



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Engenharia

Sistemas de apoio à conservação corrente

Manuel Jacinto Gonçalves Tavares

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Civil
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutora Bertha Maria Batista dos Santos

Covilhã, Outubro de 2013

Dedicatória

Ao meu filho, Tiago.

Agradecimentos

A concretização deste objetivo, além da disponibilidade pessoal, só foi possível com o apoio e colaboração de diversos colegas e amigos aos quais gostaria de expressar os meus mais profundos agradecimentos e reconhecimento pela ajuda prestada:

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à orientadora desta dissertação, o Professora Doutora Bertha Santos, pelo seu apoio, disponibilidade e orientação no acompanhamento deste trabalho.

À Universidade da Beira Interior, por me ter permitido obter esta valorização profissional com a crescente melhoria do conhecimento.

À empresa Estradas de Portugal, SA, pela possibilidade dada para a concretização deste objetivo pessoal, profissional e pelo incentivo.

Aos colegas da Gestão Operacional da Guarda, e em especial ao Sr. Armando Gonçalves, pelo apoio dado e pela partilha de conhecimentos na área aqui tratada.

A todos os meus amigos, que direta ou indiretamente me apoiaram na execução do trabalho aqui apresentado.

A minha família, em especial aos meus pais, irmãs e cunhada, pelo apoio e incentivo na concretização deste objetivo pessoal.

Por último, mas sempre no meu pensamento, à minha esposa, Alda, a quem também dedico a concretização desta etapa, pelo seu apoio permanente, expresso ou silencioso, que se traduziu em dois anos de muita paciência, pela compreensão de todos os momentos de ausência da minha parte, por tudo o que esse apoio representou e representa para mim.

Mais uma vez a todos, o meu sincero bem-haja.

Resumo

Em Portugal, nas últimas décadas, foi efetuado um investimento avultado na construção rodoviária, podendo afirmar-se neste momento que existe uma rede madura e consolidada. Surge assim um novo desafio, o de manter a rede rodoviária construída em bom estado de conservação, com particular enfoque nos seus pavimentos.

Neste contexto, um dos objetivos principais dos sistemas de gestão da conservação dos pavimentos é o de distribuir adequadamente os recursos financeiros disponíveis para a conservação, de forma a garantir um determinado nível de serviço aos utentes. Para tal é necessário criar ferramentas de apoio à decisão que de uma forma simples, mas tecnicamente fundamentada, permitam atingir esse objetivo.

O trabalho aqui apresentado tem como objetivo contribuir para a definição de procedimentos que permitam orientar, no âmbito da conservação corrente e da otimização da relação custo/benefício, a realização das inspeções de rotina às vias e a utilização dessa informação na escolha dos tratamentos de conservação corrente a adotar.

Para o efeito, foi elaborado um conjunto de fichas para as degradações mais relevantes (com a descrição, modo de identificação e quantificação das degradações) e foram definidas duas metodologias, uma para a realização das inspeções de rotina às vias e outra para a seleção das técnicas de tratamento mais adequadas. Esta última metodologia recorre a matrizes de decisão construídas com base em critérios relacionados com o volume de tráfego, com os planos de conservação periódica e preventiva existentes para as vias, com a eficácia da conservação e com a longevidade e desempenho dos tratamentos.

Palavras-chave

Conservação Corrente, Pavimentos Rodoviários Flexíveis, Inspeções de Rotina, Degradações.

Abstract

In Portugal, in the recent decades, it has been made a large investment in road construction. It may be stated at this point, that there is a mature and consolidated network. Therefore, a new challenge arises, to maintain the road network built in a good state of conservation, with particular focus on their pavements.

In this context, one of the main objectives of pavement conservation management is to properly distribute the financial resources, available for conservation, in order to guarantee a certain level of service to users. For this, it is necessary to create decision support tools, which, in a simple but technically grounded way, allows achieving that goal.

The work hereby presented intends to contribute to the definition of procedures to guide, within the routine maintenance and optimization of the cost/benefit relation, the routine road inspections and the use of this information in the selection of current conservation treatments to adopt.

To this end, it was designed a set of worksheets for the most relevant degradation (with the description, identification and quantification of degradation) and two methodologies, one for carrying out pavement routine inspections and another for the selection of the most suitable treatment techniques. This last methodology uses decision matrices, based on criteria related to the traffic volume, with the existing periodic and preventive maintenance programs , the effectiveness of conservation and with the longevity and performance of treatments.

Keywords

Routine maintenance, Flexible Road Pavements, Routine Inspections, Degradations.

Índice

1	Introdução.....	1
1.1	Enquadramento	1
1.2	Objetivos da dissertação	2
1.3	Estrutura da dissertação.....	3
2	Pavimentos rodoviários flexíveis e suas patologias	5
2.1	Pavimentos rodoviários	5
2.1.1	Introdução	5
2.1.2	Tipologias de pavimentos	5
2.1.3	Constituição e comportamento de pavimentos flexíveis	6
2.2	Patologias de pavimentos rodoviários flexíveis.....	10
2.2.1	Introdução	10
2.2.2	Degradações dos pavimentos rodoviários flexíveis	12
2.2.2.1	Famílias e tipos de degradações.....	12
2.2.2.2	Deformações	14
2.2.2.3	Fendilhamento.....	15
2.2.2.4	Desagregação da camada de desgaste.....	18
2.2.2.5	Movimento de materiais	19
2.2.2.6	Reparações	20
2.2.2.7	Degradações em bermas	20
2.2.2.8	Degradações em órgãos de drenagem	21
2.2.2.9	Degradações em taludes	21
2.2.3	Principais causas das degradações dos pavimentos flexíveis	21
2.2.4	Catálogo de degradações	22
3	Sistema de gestão da conservação.....	25
3.1	Introdução.....	25
3.2	Inspeções de rotina às vias.....	30
3.2.1	Inspeções de rotina - Fatores a considerar	32
3.2.2	Metodologia de Inspeção	42
3.2.3	Exemplo de Preenchimento da ficha de inspeção de rotina	48
3.3	Conservação corrente	50
3.3.1	Considerações iniciais	50
3.3.2	Identificação dos tratamentos a utilizar na conservação corrente de pavimentos ..	52
3.3.3	Metodologia para a seleção da técnica de conservação corrente de pavimentos ..	62
4	Caso aplicação.....	81
4.1	Descrição geral	81
4.2	Descrição dos troços analisados	81
4.3	Inspeção visual	83
4.4	Escolha do tratamento de conservação corrente	89
5	Conclusões e desenvolvimento futuro.....	99
5.1	Conclusões	99
5.2	Desenvolvimento futuro	101
6	Bibliografia.....	102
Anexo I	105
Anexo II	136
Anexo III	139
Anexo IV	144

Lista de Figuras

Figura 2-1: Constituição tipo de um pavimento rodoviário flexível (Silva, 2005)	7
Figura 2-2: Constituição e comportamento dos pavimentos flexíveis (Branco et al., 2008)	9
Figura 2-3: Pavimento rodoviário: ações e solicitações (Pereira & Miranda, 1999).....	11
Figura 2-4: Evolução das solicitações num pavimento rodoviário (Pereira & Miranda, 1999) ..	12
Figura 2-5: Sequência e interação das degradações (Pereira & Miranda, 1999).....	13
Figura 2-6: Rodeiras e deformações localizadas (EP, 2008).....	14
Figura 2-7: Rodeiras e deformações localizadas (EP, 2008).....	16
Figura 2-8: Pelada, ninhos (EP, 2008)	18
Figura 2-9: Exsudação (EP, 2008)	19
Figura 2-10: Remendos (EP, 2008)	20
Figura 3-1: Comparação entre estratégias de conservação de pavimentos rodoviários (adaptado de Pereira & Miranda, 1999).....	26
Figura 3-2: Codificação de uma estrada com 2 vias por faixa de rodagem.....	36
Figura 3-3: Codificação de uma estrada com 1 via por faixa de rodagem.....	36
Figura 3-4: Página 1 da ficha de inspeção de rotina (Anexo II).....	41
Figura 3-5: Página 2 da ficha de inspeção de rotina (Anexo II).....	42
Figura 3-6: Inspeções de rotina: Metodologia.....	44
Figura 3-7: Fluxograma ilustrativo da metodologia de inspeção	46
Figura 3-8: Exemplo de preenchimento da secção I.	48
Figura 3-9: Levantamento fotográfico de degradações	49
Figura 3-10: Exemplo de preenchimento das secções II e III	49
Figura 3-11: Exemplo de preenchimento das secções V e VI.....	49
Figura 3-12: Folha 1 da ficha de inspeção.....	50
Figura 3-13: Fluxograma identificativo dos passos a seguir na seleção da técnica de conservação mais adequada a cada caso	53
Figura 3-14: Estratégias normalmente adotadas na reabilitação estrutural de pavimentos fendilhados (Minhoto, 2005)	56
Figura 3-15: Fluxograma da metodologia de seleção da técnica de conservação corrente	64
Figura 3-16: Fluxograma resumo da fase 2 - Definir prioridades de intervenção por via	66
Figura 3-17: Fluxograma de seleção da classe de tratamento.....	72
Figura 3-18: Fluxograma de seleção de técnicas de tratamentos de degradações.....	78
Figura 4-1: Ficha 1 do levantamento efetuado	84
Figura 4-2: Pele de Crocodilo ao km 108+300	84
Figura 4-3: Pele de Crocodilo ao km 108+690	84
Figura 4-4: Ninho ao km 108+645	85
Figura 4-5: Berma ao km 110+655	85
Figura 4-6: Rodeira ao km 110+965.....	85
Figura 4-7: Ninho ao km 111+210	85
Figura 4-8: Ficha 11 do levantamento efetuado	85
Figura 4-9: Deformação localizada ao km 34+910	86
Figura 4-10: Deformação localizada ao km 35+930	86
Figura 4-11: Berma ao km 36+820	86
Figura 4-12: Fenda longitudinal ao km 37+720	86
Figura 4-13: Reparações ao km 37+810	86
Figura 4-14: Pele de crocodilo ao km 39+810.....	86
Figura 4-15: Fluxograma de priorização de vias.....	90

Lista de Quadros

Quadro 2-1: Tipos de pavimentos em função dos materiais e da deformabilidade (Branco et al, 2006)	6
Quadro 2-2: Função das camadas e da fundação de um pavimento rodoviário.....	8
Quadro 2-3: Famílias e tipos de degradações (Pereira e Miranda, 1999)	13
Quadro 2-4: Classificação das relações entre degradações e os fatores de degradação (Pereira e Miranda, 1999)	22
Quadro 2-5: Numeração das fichas de degradações (Anexo I)	23
Quadro 3-1: Características gerais dos tipos de conservação	27
Quadro 3-2: Comparação entre os tipos de conservação	29
Quadro 3-3: Resumo dos dados necessários para determinação do tempo de inspeção	34
Quadro 3-4: Simbologia utilizada para localização da degradação na via	37
Quadro 3-5: Tipos de degradações a registar em pavimentos flexíveis, unidades de medida e codificação	38
Quadro 3-6: Níveis de gravidade a considerar na avaliação das degradações	38
Quadro 3-7: Técnicas de conservação.....	39
Quadro 3-8 : Classes de tratamento superficial para pavimentos flexíveis e semirrígidos, adaptado de (EP, 2013)	57
Quadro 3-9: Classes de tratamento de reforço estrutural para pavimentos flexíveis, adaptado de (EP, 2013).....	58
Quadro 3-10: Técnicas de reabilitação das características superficiais, adaptado de (EP, 2013).	60
Quadro 3-11: Técnicas de reabilitação das características estruturais, adaptado de (EP, 2013).	60
Quadro 3-12: Técnicas agrupadas de reabilitação tratamento de reforço estrutural para pavimentos flexíveis- agrupadas, adaptado de (EP, 2013).	61
Quadro 3-13: Matriz A - Tipo de conservação a implementar	66
Quadro 3-14: Avaliação de estratégias com base no Índice de Qualidade da EP	67
Quadro 3-15: Eficácia da conservação corrente.....	67
Quadro 3-16: Definição de prioridades de intervenção em função do tráfego	67
Quadro 3-17: Prioridade de intervenção em função do plano de conservação periódica e preventiva das vias	68
Quadro 3-18: Prioridade de atuação para as degradações estruturais e funcionais, adaptado de (EP, 2013).....	69
Quadro 3-19: Prioridade de atuação em zonas pontuais, adaptado de (EP, 2013).....	70
Quadro 3-20: Escala de eficiência /longevidade de atuação	72
Quadro 3-21: Eficiência dos tratamentos estruturais, adaptado de (EP, 2013)	73
Quadro 3-22: Eficiência dos tratamentos de superficiais, adaptado de (EP, 2013)	74
Quadro 3-23: Longevidade dos tratamentos estruturais, adaptado de (EP, 2013)	75
Quadro 3-24: Longevidade dos tratamentos de superficiais, adaptado de (EP, 2013)	75
Quadro 4-1: Constituição do pavimento	82
Quadro 4-2: Histórico de intervenções.....	82
Quadro 4-3: Dados de tráfego e Índice de qualidade.....	82
Quadro 4-4: Parâmetros da via	83
Quadro 4-5: Análise global das secções	87
Quadro 4-6: Análise por secção de 500 metros	87
Quadro 4-7: EN 330, análise resumida por secção de 500 metros	88
Quadro 4-8: EN 17, análise resumida por secção de 500 metros	88

Quadro 4-9: Resumo das zonas pontuais.....	89
Quadro 4-10: Tipo de conservação a implementar	90
Quadro 4-11: Avaliação de estratégias com base no IQ.....	91
Quadro 4-12: Definição de prioridades em função do volume de tráfego	91
Quadro 4-13: Plano de conservação periódica e preventiva	91
Quadro 4-14: Resumo das degradações a corrigir.....	95
Quadro 4-15: Resumo dos tratamentos a dar às zonas pontuais.....	96
Quadro 4-16: Estimativa de custos	96

Lista de Acrónimos

AB	Argamassa betuminosa
ABGE	Agregado britado granulometria extensa
AC	<i>Asphalt concrete</i>
A.C.	Antes de Cristo
Ai	Acção do tráfego
BAF<5	Camada betuminosa fina ($\leq 50\text{mm}$) com mistura a frio sem fresagem
BAF>5	Camada betuminosa ($> 50\text{mm}$) com mistura a frio sem fresagem
BAF>5+F	Camada betuminosa ($> 50\text{mm}$) com mistura a frio com fresagem
BB	Betão betuminoso
BB<5	Camada betuminosa fina ($\leq 50\text{mm}$) com mistura a quente
BB>5+F	Camada betuminosa ($> 50\text{mm}$) com mistura a quente com fresagem
BE	Berma do lado esquerdo
DB	Degradações em bermas
BD	Berma do lado direito
BG	Base granular
C	Duas faixas (toda a largura da estrada)
CEE	Comunidade Económica Europeia
cm	Centímetro
CP	Curto prazo
DD	Eixo da faixa direita
DL	Deformações localizadas
DS	Degradações superficiais
D1	Via do lado direito, junto a berma
D2	Via do lado direito, junto ao separador
EB	Exsudação do betume
EE	Eixo da faixa esquerda
ED	Centro da via
EN	Estrada Nacional
EP	Estradas de Portugal, S.A.
E1	Via do lado esquerdo, junto a berma
E2	Via do lado esquerdo, junto ao separador
FL	Fendas longitudinais

FT	Fendas transversais
FP	Fresagens pontuais
g	Centro de gravidade
Gi	Geometria da Estrutura
GPS	<i>Global Positioning System</i> , Sistema de Posicionamento Global
GR	Melhoria da textura de superfície (granalhagem)
IQ	Índice de Qualidade
Km	Quilómetro
LD	Faixa do lado direito
LE	Faixa do lado esquerdo
LP	Longo prazo
m	Metro
mm	Milímetro
MB	Macadame betuminoso
MBF	Microaglomerado betuminoso a frio
MBD	Mistura betuminosa densa
mBBr	Microbetão rugoso
m ²	Metro quadrado
NI	Ninhos
OD	Degradações em órgãos de drenagem
PA	Polimento dos agregados
PC	Pele de crocodilo
PE	Peladas
Pi	Propriedades dos materiais
PRN	Plano Rodoviário Nacional
RE	Reparações
Reg	Camada de regularização (<i>regulating course</i>)
RO	Rodeiras
RS	Revestimento superficial
RSs	Revestimento superficial simples
RSd	Revestimento superficial duplo
SbG	Sub-base granular
SF	Selagem de fendas
SU	Subida de finos
Si	Esforços

SP	Saneamentos pontuais
SS	Lama asfáltica (<i>slurry seal</i>)
Surf	Camada de desgaste (<i>surfasse course</i>)
t	Período de tempo
TA	Degradações em taludes
TC	Tapagem de covas
TMDA	Tráfego médio diário anual
(TMDA)P	Tráfego médio diário anual pesado
Un	Unidade
VRA	Conservação corrente
VRB	Conservação periódica
VRC	Conservação preventiva
%	Porcentagem
€	Euro
σ_t	Esforços de tração
τ	Esforços tangenciais
$\Delta\tau$	Variações térmicas
σ_c	Esforços verticais de compressão

Capítulo 1

1 Introdução

1.1 Enquadramento

Segundo alguns autores, foi a Estrada Real da Pérsia a primeira estrada de grande extensão a ser construída (2698 km). Esta estrada está datada do século A.C. e foi construída pelo Rei Darius I para ligar a cidade imperial de *Susa* a *Sardis* (SRD, 1999).

As ruas das cidades e as estradas interurbanas, construídas com o fim de ligar os aglomerados entre si, tomaram a sua forma mais atual na época Romana (Pereira, 2003). Os Romanos foram, sem dúvida, grandes impulsionadores da evolução tecnológica da antiguidade, incluindo na área das vias de comunicação, tendo desenvolvido uma rede viária que ligava Roma ao seu império em expansão. Esta rede, assim como outras mais recentes, surgiu fundamentalmente num contexto militar.

Os métodos romanos de construção de estradas prevaleceram até ao século XVIII, quando notáveis engenheiros, um francês *Pierre Marie Jérôme Trésaguet* e dois escoceses *Thomas Telford* e *John Loudon McAdam*, criaram princípios científicos e desenvolveram técnicas de construção, servindo de base para a construção das estradas modernas, nomeadamente, relacionados com as questões da drenagem, fundações adequadas e criação de uma superfície resistente (Bellis, 2007).

Em Portugal, esta evolução verificou-se de uma forma mais notória com a definição do Plano Rodoviário Nacional (PRN) em 1985 (Dec. Lei n.º 380/85 de 26 de setembro), com a adesão à Comunidade Económica Europeia (CEE), no mesmo ano, e posteriormente com o PRN 2000 (Dec. Lei n.º 222/98 de 17 de julho. Com a implementação destes planos, verificou-se um grande aumento da extensão da rede rodoviária nacional construída. (Freitas & Pereira, 2000).

Atualmente em vigor, o PRN 2000 (Dec. Lei n.º 222/98 de 17 de julho), decreta que a Rede Rodoviária Nacional totaliza a Rede Nacional Fundamental, a Rede Nacional Complementar, a Rede Nacional de Autoestradas e as Estradas Regionais. Por sua vez, a Rede Municipal integra todas aquelas que não são contempladas no Plano Rodoviário Nacional, mas que em conjunto com a Rede Rodoviária Nacional perfaz a Rede Classificada Portuguesa. Este plano está praticamente concluído, apresentando a rede rodoviária em Portugal um total de 18.034 quilómetros (km) de extensão.

Assim pode-se afirmar que em Portugal existe uma rede rodoviária madura e bem consolidada, sendo estritamente necessário atuar sobre a conservação da mesma, já que uma conservação deficitária, com a conseqüente e crescente degradação da infraestrutura, conduziria à necessidade de reabilitação dos pavimentos rodoviários em causa, penalizando a qualidade de circulação dos utentes e obrigando a investimentos financeiros mais elevados.

Dada a importância das vias rodoviárias e a crescente exigência da qualidade de vida das populações, impõe-se que questões como a segurança, conforto, economia e ambiente sejam de importância fulcral, exigindo desta forma que os pavimentos sejam mantidos em boas condições de funcionamento e com uma qualidade, quer funcional, quer estrutural, que responda às exigências atuais.

Sendo assim, uma vez construída uma rede rodoviária, é necessário preservar as respetivas infraestruturas existentes (pavimentos, obras de arte, sinalização e equipamento de segurança), através de uma estratégia racional de conservação e de reabilitação, a qual consiste basicamente na aplicação da “estratégia dos 3 C’s”: “*o tratamento Certo, na estrada Certa, no tempo Certo*” (FP2, 2001).

Deste modo, o foco principal no futuro deixará de ser a construção de novas vias rodoviárias para dar lugar à conservação e reabilitação das vias já existentes, o que demonstra por si só a importância dos temas que aqui vão ser tratados.

1.2 Objetivos da dissertação

O contrato de concessão efetuado entre a empresa Estradas de Portugal, S.A. (EP) e o Estado Português (Dec.- Lei n.º 380/2007 de 13 de novembro) obriga a concessionária a manter as vias com um dado nível de serviço, que é estipulado em função do tipo de estrada, devendo estas encontrar-se em bom estado de conservação e em perfeitas condições de utilização.

Neste contexto, a adoção de sistemas de gestão da conservação no domínio rodoviário, que têm por objetivo distribuir os recursos disponíveis, em geral limitados, permitirão assegurar o melhor serviço prestado (segurança, economia e conforto) ao longo de um determinado período de análise (ARTC, 1987).

Estes sistemas devem ser considerados como um meio de apoio à decisão, apresentando uma estrutura geral, conteúdo e modo de funcionamento definidos em função:

- Dos aspetos particulares de cada contexto;
- Dos princípios gerais relativos à metodologia de conceção e exigências de coerência global do sistema;
- E da experiência já existente no domínio em que se inserem.

De entre os tipos de sistemas de gestão existentes no domínio rodoviário, o trabalho a desenvolver irá incidir nos Sistemas de Gestão da Conservação, na sua vertente de conservação corrente.

Estes sistemas compreendem um conjunto de atividades relacionadas com a elaboração e acompanhamento dos programas de conservação corrente, pretendendo-se abordar as componentes da conservação corrente de pavimentos e da influência das degradações dos órgãos de drenagem, bermas e taludes na qualidade dos pavimentos, que de um modo geral não têm sido objeto de estudo ao nível de um sistema de gestão, mas começa a ser dada uma atenção particular.

Assim, tendo por base o procedimento geral adotado pela EP na conservação corrente da rede de estradas nacionais, o objetivo principal do trabalho de Dissertação aqui apresentado consiste na reestruturação deste procedimento com vista à obtenção de soluções sustentadas que apoiem a tomada de decisão.

A persecução deste objetivo passa por:

- Desenvolver um procedimento para orientação das inspeções de rotina, incluindo a elaboração de um catálogo para identificação das patologias mais comuns e a criação de fichas de inspeção;
- Identificar ações corretivas-tipo para as patologias mais comuns;
- Propor um método de seleção de técnicas a utilizar no tratamento das degradações no âmbito da conservação corrente.

Para finalizar, pretende-se ainda aplicar a metodologia proposta a dois troços de estradas da rede nacional, de modo a validar o procedimento proposto para a abordagem da conservação corrente, que passará inicialmente pela inspeção visual e seguidamente pela escolha dos tratamentos de conservação corrente, tendo por base os resultados da inspeção visual.

1.3 Estrutura da dissertação

Para melhor compreensão e análise do tema abordado nesta dissertação, o trabalho está dividido em cinco capítulos e três anexos, cuja organização se descreve nesta secção.

Neste primeiro capítulo, é descrita a estrutura do trabalho desenvolvido, onde são definidos os objetivos do trabalho e é efetuado o enquadramento do tema, fazendo-se referência a uma breve introdução da evolução histórica dos pavimentos, e as crescentes preocupações com os aspetos da segurança, conforto, economia e ambiente associados ao desenvolvimento rodoviário, finalizando com uma introdução acerca da importância futura da conservação corrente.

O capítulo 2 é dividido em duas partes, na primeira é feita uma abordagem aos três tipos de estruturas de pavimentos rodoviários mais comuns, desenvolvendo-se em pormenor a correspondente aos pavimentos flexíveis, dado serem aqueles com maior expressão na rede rodoviária portuguesa. Na segunda parte serão abordadas as degradações dos pavimentos flexíveis.

No capítulo 3 é efetuada uma breve descrição dos tipos de conservação normalmente considerados pelas entidades responsáveis pela gestão rodoviária, apresentando-se as práticas adotadas em diversos países. De seguida é descrita uma metodologia para efetuar as inspeções de rotina às vias. Na segunda parte do capítulo, é apresentado um conjunto de critérios que permitem, com base nos resultados das inspeções, escolher a técnica de conservação corrente a utilizar para corrigir as referidas degradações, sejam elas do tipo superficial ou estrutural.

