catiónica, de rotura lenta, com betume aditivado especialmente para misturas a 90 °C, designada por RECIEMUL-90.

As características reportadas pela CEPISA e pelo Caderno de Encargos (Anexo A) da obra para a emulsão utilizada apresentam-se no Quadro 3.3 (Tavares e Vieira, 2006).

Quadro 3. 3: Características da emulsão betuminosa.
 Fonte: (Tavares e Vieira, 2006; Caderno de Encargos (Anexo A)).

Características	Unidade	Norma NLT	Cepisa	Caderno de encargos
Viscosidade SSF, 25°C	s	138	33	≤50
Carga das partículas		194	Positiva	Positiva
Teor em água	%	137	38	≤40
Teor em betume	%	139	62	≤60
Fluidificante por destilação em volume	%	139	-	≤1
Peneiração	%	142	0	≤0,1
Sedimentação a 7 dias	%	140	-	≤10
Resíduo de destilação		139		
Penetração (25°C,100g,5s)	0,1mm	124	142	≥150

3.5 FORMULAÇÃO DA MISTURA RECICLADA

Com base em estudos efectuados pela Cepisa, estes adoptaram a seguinte formulação:

- 100% de material fresado, aquecido a 90° C
- 3% de emulsão catiónica, de rotura lenta e com betume aditivado especialmente para misturas a 90 °C, denominada por RECIEMUL-90.
- 0% de água.

Contudo, depois da queima, por incineração em mufla, de material fresado proveniente de diferentes pontos do troço em estudo, incluindo do trecho experimental, constatou-se

que existia uma grande variabilidade das percentagens do betume residual. Essa variabilidade pode analisar-se no Quadro 3.4, onde se apresentam valores médios de betume residual do fresado do trecho experimental e do fresado do trecho final.

Quadro 3. 4: Percentagem de betume (média) ao longo de vários pontos do pavimento.

Identificação da amostra	Percentagem de betume (%)
Trecho experimental	4,64
Trecho final	5,3

Constatou-se assim, que a quantidade de betume residual à medida que se avançava n pavimento ia aumentando, e por isso, diminui-se a percentagem de emulsão a usar na realização da nova mistura. A temperatura do material fresado aumentou-se, visto a 90° C não se estarem a obter os resultados pretendidos, quando comparados com os obtidos pelos estudos da Cepsa. Assim sendo, e posto isto, a empresa JJR & Filhos, definiu uma nova formulação, sendo ela:

- 100% de material fresado, aquecido a 120° C
- 2% de emulsão catiónica, de rotura lenta, com betume aditivado especialmente para misturas a 90 °C, denominada por RECIEMUL.
- 0% de água.

Como tal, esta foi a formulação usada na reabilitação do troço da EN 244, a partir do km 60+300, aproximadamente e foi também, esta, a formulação usada para a realização dos provetes no laboratório.

3.6 PROCESSO CONSTRUTIVO

Para a fresagem do pavimento foi utilizada uma máquina fresadora, apresentada na Figura 3.5, que realiza a fresagem do pavimento existente, deposita a material fresado num camião, e este transporta o material fresado até à central para ser reciclado.



Figura 3. 5: Fresadora utilizada para a fresagem do pavimento.

De forma a garantir uma boa aderência para este tipo de mistura betuminosa a rega de colagem é executada com emulsão betuminosa a partir de betume convencional, devendo garantir entre 300 e 500 g/m² de betume residual.

A Figura 3.6 apresenta a central de fabrico da mistura reciclada, tratando-se de uma central a quente e do tipo descontínua.



Figura 3. 6: Central descontínua a quente utilizada para efectuar a mistura betuminosa reciclada.

O material fresado é aquecido no tambor-secador-misturador, a 120° C. De seguida são-lhe adicionados os 2% de emulsão betuminosa à temperatura ambiente.

A temperatura de fabrico da mistura, à saída do misturador é de, aproximadamente, 90° C, como se pode confirmar pela Figura 3.7.



Figura 3. 7: Temperatura da mistura betuminosa reciclada no camião.

O transporte da mistura desde a central de fabrico até à obra é feito com recurso a camiões, nos quais a mistura é coberta até esta ser descarregada na pavimentadora.

O início da compactação é efectuado a uma temperatura aproximada de 90°C.

O espalhamento da mistura betuminosa reciclada semi-quente é efectuado recorrendo ao uso de pavimentadoras convencionais, tal como se apresenta na Figura 3.8.



Figura 3. 8: Máquina pavimentadora.

A compactação é realizada com um cilindro de rasto liso vibrador e um cilindro de pneus, tal como se pode observar na Figura 3.9 e na Figura 3.10. Como se trata de uma mistura mais fina que o habitual, o cilindro de rolos passa uma vez, de seguida inicia-se a passagem com o cilindro de pneus e depois, novamente o de rolos, desta vez com vibração. Entende-se por “uma passagem” a ida e a volta do cilindro.

Após a compactação o pavimento pode ser aberto ao tráfego de imediato.



Figura 3. 9: Cilindro de rolos.



Figura 3. 10: Cilindro de pneus.