

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO

A reciclagem dos pavimentos asfálticos deteriorados não é uma ideia nova, contudo, com o aumento das exigências ambientais e económicas tornou-se numa alternativa cada vez mais utilizada por diferentes países em todo o mundo.

Durante as últimas décadas, principalmente a partir da crise do petróleo de 1973, levaram-se a cabo esforços para desenvolver técnicas de reutilização dos materiais resultantes da fresagem dos pavimentos.

Nos últimos anos, num mundo cada vez mais contaminado, em particular nos países em desenvolvimento, tais como China e Índia (Naves e Salvador, 2007), e com uma deterioração média ambiental crescente, a preservação dos recursos naturais tornou-se numa preocupação geral em todos os sectores produtivos do mundo.

Perante tal panorama, a indústria da construção foi pioneira no desenvolvimento de técnicas para a reutilização de materiais de desperdício gerados, por uma lado, devido à grande quantidade de resíduos que origina, em Portugal produzem-se 4.4 milhões de toneladas de resíduos de construção e demolição (Carvalho, 2007), e por outro lado, porque a grande maioria desses resíduos são reutilizáveis na sua totalidade, assim é o caso dos materiais gerados quando se fresa um pavimento durante a sua reparação ou reabilitação.

Seguindo estas políticas, uma grande maioria de administrações de estradas de todo o mundo, tomaram consciência sobre a importância de aumentar o ciclo de vida dos pavimentos, criando programas de apoio para desenvolver técnicas de reciclagem.

A protecção do ambiente tem-se feito notar como um domínio chave no desenvolvimento dos Países da Comunidade Europeia. Neste mesmo sentido, diversos organismos

internacionais actuando no sector dos transportes têm incentivado a adopção de técnicas de pavimentação que minimizem a emissão de poluentes atmosféricos e possibilitem a economia de matérias-primas, bem como a reutilização ou reciclagem dos materiais já existentes nas estradas a reabilitar.

Como resposta a estes novos imperativos, nos últimos anos têm surgido no mercado Nacional várias técnicas de pavimentação vocacionadas para o desenvolvimento sustentável e que, ao mesmo tempo, constituem soluções muito interessantes do ponto de vista técnico e económico.

Em Portugal, a rede rodoviária, constituída na sua maioria por pavimentos flexíveis, tem aumentado a sua extensão, principalmente desde 1985. Nos dias de hoje, a par da construção de novas estradas, previstas no plano rodoviário nacional, surge a necessidade da sua reabilitação visto que grande parte desta já se encontra no fim da sua vida útil.

Nas últimas décadas, ao nível das solicitações do tráfego tem-se registado um acentuado aumento do volume de tráfego rodoviário e das cargas transportadas pelos veículos pesados. Ao mesmo tempo, tem-se notado um aumento das exigências funcionais, relacionadas com a segurança e o conforto do utente das infra-estruturas, a par das preocupações de carácter ambiental, que leva à necessidade de pavimentos rodoviários cada vez mais duráveis e resistentes.

No entanto, as características funcionais de um pavimento evoluem ao longo do tempo, não apenas devido ao desgaste criado na superfície pela passagem dos veículos, mas também, devido à acção dos agentes atmosféricos, nomeadamente a acção da água chuva.

Um pavimento rodoviário tem no início da sua “vida” um certo “nível de serviço”, traduzido pelas condições de segurança, conforto e economia que oferece ao utente. Contudo, sob a acção do tráfego e dos agentes atmosféricos, o pavimento vai-se degradando ao longo do tempo, até atingir um estado que já não satisfaz os critérios mínimos de funcionalidade e/ou estruturais. Este período designa-se como “vida útil” ou “vida de serviço” do pavimento (Batista, 2004).

Assim sendo, é fundamental que durante a vida útil de um pavimento se mantenham as características funcionais e estruturais, de forma a evitar a perda de conforto e de segurança dos utentes, bem como um maior desgaste dos veículos e maiores consumos de energia. Outro factor de elevada relevância tem a ver com o facto de a reciclagem de

um pavimento ser particularmente efectiva em termos de custo, quando realizada antes da deterioração extrema do pavimento.

Na Figura 1.1 apresenta-se um gráfico com a evolução do estado de um pavimento ao longo de tempo e os efeitos resultantes da adopção de medidas de conservação e/ou reabilitação (Batista, 2004).