O capítulo 4 é reservado ao caso de aplicação. Aqui são aplicados no terreno os métodos de trabalho propostos no capítulo anterior, tendo neste caso sido estudados dois troços de estradas com extensão igual, mas com dados de tráfego e índice de qualidade dos pavimentos diferentes, apresentando-se as soluções encontradas para cada caso.

Por último, no capítulo 5, são apresentadas as principais conclusões do trabalho, apresentando-se as principais vantagens e desvantagens do procedimento proposto e alguns desenvolvimentos futuros para a conservação corrente.

Em anexo são apresentadas as fichas tipo de inspeção a utilizar nas inspeções de rotina, as matrizes E1, E2 e F utilizadas para seleção da técnica de conservação corrente e as fichas que incorporam um catálogo de degradações para apoio às inspeções à via, onde são desenvolvidos aspetos relacionados com 15 degradações típicas de pavimentos rodoviários flexíveis, sendo ainda apresentados os resultados do caso prático.

Capítulo 2

2 Pavimentos rodoviários flexíveis e suas patologias

2.1 Pavimentos rodoviários

2.1.1 Introdução

Um pavimento rodoviário é uma estrutura constituída por um conjunto de camadas de espessura finita, apoiadas num maciço semi-indefinido, o solo de fundação (Pereira & Miranda, 1999).

A função essencial de um pavimento rodoviário é assegurar uma superfície de rolamento que permita a circulação dos veículos com comodidade e segurança, durante um determinado período de vida do pavimento, sob a ação das ações do tráfego, e nas condições climáticas que ocorram (Branco et al, 2008).

A comodidade e segurança de circulação rodoviária são asseguradas pelo papel estrutural e funcional das camadas constituintes do pavimento, sendo estas as suas principais funções.

A função estrutural está ligada à capacidade que o conjunto das diversas camadas tem para resistir às cargas aplicadas pelos veículos e às ações climáticas, sem sofrer degradações que ponham em risco a funcionalidade do pavimento, reduzindo assim as tensões verticais aplicadas ao nível da fundação, de modo a que resista às solicitações do tráfego, impedindo ainda o acesso de água externa às camadas granulares e ao solo de fundação.

O papel funcional do pavimento está relacionado com as características de segurança e conforto da superfície da camada de desgaste do pavimento (Pais et al, 2000), pelo que ao criar uma superfície regular e resistente, com suficiente rugosidade e resistência ao desgaste, garantimos uma maior segurança e comodidade de circulação, requisitos essenciais pedidos aos pavimentos rodoviários flexíveis.

2.1.2 Tipologias de pavimentos

As diversas camadas de um pavimento podem ser constituídas por diferentes materiais, o que conduz à existência de 3 tipos de pavimentos distintos, já que estes apresentam comportamentos diferenciados aquando das solicitações de tráfego e condições climáticas.

De acordo com o tipo de materiais e com a deformabilidade das camadas, é possível distinguir os seguintes tipos de pavimentos:

- **Pavimentos flexíveis:** constituídos por uma ou mais camadas de misturas betuminosas, assentes sobre camadas granulares;
- **Pavimentos rígidos:** apresentam uma camada de desgaste em betão de cimento de elevada resistência;
- **Pavimentos semirrígidos:** apresentam características comuns aos pavimentos rígidos e flexíveis, sendo uma ou duas camadas superiores constituídas por misturas betuminosas, seguidas de uma ou duas camadas intermédias constituídas por agregado estabilizado com ligante hidráulico, podendo ainda dispor de uma camada granular na sub-base.

Quadro 2-1: Tipos de pavimentos em função dos materiais e da deformabilidade (Branco et al, 2006)

Tipo de pavimento	Materiais	Deformabilidade
Flexível	Hidrocarbonados e granulares	Elevada
Rígido	Hidráulicos e granulares	Muito reduzida
Semirrígido	Hidrocarbonados, hidráulicos, e granulares	Reduzida

No entanto, existe uma maior variedade de estruturas de pavimentos na rede rodoviária nacional, a saber:

- **Pavimentos mistos:** próximos do semirrígido, mas com uma relação de espessura das misturas betuminosas da ordem de metade relativamente à espessura total do pavimento;
- **Pavimentos inversos:** próximos do semirrígido, mas com uma camada em materiais granulares entre as misturas betuminosas e os materiais granulares tratados com ligantes hidráulicos.

No presente trabalho apenas se aprofundará os pavimentos flexíveis, dado serem os mais representativos da rede rodoviária nacional e em particular, na rede do Distrito da Guarda, sob a jurisdição da EP, que constituirá o caso de estudo desta dissertação.

2.1.3 Constituição e comportamento de pavimentos flexíveis

De um modo geral, os pavimentos flexíveis são constituídos por três tipos de camadas: camadas superiores (camadas betuminosas), camadas inferiores (camadas granulares) e o solo de fundação. A Figura 2-1 ilustra a distribuição das várias camadas que constituem um pavimento flexível.

As camadas superiores são constituídas por camadas ligadas e têm na sua constituição materiais granulares estabilizados com um ligante, que, para os pavimentos flexíveis é o betume asfáltico.

As camadas granulares são camadas com agregados britados ou naturais e são estabilizadas mecanicamente.

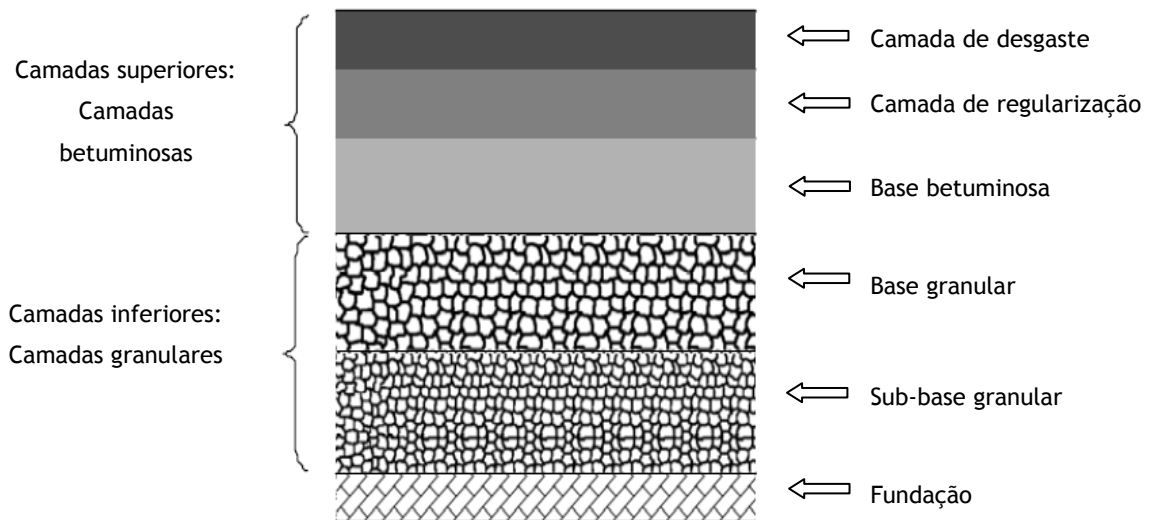


Figura 2-1: Constituição tipo de um pavimento rodoviário flexível (Silva, 2005)

O solo de fundação é constituído pelo solo natural, sendo que, em alguns casos, quando o solo de fundação não apresenta as características mecânicas desejadas, pode ser submetido a estabilização ou até adicionado de uma camada de acrescida qualidade, designada de “leito do pavimento”.

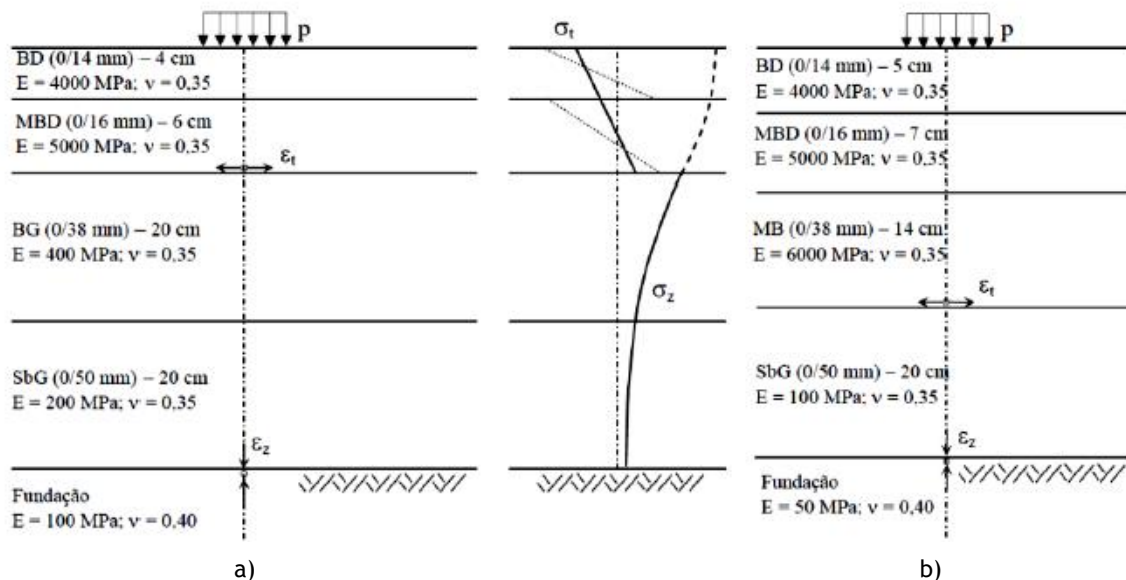
A proteção que as camadas superiores oferecem ao solo de fundação, pode ser expressa de duas formas: através de espessura suficiente destas camadas, ou pelo tipo e constituição dos materiais constituintes das camadas, de modo a que suportem com segurança as tensões impostas.

O Quadro 2-2 indica a função de cada uma das camadas constituintes de um pavimento rodoviário flexível.

A Figura 2-2 apresenta duas estruturas de pavimentos flexíveis, igualmente propostas pelo Manual de Conceção de Pavimentos para a Rede Rodoviária Portuguesa (JAE, 1995): estrutura (a), destinada a um tráfego reduzido, considerando uma fundação com elevada capacidade de suporte; e estrutura (b), esta destinada a um tráfego intenso e com uma fundação com reduzida capacidade de suporte.

Quadro 2-2: Função das camadas e da fundação de um pavimento rodoviário

Camadas de pavimento		Função
Camadas superiores	Desgaste	<ul style="list-style-type: none"> - Permitir a circulação do tráfego com conforto e segurança; - Garantir uma adequada drenagem ou impermeabilização; - Distribuição das tensões induzidas pelo tráfego para as camadas inferiores.
	Regularização	<ul style="list-style-type: none"> - Suportar a camada de desgaste; - Suportar, redistribuir e transferir para as camadas inferiores as tensões transmitidas ao nível da camada de desgaste; - Regularizar a superfície da camada de base; - Obter os parâmetros necessários para aplicação da camada de desgaste.
	Base betuminosa	<ul style="list-style-type: none"> - Tem essencialmente uma função estrutural, não sendo obrigatória na estrutura de um pavimento, sendo as suas funções por vezes efetuadas pela camada base granular.
Camadas granulares	Base	<ul style="list-style-type: none"> - Suportar, essencialmente, as solicitações induzidas pelo tráfego, assegurando a degradação das tensões compatível com a necessidade de evitar a mobilização excessiva das características resistentes dos terrenos de fundação, sendo por isso a camada mais importante deste tipo de pavimentos.
	Sub-base	<ul style="list-style-type: none"> - Proteger durante a fase construtiva as camadas inferiores do leito do pavimento e/ou a fundação; - Garantir a drenagem interna do pavimento; - Suportar, redistribuir e transferir para a fundação, as tensões transmitidas ao nível da base; - Evitar que as águas ascensionais ou águas capilares atinjam as camadas nobres do pavimento.
Solo de fundação	Leito de pavimento	<ul style="list-style-type: none"> - Evitar a deformação do solo; - Garantir a homogeneidade das características mecânicas da fundação; - Constituir uma boa plataforma construtiva; - Garantir a compactação das camadas subjacentes em adequadas condições.
	Terreno de fundação	<ul style="list-style-type: none"> - Assegurar uma superfície regular e uma capacidade de suporte, a curto prazo, que permita a construção da primeira camada de pavimento com a espessura e grau de compactação pretendidos; - Assegurar a longo prazo, a capacidade de suporte necessária para o bom funcionamento estrutural do pavimento.



Legenda:

— Camadas “coladas”

..... Camadas “descoladas”

BD Betão betuminoso em camada de desgaste

MBD Mistura betuminosa densa em camada de ligação

MB Macadame betuminoso em camada de base

BG Base granular

SbG Sub-base granular em material britado sem recomposição (*tout-venant*) ou com recomposição em central.

Figura 2-2: Constituição e comportamento dos pavimentos flexíveis (Branco et al., 2008)

Considerando a análise da interface das camadas (camadas betuminosas “coladas” ou “descoladas”) pode-se observar que quando “coladas”, as camadas betuminosas estão submetidas a um estado de tensão que, no plano vertical, evolui de uma tensão de compressão máxima no topo da camada de desgaste, até um valor de tração máxima na face inferior da última camada betuminosa (traço contínuo). Quando “descoladas” entre si, para cada uma delas, observa-se tensões máximas de compressão na face superior e tensões máximas de tração na face inferior (traço descontínuo). Naturalmente que a situação de interfaces “descoladas” corresponde a um estado de tensão mais severo do que o verificado com as interfaces “coladas” (Pereira & Picado-Santos, 2002).

No caso das camadas granulares, tendo em conta que estas não têm capacidade para resistir a esforços de tração, verifica-se uma evolução dos esforços de compressão, que são máximos à superfície, reduzindo-se em função da respetiva espessura.

As camadas betuminosas estão assim, essencialmente submetidas a flexão, devendo resistir aos esforços de tração (σ_t), que originam fendilhamento por fadiga. Porém, estas camadas

estão ainda submetidas a esforços tangenciais da camada de desgaste (τ), a contrações e expansões térmicas (Δt), a esforços de corte e a esforços de compressão promovendo fenômenos de densificação por fluência que originam deformações permanentes.

As camadas granulares resistem, principalmente aos esforços verticais de compressão (σ_z) que originam deformações permanentes. Relativamente a este fenômeno, considera-se que a superfície do solo de fundação corresponde à zona crítica de rotura, onde, embora os esforços verticais sejam menores, as características mecânicas de resistência são mais reduzidas.

Na Figura 2-2, pode então observar-se a evolução normal das tensões de tração nas camadas betuminosas, e as tensões de compressão ao longo das diversas camadas, na vertical, no centro de aplicação de carga de uma roda. Os gráficos apresentados nessa figura permitem observar que as tensões verticais de compressão diminuem ao longo das diversas camadas até ao solo de fundação.

Por outro lado, apenas as camadas betuminosas resistem a esforços horizontais, que são de compressão junto à superfície do pavimento e atingem o seu valor máximo de tração na parte inferior das camadas betuminosas.

Em relação aos fenômenos de fendilhamento por fadiga, e de deformações permanentes, as zonas críticas consideradas nos modelos de dimensionamento são, respetivamente a parte inferior das camadas betuminosas (onde os esforços de tração são mais elevados), e a parte superior da fundação (onde a resistência à compressão é mais reduzida).

Os esforços instalados ao nível das diferentes camadas conduzem a uma evolução típica dos pavimentos flexíveis a dois estados últimos de ruína, associados aos dois pontos críticos dos pavimentos descritos no parágrafo anterior: o fendilhamento das camadas betuminosas e a deformação permanente das camadas em geral, sendo considerados pelos principais métodos mecanicistas de dimensionamento de pavimentos.

2.2 Patologias de pavimentos rodoviários flexíveis

2.2.1 Introdução

Os pavimentos rodoviários, logo após a sua construção, começam a ser submetidos a ações diversas que, continuamente contribuem para a sua degradação, ou seja, para a redução progressiva da sua qualidade inicial. Mesmo antes de “entrar em serviço”, as ações dos agentes atmosféricos provocam solicitações nos pavimentos, mais ou menos severas de acordo com a sua constituição e ligação (Branco et al., 2008).

Assim, logo após a sua construção e entrada em serviço, o estado dos pavimentos vai evoluindo, quer por ação da passagem do tráfego, quer por ação dos agentes atmosféricos (Antunes, 2005).

A Figura 2-3 representa a constituição esquemática de um pavimento rodoviário, com a indicação das principais ações e solicitações envolvidas.

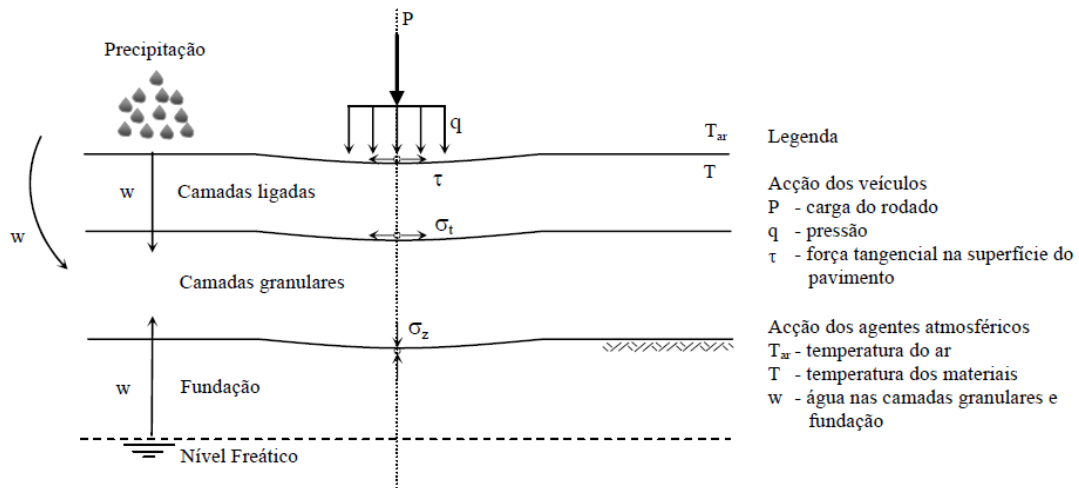


Figura 2-3: Pavimento rodoviário: ações e solicitações (Pereira & Miranda, 1999)

A degradação dos pavimentos rodoviários (e dos flexíveis em particular) é um processo complexo que resulta da evolução natural dos mesmos. As degradações têm uma determinada localização no pavimento e há uma determinada sequência e interação mútua entre elas (ver Figura 2-3). A partir de determinada altura, este facto faz com que todo o processo de degradação seja acelerado, sobretudo no final do período de vida do pavimento (Silva, 2005).

A velocidade da degradação de um pavimento rodoviário flexível varia sobretudo em função dos seguintes fatores:

- Os fatores ativos de degradação, como a intensidade do tráfego, carga por eixo dos veículos pesados e as ações climáticas;
- E os fatores passivos de degradação, como a qualidade dos materiais utilizados e do processo construtivo, as espessuras das camadas e capacidade de suporte do pavimento e da fundação.

A evolução das solicitações num pavimento rodoviário mostra que, de acordo com a Figura 2-4, a ação A_i (tráfego) quando atua sobre o pavimento com determinadas propriedades dos materiais constituintes (P_i) e geometria da estrutura (G_i), em determinadas condições climáticas, origina nos materiais determinados esforços (S_i (σ_t e σ_z)). Estas solicitações, por sua vez, modificam as propriedades iniciais dos materiais (Pereira & Miranda, 1999).

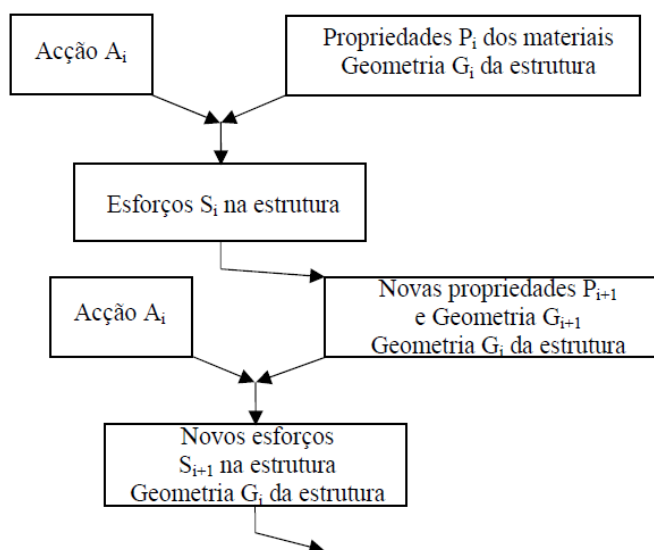


Figura 2-4: Evolução das solicitações num pavimento rodoviário (Pereira & Miranda, 1999)

As novas solicitações, mesmo de idêntico valor das anteriores, vão atuar sobre um “novo material” com novas propriedades P_{i+1} , originando esforços S_{i+1} , e assim sucessivamente. Esta repetição de esforços, associadas à ação dos agentes climáticos, contribui para o início e evolução das degradações dos pavimentos.

2.2.2 Degradações dos pavimentos rodoviários flexíveis

2.2.2.1 Famílias e tipos de degradações

Um pavimento rodoviário flexível apresenta ao longo da sua vida útil uma evolução que, de uma forma geral, se traduz no aparecimento de uma larga e variada diversidade de degradações, que irão contribuir para uma contínua e acelerada redução da qualidade do pavimento.

Das degradações dominantes nas estradas nacionais, as mais significativas, são o aparecimento de deformações permanentes, essencialmente as rodeiras e o desenvolvimento de fendilhamento nas camadas betuminosas.

No entanto, para os pavimentos flexíveis a diversidade de degradações pode ser mais vasta, podendo verificar-se o desenvolvimento de parte, ou do conjunto das seguintes degradações (Pereira & Miranda, 1999):

- Deformações;
- Fendilhamento;
- Desagregação da camada de desgaste;
- Movimento de materiais.

Também, de acordo com o Catálogo de Degradações da EP (EP, 2008) as reparações observáveis na camada de desgaste também são consideradas patologias, pois independentemente da qualidade de execução, criam descontinuidades e tornam-se locais suscetíveis ao surgimento de novas patologias.

Quadro 2-3: Famílias e tipos de degradações (Pereira e Miranda, 1999)

Família de degradações	Tipos de degradações									
Deformações	<table border="0"> <tr> <td rowspan="2">Abatimento</td> <td>Longitudinal</td> <td rowspan="2">- Berma - Eixo</td> </tr> <tr> <td>Transversal</td> </tr> </table> <p>Deformações localizadas</p> <p>Ondulação</p> <table border="0"> <tr> <td rowspan="2">Rodeiras</td> <td>- Grande raio</td> </tr> <tr> <td>- Pequeno raio</td> </tr> </table>	Abatimento	Longitudinal	- Berma - Eixo	Transversal	Rodeiras	- Grande raio	- Pequeno raio		
Abatimento	Longitudinal		- Berma - Eixo							
	Transversal									
Rodeiras	- Grande raio									
	- Pequeno raio									
Fendilhamento	<table border="0"> <tr> <td rowspan="4">Fendas</td> <td>Fadiga</td> <td rowspan="4">- Eixo - Berma</td> </tr> <tr> <td>Longitudinais</td> </tr> <tr> <td>Transversais</td> </tr> <tr> <td>Parabólicas</td> </tr> </table> <table border="0"> <tr> <td rowspan="2">Pele de crocodilo</td> <td>- Malha fina (≤ 40 cm)</td> </tr> <tr> <td>- Malha larga (> 40 cm)</td> </tr> </table>	Fendas	Fadiga	- Eixo - Berma	Longitudinais	Transversais	Parabólicas	Pele de crocodilo	- Malha fina (≤ 40 cm)	- Malha larga (> 40 cm)
Fendas	Fadiga		- Eixo - Berma							
	Longitudinais									
	Transversais									
	Parabólicas									
Pele de crocodilo	- Malha fina (≤ 40 cm)									
	- Malha larga (> 40 cm)									
Desagregação da camada de desgaste	Desagregação superficial Cabeça de gato Pelada Ninhos ou covas									
Movimento de materiais	Exsudação Subida de finos									

Existe uma sequência e interação entre as várias famílias: a evolução do fendilhamento e/ou deformações provoca a desagregação da camada de desgaste e movimento de materiais, como descrito na figura 2-5.



Figura 2-5: Sequência e interação das degradações (Pereira & Miranda, 1999)

Usualmente existem quatro famílias principais de degradações dos pavimentos flexíveis, que contêm vários tipos de degradações conforme se pode verificar no quadro 2-3.

Para além das degradações atrás descritas para os pavimentos, dever-se-à ter em consideração as degradações dos restantes componentes da via que, direta ou indiretamente, possam vir a influenciar a qualidade e conservação dos pavimentos. De entre os restantes componentes da via, têm maior relevância os seguintes:

- Bermas;
- Órgãos de drenagem;
- Taludes.

Nos pontos seguintes descrevem-se as principais famílias de degradações, individualizando e descrevendo cada tipo de degradação.

2.2.2.2 Deformações

A família das deformações permanentes, visíveis na superfície de um pavimento, e exemplificada na Figura 2-6, pode ser subdividida de acordo com o Quadro 2-3, nos seguintes tipos:

- Abatimento (longitudinal, transversal)
- Ondulação
- Deformações localizadas
- Rodeiras

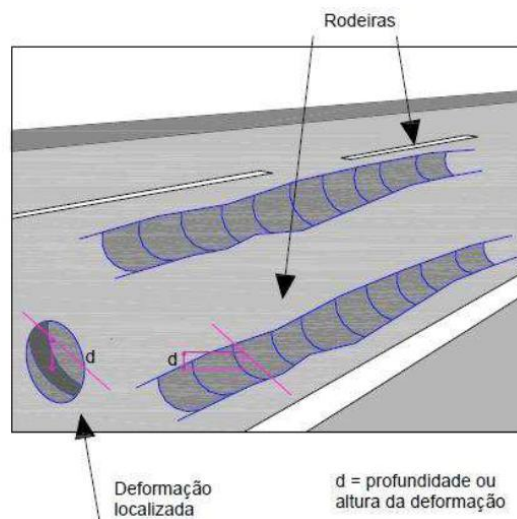


Figura 2-6: Rodeiras e deformações localizadas (EP, 2008)

As deformações estão relacionadas com as deficiências das camadas betuminosas, com a capacidade estrutural do pavimento ou da fundação, e influem na regularidade geométrica da estrada, condicionando as condições de circulação.

O abatimento é uma deformação com uma expansão significativa, podendo apresentar-se na direção longitudinal ou transversal. O abatimento longitudinal junto à berma é devido a uma redução da capacidade de suporte das camadas granulares e do solo de fundação. O abatimento longitudinal ocorre quando existe fendilhamento ao longo do eixo, devido a uma redução da capacidade de suporte por infiltração de água até às camadas inferiores granulares e ao solo de fundação. O abatimento transversal, localmente, depende de patologias nas camadas inferiores (solo de fundação e camadas granulares).

A ondulação é uma deformação transversal que se repete com uma certa frequência ao longo do pavimento. Pode ter origem devido a deficiências na distribuição do ligante da camada de desgaste, ao arrastamento da mistura por deformação plástica excessiva causada pela ação do tráfego em camadas de betão betuminoso ou por deformação da fundação.

As deformações localizadas verificam-se numa pequena área, geralmente acompanhadas de rotura do pavimento.

As rodeiras são deformações longitudinais, desenvolvendo-se na banda de passagem dos pneus dos veículos, sendo a principal degradação da família das deformações. Pode assumir duas configurações, as rodeiras de pequeno raio e as rodeiras de grande raio. A existência de condições de drenagem deficientes, permitindo a entrada de água no solo de fundação e nas camadas granulares, provocará uma alteração do equilíbrio interno ao nível destas camadas. Esta situação, associada à ação das cargas do tráfego, terá como consequência a formação de rodeiras de grande raio.

De acordo com Sousa *et al.* (2002) as depressões ou rodeiras devidas à deformação permanente são preocupantes, pelo menos, por duas razões:

- Em superfícies impermeáveis, as rodeiras preenchidas por água em profundidades de 5,0 mm, principalmente em veículos ligeiros podem causar hidroplanagem;
- Com o aumento das rodeiras em profundidade, a direção de veículos torna-se extremamente dificultada, conduzindo a uma maior preocupação com a segurança.

2.2.2.3 Fendilhamento

Esta família de degradações é a mais frequente nos pavimentos flexíveis, resultando, na maioria dos casos, da fadiga dos materiais das camadas betuminosas, devido à ação repetida

dos esforços de tração por flexão destas camadas. Constitui, em geral, um dos primeiros sinais aparentes da redução da qualidade estrutural de um pavimento (Branco et al, 2008).

A identificação visual da superfície de um pavimento fendilhado permite avaliar o tipo de fendilhamento da superfície do pavimento e a sua possível origem.

Para caracterizar o fendilhamento é necessário ter em conta diversos aspetos, como a forma, a orientação e a abertura das fendas. Por sua vez, as fendas também podem apresentar variadas formas tendo em conta a estrutura do pavimento, a sua origem e propagação. A forma é caracterizada em retilínea, curva e mista. Quanto à orientação, as fendas podem ser transversais e longitudinais.

De acordo com a Figura 2-7, e com a subdivisão efetuada no Quadro 2-3, o fendilhamento pode ser dividido da seguinte forma:

- Fendas (fadiga, longitudinais ao eixo, longitudinais à berma, transversais e parabólicas)
- Pele de crocodilo (malha fina ou malha larga)

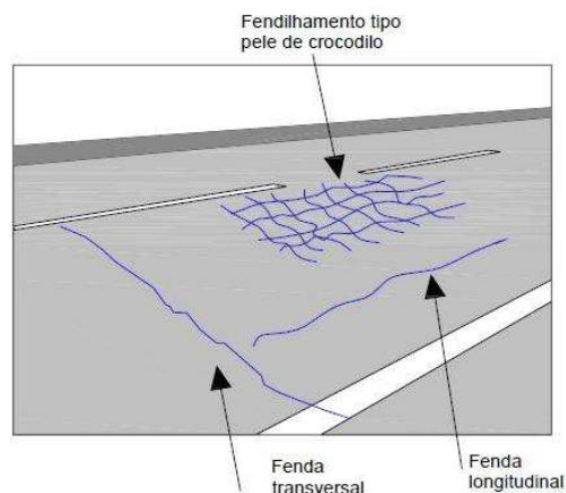


Figura 2-7: Rodeiras e deformações localizadas (EP, 2008)

A fadiga das misturas betuminosas, por ação do tráfego, traduz-se no aparecimento de fendas nas camadas betuminosas, que se desenvolvem através da espessura destas camadas. Estas fendas iniciam-se na parte inferior das camadas betuminosas e propagam-se até à superfície do pavimento e normalmente surgem na zona de passagem dos rodados dos pesados na direção longitudinal da estrada. Este tipo de degradação é caracterizado em seu estágio final como fendas tipo “pele de crocodilo”.

As fendas superficiais evoluem de fendas longitudinais isoladas para fendas ramificadas, até ao fendilhamento constituído pela “pele de crocodilo”. Podem aparecer fendas transversais

sendo na sua maioria originadas na ramificação das fendas longitudinais. As fendas parabólicas à superfície do pavimento são devidas a problemas de estabilidade dos materiais da camada de desgaste associados à elevada agressividade do tráfego pesado, e eventualmente, a uma deficiente ligação desta com a camada inferior.

O fendilhamento tipo “pele de crocodilo” é um dos grupos mais importantes, é resultante da evolução das fendas ramificadas, que passam a formar uma malha ou grelha, com fendas mais ou menos abertas. A pele de crocodilo, tendo em conta a sua fase de desenvolvimento, quanto à abertura da malha, pode classificar-se em malha estreita (lado da malha ≤ 40 cm) ou em malha larga (lado da malha ≥ 40 cm) e, quanto à abertura dos bordos das fendas, em aberta e fechada. A pele de crocodilo resulta da evolução das fendas ramificadas, correspondendo a uma fase de evolução rápida do estado de degradação do pavimento.

Nos pavimentos também se podem desenvolver fendas a partir da superfície da camada de desgaste, pelo que se assume que estas se propagam para baixo. Estas fendas são o resultado da elevada concentração de tensões verticais de contacto na interface pneu-pavimento, provocando elevados esforços de corte nesta zona (Molenaar & Potter, 1997).

O fendilhamento com origem na superfície é um mecanismo de ruína importante em pavimentos com camadas betuminosas de espessura elevada. Freitas (2004) observou também que nas zonas onde o pavimento está exposto ao sol mais horas diariamente, a densidade de fendilhamento é muito superior e as fendas têm comprimentos muito superiores aos restantes locais.

O aparecimento de fendas na superfície da camada de desgaste é um fenómeno que deve ser evitado para o desempenho esperado do pavimento. As fendas com origem na superfície causam problemas como a progressiva degradação, a entrada de água nas camadas do pavimento, o desconforto aos utentes e a redução da segurança de circulação (Vanelstraete & de Bondt, 1997).

Outra forma de fendilhamento existente nos pavimentos flexíveis é o fendilhamento devido à retração das misturas betuminosas, sempre que se verifica um abaixamento importante de temperatura. Este fenómeno é devido à solicitação provocada pelo gradiente térmico e apresenta-se sob a forma de fendas transversais e longitudinais.

O processo de envelhecimento do ligante depende do tipo e da qualidade do ligante, das condições climáticas e do projeto de mistura (percentagens elevadas de betume e reduzida quantidade de vazios dificultam o processo de oxidação e promovem maior durabilidade). A forma das fendas por envelhecimento é irregular com espaçamento maior que 0,5 m (DNIT, 2005a).

2.2.2.4 Desagregação da camada de desgaste

A desagregação da camada de desgaste exemplificada na figura 2-8 traduz-se na perda de qualidade superficial. Esta degradação, resulta fundamentalmente da deficiente ligação entre os diferentes componentes de uma mistura betuminosa, da falta de estabilidade dessa ligação, de deficiências na execução da camada de desgaste, da segregação dos inertes em central durante o transporte ou na sua colocação, de betume deficiente, da presença de água (insuficiente secagem dos inertes) além de condições de temperatura desfavoráveis na fase de execução (temperaturas muito reduzidas) que afetam a compacidade da camada (ver Quadro 2.7) (Branco *et al*, 2008).

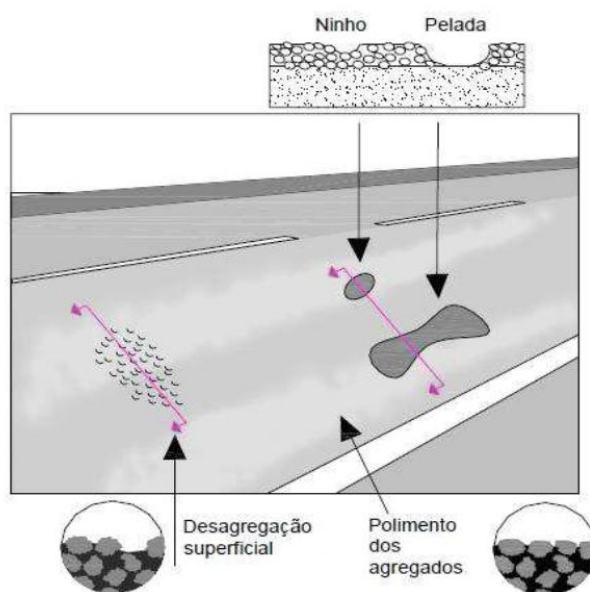


Figura 2-8: Pelada, ninhos (EP, 2008)

A cabeça de gato é a perda da componente mais fina da mistura betuminosa (filler, finos e ligante betuminoso), onde os agregados grossos ficam mais salientes, aumentando a macro textura da superfície. Pode ter origem numa deficiente qualidade dos materiais constituintes da mistura, numa deficiente dosagem do ligante ou em condições severas de tráfego, onde as ações tangenciais sejam muito elevadas, como curvas de raio reduzido e descidas acentuadas.

A pelada é um desprendimento de pequenas placas da camada de desgaste da camada inferior. Pode ter como origem a espessura reduzida da camada de desgaste, uma deficiente ligação entre a camada de desgaste e a camada seguinte ou a falta de estabilidade da camada de desgaste.

Os ninhos podem surgir como a evolução da pele de crocodilo devido à desagregação dos bordos das fendas ou das cabeças de gato. Também podem ter outras causas, como uma zona

localizada com deficiente capacidade de suporte deficiente ou um defeito como a má qualidade ou a colocação localizada das camadas de desgaste. Os ninhos infligem efeitos severos sobre os veículos, aumentando a evolução da degradação do pavimento, pondo em causa seriamente a segurança do trefego.

2.2.2.5 Movimento de materiais

Esta família de degradações refere-se às patologias resultantes de movimentação de materiais constituintes das camadas (betuminosas e granulares), ou da fundação através das camadas de pavimento (Pereira e Miranda, 1999).

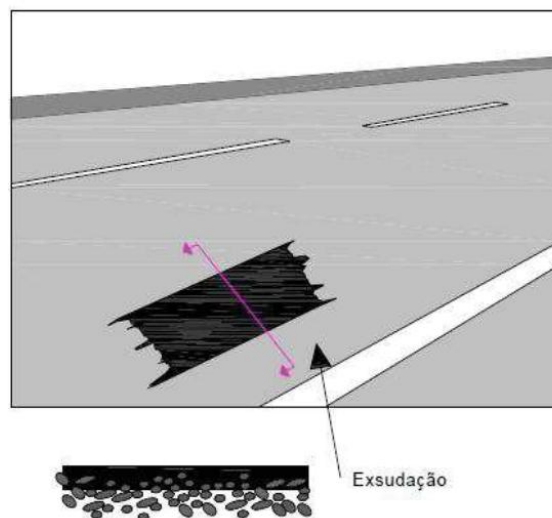


Figura 2-9: Exsudação (EP, 2008)

A exsudação exemplificada na Figura 2-9, é resultante da alteração da composição da camada de desgaste, em que o excesso do ligante sobe até à superfície, envolvendo os agregados grossos e a redução da macro textura.

Tem origem em deficiências na formulação da camada de desgaste como excesso de ligante, ligante de reduzida viscosidade e excesso da fração fina dos agregados, juntamente com condições severas de tráfego, como tráfego pesado e lento e ações climáticas desfavoráveis como temperaturas elevadas.

A subida de finos, por vezes designada como bombagem de finos, ocorre quando as camadas betuminosas de um pavimento estão fendilhadas e, ao mesmo tempo, existe um nível freático muito elevado devido às ações climáticas e às deficientes condições de drenagem. Assim, com a presença de água no interior do pavimento ou no solo de fundação e a compressão exercida no pavimento pelo tráfego, a água presa é expulsa para a superfície pelas fendas existentes no pavimento. Com esta água, são transportados os finos existentes nas camadas atravessadas.

2.2.2.6 Reparações

As reparações não constituem propriamente uma patologia dos pavimentos, de acordo com a Figura 2-10, podem-se dividir em remendos ou tapagem de covas. No entanto, quando são observadas indicam que existe uma certa zona do pavimento que teve uma evolução prematura relativamente à restante, o que indicia a ocorrência de uma diferença estrutural, que, se não foi devidamente eliminada, poderá voltar a manifestar-se através do aparecimento de alguma das patologias anteriormente descritas, que em geral será o fendilhamento e/ou deformação permanente (Pereira e Miranda, 1999).

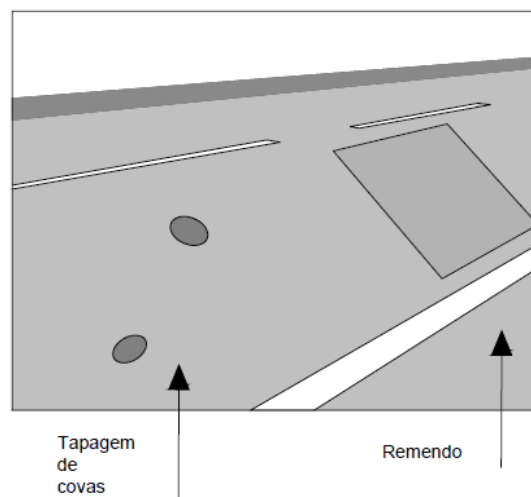


Figura 2-10: Remendos (EP, 2008)

Entre outras variadas reparações, as que mais se destacam, são os remendos e a tapagem de covas, que são classificadas de acordo com a sua qualidade de execução e naturalmente em função do seu estado de conservação, em particular das juntas de reparação.

2.2.2.7 Degradações em bermas

As degradações existentes em bermas, quer estas sejam pavimentadas, não pavimentadas ou em calçada, põem em causa a segurança rodoviária e tendem a evoluir para o pavimento existente na faixa de rodagem.

Os vários fatores de degradação geralmente identificados são:

- Passagem de tráfego na berma e fora da faixa de rodagem;
- Irregularidade da berma;
- Capacidade de carga insuficiente;
- Raízes das árvores;
- Agentes atmosféricos;
- Aparecimento de água.

2.2.2.8 Degradações em órgãos de drenagem

A degradação dos órgãos de drenagem ou a sua inexistência pode reduzir a capacidade de carga dos pavimentos rodoviários, permitindo a contaminação das camadas inferiores dos mesmos, tendo como principais fatores de degradação os seguintes:

- Falta de limpeza;
- Raízes de árvores;
- Passagem dos rodados dos veículos;
- Desagregação do betão;
- Agentes atmosféricos.

2.2.2.9 Degradações em taludes

A estabilidade dos taludes é um assunto de complexidade elevada, de deteção normalmente difícil e nem sempre visível, que por vezes leva à destabilização de toda a plataforma da estrada. As degradações geralmente são provocadas por:

- Escorregamentos e deslizamentos;
- Presença de árvores;
- Regueiras e ravinamentos;
- Cedência das obras de contenção;
- Deficiente execução dos aterros.

2.2.3 Principais causas das degradações dos pavimentos flexíveis

Conforme, já em parte, descrito anteriormente as principais causas das degradações dos pavimentos flexíveis são, por um lado as provenientes de fatores ativos de degradação (intensidade de tráfego e ações climáticas), por outro as provocadas pelos fatores passivos de degradação (deficiências dos materiais e qualidade de execução).

De acordo com (Pereira e Miranda, 1999), é possível estabelecer uma relação “causa-efeito” entre os diferentes tipos de degradações (“efeitos”) e os vários fatores de degradação (“causa”), podendo assim traduzir essa relação sob a forma de uma matriz como a que é apresentada no Quadro 2-4.

No Quadro 2-4, de uma forma aproximada e sob a forma de (*), pretende-se estabelecer uma relação entre os diferentes tipos de degradações (“efeitos”) e os vários fatores de degradação (“causa”), classificando com (*) uma relação mais baixa, com (**) uma relação intermedia e com (***) uma relação mais forte

Quadro 2-4: Classificação das relações entre degradações e os fatores de degradação (Pereira e Miranda, 1999)

DEGRADAÇÕES	FATORES DE DEGRADAÇÃO									
	Condições de drenagem	Sub-dimensões da camada de desgaste	Sub-dimensões das camadas inferiores	Capacidade de suporte da fundação	Qualidade dos materiais	Deficiências de fabrico e execução	Ligação entre camada de base e de desgaste	Agressividade do tráfego	Ações climáticas	Camadas estruturais de reduzida compacidade
Deformações	***	*	**	***	*	**		*	*	***
Rodeiras	***	*	**	***	**	*		**	**	***
Fendas	**	**	**	**	***	**	**	***	***	***
Fendas parabólicas	*	**			**	**	***	***	***	**
Pele de crocodilo	**	**	**	**	***	**	**	***	***	***
Pelada		***	*		**	**	***	***	**	**
Ninhos		**	*		***	***	**	**	**	***
Cabeça de gato					***	**		***	*	**
Desagregação superficial					***	***		**	***	**
Exsudação					***	**		***	***	

Este quadro pretende dar uma ideia aproximada das relações entre as degradações e os fatores de degradação, devendo no entanto ser validado com uma observação “*in situ*” das condições envolventes de cada degradação em análise.

2.2.4 Catálogo de degradações

Com a finalidade de dar apoio às inspeções de rotina, no anexo I, encontra-se um catálogo de degradações estruturado pelos seguintes tópicos:

- Definição;
- Fatores de degradação;
- Evolução;
- Localização;
- Fatores a observar;
- Procedimento de medição;
- Possíveis soluções de reabilitação;
- Níveis de gravidade com Fotografias exemplificativas.

O referido catálogo é composto por uma ficha correspondente a cada degradação, numeradas de acordo com o quadro 2-5:

Quadro 2-5: Numeração das fichas de degradações (Anexo I)

Degradações	Ficha n.º.
Deformações localizadas	1
Rodeiras	2
Fendas longitudinais	3
Fendas transversais	4
Pele de crocodilo	5
Desagregações superficiais	6
Polimento dos agregados	7
Ninhos	8
Peladas	9
Exsudação de betume	10
Subida de finos	11
Reparações	12
Degradações em bermas	13
Degradações em órgãos de drenagem	14
Degradações em taludes	15

A elaboração deste catálogo de degradações teve por base o levantamento efetuado em várias estradas nacionais do distrito da Guarda, onde foram tiradas a maioria das fotografias. Foi adaptado do Catálogo de Degradações da EP, (EP, 2008), tendo ainda por base a consulta a variada literatura estrangeira como: *Selecting a Preventive Maintenance Treatment for Flexible Pavements*, Washington, DC., Estados Unidos da América (1987); *Rehabilitación de firmes* - Ministerio del Fomento, Espanha (2002); *Manual de restauração de pavimentos asfálticos* - Ministério dos Transportes, Brasil (2005a); *Distres identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Studies*- U.S. Department of Transportation, Estados Unidos da América (1987).

Capítulo 3

3 Sistema de gestão da conservação

3.1 Introdução

Ao longo do seu período de vida, um pavimento rodoviário flexível está sujeito a degradações, que reduzem a capacidade estrutural e a aptidão funcional para que foi projetado, sendo que, quando atinge determinado nível de degradação, é necessário proceder à sua reabilitação. Esta reabilitação é realizada atuando de diversas formas, em função do seu estado estrutural e funcional, considerando os níveis de qualidade que se pretendem manter ou atingir (Pais et al, 2000).

A adoção da medida mais adequada a cada caso requer o diagnóstico prévio das causas das degradações atuais ou previsíveis e o conhecimento tanto da estrutura do pavimento existente como das características dos seus materiais, do tráfego, do clima e de outros parâmetros da estrada, além dos diferentes procedimentos de reabilitação disponíveis (Azevedo, 1999).

Independentemente do tipo de conservação utilizada, esta pode ser efetuada de formas distintas, podendo-se optar por ações de conservação corrente ou preventiva, intervindo com maior regularidade nos pavimentos, ou em alternativa, efetuar ações de conservação periódicas, mais espaçadas no tempo e com um grau de complexidade mais elevado, destinadas geralmente a um reforço estrutural.

Pretende-se assim com a conservação periódica efetuar um reforço da capacidade estrutural do pavimento com uma reconstrução parcial ou total do pavimento. Este tipo de conservação é mais espaçado no tempo, com intervenções cíclicas espaçadas com um custo de intervenção muito elevado.

Com a conservação preventiva pretende-se essencialmente um reforço da capacidade funcional e estrutural dos pavimentos recorrendo a intervenções menos espaçadas no tempo, variando entre os 2 e os 10 anos, com um custo de intervenção mais reduzido.

A conservação corrente tem como objetivo principal a manutenção e melhoria das condições funcionais, intervindo excecionalmente em situações pontuais na componente estrutural. Este tipo de conservação visa essencialmente a manutenção emergente e curativa, reparando situações pontuais ou com extensões reduzidas por secção, evitando assim a propagação das degradações na sua fase inicial. Trata-se de reparações que vão sendo efetuadas ao longo da vida da obra com intervenções pré-programadas que em função da estrada podem ser

efetuados todos os anos ou no máximo de dois em dois anos. São intervenções de baixo custo com a finalidade de adiar intervenções do tipo preventivo ou periódico.

Devidamente articuladas, a conservação corrente, a conservação preventiva e a conservação periódica, contribuem para o aumento da vida útil da infraestrutura rodoviária e para a rentabilidade dos investimentos neles efetuados, sendo desta forma os pilares fundamentais dum Sistema de Gestão de Conservação das Estradas.

Na Figura 3-1 encontra-se representado, de forma esquemática, a importância da execução de uma conservação corrente para a garantia, ao longo do tempo, de níveis de qualidade do pavimento aceitáveis. Aqui podemos verificar as diferenças entre a conservação periódica (VRB), conservação preventiva (VRC) e conservação corrente (VRA).