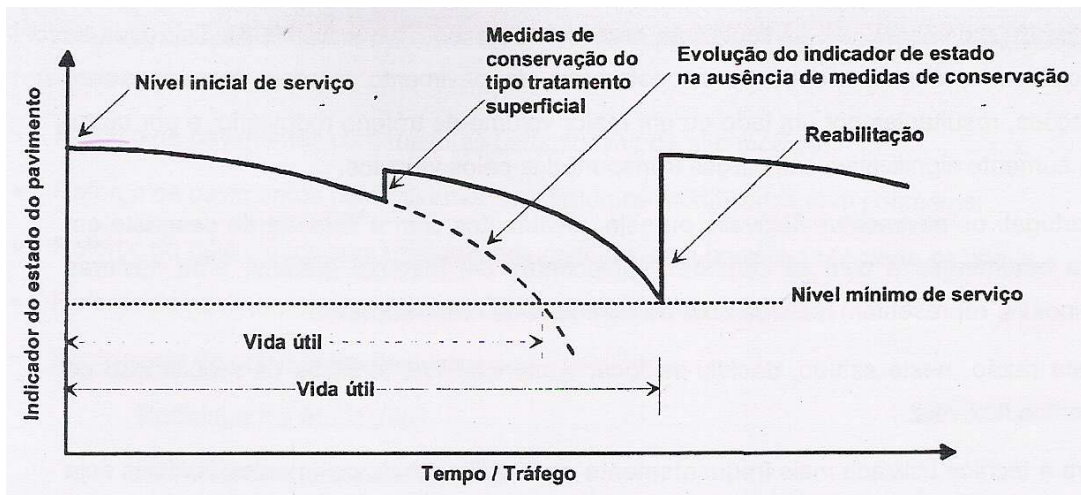


Figura 1.1: Evolução do estado de um pavimento ao longo do tempo [Batista, 2004]

Fonte: Batista (2004, p. 15)

Tendo em conta as quantidades de materiais que são consumidos na construção de estradas e o facto de os recursos disponíveis adequados serem escassos, a reciclagem de misturas betuminosas assume um papel fundamental na construção de estradas numa perspectiva do desenvolvimento sustentável. Pode definir-se desenvolvimento sustentável como “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprimir as suas próprias necessidades”, de acordo com Bruntland G. H. (1987), citado por D'Angelo, et al., (2008).

Assim, e tendo em conta a noção de desenvolvimento sustentável, a Comissão Europeia fixa prioridades relativamente à gestão durável dos recursos naturais, à luta integrada contra a poluição e a gestão de resíduos, à redução do consumo de energia proveniente de recursos não renováveis, à gestão melhorada da mobilidade e à melhoria da qualidade no meio urbano e à melhoria da saúde e da segurança, com o intuito de chegar a resultados palpáveis.

A reciclagem apresenta várias vantagens, destacando-se duas bastante relevantes. A primeira tem a ver com a atractividade da utilização de materiais disponíveis em termos económicos e a segunda tem a ver com o facto de a utilização mais extensiva dos materiais reciclados ser exigível em termos ambientais.

Assim sendo, a reciclagem não só reduz os custos de transporte a vazadouro dos materiais betuminosos, bem como, reduz a procura por recursos naturais escassos. Deste modo, a reciclagem toma um papel importante nas políticas de planeamento dos agregados. O consumo *per capita* anual de agregados em países industrializados é muito elevado, cerca de 8 t/habitante/ano, sendo apenas secundado pelo consumo de água e assumindo por isso um papel muito importante na economia dos países. Nos EUA o consumo *per capita* de agregados é de 7.5 t/habitante/ano e na Europa Ocidental é de 5 a 8 t/habitante/ano (UPEG, 2006 e Bleishwitz & Bahn-Walkowiak, 2006).

A fim de dar resposta às questões ambientais e económicas, houve a necessidade de se desenvolverem estudos de novas técnicas e de novos materiais, sem prejuízo do seu desempenho face às características que se pretendem reabilitar ou conservar. É neste contexto que se insere o presente trabalho.

As técnicas de reciclagem mais utilizadas denominam-se por “reciclagem a frio” e “reciclagem a quente”. Devido às limitações destas técnicas, surge na Europa uma nova tecnologia de reciclagem de pavimentos, denominada por “reciclagem semi-quente”.

Na reciclagem a frio o ligante utilizado é uma emulsão betuminosa. Este tipo de reciclagem permite a aproveitamento de todo o material fresado, contudo, obriga a um tempo de cura de cerca de 20 dias, durante o qual a mistura reciclada não deve ser coberta. Este período de tempo, em certas alturas do ano, com frio e chuva, pode ser levar a atrasos nos trabalhos e a prejuízos.

Quanto à reciclagem a quente em que o ligante é o betume, apenas (20 a 30)% do material fresado é utilizado e a sua produção é feita a temperaturas, na ordem, dos (130-150)°C.

Posto isto, a técnica de reciclagem abordada neste trabalho, reciclagem semi-quente, vem colmatar algumas das limitações da reciclagem a frio e da reciclagem a quente, tratando-se de uma técnica nova em geral. Com base em estudos realizados pela Cepsa e pelas Estradas de Portugal, a reciclagem semi-quente permite reciclar até 100% do material fresado, o fabrico da mistura é feito a temperaturas de 90°C e o seu

espalhamento e compactação é efectuado à temperatura de 60°C, podendo ir até aos 80°C, tal permite uma redução no consumo de energia e uma redução da emissão de gases para a atmosfera. Quanto ao tempo de cura, este é nulo, ou seja, devido ao aquecimento a que foi submetido o material fresado, este permite a imediata abertura ao tráfego. (Tavares e Vieira, 2008)

Em Portugal, para além deste trabalho e do Doutoramento da Engenheira Marisa Dinis, o qual está a decorrer na Universidade da Beira Interior, são quase inexistentes as experiências com a técnica de reciclagem de misturas betuminosas a semi-quente e em outros países a sua aplicação também é escassa.