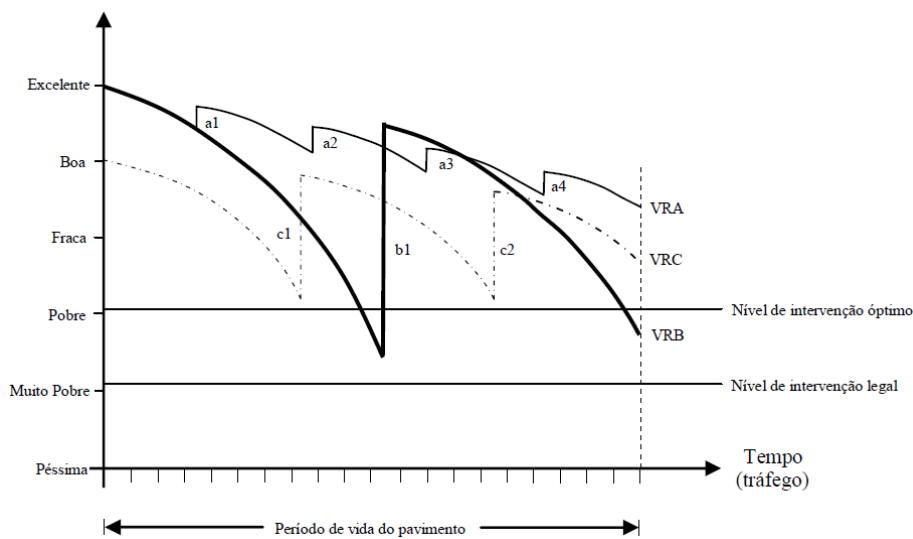


Figura 3-1: Comparação entre estratégias de conservação de pavimentos rodoviários (adaptado de Pereira & Miranda, 1999)

A figura parte do ano $t=0$, onde se pode observar que o pavimento cumpre todas as suas funcionalidades, considerando-se que o pavimento é novo. Com o passar do tempo o nível de qualidade varia em função do tipo de conservação implementada, podemos verificar que com a aplicação da conservação corrente consegue-se a manutenção de um nível de qualidade superior e mais homogêneo ao longo do tempo. Por outro lado a conservação corrente obriga a mais intervenções e consequentes inconvenientes para o trânsito.

Também se pode concluir que o custo de conservação varia em função do espaçamento de intervenção sendo mais elevado para intervenções mais espaçadas e menos elevado para intervenções menos espaçadas no tempo. A vida residual do pavimento no final do seu período de vida útil tem então uma qualidade menor para conservações do tipo periódica ou preventiva, pelo que se pode concluir a importância da conservação corrente para um pavimento rodoviário flexível.

Em estradas com tráfego intenso, a conservação periódica baseada na realização de camadas de reforço estrutural constitui a situação mais corrente de reabilitação de pavimentos da rede rodoviária nacional, normalmente executada em intervalos regulares de 5 ou de 10 anos (Pereira & Picado-Santos, 2002), para o caso em estudo são estradas com tráfego reduzido, à semelhança da maioria das estradas do país, pelo que se poderá alargar este período de intervenção para intervalos de 10 a 20 anos.

De uma forma resumida, apresenta-se no Quadro 3-1, as principais características de cada tipo de conservação.

Quadro 3-1: Características gerais dos tipos de conservação

Tipo de conservação	Tipo Investimento	Duração	Grupo de tratamento
Periódica	Alto	10-20	Essencialmente estrutural
Preventiva	Medio	5-10	Funcional + estrutural
Corrente	Baixo	1-5	Essencialmente funcional

No panorama nacional, a manutenção dos pavimentos da rede nacional de estradas é efetuada tradicionalmente com recurso a estes três tipos de ações: a conservação corrente, a conservação preventiva e a conservação periódica. Sendo este também o procedimento seguido pela administração rodoviária portuguesa, a EP.

A divisão entre conservação corrente, preventiva e conservação periódica é adotada em vários países, verificando-se também ser prática comum a diferenciação entre uma reabilitação superficial e uma reabilitação estrutural de um pavimento.

Esta diferenciação pode ser encontrada por exemplo em Espanha, onde a ordem circular 9/2002 (*rehabilitación de firmes*), define as regras e condições a seguir para a reabilitação superficial e estrutural de pavimentos de vias em serviço.

Esta norma espanhola define que, independentemente de se possuírem dados de inspeções sistemáticas, tanto visuais como provenientes de equipamentos de recolha automática, obtidos nas campanhas de auscultação superficial de pavimentos, quando necessário, para efetuar um projeto de reabilitação estrutural, os dados anteriores devem ser completados com uma inspeção visual detalhada da via e dos aspetos da sua envolvente que podem influenciar o seu estado.

Entre estes aspetos salientam-se: o tipo de perfil transversal (corte, aterro ou misto), as condições de drenagem (presença de valetas, sarjetas, esgotos, etc.) e a capacidade de carga do aterro e do terreno que o sustenta (*ordem circular 9/2002, rehabilitación de firmes*, 2002).

Aqui, os tipos de conservação considerados são a conservação preventiva e a conservação curativa, sendo a atuação preventiva efetuada para melhorar a superfície do pavimento quando este apresenta pequenas deficiências que afetam a segurança e comodidade de circulação, assim como a durabilidade do pavimento. A atuação curativa tem a finalidade de regenerar e aumentar a capacidade resistente do pavimento através de intervenções do tipo estrutural, que serão realizadas apenas quando a atuação preventiva não é eficaz.

Por sua vez, no Brasil, segundo o *Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos* (DNIT,2006), as atividades de reabilitação fazem parte da vida normal do pavimento, compondo um conjunto de medidas destinadas a adaptar a estrada às condições de tráfego existentes de forma a manter ou prolongar o seu período de vida, em que a conservação não deve ser considerada como um recurso temporário, mas como um investimento aplicado na infraestrutura rodoviária e na garantia de evitar uma restauração mais dispendiosa. O Manual considera dois tipos de conservação: a conservação rotineira (corrente) e a conservação periódica.

A conservação rotineira (corrente) compreende um conjunto de operações realizadas com o objetivo de reparar ou sanar um defeito, em que os principais serviços rotineiros para os pavimentos rodoviários flexíveis são os remendos e a selagem de fendas.

Por sua vez, a conservação periódica compreende um conjunto de operações realizadas com o objetivo de evitar o surgimento ou agravamento de degradações. As atividades de conservação periódica geralmente utilizadas envolvem a aplicação de uma camada fina de mistura betuminosa ou um tratamento superficial simples, que têm como finalidade melhorar ou proteger a superfície do pavimento e não aumentar a sua capacidade estrutural.

De igual modo, nos Estados Unidos da América, no estado do Nebraska (NDOR, 2002), a manutenção do pavimento é a chave para a preservação do mesmo. Segundo este manual, um programa de preservação do pavimento eficaz integra um conjunto de estratégias e tratamentos de manutenção, incluídos em três tipos de manutenção do pavimento: a manutenção preventiva, a manutenção corretiva e a manutenção de emergência.

Define a manutenção preventiva como uma estratégia planeada de tratamentos de baixo custo, para um sistema viário existente e seus acessórios, com o objetivo de o preservar, retardar a sua deterioração futura e manter ou melhorar a condição funcional (sem aumentar a capacidade estrutural). Os tratamentos de superfície que resultam na aplicação de camadas finas com menos de dois centímetros de espessura não são considerados como contribuições para o aumento da capacidade estrutural dos pavimentos.

A manutenção corretiva é realizada após a ocorrência de uma deficiência no pavimento, considerada de moderada a grave, ou na ocorrência de fendas extensas, podendo também ser considerada como uma manutenção reativa.

Finalmente, a manutenção de emergência é realizada durante uma situação de emergência, como o aparecimento de uma degradação ou cova grave que precisa de reparação imediata, por estar a provocar o corte ou interrupção de trânsito, podendo aqui incluir tratamentos temporários, que melhorem a superfície, até um tratamento mais permanente ser executado.

De uma forma geral, verifica-se nos casos analisados (Quadro 3-2), que os tipos de conservação utilizados nos vários países são semelhantes, variando apenas, embora sem grande alteração, o tipo de intervenções consideradas no âmbito de cada uma, sendo em uns casos a conservação corrente mais abrangente, e noutros, a conservação periódica menos exaustiva, estando a conservação preventiva sempre num patamar intermédio.

Quadro 3-2: Comparação entre os tipos de conservação

Tipos de conservação	Portugal	Brasil	Espanha	E.U.A.
Corrente	x	x		x
Preventiva	x		x	x
Periódica	x	x	x	x

Em Portugal, a EP tem um departamento destinado exclusivamente à gestão da conservação corrente, em que, de entre outras ferramentas de gestão, se salientam duas:

- Inspeções de rotina às vias;
- Contratos plurianuais de conservação corrente.

Neste sistema, com uma periodicidade igual a dois anos, são efetuadas a todas as estradas sob a sua jurisdição, inspeções de rotina que incidem sobre todos os componentes da via (pavimentos, bermas, drenagem, taludes, passeios, vedações, sistemas de iluminação, componente ambiental, equipamentos de sinalização e segurança, diversos), sendo levantadas todas as patologias passíveis de serem detetadas visualmente.

Estas inspeções têm por objetivo fazer o levantamento das degradações isoladas em tempo oportuno, ou seja, no início do seu aparecimento, para que as mesmas possam ser tratadas numa fase inicial de uma forma corrente e/ou preventiva, evitando a sua evolução e expansão.

Nestas inspeções são também detetadas situações de anomalias generalizadas ou situações em que as mesmas interferem com o comportamento estrutural do pavimento, sendo que neste caso a sua correção poderá sair do âmbito de uma intervenção corrente, passando

eventualmente para a conservação periódica. Os dados recolhidos na inspeção servirão assim de base para a tomada de decisão, podendo mesmo passar por um projeto de beneficiação ou de reforço mais alargado, passando assim para o âmbito da conservação periódica.

Atualmente a manutenção da rede rodoviária sob a administração direta da EP é efetuada com recurso a contratos plurianuais de conservação corrente, abrangendo trabalhos de limpeza, manutenção, reparação e pequenas obras individualizadas, permitindo que de uma forma preventiva se garanta a longevidade do estado de conservação das vias.

Pretende-se com este trabalho que haja uma ligação direta entre as inspeções de rotina efetuadas bianualmente e os contratos de conservação corrente, já que estas inspeções constituem um dos fatores a ter em consideração na tomada de decisão.

Nos dois pontos seguintes deste trabalho, desenvolver-se-ão os dois conceitos atrás referidos: as inspeções de rotina às vias e a conservação corrente dos pavimentos rodoviários flexíveis. A definição clara destes conceitos é fundamental para garantir um adequado funcionamento do sistema de gestão da conservação.

3.2 Inspeções de rotina às vias

Imediatamente após a sua construção e entrada em serviço, os pavimentos rodoviários flexíveis, são submetidos a ações diversas que no seu conjunto contribuem continuamente para a sua degradação, ou seja, para a redução progressiva da sua qualidade inicial.

Importa então que, logo após a sua construção, os mesmos sejam alvo de inspeções regulares, permitindo desta forma um acompanhamento contínuo da sua evolução e comportamento face à ação da passagem do tráfego, dos agentes atmosféricos e de outras ações externas que possam vir a por em causa a sua estabilidade, durabilidade e qualidade de serviço.

A inspeção faz assim parte das tarefas de um sistema de gestão de pavimentos. Existem várias técnicas que podem ser adotadas na inspeção das vias, estas variam em complexidade e custo, dependendo da tecnologia e das variáveis a serem medidas. Uma destas técnicas, para identificação de degradações em pavimentos flexíveis, é a inspeção visual.

As inspeções visuais permitem a deteção e posterior correção, em tempo oportuno, de uma anomalia pontual num pavimento rodoviário, evitando desta forma que a mesma se transmita ao restante pavimento, reduzindo assim significativamente os custos de conservação, garantindo simultaneamente uma maior segurança e conforto a todos os utentes da estrada.

As degradações superficiais dos pavimentos detetadas visualmente podem ser observadas essencialmente por dois métodos: por observação visual, com registo do estado observado em diferentes suportes para posterior tratamento; e por observação através de equipamentos do tipo vídeo ou fotográfico (Branco *et al*, 2006).

A inspeção visual deverá ser efetuada por um ou mais operadores, preferencialmente a pé, ou nos casos que justifiquem, a bordo de um veículo, registando os diferentes tipos de degradações para cada componente da via. O registo destas degradações normalmente é efetuado em fichas individuais de campo, existindo no entanto outras técnicas para o seu registo, como por exemplo com recurso a GPS.

No capítulo anterior foi apresentado um catálogo de degradações para as principais tipologias de degradações, fazendo a descrição do tipo de degradação, níveis de gravidade, modo de medição, exemplos da degradação em análise (fotografias), bem como a identificação de possíveis ações corretivas.

Este catálogo constitui a ferramenta principal do inspetor, permitindo reduzir a subjetividade inerente a esta atividade e aumentar a repetibilidade da observação, garantindo que para troços iguais, sejam analisadas e registadas as degradações de forma idêntica. Este facto permite uma comparabilidade da informação recolhida ao longo do tempo, auxiliando desta forma a tomada de decisão quanto às ações a desenvolver.

Branco *et al*. (2006) refere ainda que para reduzir a subjetividade e aumentar a reprodutibilidade do processo de observação, é fundamental que os operadores tenham uma formação adequada, abrangendo a compreensão dos diferentes tipos de degradação e fase do seu desenvolvimento (níveis de gravidade), bem como a definição dos respetivos critérios de apreciação e registo.

Seria ainda desejável no momento da observação que os inspetores tivessem noção das possíveis soluções de reabilitação que possam ser efetuadas no âmbito da conservação corrente, identificando o tratamento adequado para as degradações detetadas. A descrição de propostas de soluções face a determinada situação de degradação, a considerar no campo de ação da conservação corrente, será apresentada no ponto seguinte deste capítulo.

Independentemente de se terem dados de inspeções sistemáticas, tanto visuais como efetuadas com recurso a equipamento automático, e de campanhas de auscultação superficial de pavimentos, quando necessário, para efetuar um projeto de reabilitação estrutural, os dados anteriores devem ser completados com uma inspeção visual detalhada da via e dos aspetos da sua envolvente que podem influenciar o seu estado. Entre os aspetos a ter em conta é possível destacar o tipo de perfil (corte, aterro ou misto), as condições de drenagem (valetas, sarjetas, esgotos, etc.) e a capacidade de carga do aterro e do terreno que o sustenta (ordem circular9/2002, *rehabilitación de firmes*, 2002).

A nível da rede de estradas nacional tem-se verificado nos últimos anos que a EP, em função do contrato de concessão celebrado com o estado português (Dec. -Lei n.º 380/2007, de 13 de novembro), tem efetuado bianualmente inspeções de rotina a todos os elementos da plataforma da estrada em toda a rede sob a sua jurisdição.

Embora as inspeções visuais de pavimentos já sejam usadas há vários anos, essencialmente para a elaboração de projetos de beneficiação de pavimentos rodoviários flexíveis, atualmente é utilizada com maior frequência para verificação do estado da rede e apoio à conservação corrente da estrada.

Estando as inspeções de rotina e a conservação corrente das estradas diretamente interligadas, e não existindo em Portugal literatura abundante sobre este tema, pretende-se neste trabalho aprofundar estas duas ferramentas, interligando-as entre si.

A metodologia a seguir descrita teve por base o atual trabalho efetuado pela EP, a experiência do autor, como técnico que realiza esse tipo de operação há 6 anos e que identificou ao longo do tempo, pela experiência adquirida na efetiva realização destas e outras operações, alguns aspetos para os quais propõe soluções e ainda a consulta a diversa literatura, nomeadamente: manual de inspeções de rotina da EP; *Metodologia de inspeção visual de pavimentos*, Metro-cali, SA; *A Guide for Pavement Managers*, Washington State Department of Transportation; *Manual para la inspeccion visual de pavimentos flexibles*, convénio interadministrativo 587-03, Colômbia; *Distres identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Studies (1987)*; *Distres identification manual*, U.S. Department of Transportation.

Na consulta realizada ao procedimento efetuado pela EP, para a execução das inspeções de rotina, considerou-se que o mesmo é muito vago, focado em várias componentes da plataforma da estrada, mas com pouco pormenor relativamente aos pavimentos, pelo que nos pontos seguintes será desenvolvida a parte relativa a inspeção visual dos pavimentos

3.2.1 Inspeções de rotina - Fatores a considerar

A auscultação dos pavimentos permite através de técnicas invasivas e não invasivas, a avaliação do estado de um pavimento. A inspeção visual é uma técnica não-invasiva, para identificar e caracterizar as várias degradações existentes num pavimento rodoviário flexível. Existem porém, vários fatores que podem condicionar as inspeções de rotina, como a escolha dos inspetores, o período para a sua realização, os elementos a inspecionar, o equipamento a utilizar, a geometria da via, os tipos de degradações a registar, os níveis de gravidade das degradações, as técnicas de conservação e as folhas de registo de inspeção. De seguida são tecidas algumas considerações sobre cada um dos fatores enumerados.

Escolha dos inspetores

Normalmente as inspeções visuais, ao contrário das inspeções efetuadas mecanicamente, estão sujeitas a uma grande variabilidade de resultados, sendo influenciadas por uma série de fatores, e que direta ou indiretamente podem vir a influenciar o rendimento e a qualidade do trabalho realizado, destacando-se aqui os seguintes:

- Limitações físicas dos inspetores;
- Ausência de manuais e de uniformização de procedimentos;
- Subjetividade inerente a qualquer julgamento humano;
- Aumento no nível de interpretação quando há uma quantidade significativa de superfície degradada;
- Volume de tráfego;
- Condições de segurança;
- Condições atmosféricas.

Alguns dos fatores atrás enumerados não podem ser contornados, como as condições atmosféricas, outros podem ser minorados com um correto planeamento, como as condições de segurança e o volume de tráfego. No entanto, para reduzir a subjetividade e aumentar a reprodutibilidade e rendimento do processo de observação é fundamental uma escolha adequada dos inspetores, que deverão ter, entre outras, as seguintes características:

- Formação adequada, abrangendo a compreensão dos diferentes tipos de degradação e fases do seu desenvolvimento (níveis de gravidade), bem como a definição dos respetivos critérios e registo;
- Formação na área da conservação, de forma a ter a sensibilidade, logo no terreno, para o tratamento aconselhado em cada caso, sendo a opinião do inspetor um dos pontos a ter em conta na fase de tomada de decisão do tratamento a aplicar;
- As equipas deverão ser compostas por dois técnicos com formação e experiência idêntica;
- De preferência não deverão ter como área de trabalho a zona que vão inspecionar;
- Devem conseguir efetuar inspeções em dias sucessivos;
- Terem como atividade profissional principal a realização de inspeções de rotina.

Período de realização das inspeções

As inspeções deverão ser realizadas após a época das chuvas, normalmente em Portugal nos meses de abril, maio e junho, dado que neste período as condições atmosféricas serão mais favoráveis ao desempenho desta tarefa, com temperaturas mais amenas que propiciam um maior conforto. Para além do referido, as eventuais ocorrências (degradações) resultantes das chuvas e das intempéries normais do período invernal já serão visíveis, sendo a altura ideal para o seu registo e posterior correção nos meses seguintes.

No entanto, em função da extensão a inspecionar as mesmas poderão ter que se realizar noutra altura do ano.

Tomando como referência o Distrito da Guarda e a rede viária sob a jurisdição da EP, para inspeções bianuais, considerando que por ano teriam que ser inspecionadas aproximadamente 400 km de estrada, com um rendimento de 10 km/dia, seriam necessários 40 dias para concluir as inspeções.

Se o planeamento das inspeções considerar a realização de inspeções 3 vezes por semana, de forma a ter um dia de intervalo entre cada inspeção, e se verificar a necessidade de ter em conta algum fator externo, como as condições meteorológicas (chuva, temperatura), seriam necessários cerca de 4 meses para as referidas inspeções. De seguida apresenta-se o Quadro 3-3 com uma simulação da atividade de inspeção, tendo em conta alguns factos.

Quadro 3-3: Resumo dos dados necessários para determinação do tempo de inspeção

Dados	Quantidade	Unidade
Total da rede a inspecionar	400.0	Km
N.º de equipas	1.0	Un
N.º de dias por semana	3.0	Dia
Extensão a efetuar por dia	10.0	Km
N.º semanas necessárias	13.3	Un
N.º semanas por mês	4.0	Un
N.º de meses necessários	3.3	Un

Assim, para o caso da rede rodoviária do distrito da Guarda, além dos meses atrás indicados e considerando o planeamento apresentado no quadro anterior, as inspeções deverão ser, caso seja possível, iniciadas no mês de março, ou em alternativa prolongadas para o mês de julho e agosto, havendo neste caso uma ligação quase direta com a conservação corrente, que ocorre normalmente nos meses de maio a setembro.

Em casos em que não seja possível aplicar a solução apresentada, é possível optar pelo aumento do número de inspetores, reduzindo o tempo de inspeção necessário (equipas a trabalhar em simultâneo no terreno).

Elementos a inspecionar

As degradações passíveis de serem observadas visualmente e que, direta ou indiretamente, podem ter influência na qualidade dos pavimentos flexíveis, podem ser encontradas nos seguintes elementos:

- Pavimento;
- Órgãos de drenagem;
- Bermas;
- Taludes.

A grande maioria das degradações encontra-se nos pavimentos, no entanto, nos restantes elementos podem ser verificadas outras anomalias que estejam a provocar, ou que possam vir a provocar, a degradação dos pavimentos, como por exemplo: raízes de árvores, aparecimento de águas subterrâneas, infraescavação provocada pela falta de valeta revestida, cedência das bermas, entre outras.

Equipamento a utilizar

Para efetuar a inspeção a pé com registo em papel, de uma forma cómoda e eficaz, é essencial dispor do seguinte equipamento:

- Equipamento de proteção individual (colete refletor, calça refletora);
- Calçado apropriado para inspeções, chapéu e roupa cómoda;
- Sinalização temporária de trabalhos;
- Viatura de apoio;
- Roda métrica;
- Fita de medição;
- Máquina fotográfica;
- Fichas de inspeção;
- Manual de inspeção;
- Catálogo de degradações;
- Prancheta.

De entre o equipamento atrás referido, realça-se o equipamento de proteção individual e a sinalização temporária para a via ou troço a inspecionar, sendo de extrema importância para a segurança dos inspetores e dos utentes da estrada.

Assim, considera-se como equipamento mínimo para o inspetor o colete refletor e o calçado, que deverão cumprir as normas nacionais e internacionais de segurança no trabalho. Quanto à via, deverá ser colocada sinalização temporária a cada 5 km, por forma a alertar os condutores para a realização das inspeções, garantindo desta forma a segurança quer dos inspetores, quer dos utentes. Nas vias com maior tráfego, a complementar a sinalização temporária, a inspeção deverá ser apoiada por uma viatura, com rotativos luminosos a sinalizar a marcha dos inspetores.

Para os casos das inspeções a pé serem efetuadas com recurso ao registo automático da localização das ocorrências é necessário considerar ainda um computador portátil com GPS incorporado, o mesmo para o levantamento com imagem vídeo e GPS, devendo o veículo de sinalização estar adequadamente identificado e visível.

Geometria da via

De forma a simplificar a localização das degradações na estrada, a mesma será dividida por faixas de rodagem, vias por faixa, sentido de tráfego, km inicial e km final.

De seguida apresentam-se duas figuras exemplificativas de estradas com uma via por faixa de rodagem e duas vias por faixa de rodagem, e ainda um quadro com a descrição da simbologia utilizada para a localização das degradações.

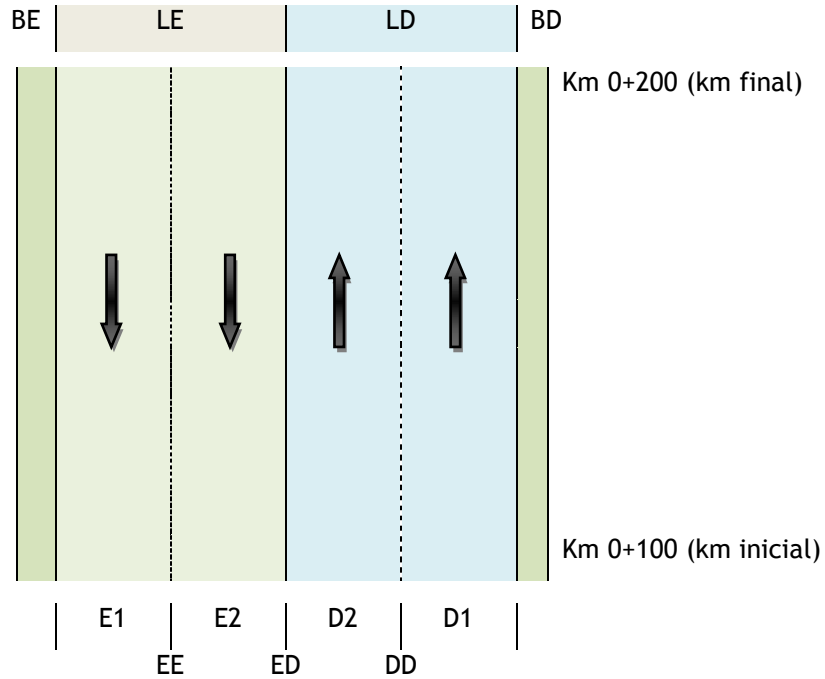


Figura 3-2: Codificação de uma estrada com 2 vias por faixa de rodagem

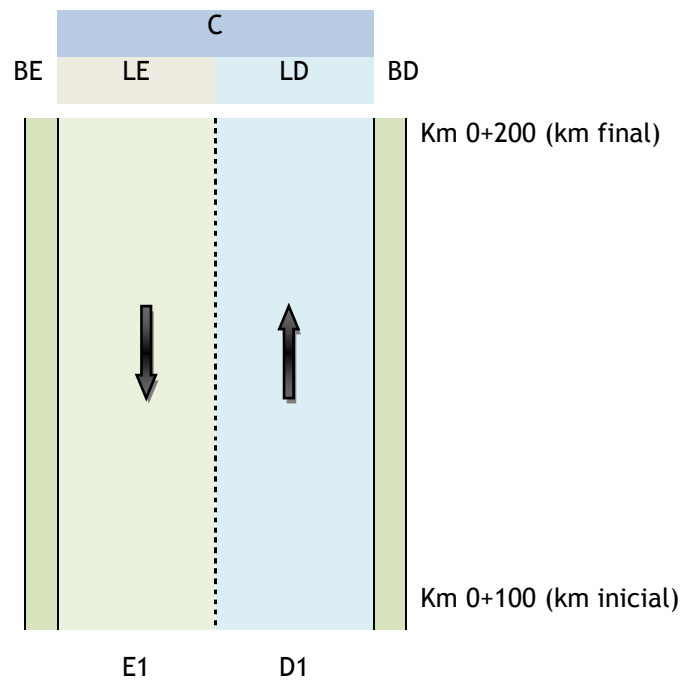


Figura 3-3: Codificação de uma estrada com 1 via por faixa de rodagem

Quadro 3-4: Simbologia utilizada para localização da degradação na via

Simbologia	Descrição
LD	Faixa do lado direito
LE	Faixa do lado esquerdo
C	Duas faixas (toda a largura da estrada)
E1	Via do lado esquerdo, junto a berma
E2	Via do lado esquerdo, junto ao separador
D1	Via do lado direito, junto a berma
D2	Via do lado direito, junto ao separador
EE	Eixo da faixa esquerda
ED	Centro da via (Eixo da estrada?)
DD	Eixo da faixa direita
BE	Berma do lado direito
BD	Berma do lado esquerdo

Para além dos dados descritos, existem outros dados importantes que devem ser registados para o adequado reconhecimento do troço de estrada em estudo:

- Nome da estrada;
- Nome da secção;
- Km inicial;
- Km final;
- Extensão do troço;
- Categoria da estrada.

Para uma melhor perceção de algumas degradações, torna-se necessário identificar o tipo de fundação em que assenta o pavimento, em termos de: aterro, misto ou corte. Esta informação poderá ser registada no campo “Observações”, caso se verifique pertinente para a anomalia verificada e para a eventual ação corretiva.

Tipos de degradações

Para uma inspeção eficaz, torna-se indispensável dispor do apoio de um documento de referência, compreendendo, para cada tipo de pavimento e tipo de degradação, a respetiva descrição, níveis de gravidade e modo de medição aplicável. Este documento, o Catálogo de Degradações, deverá ter também para cada degradação e nível de gravidade, exemplos de pavimentos nessas condições, com fotografias padrões e esquemas próprios.

No capítulo anterior foram apresentadas fichas individuais para cada degradação contendo a informação pertinente para a adequada identificação e registo destas ocorrências, como se pode verificar no Quadro 2-5.

Nesta secção são apresentadas, no Quadro 3-5, as degradações a registar no caso de pavimentos flexíveis, as unidades a considerar na sua medição e a codificação a utilizar durante a inspeção da via.

Quadro 3-5: Tipos de degradações a registar em pavimentos flexíveis, unidades de medida e codificação

Tipo de degradação	Unidade de medição	Código
Deformações localizadas	m2	DL
Rodeiras	m	RO
Fendas longitudinais	m	FL
Fendas transversais	m	FT
Pele de crocodilo	m2	PC
Degradações superficiais	m2	DS
Polimento dos agregados	m2	PA
Ninhos	m2	NI
Peladas	m2	PE
Exsudação do betume	m2	EB
Subida de finos	m2	SU
Reparações	m2	RE
Degradações em bermas	m	BE
Degradações em órgãos de drenagem	m	OD
Degradações em taludes	m2	TA

Níveis de gravidade das degradações

Com o fim de estimar a extensão dos danos correspondente a determinada degradação são definidos níveis de gravidade. Estes permitem sustentar a implementação de medidas de gestão, tais como a decisão de optar por uma ação imediata ou a aplicação de um mecanismo de priorização.

Quadro 3-6, é apresentada a escala de avaliação para cada nível de degradação.

Quadro 3-6: Níveis de gravidade a considerar na avaliação das degradações

Nível de gravidade da degradação	Estado	Código
Nível 1	Baixo	1
Nível 2	Médio	2
Nível 3	Alto	3

Técnicas de conservação

Mais à frente serão identificadas várias técnicas utilizadas na conservação corrente de estradas em Portugal.

No âmbito da inspeção de rotina, é desejável que os inspetores tenham conhecimento de todas as técnicas de conservação corrente. Estas técnicas devem estar codificadas, para que de uma forma simples possam ser propostas nas fichas de inspeção.

No Quadro 3-7 é apresentado o conjunto das técnicas de conservação corrente propostas neste trabalho, com indicação da unidade de medida e do código atribuído a cada uma.

Quadro 3-7: Técnicas de conservação

Técnicas de conservação			Unidade de medição	Código
Superficiais	Intervenções localizadas	Saneamentos pontuais	m2	SP
		Tapagem de covas	m2	TC
		Selagem de fendas	m	SF
		Fresagens pontuais	m2	FP
	Camada betuminosa fina (≤ 50 mm) com mistura a quente		m2	BB<5
	Revestimento superficial		m2	RS
	Microaglomerado betuminoso a frio		m2	MBF
	Lama asfáltica (slurry seal)		m2	SS
	Melhoria da textura de superfície (granalhagem)		m2	GR
	Camada betuminosa fina (≤ 50 mm) com mistura a frio		m2	BAF<5
Estruturais	Camada betuminosa (> 50 mm) com mistura a quente sem fresagem		m2	BB>5
	Camada betuminosa (> 50 mm) com mistura a quente com fresagem		m2	BB>5+F
	Camada betuminosa (> 50 mm) com mistura a frio sem fresagem		m2	BAF>5
	Camada betuminosa (> 50 mm) com mistura a frio com fresagem		m2	BAF>5+F

Processo de registo

Os dados recolhidos na inspeção deverão ser registados em fichas próprias, ficando aqui uma proposta dos aspetos a contemplar na sua elaboração:

1.^a Página - Registo de Informação (ver Figura 3-4)

- Parte I - Informação geral
- Parte II - Registo de degradações
- Parte III- Descrição da degradação
- Parte IV - Informação a cada 500 metros

- Parte V - Geometria da via
- Parte VI - Comentários

2.ª Página - Informações para preenchimento (ver Figura 3-5)

- Parte VII - Tipos de degradações
- Parte VIII - Codificação dos tratamentos
- Parte IX - Geometria da via

De seguida é apresentada uma descrição pormenorizada para cada um dos pontos acima identificados.

Parte I - informação geral, com a identificação da estrada / via / troço a inspecionar:

- Identificação da estrada;
- Identificação da secção;
- Distrito;
- Km inicial;
- Km final;
- Data;
- Nome dos inspetores.

Parte II - registo das degradações, com os seguintes dados:

- Km inicial da degradação;
- Comprimento;
- Largura;
- Lado da estrada;
- Código da degradação;
- Nível de gravidade;
- N.º da fotografia;
- Código da solução proposta.

Parte III - descrição da degradação através de um relato de sucinto incluindo possíveis causas e detalhes adicionais que se considerem pertinentes para uma análise futura.

Parte IV - este ponto será utilizado sempre que se verifique uma anomalia de forma continuada num determinado troço, ou seja, onde existe a possibilidade de que uma série de danos consecutivos estejam associados a uma causa comum, sendo que neste caso, poderá ser proposta uma reparação nessa área, em vez de reparações pontuais para cada degradação. Para estes casos propõe-se uma análise para troços de 500 metros, onde será executado um tratamento conjunto das anomalias verificadas.

Na parte VIII - codificação dos tratamentos, com identificação dos tipos de tratamentos possíveis de serem efetuados pela conservação corrente, identificando aqui também a sigla respectiva de cada tratamento.

Na parte IX- codificação da geometria da via para estradas com 2 faixas de rodagem e quatro vias e para estradas com duas faixas de rodagem e duas vias.

UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
FICHA DE INSPEÇÃO DE ROTINA A PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

Tipo de degradação	Nível de degradação			Un	Cod
	Nível 1	Nível 2	Nível 3		
Deformações localizadas	Diferença de nível inferior a 10mm	de 10mm a 20mm.	> 20mm.	m2	DL
Rodagem	Máxima profundidade < 10mm	de 10mm-20mm	> 20mm.	m	RD
Fendas longitudinais	Fenda isolada (abertura de fenda inferior a 2mm).	Fenda aberta (verificada com eventual perda de agregado) (abertura das fendas entre 2 e 4mm)	Fenda grave (verificada com perda de material) (acompanhada de deformações e desagregações).	m	FL
Fendas transversais				m	FT
Faixa de rodagem	Malha com levantamento de abertura de pequena dimensão e sem excesso de finta (abertura<2mm e malha<20cm).	fendas com abertura<2mm e malha<20cm, ou fendas com abertura entre 2 e 4mm para qualquer tipo de malha, ou fendas com abertura<4mm e malha<40cm).	Malha com levantamento de abertura de grande dimensão com perda de material, excesso de finta acompanhada de deformações, ondula e pedregal (fenda com abertura>4mm e malha >40cm).	m2	FC
Degradações superficiais				m2	DS
Revestimento dos agregados				m2	FA
Pedregal	largura inferior a 30cm.	largura entre 30cm e 100cm.	largura superior a 100cm.	m2	PE
Escavação do betão				m2	ES
Tapagem de cristas				m2	TC
Ritmos	profundidade da cavidade inferior a 2cm, ou não localizada.	profundidade da cavidade entre 2 e 4cm, ou afetadas de um comprimento entre 20 e 50cm.	profundidade da cavidade superior a 4cm, ou afetadas de um comprimento superior a 50cm.	m2	RF
Subida de finta	Finta apenas presente nos bordos das faixas rodagem.	Finta alargada e/ou de passagem dos rodos dos veículos.	Finta alargada mais de 75% da largura da via afetada.	m2	SF
Remendas	Reparações bem executadas, mas associadas a qualquer tipo de degradação de nível 1.	Reparações com baixa qualidade de execução ou má elaboração das juntas, e/ou	Reparações mal executadas, e/ou associadas a qualquer tipo de degradação de nível 3.	m2	RE
Degradações em borbões	Inicio de degradação, ainda sem interferência com o pavimento da faixa de rodagem.	Borboes degradados, com inicio de degradação do pavimento da faixa de rodagem.	Borboes completamente degradados com degradação do pavimento da faixa de rodagem.	m	BE
Degradações em eixos de drenagem	Inicio de degradação, sem interferência com o pavimento da faixa de rodagem.	Órgãos de drenagem degradados, com inicio de degradação do pavimento da faixa de rodagem.	Órgãos de drenagem completamente degradados com degradação do pavimento da faixa de rodagem.	m	DE
Degradações em taludes	Inicio de degradação, sem interferência com as várias camadas de pavimento.	Degradação avançada com interferência nas camadas de pavimento.	Fenômeno de erosão, com degradação no pavimento do nível 2.	m2	TD

Técnicas de conservação		Un	Cod
Intervenções localizadas	Sequestramento pontual	m2	SP
	Tapagem de cristas	m	TC
	Deixagem de finta	m	SF
	Freagem pontual	m2	FF
	Camada betuminosa fina (> 50mm) com mistura a quente	m2	SB
Estrutura	Revestimento superficial	m2	RS
	Mistura betuminosa betuminosa a frio	m2	MBF
	Sturry mix	m2	SM
	Reborde de textura de superfície (granulagem)	m2	CR
	Camada betuminosa fina (> 50mm) com mistura a frio	m2	SB-F
	Camada betuminosa (> 50mm) com mistura a quente sem freagem	m2	SB-Q
	Camada betuminosa (> 50mm) com mistura a quente com freagem	m2	SB-Q-F
	Camada betuminosa (> 50mm) com mistura a frio sem freagem	m2	SB-F
	Camada betuminosa (> 50mm) com mistura a frio com freagem	m2	SB-F-F

Figura 3-5: Página 2 da ficha de inspeção de rotina (Anexo II)

Cada folha de inspeção deverá ser utilizada para uma extensão máxima de 500 metros, devendo no final de cada trecho de 500 metros efetuar uma avaliação global do trecho, com indicação de possíveis soluções conjuntas para as várias degradações.

3.2.2 Metodologia de Inspeção

A metodologia aqui desenvolvida e proposta consiste na definição de um processo de inspeção visual destinado a levantar, caracterizar e classificar as degradações dos pavimentos, bem como dos restantes componentes da estrada que direta ou indiretamente possam vir a provocar a degradação dos pavimentos.

Neste sentido, importa que a metodologia proposta esteja fundamentada e elaborada para atingir os seguintes objetivos:

- Criar uma metodologia de fácil aplicação e baixo custo de implementação, para servir como ferramenta de gestão no apoio à conservação corrente;
- Estabelecer uma avaliação contínua do estado das degradações dos pavimentos.
- Confirmar um processo sistemático de medição das degradações;
- Obter continuamente um conjunto de resultados que permitam dar apoio à tomada de decisão;

Para que estas inspeções sejam bem-sucedidas, importa que os inspetores estejam munidos de toda a informação sobre a via em análise, bem como das regras a seguir para a realização das mesmas. De seguida enumeram-se as linhas orientadoras propostas para a realização das inspeções:

- A inspeção visual deverá ser efetuada por dois operadores, de preferência a pé, ou em casos muito pontuais a bordo de um veículo, registando os diferentes tipos de degradações para cada componente da via;
- As inspeções deverão ser realizadas após a época das chuvas, normalmente com início no mês de Abril;
- A secção de estrada deve ser percorrida do lado direito e esquerdo, e ao longo do separador central (caso exista), de preferência, no sentido ascendente;
- O percurso escolhido deverá permitir a inspeção sequencial das componentes da via cujos estados de conservação possam ser influenciados reciprocamente;
- Deverá ser utilizada a roda métrica para medição de distâncias;
- Deverão ser tomadas todas as precauções de segurança, em relação aos inspetores e aos utentes da via, sinalizando a via convenientemente;
- Deve ser preenchido o formulário de inspeção próprio, devendo ser acompanhado, sempre que necessário, de um registo fotográfico;
- Deverá ser efetuado o registo de todas as degradações visualizadas;
- O registo da localização de qualquer ocorrência tem obrigatoriamente a indicação do km inicial (pki), utilizando para efeitos de referência o valor do pki do início da secção, corrigindo se necessário sempre que encontrar um marco quilométrico, esta correção deve-se a má colocação de muitos marcos quilométricos.
- Na eventualidade de ser impossível inspecionar um ou mais elementos da estrada, por falta de acessibilidade aos mesmos, deverá ser feito o registo desta situação no formulário;
- Em trechos com degradações, deverá ser registado a cada 500m metros a largura das vias.
- Para efeitos de identificação da estrada a inspecionar é imprescindível a designação da secção e nome da estrada;

A seguir descreve-se uma metodologia sequencial para elaboração das inspeções, que permite ao inspetor estar dotado de todos os meios para a realização da inspeção em condições de segurança e com a qualidade que a mesma exige.

Diagrama geral

Esta metodologia foi concebida em quatro partes sequenciais: planeamento, inventário, inspeção e análise de dados. A Figura 3-6 mostra o diagrama do processo de inspeção visual desenvolvido e proposto, descrevendo-se de seguida as suas componentes.

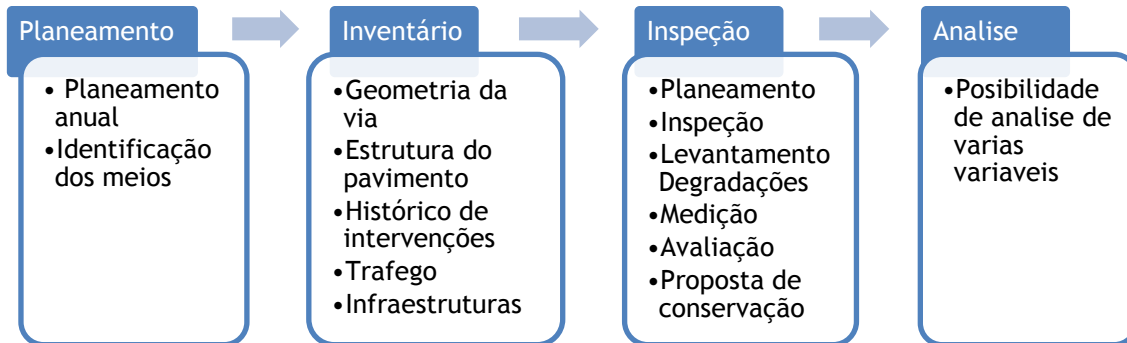


Figura 3-6: Inspeções de rotina: Metodologia

Planeamento inicial

Numa fase inicial é necessário realizar um planeamento anual das inspeções a efetuar, que deverá passar pelas seguintes subfases:

- Quantificação da rede total a inspecionar;
- Visita inicial a toda a rede a inspecionar;
- Definição de prioridades de vias a inspecionar;
- Definição de prioridades de vias a conservar;
- Planeamento anual das inspeções.

Com a definição das subfases atrás enumeradas pretende-se ter a identificação das estradas a inspecionar. Após esta definição deverá ser efetuada uma visita ligeira a todas as estradas a bordo de uma viatura, o que permite fazer uma análise das vias que, aparentemente, apresentam um maior número de degradações / anomalias. Com os dados assim recolhidos será efetuado um planeamento anual de inspeção.

Este planeamento deverá então ter em conta a identificação das vias com maior necessidade de conservação, para que desta forma se possam obter resultados que permitam uma conservação corrente das mesmas mais atempada, devendo assim colocar as vias com maior necessidade nos primeiros meses de inspeção, elaborando desta forma o mapa de prioridades das vias. Este procedimento garante que as secções com registos mais desfavoráveis de degradações sejam as primeiras a receber ações corretivas.

Deverá também ser efetuada, nesta fase inicial, um planeamento dos meios necessários para a realização das inspeções, nomeadamente o número de inspetores necessários, o número de viaturas, de equipamentos de segurança, bem como de todos os outros meios necessários.

Inventário

Antes do início de cada inspeção deverá ser recolhido um conjunto de informações sobre as características da secção a inspecionar, nomeadamente sobre a:

- Geometria da via;
- Estrutura do pavimento;
- Histórico de intervenções (beneficiação/conservação);
- Tráfego (volume e tipo);
- Infraestruturas (rede de águas, infraestruturas elétricas, entre outras).

Esta informação permite efetuar a inspeção com maior rigor, estando o inspetor em posse de informação mais completa que lhe vai possibilitar aferir os meios necessários, estimar a duração da inspeção, identificar as causas das degradações e uma segurança acrescida no momento da tomada de decisão sobre a solução de conservação a propor.

Assim, os elementos referentes à geometria da via, para os quais foram tipificados códigos identificativos, permitirão um reconhecimento mais simples e eficaz nas fichas de inspeção. A análise prévia da geometria da via vai permitir identificar as necessidades de sinalização, o número de passagens por via e conseqüente estimativa do tempo necessário para a inspeção. Por exemplo: uma estrada com duas vias por faixa de rodagem com separador central vai obrigar a duas passagens levando desta forma o dobro do tempo a inspecionar.

No registo da estrutura do pavimento dever-se-á ter em conta a estrutura inicial do pavimento desde a sub-base até à camada de desgaste, para além de ser ainda imprescindível informação sobre o ano da sua construção. O conhecimento das camadas do pavimento é essencial para a identificação da causa da degradação, da sua possível evolução, bem como do tipo de tratamento a propor.

Também deverá ser verificado o histórico de intervenções na secção em estudo, analisando todas as intervenções efetuadas na via, quer sejam conservações, beneficiações ou mesmo correções de traçado de que a mesma foi alvo ao longo dos tempos.

O conhecimento do volume de tráfego é decisivo para a tomada de decisão da solução de inspeção a adotar, pois, em estradas com um maior volume de tráfego o rendimento da inspeção e as condições de segurança dos inspetores diminuem. As causas e tratamentos das degradações são influenciados pelo volume e tipo de tráfego.

De igual modo, também a existência de infraestruturas com desenvolvimento coincidente com a via deve ser tida em consideração, principalmente a existência de valas para a colocação de redes de abastecimento de água, gás, eletricidade ou fibra ótica. Fator também a ter em consideração é a data de construção das infraestruturas, ou seja, se as mesmas foram construídas na mesma data da estrada, ou posteriormente, registando também o ano em que as mesmas foram instaladas. Esta informação pode ser fundamental para a identificação das causas de algumas degradações.

Inspeção visual

O processo de inspeção consiste em duas etapas distintas, o planeamento prévio da inspeção e o trabalho de campo.

No planeamento é necessário organizar as tarefas da inspeção para que esta seja efetuada com os recursos necessários e já referidos anteriormente, interferindo o mínimo possível com o tráfego e com o menor custo possível.

Tendo em conta a informação recolhida na fase de inventário, nesta primeira etapa deve ter-se em atenção os seguintes aspetos:

- Identificação dos meios necessários, quer humanos (número de inspetores) quer materiais (equipamento de segurança, viaturas, sinalética) para a inspeção em causa;
- Hora de início e fim da inspeção;
- Identificação dos locais a dotar de sinalização vertical temporária;
- Meios de deslocação necessários, com identificação dos locais de estacionamento das viaturas, que deverão corresponder ao ponto onde terminará a inspeção.

O trabalho de campo, por sua vez, é constituído por um processo de quatro passos: Identificação das degradações, medição das degradações, avaliação da sua gravidade e proposta de conservação (ver Figura 3-7).



Figura 3-7: Fluxograma ilustrativo da metodologia de inspeção

O primeiro passo do trabalho de campo corresponde à identificação das degradações, sendo efetuada com o apoio de um catálogo de degradações, a incorporar de forma resumida na segunda página da folha de inspeção, auxiliando assim o inspetor.

Após a identificação da degradação, onde cada degradação será objeto de registo individualizado, deverá ser efetuada a sua medição e conseqüente registo. Para cada

degradação deverá ser registado o km inicial, e em função do tipo de degradação e da unidade de medição respetiva, o seu comprimento e largura. Por exemplo: para o caso de uma fissura transversal, será apenas registado o seu km inicial e o seu comprimento.

Na avaliação da gravidade deverá ser estimado o grau de deterioração que apresenta cada degradação, classificado por uma escala semântica que relaciona os valores de medição em três níveis: nível 1 (baixo), nível 2 (médio) e nível 3 (alto). Esta escala não é diretamente comparável entre os defeitos individuais, pode no entanto ser comparável entre famílias de degradações.

Por último, após terem sido identificadas as degradações e efetuada a medição e avaliação da gravidade, deverá ser apontada uma ou mais soluções possíveis de reparação das degradações levantadas.

A lista de possíveis soluções de conservação a considerar para cada degradação será alvo de estudo no ponto seguinte deste capítulo, devendo esta ser parte integrante do manual de inspeção entregue aos inspetores.

Como referido anteriormente, cada ficha de inspeção deverá ser utilizada para apenas 500 metros de estrada, indicando no final, caso se justifique, o tratamento global a dar ao referido troço. Por exemplo: num troço de estrada em que se verifica repetidamente degradações do tipo pele de crocodilo do nível 2, em praticamente toda a largura da estrada, e não se justifique um tratamento individual por degradação mas sim um tratamento conjunto, é possível propor a aplicação de um Microaglomerado betuminoso a frio duplo em toda a extensão, resolvendo assim o problema da propagação das fendas.

Análise dos dados

No final de cada secção de estrada inspecionada, torna-se necessário proceder à análise da informação recolhida no campo, agrupando as degradações encontradas por tipo, gravidade e por cada tramo de 500 metros (ou similar). Para tal, será necessário introduzir todos os dados numa aplicação informática, folha de cálculo Excel ou outro sistema existente, onde seja possível fazer a análise das seguintes variáveis:

- Identificação do km inicial de cada degradação;
- Identificação individual da informação de cada degradação;
- Avaliação de quantidades por degradação;
- Análise por tipo de degradação existente;
- Análise por nível de gravidade/degradação;
- Análise conjunta das degradações presentes no troço;
- Técnicas de conservação propostas, para as degradações mais significativas;
- Análise de dados por troço de estrada (cada 500 metros);

- Análise total da secção.
- Percentagem (%) de afetação da via
- Percentagem de afetação de cada tramo de estrada
- Percentagem de afetação por tipo de degradação

Os dados relativos às degradações encontradas em bermas, órgãos de drenagem e taludes, serão tratados separadamente e terão um procedimento autónomo dos pavimentos.

Todos estes dados servirão de base à metodologia para a seleção da técnica de conservação corrente a utilizar, técnica esta que será descrita no capítulo seguinte deste trabalho.

3.2.3 Exemplo de Preenchimento da ficha de inspeção de rotina

Na secção I, devem-se inserir os dados básicos da secção, conforme Figura 3-8.