Neste trabalho estuda-se este tipo de mistura em laboratório e num caso prático de aplicação desta técnica numa obra, pretendendo-se deste modo, analisar o comportamento destas misturas betuminosas quando submetidas à acção da água e posteriormente, à acção de ciclos de gelo-degelo.

Essa análise consiste numa avaliação do impacto causado pela água nas condições de serviço de um pavimento, através da resistência obtida após a aplicação da metodologia proposta, à imersão-compressão e ao gelo-degelo, de materiais betuminosos recolhidos da E.N. 244 – Entre Ponte de Sôr e o Entroncamento com a E.N.118 (Gavião).

1.2 OBJECTIVOS

Este trabalho, ao centrar-se na técnica de reciclagem a semi-quente, por um lado, procura acima de tudo, contribuir para um maior conhecimento desta técnica, de modo a que, no futuro possa vir a constituir uma boa alternativa em obras de reabilitação estrutural de pavimentos rodoviários e, por outro lado, o objectivo principal é o de analisar o comportamento de misturas betuminosas recicladas a semi-quente (MBRSQ) após serem submetidas à acção da água e a ciclos de gelo-degelo, tendo em conta os diversos ensaios disponíveis actualmente.

Para tal, em colaboração com a empresa JJR & Filhos, recolheu-se o material fresado e amostras do pavimento aplicado.

Em laboratório, produziram-se e compactaram-se misturas recicladas a semi-quente, aproximando ao que está a ser feito em central, ou seja usou-se a mesma formulação, de

modo a estudar a influência da percentagem de emulsão betuminosa na resistência da mistura, o comportamento da mistura à água e o comportamento da mistura a um e a vários ciclos de gelo-degelo.

As amostras obtidas em obra foram ensaiadas em laboratório e os seus valores foram comparados com os valores obtidos em laboratório, a fim de se tirarem algumas conclusões.

De forma a alcançar o objectivo deste trabalho, realizaram-se alguns ensaios, sendo eles, o ensaio de “imersão-compressão”, segundo a norma espanhola NLT-162/84, o ensaio de “sensibilidade à água”, segundo as normas EN 12697-12 e EN 12697-23 e o ensaio de “gelo-degelo”, segundo a ASHTTO T283, a qual tem por base o método de Lottman.

Propõe-se ainda neste trabalho, um novo método de análise do comportamento de misturas betuminosas com base em emissões de ultra-sons.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho encontra-se dividido em 6 capítulos, tendo por base a concretização dos objectivos propostos.

Neste primeiro capítulo introdutório, faz-se um enquadramento do tema no conjunto das preocupações que presentemente norteiam os estudos relativos a pavimentos rodoviários, apresentam-se os objectivos principais da investigação, descreve-se a metodologia geral adoptada para alcançar as metas estabelecidas e faz-se uma síntese da organização do trabalho.

No Capítulo 2 descrevem-se três diferentes técnicas de reciclagem de misturas betuminosas; a reciclagem a quente, a reciclagem a frio e a reciclagem semi-quente. Sendo dada particular atenção à técnica de reciclagem a semi-quente, visto tratar-se do assunto principal deste trabalho.

O Capítulo 3 apresenta os trabalhos em obra e as características da mistura reciclada produzida em laboratório, aproximando às condições de obra, e que se obtém em obra, definindo a composição da mistura e as propriedades dos seus materiais constituintes. Este capítulo centra-se, principalmente, no estudo de formulação das MBRSQ.

No Capítulo 4 são descritos os ensaios de sensibilidade à água e, com base nestes, é avaliado o comportamento de misturas betuminosas produzidas em laboratório. Além disso, comparam-se os valores obtidos em laboratório com os resultados obtidos com os carotes provenientes da obra, de forma a validarem-se os ensaios realizados. Os procedimentos de ensaio e as condições adoptadas para a sua realização são aqui enquadrados e fundamentados.

No Capítulo 5 é apresentado um novo método de análise do comportamento de misturas betuminosas com base em emissões de ultra-sons.

Depois de analisado o conjunto de informações recolhidas sobre o tema, e os resultados obtidos dos diferentes ensaios realizados, no Capítulo 6, apresentam-se as considerações finais do trabalho realizado, discutindo-se as principais conclusões tendo em conta o trabalho efectuado relativamente à técnica de reciclagem a semi-quente.

De seguida, apresentam-se as referências bibliográficas mais importantes que foram consultadas para ajuda na realização deste trabalho.

No acervo normativo apresenta-se uma lista das normas utilizadas para a realização dos ensaios que permitiram a realização deste trabalho.

No Anexo A apresenta-se o Caderno de Encargos da Obra em estudo.