Secção: C520	kmi: 102+500	kmf: 120 + 780	Data: 19 / 09 / 2013
Estrada: EN 231	Levantado por:		
Distrito: Guarda	Manuel Tavares	Armando Gonçalves	

Figura 3-8: Exemplo de preenchimento da secção I.

Para mostrar como se preenche a secção II e III, toma-se como exemplo um tramo compreendido entre o km 105+000 e o km 105+100, onde foram encontradas as seguintes degradações (ver Figura 3-9):

- Fotografia 1 - Fenda longitudinal ao km 105+020, com gravidade tipo II
- Fotografia 2 - Pele de crocodilo ao km 105+050, com gravidade tipo III
- Fotografia 3 - Berma degradada ao km 105+085, com gravidade tipo III
- Fotografia 4 - Fenda Transversal ao km 105+090, com gravidade tipo I



Fotografia 1 - Fenda Longitudinal ao km 105+020



Fotografia 2 - Pele de Crocodilo ao km 105+050



Fotografia 3 - Berma ao km 105+085



Fotografia 4 - Fenda Transversal ao km 105+090

Figura 3-9: Levantamento fotográfico de degradações

Como se pode observar na Figura 3-10, os dados devem ser registados sequencialmente de cima para baixo, sendo o km inicial da primeira degradação observada no sentido do levantamento, o primeiro a ser registado.

Lado via	km Inicial	Degradação				solução	Descrição	Foto
		comp.	larg.	Tipo	nível			
C	105+020	50		FL	II	SF	SELAR FISSURA	1
LE	105+050	10	3	PC	III	FP	FRESAGEM E REPOSIÇÃO	2
BD	105+085	5		BE	III	SP	SANEAMENTO	3
LD	105+090	1		FT	I			4

Figura 3-10: Exemplo de preenchimento das secções II e III

Quando na mesma zona se detetam várias degradações, deve ser efetuado um registo de todas as ocorrências, uma em cada linha, com indicações independentes, chamando a atenção na secção VI para este facto. Nestes casos, apenas para a degradação principal é proposta a solução de conservação, que deve abranger a reabilitação de todas as degradações encontradas nessa mesma zona.

Para o exemplo considerado, o troço de estrada numa extensão de 500 metros não justifica uma intervenção no seu todo, pelo que na secção IV, não se inserem dados.

Tipo via: 1 x 1 Tipo berma: <input type="checkbox"/> Pav. <input checked="" type="checkbox"/> n. Pav. largura da via ao kmi: 6,00	Comentários: Abater árvore ao km 105+850 (esta a provocar a degradação do pavimento no local)
---	---

Figura 3-11: Exemplo de preenchimento das secções V e VI

Na secção V e VI regista-se o tipo de via, o tipo de berma, a largura da faixa de rodagem no início do troço inspecionado e tece-se algum comentário que seja relevante, como é o caso da degradação da berma provocada pela raiz da árvore.

O estado da arte da conservação corrente demonstra que esta constitui uma abordagem de baixo custo/alto benefício. Ao corrigir pequenas anomalias quando o pavimento ainda apresenta um estado razoável de conservação global, corresponderá a intervenções pouco profundas e pouco onerosas, que melhorarão o desempenho do pavimento a médio prazo, retardando no tempo uma intervenção mais profunda e onerosa, como é o caso da conservação do tipo periódica, sendo também menos alargada do que a conservação preventiva. Este aspeto é mais importante nas estradas de elevado volume de tráfego, nas quais a deterioração é mais célere e os níveis de qualidade terão que manter-se elevados ao longo do tempo, (EP, 2013).

Numa altura, como a que se vive nos dias de hoje, onde os recursos disponíveis sejam eles materiais ou financeiros, são cada vez mais reduzidos, e em que ao invés as expectativas dos utentes são cada vez mais exigentes, exigindo estradas com qualidade, segurança e conforto, a tomada de decisões sobre quais as vias prioritárias, quais os níveis mínimos de qualidade a oferecer, ou mesmo quais técnicas adequadas ao tratamento de uma determinada estrada de forma a ter o menor custo possível e garantir um nível de qualidade dentro das expectativas, tornam-se de uma importância extrema.

A Escolha, de entre as várias opções disponíveis para a conservação corrente e do momento mais adequado para a realizar constitui uma decisão tomada ao nível da gestão da rede, ou seja localmente, definindo aqui o tipo de técnica de conservação mais adequado para a secção ou troço da secção em causa, que será condicionada pelo estado de degradação global do pavimento, pelo orçamento, pelos recursos humanos e de equipamentos disponíveis, pelo nível de qualidade pretendido e por várias outras condicionantes externas.

A definição do tipo de intervenção, corrente, preventiva ou periódica/curativa (quando o pavimento já apresenta níveis de degradação elevados), e do momento mais adequado para a realizar constitui uma decisão que deve ser tomada ao nível da gestão da rede.

Tomada a decisão de intervenção, ao nível de projeto deverá definir o tipo de técnica de conservação mais adequado para a secção ou troço da secção em causa, que será condicionada pelo estado de degradação global do pavimento, pela estrutura do pavimento existente e as características dos seus materiais, pelo tráfego, pelos diferentes procedimentos de reabilitação disponíveis, pelo orçamento, pelos recursos humanos e de equipamentos disponíveis, pela satisfação dos utentes, pelas condicionantes ambientais, entre outras.

Num estudo efetuado no espaço europeu entre 1999 e 2003 (COST343, 2003), em que participaram 22 países europeus, entre os quais Portugal, mais os Estados Unidos da América, as condicionantes consideradas preponderantes na escolha da melhor técnica de conservação

foram: o orçamento disponível, a estado de degradação do pavimento e as inerentes as implicações negativas para o cliente da via.

Ao nível da gestão da rede, e de acordo com a informação dos diferentes países participantes, o estudo COST343 identifica e classifica quanto à importância para a decisão cinco objetivos: a qualidade da rede, o orçamento, o interesse do cliente, os interesses políticos e o impacto ambiental. Destes, foram considerados como mais condicionantes, a qualidade da rede, as restrições orçamentais e a satisfação do cliente. Também este documento orienta a escolha da técnica de conservação corrente considerando estas três condicionantes.

Este trabalho tem como objetivo a definição de uma metodologia, a aplicar em fase de análise, que vise a definição da técnica de conservação corrente mais adequada para determinada secção de pavimento, tendo por base as preocupações e condicionantes anteriormente identificadas.

Também nas operações de conservação deve dar-se atenção à melhoria das condições de drenagem do pavimento, cujas deficiências são muitas vezes causadoras da ruína dos pavimentos, por afetarem a resistência da fundação, das camadas granulares e até, por vezes, das camadas betuminosas. Esta melhoria pode consistir na reparação de valetas e caleiras, no revestimento de valetas não revestidas, na reparação de drenos longitudinais (frequentemente instalados sob valetas laterais e no separador central) e, no caso de não existirem, na construção destes órgãos de drenagem.

De igual forma dever-se-á ter-se especial atenção ao estado das bermas e taludes adjacentes, verificando durante as inspeções de rotina quais as degradações presentes nestes elementos da estrada para que durante a conservação corrente possam ser corrigidas, evitando a sua evolução e contágio ao pavimento.

A metodologia a seguir descrita teve por base a consulta de literatura diversa como: Pav - tec, Técnicas e metodologias para a melhoria do estado dos pavimentos, EP,SA; *Rehabilitacion de firmes*, ordem circular 9/2002; *Selecting a Preventive Maintenance Treatment for Flexible Pavements*, *Foundation for Pavement Preservation*, Washington, DC; *Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria*, ministério del transporte;

3.3.2 Identificação dos tratamentos a utilizar na conservação corrente de pavimentos

Para uma completa identificação dos tipos de tratamento disponíveis e indicados para a conservação corrente de pavimentos rodoviários flexíveis, os tratamentos serão agrupados em grupos, que são por sua vez divididos em classes, onde em cada classe serão indicadas várias técnicas de tratamento disponíveis.

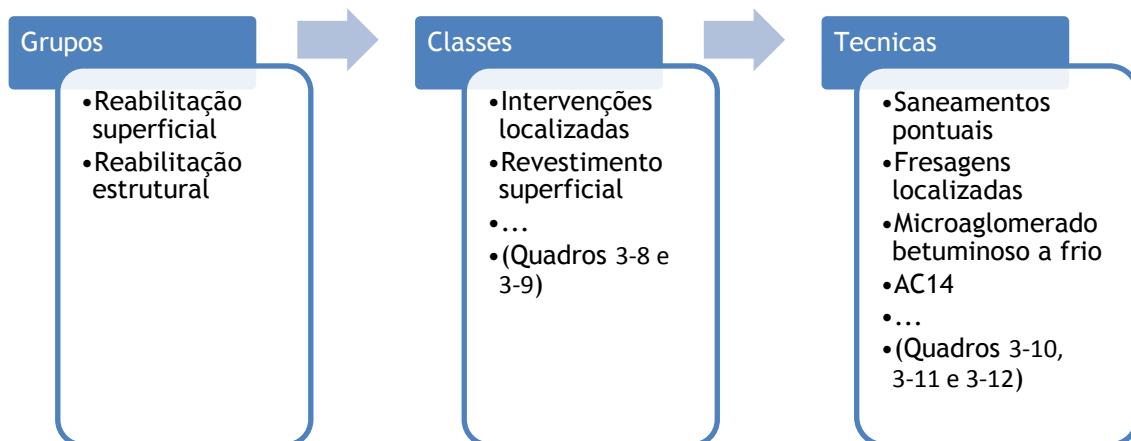


Figura 3-13: Fluxograma identificativo dos passos a seguir na seleção da técnica de conservação mais adequada a cada caso

Grupos de tratamentos

As técnicas consideradas neste estudo, tem por âmbito a conservação corrente, e incluem tratamentos superficiais destinados a repor as condições de superfície necessárias para uma circulação rodoviária com conforto e em segurança. São ainda considerados tratamentos de reforço, a executar nos casos de degradações estruturais pontuais ou para a reposição de níveis mínimos de desempenho.

Assim sendo, as técnicas de conservação corrente de pavimentos propostas no presente estudo podem ser divididas em dois grupos:

- **Reabilitação das Características Superficiais** - vocacionadas para a melhoria das características funcionais do pavimento;
- **Reabilitação das Características Estruturais** - utilizadas para a melhoria das características estruturais do pavimento.

Cada um dos grupos anteriormente mencionados será dividido em classes de tratamento, contendo, cada classe, várias técnicas para a reabilitação de pavimentos flexíveis.

Reabilitação das características superficiais

A comodidade e segurança da condução dependem em muito das boas características superficiais. As técnicas de reabilitação superficial atuam apenas ao nível da camada de desgaste e só se devem aplicar quando os pavimentos em causa não apresentam problemas estruturais (Vicente, A.M,2006).

As características superficiais de um pavimento dizem respeito às suas características funcionais, como a rugosidade, que influencia a segurança, e a regularidade longitudinal e

transversal que condiciona o conforto. Existem, ainda, outras características como a drenabilidade e as qualidades óticas, como a cor e o poder refletor. Outras finalidades podem ser atingidas, como a redução de ruído e a impermeabilização da camada de desgaste.

Recorre-se a este tipo de reabilitação com mais frequência nos casos em que é necessário melhorar as características de aderência pneu-pavimento, em cuja superfície é visível a exsudação do betume, em superfícies polidas, em locais específicos como rampas, curvas, entre outras, em locais críticos onde a visibilidade é reduzida devido à projeção de água ou reflexão da luz (Vicente, A.M, 2006).

A reabilitação das características funcionais de um pavimento flexível não contribui para o acréscimo da capacidade estrutural. Destinam-se essencialmente a evitar o agravamento das degradações, a impermeabilizar a camada de desgaste, a prevenir o desenvolvimento prematuro de fendas ou a recuperar a aspereza superficial. Estas operações não necessitam de verificação de dimensionamento.

Estas técnicas consistem em geral na aplicação de camadas betuminosas delgadas que sejam soluções de execução rápida e económica, procurando não alterar a cota da camada de desgaste.

Assim na conservação corrente, a reabilitação das características superficiais de um troço de estrada pode ser justificada nos seguintes casos:

- Quando não é necessária a recuperação estrutural do pavimento, mas a atual condição da superfície do pavimento apresenta deficiências que afetam a segurança rodoviária, a comodidade de condução e a durabilidade do pavimento. As deficiências que justificam uma reabilitação superficial do pavimento são:
 - Pavimento deslizante por polimento ou por falta de macrotextura;
 - Pavimento deformado longitudinalmente ou transversalmente, com uma regularidade superficial inadequada;
 - Pavimento fissurado, e em processo de desintegração superficial.
- Em situações de troços curtos (até cerca de 200 metros) em que não seja preciso a reabilitação, mas onde é necessário fazer a ligação entre troços reabilitados estruturalmente, de forma a dar continuidade ao trabalho de reabilitação e ao aspeto final do pavimento;
- Por razões de conservação corrente, em troços maiores que 200 metros, onde a reabilitação (estrutural ou superficial) não seja no momento estritamente necessária, mas se preveja que venha a ser a curto prazo;
- Para travar o início da fissuração do pavimento ou impermeabilizar um determinado troço (extensões com um comprimento máximo de aproximadamente 5000 metros).

Reabilitação das características estruturais

As características estruturais de um pavimento correspondem à sua capacidade de carga, ou seja, à capacidade que o pavimento tem para suportar as ações induzidas pelo tráfego.

Segundo Pereira & Miranda (1999) a reabilitação das características estruturais procura atender ao objetivo de dotar a estrutura do pavimento de capacidade resistente, considerando um determinado período de vida e condições de solicitação (ações do tráfego). Esta reabilitação terá em conta o estado atual do pavimento e o seu previsível estado futuro, em particular das camadas granulares e do solo de fundação, por exemplo, em função da melhoria das condições de drenagem interna.

Uma das principais medidas é o reforço com misturas betuminosas a quente, com o objetivo de aumentar a capacidade estrutural do pavimento existente. Os reforços consistem na aplicação de camadas betuminosas sobre o pavimento existente, que no caso dos pavimentos pouco degradados, é efetuado após a realização de pequenos trabalhos de reparação como selagem de fendas, tapagem das covas, melhoria da drenagem, entre outros. Para os pavimentos muito degradados é frequente recorrer-se à fresagem das camadas mais degradadas, à reparação posterior da camada remanescente e por último, à execução das novas camadas de reforço.

Existem várias técnicas de reciclagem dos materiais fresados do pavimento que permitem a reutilização destes materiais (fresados) como matéria-prima na produção de novas misturas betuminosas, não enquadráveis no entanto na conservação corrente.

Segundo Pais (1999), o estudo da aplicação de reforço de pavimentos deve ser realizado em função do nível de fendilhamento existente à superfície do pavimento. Um baixo nível de fendilhamento corresponde a um estado superficial com uma percentagem de fendilhamento da ordem dos 10% da superfície de passagem dos rodados. Para uma percentagem de fendilhamento superior a 10% é considerado um alto nível de fendilhamento.

Se o reforço do pavimento não ocorrer quando a superfície do pavimento apresenta um baixo nível de fendilhamento, num pequeno intervalo de tempo, a área de fendilhamento da superfície do pavimento passa de um valor reduzido para um valor de difícil controlo em termos de estratégia de reforço de pavimentos (Pais, 1999).

Assim, dependendo do nível de fendilhamento do pavimento existente, é possível selecionar a técnica mais adequada para a reabilitação estrutural, como se pode observar pela figura 3-14. Os reforços de pavimentos envolvem a aplicação de camadas betuminosas sobre o pavimento existente, sendo por vezes necessário a ação de algumas técnicas de reperfilamento, ou seja, técnicas de regularização do estado superficial do pavimento existente. É de referir que as técnicas que antecedem à aplicação do reforço dependem do estado superficial do pavimento, como seja, o nível de degradação superficial.

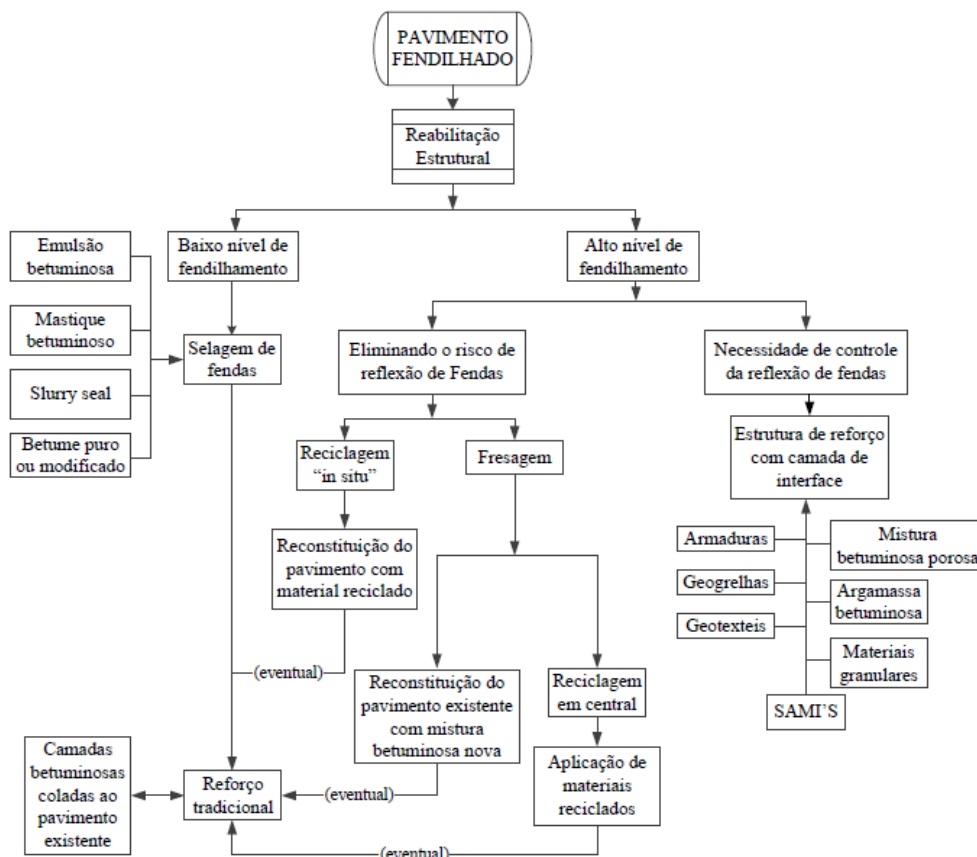


Figura 3-14: Estratégias normalmente adotadas na reabilitação estrutural de pavimentos fendilhados (Minhoto, 2005)

Na conservação corrente não se pretende ir tão longe como o exemplificado na Figura 3-14, no entanto, é importante ter o conhecimento das várias técnicas existentes no mercado e das várias soluções possíveis de implementar para o reforço de um pavimento.

A reabilitação das características estruturais efetuada através da conservação corrente apenas será considerada em zonas pontuais ou em troços de estrada relativamente curtos, numa extensão nunca superior a 2000 metros.

Em termos de conservação corrente a necessidade de reabilitação estrutural deverá ser considerada nas seguintes circunstâncias:

- Exaustão estrutural do pavimento;
- Face à previsão de um crescimento significativo da intensidade de tráfego pesado;
- Gastos excessivos na conservação corrente.

No primeiro caso será necessário a reabilitação por ter-se esgotado, ou estar prestes a esgotar-se, a vida útil do pavimento, não apresentando já as características para que foi projetado.

No segundo caso, um aumento no volume de tráfego pesado inesperado, se não for tratado com a urgência necessária, pode levar a degradação total a curto e médio prazo.

O terceiro caso corresponde a uma consequência da gestão da conservação corrente da rede, o que pode predeterminar que os custos normais de manutenção corrente estão a ser excessivos, sendo necessário considerar uma mudança de atuação.

Classes de tratamentos

Com a divisão das soluções possíveis para a reabilitação de pavimentos em dois grupos, é possível avançar para a subdivisão de cada grupo em várias classes de tratamentos superficiais e de reforço.

No Quadro 3-8 são apresentadas e sumariamente descritas as classes de tratamento superficial propostas.

Quadro 3-8 : Classes de tratamento superficial para pavimentos flexíveis e semirrígidos, adaptado de (EP, 2013)

Classe de tratamentos superficiais para pavimentos flexíveis	
Classes de tratamento	Descrição
Intervenções localizadas	Conservação de zonas pontuais, como fendas isoladas, covas, ninhos, peladas e abatimentos, entre outras.
Camada betuminosa fina ($\leq 50\text{mm}$) com mistura a quente	Conservação do pavimento existente com aplicação de uma camada delgada de desgaste (mistura a quente).
Fresagem e reposição da camada de desgaste	Remoção da camada de desgaste existente e posterior reposição com uma nova camada com materiais idênticos aos fresados.
Revestimento superficial	Camadas de desgaste delgadas, resultantes da sobreposição de uma ou mais camadas de ligante betuminoso e de agregado, de forma alternada, sobre o pavimento existente. Esta solução pode ser utilizada em diferentes combinações de camadas de agregado e betume.
Microaglomerado betuminoso a frio ou slurry seal	Constituído por uma mistura betuminosa a frio com emulsão betuminosa, geralmente modificada, realizada <i>in situ</i> e depois espalhada sobre o pavimento no estado fluido e numa camada muito delgada.
Melhoria da textura da superfície	Técnica de impacto mecânico para melhorar a macro e/ou micro textura, como por exemplo a granalhagem.
Camada betuminosa fina ($\leq 50\text{mm}$) com mistura a frio	Conservação do pavimento existente por adição de uma camada com mistura a frio.

No Quadro 3-9, são identificadas e descritas as classes incluídas nos tratamentos de reforço para pavimentos rodoviários flexíveis.

Quadro 3-9: Classes de tratamento de reforço estrutural para pavimentos flexíveis, adaptado de (EP, 2013)

Classes de tratamento de reforço estrutural para pavimentos flexíveis	
Classes de tratamento	Descrição
Camada betuminosa (> 50mm) com mistura a quente com e sem fresagem	Conservação do pavimento existente, com aplicação de uma ou mais camadas com o objetivo de aumentar a capacidade de carga (mistura a quente).
Camada betuminosa (> 50mm) com mistura a frio com e sem fresagem	Conservação do pavimento existente, com aplicação de uma ou mais camadas com o objetivo de aumentar a sua capacidade de carga (mistura a frio).

A seleção das técnicas referidas destina-se ao tratamento de zonas pontuais com extensões muito curtas e baseou-se essencialmente em critérios de uso alargado com resultados comprovados em Portugal, assim como na existência de materiais de qualidade em todo o país, de modo a assegurar que as condições de execução são dominadas pelas empresas disponíveis no mercado e que normalmente concorrem a este tipo de conservação. Esta condição torna-se fundamental, já que se deseja que uma conservação corrente seja célere e livre de contratempos, não só na decisão de executar, mas sobretudo na duração da obra.

Assim, cada classe atrás referida será subdividida em várias técnicas de tratamento, selecionadas de acordo com o Caderno de Encargos Tipo de Obra EP, S.A (EP, 2012).

Técnicas de tratamento

A seleção da técnica de conservação corrente mais adequada para a secção da estrada em estudo dependerá das degradações identificada e das características do tratamento pretendido. Nos parágrafos seguintes assinalam-se algumas das propriedades que deverão ser avaliadas e em função das quais deverá ser efetuada a seleção da técnica mais adequada (EP, 2013):

- Resistência à fissuração superficial - requisito da camada de desgaste e que dependerá da sua flexibilidade e resistência ao envelhecimento;
- Resistência à reflexão de fendas - que corresponde à capacidade da camada de desgaste para retardar o aparecimento à superfície das fendas ou juntas existentes nas camadas subjacentes;
- Resistência à fissuração térmica - aptidão da camada de desgaste para contrair sem fissurar, característica importante em regiões com grandes variações diárias ou sazonais de temperatura (nas regiões interiores do centro e norte do país);
- Resistência à fissuração por fadiga - capacidade das misturas betuminosas de resistir à fissuração por fadiga do material, isto é, às fendas que se iniciam na área das rodéiras e se desenvolvem desde a base até à superfície do pavimento;

- Flexibilidade - capacidade do tratamento para resistir a deformações das camadas inferiores sem fissurar. Este requisito é importante nas estradas com baixo volume de tráfego em que a capacidade estrutural do pavimento é baixa e aonde podem ocorrer elevadas deformações superficiais;
- Resistência a deformações plásticas (deformações permanentes) - aptidão dos materiais para resistir a deformações intrínsecas ao próprio material;
- Prevenção da entrada de água para o interior do pavimento - característica de certos materiais e que é de extrema importância no tratamento de pavimentos fendilhados por impedir a entrada de água através das fendas, prevenindo o enfraquecimento estrutural da fundação;
- Drenabilidade da superfície - aptidão de certos tratamentos para remover o filme de água existente entre a superfície do pavimento e o pneu, geralmente relacionada com a macro textura e a porosidade (caso das misturas drenantes e descontínuas);
- Atrito - identificado como uma das propriedades que atuam na resistência ao deslizamento e que depende da microtextura do agregado;
- Macro textura da superfície - outra propriedade com ação direta na resistência ao deslizamento e que depende da granulometria da mistura;
- Capacidade estrutural - competência da estrutura do pavimento para suportar a ação do tráfego. Existem tratamentos que não sendo designados como de reforço estrutural, podem induzir um pequeno acréscimo na capacidade estrutural do pavimento, contribuindo assim para o seu reforço.

Em muitos casos não é possível verificar todas as características atrás enumeradas, quer por falta de dados de levantamento das degradações que sustentem as referidas características, quer à falta de dados relativos ao histórico do pavimento em estudo. No entanto, como as intervenções a efetuar na conservação corrente serão na sua grande maioria de baixa complexidade, importa sobretudo ter a noção dos conceitos, para que para cada caso seja possível tomar a decisão eficaz.

Técnicas de Reabilitação das Características Superficiais

O Quadro 3-10 apresenta algumas das técnicas de reabilitação das características superficiais existentes que respondem aos critérios exigidos para a conservação corrente.

Quadro 3-10: Técnicas de reabilitação das características superficiais, adaptado de (EP, 2013).

Classes e técnicas de tratamento superficial para pavimentos flexíveis	
Classes de tratamento	Técnicas de tratamento
Intervenções localizadas	Saneamentos pontuais
	Tapagem de covas
	Selagem de fendas
	Fresagens pontuais
Camada betuminosa fina ($\leq 50\text{mm}$) com mistura a quente	AC 14 surf ligante (BB) - 0.05 m
	AC 10 surf ligante (mBBr) - 0.03 m
	AC 4 surf ligante (AB) - 0.03 m
Fresagem e reposição da camada de desgaste	AC 14 surf ligante (BB) - 0.05 m
	AC 10 surf ligante (mBBr) - 0.03 m
	AC 4 surf ligante (AB) - 0.05 m
	Microaglomerado betuminoso a frio duplo
Revestimento superficial	Simples
	Duplo
Microaglomerado betuminoso a frio	Simples
	Duplo
Lama asfáltica (Slurry seal)	Simples
	Duplo
Melhoria da textura de superfície	Processo mecânico (Granalhagem)
Camada betuminosa fina ($\leq 50\text{mm}$) com mistura a frio	Mistura betuminosa aberta a frio - 0.05 m

Técnicas de Reabilitação das Características Estruturais

De seguida identificam-se algumas técnicas de reabilitação das características estruturais (ver Quadro 3-11).

Quadro 3-11: Técnicas de reabilitação das características estruturais, adaptado de (EP, 2013).

Classes e técnicas de tratamento de reforço estrutural para pavimentos flexíveis	
Classes de tratamento	Técnicas de tratamento
Camada betuminosa ($> 50\text{mm}$) com mistura a quente com e sem fresagem	AC 4 reg ligante (AB) - 0.03 m
	AC 14 reg ligante (BB) - 0.04 m a 0.07 m
	AC 20 reg ligante (MBD) - 0.05 m a 0.07 m
	AC 14 surf ligante (BB) - 0.04 m a 0.06 m
	AC 10 surf ligante (mBBr) - 0.03 m
Camada betuminosa ($> 50\text{mm}$) com mistura a frio com e sem fresagem	Mistura betuminosa aberta a frio - 0.05 m a 0.06 m
	0,08m ABGE tratado com emulsão

As técnicas de tratamento propostas para a reabilitação das características estruturais podem ser aplicadas isoladamente ou agrupadas entre si, ou em alternativa com algumas das técnicas propostas para a reabilitação das características funcionais. No Quadro 3-12 são propostos alguns agrupamentos de técnicas que se consideram funcionais e que diminuem significativamente o custo de intervenção.

Quadro 3-12: Técnicas agrupadas de reabilitação tratamento de reforço estrutural para pavimentos flexíveis- agrupadas, adaptado de (EP, 2013).

Classes e técnicas agrupadas de tratamento de reforço estrutural para pavimentos flexíveis-agrupadas	
Classes de tratamento	Técnicas agrupadas de tratamento
Camada betuminosa (> 50mm) com mistura a quente sem fresagem	AC 14 surf ligante (BB) - 0.06m
	AC 14 reg ligante (BB) - 0.04m + Microaglomerado betuminoso a frio duplo/revestimento superficial/slurry seal
	AC 20 reg ligante (MBD) - 0.05m + Microaglomerado betuminoso a frio duplo/revestimento superficial/slurry seal
	AC 20 reg ligante (MBD) - 0.05m + AC 14 surf ligante (BB) - 0.04m
Camada betuminosa (> 50mm) com mistura a quente com fresagem de 0.04m a 0.06 m	Fresagem pontual ou total + AC 14 surf ligante (BB) - 0.06m
	Fresagem pontual ou total + AC 10 surf ligante (mBBr) - 0.03m
Camada betuminosa (> 50mm) com mistura a quente com fresagem de 0.06m a 0.12 m	Fresagem pontual ou total + AC 4 surf ligante (AB) - 0.04m
	Fresagem pontual ou total + AC 14 surf ligante (BB) - 0.04m + Microaglomerado betuminoso a frio duplo/revestimento superficial/slurry seal
Camada betuminosa (> 50mm) com mistura a frio com e sem fresagem	Mistura betuminosa aberta a frio - 0.05m + Microaglomerado betuminoso a frio duplo
	0,08m ABGE tratado com emulsão + Microaglomerado betuminoso a frio duplo

As soluções a serem adotadas numa reabilitação estrutural podem assim ser dos seguintes tipos:

- Remoção com fresagem e substituição parcial do pavimento existente;
- Reforço com aplicação duma camada de desgaste sobre o pavimento existente;
- Combinação dos dois tipos anteriores;
- Combinação entre uma solução de reforço estrutural e uma solução de reforço funcional.

Na remoção com fresagem e substituição parcial do pavimento existente deverão ser removidas a camada ou camadas próximas da exaustão, com a profundidade necessária, substituindo-as por materiais adequados, que devem ser semelhantes aos do pavimento existente. Soluções baseadas na fresagem com profundidades superiores a 10 cm deverão ser alvo de um estudo complementar, não se enquadrando assim no âmbito da conservação corrente.

As zonas pontuais que necessitem de uma reabilitação estrutural devem ser alvo de uma análise para averiguar a causa da degradação, permitindo projetar uma solução da raiz do problema.

A seleção da solução de reabilitação que será adotada terá como base não só as opções mais adequadas para cada secção homogênea de comportamento uniforme, mas também a combinação eficaz de todas elas.

As soluções atrás propostas, apenas deverão ser utilizadas em situações excepcionais e em troços curtos, nunca superiores a 2 km. As mesmas estão aqui indicadas devido ao facto de por vezes as reabilitações superficiais não serem suficientes nem com a duração pretendida, havendo necessidade de fazer pequenas reabilitações estruturais. Isto porque neste tipo de conservação apenas se pretenda reabilitar as condições superficiais.

3.3.3 Metodologia para a seleção da técnica de conservação corrente de pavimentos

A metodologia aqui proposta teve por base a utilizada na EP (EP, 2013), para a seleção das técnicas de tratamento para a conservação preventiva. No entanto como os princípios da conservação corrente são diferentes e com objetivos logo à partida distintos a metodologia foi adaptada, tendo em vista os seguintes aspetos:

- Os dados de entrada, em que para a conservação corrente são utilizados os resultados das inspeções de rotina e para a conservação preventiva são utilizados os dados provenientes da auscultação dos pavimentos com recurso a equipamento mecânico;
- A extensão de rede a conservar, em que na conservação corrente este estudo terá por base um conjunto de estradas e na conservação preventiva ele aplica-se apenas a um troço de estrada;
- As diferenças entre os dois tipos de conservação, essencialmente em função do espaçamento entre intervenções;
- A necessária priorização das vias em função dos recursos disponíveis.

A conservação corrente, ao contrário da conservação periódica e da conservação preventiva, tem que ser efetuada regularmente e de uma forma contínua, havendo necessidade de efetuar um plano de intervenção anual, com intervenção na maioria das estradas todos anos.

Por isso, a escolha do tipo de intervenção a fazer deve ser ponderado, pois depende, entre outros fatores, do tipo de via, do tráfego, da proximidade de intervenções planeadas para a conservação periódica ou preventiva, dos recursos materiais e financeiros disponíveis anualmente e das atuações de emergência.

Pelo atrás exposto, a conservação corrente deve ser pensada e planeada anualmente, tomando como linhas orientadoras os seguintes princípios:

- Deve ter por base os resultados recolhidos nas inspeções de rotina;
- Deve ter um planeamento anual;
- O planeamento deverá ser efetuado para um conjunto de estradas e não para uma estrada isolada;
- As degradações consideradas como zonas pontuais deverão ter prioridade sobre troços contínuos;
- Os empreiteiros podem não ser especialistas reconhecidos na área, pelo que não deverão ser previstas soluções inovadoras;
- O modelo de seleção da técnica a utilizar deverá ser simples e expedito, dada a pouca complexidade técnica das intervenções.

O procedimento de seleção da técnica de conservação corrente mais adequada para uma determinada secção deverá ter em conta os seguintes fatores:

- Eficiência, na correção das principais degradações identificadas;
- Longevidade, no sentido de minimizar futuras intervenções e restrições à circulação;
- Desempenho, relativamente a qualquer requisito específico da rede a intervir;
- Prioridades de intervenção por via;
- Níveis de segurança mínimos exigíveis;
- Custos de execução e de conservações futuras.

A metodologia exemplificada na Figura 3-15 tem como objetivo a escolha da técnica de conservação corrente mais adequada a um determinado pavimento, e consiste num conjunto de etapas sucessivas de escolha por eliminatória. Esta é constituída por seis fases fundamentais, em que são analisados os fatores mais relevantes:

Fase 1: Identificação dos tipos de degradações existentes na secção em estudo;

Fase 2: Definição de prioridades de intervenção e tipo de conservação por via;

Fase 3: Definição das degradações prioritárias a beneficiar e identificação das causas;

Fase 4: Seleção do grupo e da classe de tratamento de conservação corrente adequada tendo em conta a sua eficiência e a sua longevidade;

Fase 5: Seleção das técnicas de conservação corrente tendo em conta os requisitos de desempenho;

Fase 6: Verificação de resultados

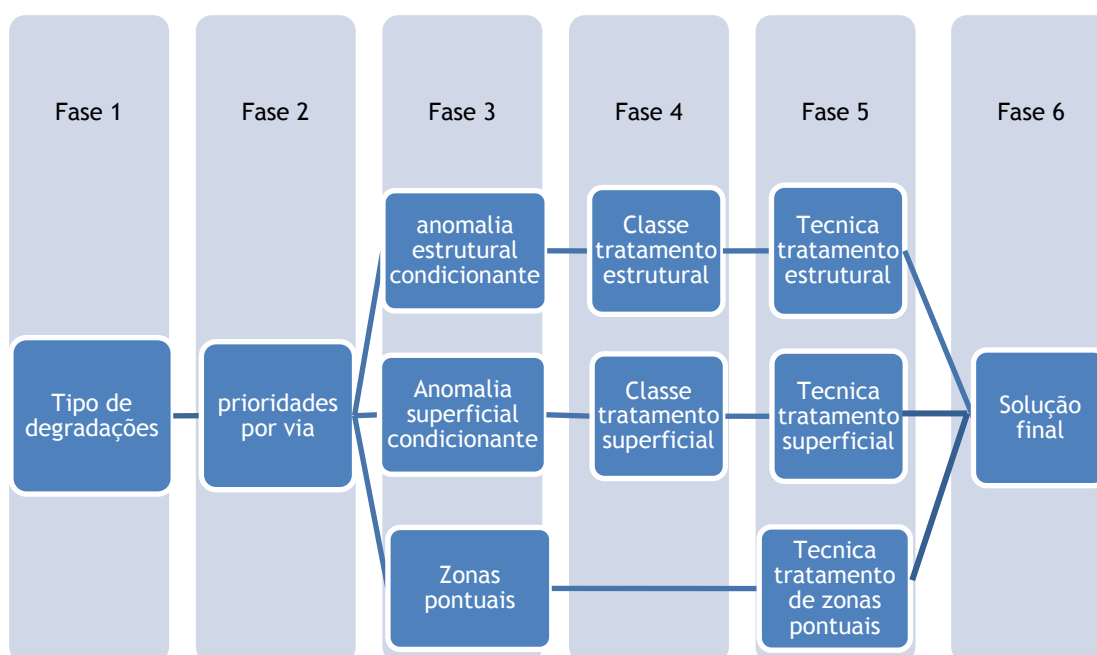


Figura 3-15: Fluxograma da metodologia de seleção da técnica de conservação corrente

Existem aqui algumas diferenças em relação à utilizada na EP (EP, 2013) para a conservação preventiva, nesta metodologia é acrescida a fase1 e a fase2, onde vamos efetuar uma análise prévia ao tipo de degradações, e uma priorização por via. Também na fase 3 separamos as degradações definidas como pontuais, tendo estas um tratamento independente. As restantes etapas são semelhantes em termos de princípios de seleção sendo no entanto diferentes os dados de entrada, quer as técnicas de tratamento quer os tipos de degradações.

Fase 1 - Identificação dos tipos de degradações existentes na secção em estudo

A identificação das degradações existentes terá por base os resultados das inspeções de rotina segundo o descrito no ponto 3.2 deste capítulo.

Nesta fase deverá estabelecer-se um primeiro diagnóstico das possíveis causas de degradação das deficiências observadas e diferenciar entre as que são indicativas de um forte comportamento estrutural deficiente daquelas que, em princípio, apenas afetam a superfície do pavimento. A análise deve considerar aspetos relacionados com o conforto e segurança, o nível de degradação da superfície e a capacidade estrutural do pavimento, bem como a sua adaptação ao tráfego a que irá ser sujeito.

Para uma melhor perceção do tipo de reabilitação que se pretende efetuar, e de forma a verificar que a intervenção pode ser efetuada através da conservação corrente, os resultados das inspeções de rotina à via deverão ser organizados observando as seguintes regras:

- Identificação das zonas pontuais, com indicação das degradações, nível de gravidade e solução proposta;
- Análise de troços contínuos (>500 metros) com o mesmo tipo de degradações;

- Percentagem total (%) de afetação da via por degradação e nível de gravidade;
- Percentagem total (%) de afetação da via pelo conjunto das degradações.
- Identificação por troço do tipo de reabilitação necessária (funcional ou estrutural);
- Tratamento conjunto proposto para troços de 500 metros;

Entende-se como uma zona pontual, uma zona degradada da estrada com um comprimento máximo de 20 metros, independentemente da sua largura. Podem inserir-se aqui a maioria das degradações identificadas no catálogo de degradações em anexo (Anexo I). A reabilitação de todas as degradações consideradas como zonas pontuais insere-se na conservação corrente, no entanto, em função do tipo e do nível de gravidade de cada uma, deverá ser identificado se a mesma é considerada como urgente e se será alvo ou não de tratamento de reabilitação.

Nesta fase, deverá ser efetuada uma avaliação global de toda a via em estudo.

Fase 2 - Definir prioridades de intervenção por via

Normalmente a conservação corrente é efetuada simultaneamente num conjunto de estradas e não apenas numa. No caso em estudo, que engloba todas as estradas sob a jurisdição da EP, no Distrito da Guarda, esta é efetuada numa extensão aproximada de 800 km. Todas as estradas vão sendo alvo de degradações, necessitando de uma conservação corrente atempada, no entanto, em função dos meios materiais e financeiros disponíveis, é necessário tomar decisões sobre quais os troços/estradas em que se deve intervir primeiro e quais as degradações (e com que nível de gravidade) devem ser corrigidas.

Para tal são várias as condicionantes que necessitam de ser avaliadas, salientando-se aqui aquelas que se consideram mais importantes, nomeadamente:

- Tipo de conservação que a via necessita;
- Nível de qualidade do pavimento (traduzido pelo IQ - Índice de Qualidade determinado em função das degradações presentes no pavimento);
- Tráfego;
- Plano de conservação periódica;
- Plano de conservação preventiva;
- Valor da conservação corrente gasto nos últimos anos;
- Orçamento disponível.

A Figura 3-16, mostra um fluxograma identificativo das condicionantes que afetam a priorização das intervenções nas vias.

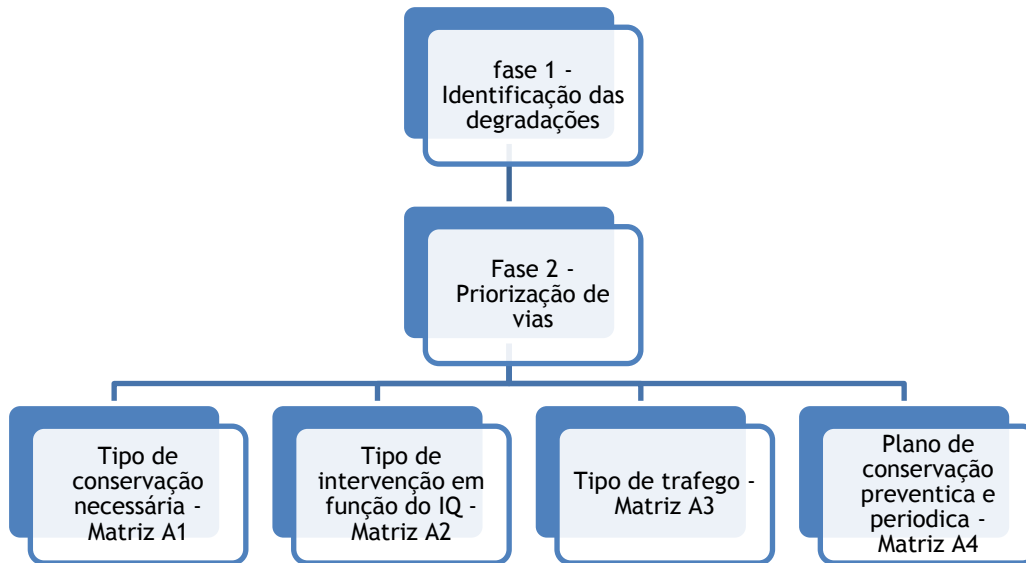


Figura 3-16: Fluxograma resumo da fase 2 - Definir prioridades de intervenção por via

Em função dos dados disponíveis podemos avaliar qual o tipo de conservação (corrente, preventiva ou periódica) que melhor se adapta às degradações em causa, para tal importa em primeiro lugar definir a fronteira entre as mesmas. A matriz A1, apresentada no Quadro 3-13, define os limites a observar na escolha do tipo de conservação recomendada em função das degradações com níveis de gravidade 2 e 3.

Quadro 3-13: Matriz A - Tipo de conservação a implementar

Matriz A1				
T. Reabilitação	Tipo	Condição 1	Condição 2	Condição 3
Superficial	Periódica	Toda a via		
	Preventiva	Toda a via		
	<i>Corrente</i>	<i>Zonas pontuais</i>	< 5 km	< 20% da via
Estrutural	Periódica	Zonas pontuais	> 10 km	> 30% da via
	Preventiva	Zonas pontuais	de 2 a 10 km	< 30% da via
	<i>Corrente</i>	<i>Zonas pontuais</i>	< 2 km	< 20% da via

Também em função do índice de qualidade avaliado é possível optar pela estratégia de conservação mais adequada (ver Matriz 2).

As matrizes seguintes partem do princípio de que a estrada a conservar apresenta um índice de qualidade entre 2.5 a 3.5, sendo que para os restantes casos de reparação é necessário proceder a uma abordagem diferente com estudos mais exaustivos e beneficiações mais profundas, que saem do âmbito da conservação corrente e portanto deste estudo.

Quadro 3-14: Avaliação de estratégias com base no Índice de Qualidade da EP

Matriz A2			
IQ	Bom	>3.5	- Sem necessidade de intervenção
		3.5	- Conservação corrente
	Razoável	3.0-3.5	- Conservação corrente e beneficiação a médio prazo (até 5 anos)
		2.5-3.0	- Conservação corrente e beneficiação a curto prazo (até 2 anos)
	Medíocre	2.5	- Reparação preventiva imediata ou reconstrução a curto prazo
		2.0	- Reparação imediata ou reconstrução urgente (até 1 ano)
		1.5	- Reparação imediata
	Mau	<1.5	- Reparação imediata

As matrizes que a seguir se apresentam foram concebidas com um código de cores e números como indicado no Quadro 3-15. Este código de cores e números será utilizado ao longo das várias fases, utilizando sempre esta valorização de alta (1), media (2) e baixa (3).

Quadro 3-15: Eficácia da conservação corrente

Eficácia da conservação corrente		
Alta	Media	Baixa
1	2	3

Outra das condicionantes que importa ter em conta, no momento da tomada de decisão, é o volume de tráfego existente em cada via. A Matriz 3 apresentada no Quadro 3-16 permite definir prioridades de intervenção em função de três categorias de tráfego.

Quadro 3-16: Definição de prioridades de intervenção em função do tráfego

Matriz A3			
	Nível 1 (TMDA<2500)	Nível 2 (TMDA>2500<=12000)	Nível 3 (TMDA>12000)
Prioridade	3	2	1

Além da definição do tipo de conservação que se vai adotar, um dos pontos mais importantes no momento da tomada de decisão sobre quais são as vias consideradas prioritárias em termos de intervenção, é a análise do plano de conservação preventiva e periódica, caso exista, para as referidas vias. Em função da proximidade de intervenções previstas no plano, serão definidas, não só quais as vias mais prioritárias, mas também as degradações que se consideram necessitar de conservação com carácter de urgência. Esta análise pode ser efetuada com o auxílio da Matriz 4 (ver Quadro 3-17).

Quadro 3-17: Prioridade de intervenção em função do plano de conservação periódica e preventiva das vias

Matriz A4			
Tipo de conservação	Proximidade (anos)		
	1 - 2	3 - 5	5 - 10
Periódica		2	1
Preventiva	3	2	1

Na análise do quadro anterior, entre outras, deverão ser tidas em conta as seguintes indicações:

- Nos casos em que no plano está prevista uma intervenção de conservação periódica nos próximos 1 a 2 anos, em termos de conservação corrente não deverão ser efetuados trabalhos, com exceção daqueles que ponham em causa a segurança rodoviária, como a tapagem de covas e a reparação de ninhos e peladas do nível 3;
- Nos casos em que no plano está prevista uma intervenção de conservação preventiva nos próximos 1 a 2 anos poderão ser tratadas todas as zonas pontuais, principalmente aquelas que ponham em causa a segurança rodoviária. A reparação destas zonas pontuais teria que ser efetuada no futuro, pelo que ao tratá-las com conservação corrente trava-se a sua evolução, diminuindo assim o custo da conservação preventiva;
- Para o caso da proximidade ser de 3 a 5 anos tanto para a conservação periódica como preventiva, as zonas pontuais deverão ser tratadas através da realização de todas as reabilitações necessárias do âmbito funcional;
- Quando o plano apresenta uma previsão de conservação para um período temporal superior a 5 anos é necessário intervir em todas as situações previstas para a conservação corrente.

Os gastos realizados no âmbito da conservação corrente nos últimos anos e o orçamento disponível vão influenciar a escolha da classe e técnica de beneficiação a utilizar e serão alvo de análise nos pontos seguintes.

Fase 3 - Definição do indicador de desempenho a melhorar e identificação da causa para a sua degradação

Nesta fase já se encontram identificadas as degradações existentes no pavimento e definidos um conjunto de indicadores que permitem identificar as vias prioritárias em termos de atuação. O passo seguinte é a determinação da técnica de conservação mais adequada para uma determinada secção da estrada, isto é, definir entre as degradações que o pavimento apresenta, aquela ou aquelas cuja reparação é prioritária.

Para a definição deste indicador deve-se ter em conta o tipo de tráfego pesado existente em cada via, tomando-se o valor de 15% como o volume de tráfego a partir do qual todas as percentagens de pesados são consideradas estatisticamente altas.

Para a definição das Matrizes B1 e B2 houve que fixar uma Situação de Referência, que corresponde a um pavimento flexível com níveis de degradação baixos a médios. Importa relembrar, que a existência de níveis elevados de degradação implicarão a aplicação de uma conservação corretiva (periódica), conservação esta que poderá corresponder uma reconstrução total ou parcial, e não a tratamentos simples, quer sejam superficiais ou de reforço. Para a matriz B2 são também considerados degradações do nível 3, com um nível de degradação elevado, mas em zonas pontuais, devendo ser verificado se estas zonas não se repetem com bastante frequência.

Tendo por base a informação obtida na fase anterior foi construída a Matriz B1 - Prioridade de atuação para as degradações estruturais e funcionais, onde os dados de entrada são as degradações usualmente identificadas nas inspeções de rotina e descritas no catálogo de degradações e a percentagem de pesados em cada via - (TMDA)P.

Quadro 3-18: Prioridade de atuação para as degradações estruturais e funcionais, adaptado de (EP, 2013)

Matriz B1												
Fator condicionante	Degradações estruturais						Degradações superficiais					
	Fendas longitudinais	Pele de crocodilo	Rodeiras de base larga	Bombagem de finos	Reparações	Deformações localizadas	Desagregações superficiais	Ninhos	Peladas	Rodeiras de base estreita	Polimento dos agregados	Deformações localizadas
(TMDA)P > 15%	2	1	2	1	1	1	1	1	2	3	2	2
(TMDA)P < 15%	3	2	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3

De igual forma foi construída a matriz B2 - Prioridade de atuação para as zonas pontuais, onde os dados de entrada são as degradações usualmente identificadas nas inspeções de rotina e descritas no catálogo de degradações e os níveis de gravidade identificados para cada zona pontual.

Quadro 3-19: Prioridade de atuação em zonas pontuais, adaptado de (EP, 2013)

Matriz B2													
Fator condicionante	Degradações estruturais						Degradações superficiais						
	Fendas longitudinais	Pele de crocodilo	Rodeiras de base larga	Bombagem de finos	Reparações	Deformações localizadas	Desagregações superficiais	Ninhos	Peladas	Rodeiras de base estreita	Polimento dos agregados	Deformações localizadas	
(TMDA)P > 15%	Nível I	3	3	3	2	2	2	3	2	3			3
(TMDA)P < 15%					3	3	3		3				
(TMDA)P > 15%	Nível II	2	2	2	2	1	2	2	2	3	3	3	3
(TMDA)P < 15%		3	3	3	2	1	2	3	2	3	3	3	3
(TMDA)P > 15%	Nível III	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1
(TMDA)P < 15%		2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2

A matriz B2 indica qual a eficácia da conservação corrente na resolução de uma determinada degradação, e se a resolução dessa anomalia é prioritária, quer seja no sentido restrito da vida útil do pavimento, quer seja no sentido da segurança e circulação rodoviária.

Para o tratamento de uma determinada degradação podem existir diversos tipos de tratamentos, de igual forma, haverá também vários tratamentos que se adequam a várias degradações, no entanto, é necessário ter sempre em conta que o seu desempenho pode variar em consequência das causas da degradação. Como não é possível que uma mesma técnica tenha o mesmo comportamento e resposta da mesma forma perante todas as degradações, a definição da anomalia cuja beneficiação é considerada prioritária é fundamental.

Nesta fase é então verificado quais as degradações que deverão ser tidas em conta para a escolha do tratamento final. Na matriz B1 verificamos quais as degradações consideradas prioritárias em troços contínuos a beneficiar e na matriz B2 verificamos quais as degradações que são prioritárias em zonas pontuais, sendo aqui já identificadas algumas degradações que não justificam tratamento.

Após a definição do tipo de degradação ou degradações prioritárias, determina-se o tipo de tratamento de conservação corrente que melhor se adequa ao objetivo final, tendo em conta a eficiência e a longevidade - fase 4.

Fase 4 - Seleção do grupo e classe do tratamento de conservação corrente

Após o diagnóstico da situação de cada secção homogénea e do nível de suas deficiências, analisam-se as possíveis soluções de reabilitação e o tratamento mais adequado em cada caso, de acordo com os critérios deste documento.

No ponto 3.3.2 deste capítulo, os tratamentos de conservação corrente foram classificados em dois grupos, reabilitação superficial e reabilitação estrutural, que por sua vez foram subdivididos em diferentes classes de tratamentos. Neste ponto serão avaliadas as classes de tratamento de acordo com a sua eficiência e longevidade, sendo esta avaliação efetuada por técnica de tratamento.

A análise da eficiência de um determinado tratamento é preponderante para a escolha da seleção final. Importa pois que a escolha recaia sobre um tratamento que seja eficiente sobre um leque alargado de degradações, garantindo simultaneamente que as degradações prioritárias são reabilitadas convenientemente.

De igual forma a seleção do tratamento de conservação corrente do ponto de vista da longevidade tem, não só implicações económicas para a gestão da rede, mas também nos níveis de serviço e respetivas limitações na utilização da estrada pelos utentes. Se a escolha recair num tratamento com baixa longevidade, serão necessárias operações de conservação menos espaçadas no tempo e consequentes condicionamentos da via mais frequentes, no entanto, apresentam menor custo.

A essência da conservação corrente são os tratamentos superficiais, sendo utilizados os tratamentos de reforço apenas em situações pontuais e com justificações fortes. No entanto, os mesmos são colocados em paralelo no mesmo sistema, de modo a permitir a comparação das duas estratégias de conservação, acautelando os casos em que o orçamento disponível não permita a aplicação de um tratamento de reforço, mesmo que necessário. Já o tratamento das zonas pontuais não é verificado na fase 4, definindo-se apenas a técnica de tratamento na fase seguinte.

Na Figura 3-17, é apresentado um fluxograma ilustrativo do processo de seleção tendo em conta a eficiência e a longevidade, quer para os tratamentos superficiais, quer para os tratamentos de reforço.

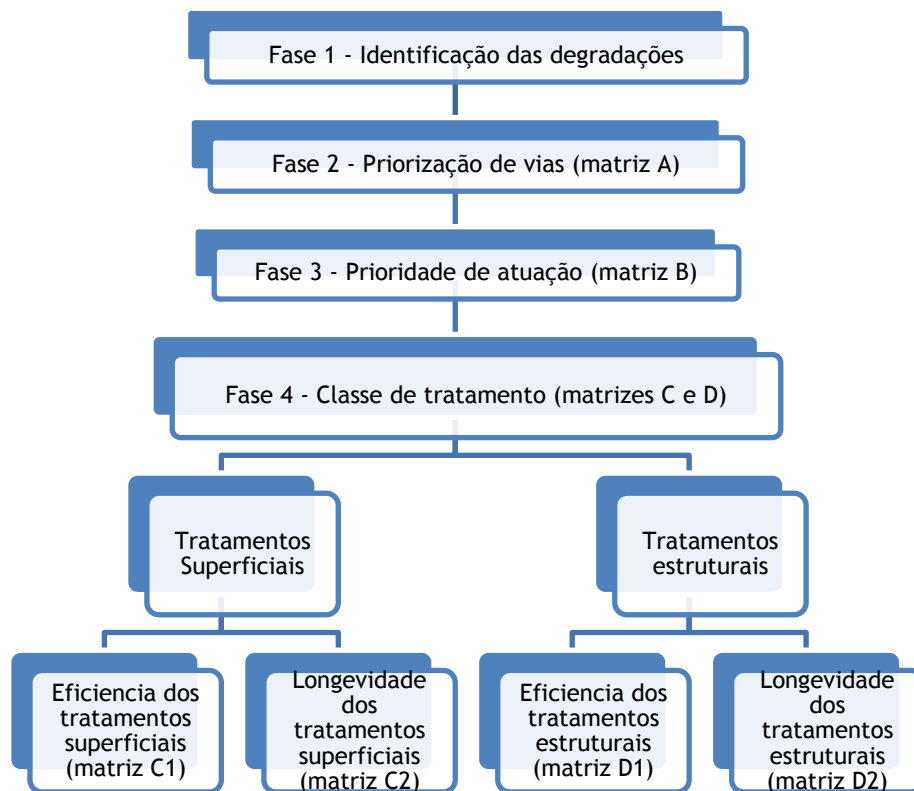


Figura 3-17: Fluxograma de seleção da classe de tratamento

As matrizes que a seguir se apresentam foram concebidas com um código de cores e números como indicado no Quadro 3-20: Escala de eficiência /longevidade de atuação. Este código de cores e números será utilizado ao longo das várias fases, utilizando sempre esta valorização de alta (1), média (2) e baixa (3) para avaliar a eficiência e longevidade.

Quadro 3-20: Escala de eficiência /longevidade de atuação

Eficiência/longevidade de atuação		
Alta	Media	Baixa
1	2	3

O modelo adotado na definição da eficiência/longevidade da atuação é semelhante ao procedimento descrito anteriormente para a definição da prioridade de atuação. Para a seleção do tratamento mais adequado do ponto de vista da eficiência e da longevidade deverá ser usado o esquema do Quadro 3-20.

Para este efeito foram construídas as seguintes matrizes de decisão utilizando códigos de cor:

- Matriz C1 - Eficiência dos tratamentos de reforço;
- Matriz C2 - Eficiência dos tratamentos superficiais;
- Matriz D1 - Longevidade dos tratamentos de reforço.
- Matriz D2 - Longevidade dos tratamentos superficiais;

Em todas as matrizes apresentadas os dados de entrada correspondem às classes de tratamentos (Quadro 3-8 e Quadro 3-9) e às degradações habitualmente identificadas nas inspeções de rotina (já utilizadas nas matrizes A e B).

Para a realização destas matrizes de decisão, à semelhança da conduta seguida na definição da matriz A, foi também fixada uma Situação de Referência, que corresponde a um pavimento flexível com uma camada de desgaste em AC14 surf (BB) de espessura variável.

Cada classe de tratamento foi dividida com uma eficiência de Curto Prazo (CP) e de Longo Prazo (LP). Pretende-se com esta divisão poder efetuar uma análise custo/benefício que permita, nos casos em que o orçamento disponível não seja suficiente para a execução de um tratamento de longa duração, mas em que é necessário executar um tratamento menos oneroso, de curta duração, controlar a evolução da degradação do pavimento até que as vias tenham uma intervenção inserida no plano de conservação periódica ou preventiva.

Quadro 3-21: Eficiência dos tratamentos estruturais, adaptado de (EP, 2013)

Matriz C1												
Eficiência dos tratamentos estruturais												
Classe de tratamento	Durabilidade	Fator condicionante (Degradações)										
		Fendas longitudinais	Pete de crocodilo	Rodeiras de base larga	Bombagem de finos	Reparações	Deformações localizadas	Desagregações superficiais	Ninhos	Peladas	Rodeiras de base estreita	Polimento dos agregados
Camada betuminosa (> 50mm) com mistura a quente com e sem fresagem	CP	a						x	a	a	a	x
	LP	b	b				c	x	a	a	a	x
Camada betuminosa (> 50mm) com mistura a frio com e sem fresagem	CP	a						x	a	a	a	x
	LP	b	b				c	x	a	a	a	x

a - Tratamentos com elevada eficiência mas demasiado caros para a degradação em causa
b - A variação entre média e alta eficiência depende do tipo de fissuração
c - A variação entre média e alta eficiência depende da gravidade da degradação
x - não aplicável
CP - Curto prazo
LP - Longo prazo

Quadro 3-22: Eficiência dos tratamentos de superficiais, adaptado de (EP, 2013)

Matriz C2												
Eficiência dos tratamentos superficiais												
Classe de tratamento	Durabilidade	Fator condicionante (Degradações)										
		Fendas longitudinais	Pele de crocodilo	Rodeiras de base larga	Bombagem de finos	Reparações	Deformações localizadas	Desagregações superficiais	Ninhos	Peladas	Rodeiras de base estreita	Polimento dos agregados
Intervenções localizadas	CP		c	d			c					
	LP		c	d			c					
Camada betuminosa fina ($\leq 50\text{mm}$) com mistura a quente	CP			d	a		c					
	LP			d	a		c					
Fresagem e reposição da camada de desgaste	CP			d	a		c					
	LP			d	a		c					
Revestimento superficial	CP		b	x	x						x	
	LP		b	x	x						x	
Microaglomerado betuminoso a frio	CP		b	x	x						x	
	LP		b	x	x						x	
Lama asfáltica (slurry seal)	CP		b	x	x						x	
	LP		b	x	x						x	
Melhoria da textura da superfície	CP	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	LP	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Camada betuminosa fina ($\leq 50\text{mm}$) com mistura a frio	CP				a							
	LP				a							

a - Degradação normalmente estrutural
b - A variação entre média e baixa eficiência depende do tipo de fissuração
c - A variação entre média e alta eficiência depende da gravidade da degradação
d - apenas para rodeiras pouco profundas
x - não aplicável
CP - Curto prazo
LP - Longo prazo

Na matriz D1 e matriz D2 (tratamentos de reforço e tratamentos superficiais) foi adotada a classificação indicada no Quadro 3-24, para a longevidade, à semelhança das matrizes anteriores e por forma a possibilitar uma comparação direta entre as duas estratégias de conservação, embora os tratamentos de reforço tenham sempre uma longevidade superior a 8 anos.

Quadro 3-23: Longevidade dos tratamentos estruturais, adaptado de (EP, 2013)

Matriz D1											
Longevidade dos tratamentos estruturais											
Classe de tratamento	Fator condicionante (Degradações)										
	Fendas longitudinais	Pele de crocodilo	Rodeiras de base larga	Bombagem de finos	Reparações	Deformações localizadas	Desagregações superficiais	Ninhos	Peladas	Rodeiras de base estreita	Polimento dos agregados
Camada betuminosa (> 50mm) com mistura a quente com e sem fresagem											
Camada betuminosa (> 50mm) com mistura a frio com e sem fresagem											

Quadro 3-24: Longevidade dos tratamentos de superficiais, adaptado de (EP, 2013)

Matriz D2											
Longevidade dos tratamentos superficiais											
Classe de tratamento	Fator condicionante (Degradações)										
	Fendas longitudinais	Pele de crocodilo	Rodeiras de base larga	Bombagem de finos	Reparações	Deformações localizadas	Desagregações superficiais	Ninhos	Peladas	Rodeiras de base estreita	Polimento dos agregados
Intervenções localizadas											
Camada betuminosa fina (\leq 50mm) com mistura a quente											
Fresagem e reposição da camada de desgaste											
Revestimento superficial											
Microaglomerado betuminoso a frio											
Lama asfáltica (slurry seal)											
Melhoria da textura de superfície											
Camada betuminosa fina (\leq 50mm) com mistura a frio											

A explicação de algumas das opções tomadas na elaboração da Matriz C2 e da Matriz D2 torna-se essencial para uma adequada compreensão da informação que elas contêm, por exemplo:

Eficiência dos tratamentos superficiais - (Matriz C2)

- O microaglomerado betuminoso a frio, o slurry seal ou o revestimento superficial, têm baixa eficiência a longo prazo no caso do fendilhamento tipo pele de crocodilo, pois a sua única ação será na impermeabilização da superfície, ação de extrema importância na garantia da integridade da estrutura de pavimento, mas que em nada contribui para a resolução do problema, mesmo a curto prazo, daí a sua eficiência a curto prazo ser média;
- A melhoria da textura de superfície por meios mecânicos “granalhagem”, apenas é eficaz na presença da degradação polimento dos agregados, e mesmo assim a curto prazo, pois a longo prazo a sua eficácia será média, dependendo da utilização da estrada;
- A fresagem e reposição da camada de desgaste terá alta eficiência no tratamento das rodéiras de base estreita, pois trata-se de uma deformação que, na grande maioria dos casos, terá origem numa camada de desgaste mal formulada, pelo que a eliminação da camada de desgaste existente e a sua substituição por outra mais adequada à solicitação a que a estrada estará sujeita eliminará o problema;
- As misturas a frio apenas devem ser utilizadas em estradas com baixo volume de tráfego;
- A aplicação de uma camada betuminosa fina tem uma eficiência alta mas normalmente um custo mais elevado, devendo-se sempre ponderar a sua utilização.

Longevidade dos tratamentos superficiais - (Matriz D2)

- A aplicação de camadas betuminosas finas tem uma longevidade média, entre 4 a 8 anos, por se tratar da execução de uma camada de mistura betuminosa a quente, ou a frio. No entanto, por ter uma espessura reduzida, inferior a 0,05 m, as degradações existentes propagar-se-ão para a superfície num curto espaço de tempo e o acréscimo de capacidade estrutural torna-se insuficiente a médio prazo;
- O microaglomerado betuminoso a frio, o revestimento superficial e o slurry seal têm uma longevidade curta, inferior a 4 anos, devido não só às características do próprio material, mas também pela reduzida espessura;
- A fresagem e reposição da camada de desgaste têm uma longevidade alta, pois embora se trate de uma camada com espessura reduzida, será executada após a remoção da camada superficial mais degradada. No entanto, numa perspetiva de longo prazo a sua longevidade será média, pois as degradações existentes sob a camada de desgaste permanecerão e far-se-ão sentir à superfície ao fim de algum tempo;
- As misturas a frio apresentam uma longevidade média, devendo no entanto ser apenas utilizadas em estradas com baixo volume de tráfego.

Na Matriz C1 e D1 foram apresentadas as categorizações quanto à eficiência e longevidade dos tratamentos de reforço, onde foram tidas em conta as seguintes considerações:

- As misturas betuminosas a quente e a frio com espessura superior a 50 mm, no que se refere à sua eficiência a longo prazo no tratamento do fendilhamento, estão classificadas como média eficiência, podendo a mesma no entanto ser alta em função da profundidade da fissuração;
- Para as degradações superficiais e polimento dos agregados foram considerados não aplicáveis, a todos os tratamentos de reforço, dado serem, em geral, resolvidos com tratamentos superficiais, atingindo-se a mesma eficiência e com menor custo;
- Para fendas isoladas, ninhos, peladas e outras degradações de âmbito superficial, deve-se ter em conta o valor do custo da solução;
- As misturas a frio apenas devem ser utilizadas em estradas com baixo volume de tráfego.

A fase 5 permite identificar a técnica de tratamento mais eficaz dentro da classe identificada nesta fase.

Fase 5 - Seleção da técnica de tratamento

Dentro de cada classe identificada na fase 4 existem várias técnicas de tratamento de uma determinada degradação ou conjunto de degradações. No entanto, o desempenho de cada técnica varia dentro das escolhas existentes em cada classe, pelo que o objetivo desta fase é escolher a técnica de tratamento que melhor se adequa a cada secção rodoviária.

Tendo por base todos os elementos já analisados anteriormente, a técnica de tratamento vai ser analisada no sentido de avaliar a sua eficácia na melhoria do estado do pavimento, relativamente à situação existente.

Mais uma vez, e por uma questão de coerência entre as diferentes matrizes, foram mantidos todos os fatores condicionantes/degradações, mesmo que as técnicas indicadas não sejam aplicáveis. Também à semelhança das fases anteriores é utilizado o código de cor composto por três tonalidades de acordo com o Quadro 3-15.

Na Figura 3-18 é apresentado um fluxograma que ilustra as tarefas a executar na fase 5 com vista à seleção da técnica de tratamento que melhor se adequa em função do respetivo desempenho e face ao fator condicionante/anomalia a corrigir.

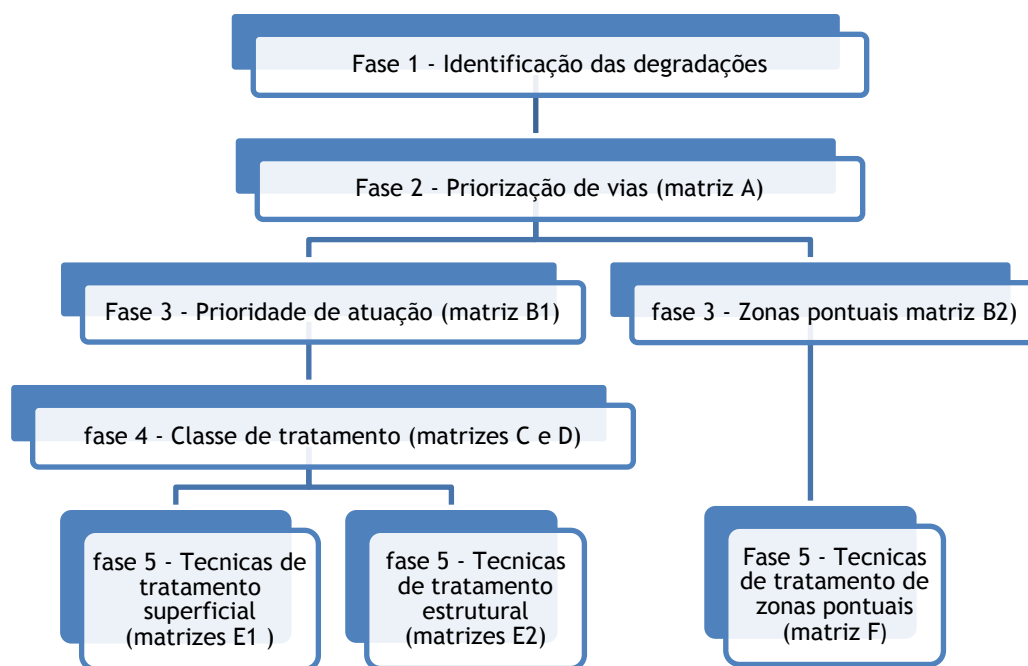


Figura 3-18: Fluxograma de seleção de técnicas de tratamentos de degradações

As técnicas de tratamento adotadas são as já identificadas no ponto 3.3.2 e constantes nos quadros Quadro 3-10 e Quadro 3-11. As entradas para as matrizes E1 e E2 são a classe/técnica de tratamento e o fator condicionante/degradação (ver Anexo III).

Nas Matrizes E1 e E2 é associado a cada técnica de tratamento um preço por unidade de área (€/m²), obtido através dos preços utilizados pela EP (EP, 2013) e também tendo por base os preços médios das empreitadas em curso. Estes preços deverão ser alvo de uma revisão constante, devido às constantes alterações dos preços de mercado.

De seguida apresenta-se e proceder-se-á à justificação de algumas das opções tomadas na Matriz E1 - Técnicas de Tratamento Superficial (anexo III) por forma a explicitar o raciocínio adotado:

- Nas degradações tidas como de carácter estrutural, os tratamentos superficiais melhorarão pouco o desempenho do pavimento devido à reduzida espessura deste tipo de tratamento, sendo consideradas como não aplicáveis;
- Relativamente à fissuração superficial, as técnicas de tratamento superficial que incluem a execução prévia de fresagem são consideradas eficientes. Os tratamentos superficiais variam em função da profundidade da fissuração;
- Quanto à deficiência no polimento dos agregados e na resolução dos defeitos de superfície, os tratamentos superficiais, que no fundo correspondem à execução de nova camada de desgaste, contribuem para solucionar o problema total ou parcialmente, a curto/médio prazo;

- Quando se pretende evitar a entrada de água para o interior do pavimento, a seleção da técnica pode recair sobre revestimentos superficiais ou microaglomerado betuminoso a frio, mesmo no caso de fendilhamento por fadiga, tendo sempre a noção que terá uma duração de curto prazo.
- As misturas mais delgadas com espessuras da ordem dos 0,035 m, ou inferior, foram classificadas como não aplicáveis para solucionar problemas de capacidade de carga deficitária, mesmo a curto prazo, pois a sua contribuição estrutural é pouco significativa.

Na base da construção da Matriz E2 - Técnicas de Tratamento de Reforço (anexo III), foram tidas em conta as seguintes considerações:

- As soluções com fresagem pontual ou total foram mais uma vez consideradas com alta eficácia, devido à possibilidade de eliminarem o fendilhamento e de estarem associadas a uma aplicação de uma camada de desgaste, que aumentará a capacidade de carga.
- As restantes soluções variam entre médias a fracas do ponto de vista da conservação corrente, um pouco devido ao seu elevado custo.
- As misturas a frio foram consideradas negativas para a correção de degradações superficiais, ninhos, peladas e bombagem de finos, dado que este tipo de mistura se caracteriza por forte irregularidade aquando da execução.

A matriz F (anexo III) foi elaborada tendo por base os dados de entrada: fator condicionante/nível de gravidade e as técnicas de tratamento atrás identificadas. Esta matriz é um elemento fundamental e resume também as técnicas de tratamento sugeridas no catálogo de degradações, sendo assim uma matriz base para a conservação corrente da qual devem ter conhecimento os inspetores que executam as inspeções de rotina.

Fase 6 - Verificação dos resultados

A Etapa 6 corresponde à verificação de resultados, em que será efetuada uma análise integrada das decisões tomadas nas etapas anteriores, por forma a selecionar a técnica de conservação corrente mais adequada a cada caso.

Nesta fase devem ser verificados todos os passos, sempre numa perspetiva global da rede, definindo prioridades de atuação por estrada, prioridades por degradação em cada via, e solução para as zonas pontuais que se considerem prioritárias e seleção da técnica para cada secção.

Esta metodologia deverá ser aplicada a todas as vias, sendo que no final deverão ser compilados todos os dados por via, para elaboração do plano de conservação corrente anual para um dado conjunto de estradas.

Capítulo 4

4 Caso aplicação

4.1 Descrição geral

No âmbito desta dissertação, considerou-se adequado efetuar uma aplicação prática dos conceitos apresentados anteriormente, com o intuito de verificar a sua aplicabilidade em casos reais.

Assim, para melhor entender as duas principais ferramentas de apoio à decisão aqui apresentadas, nomeadamente as inspeções de rotina às vias e a posterior escolha dos tratamentos de conservação corrente a adotar, foi elaborado uma amostragem sobre um pavimento rodoviário flexível, com a finalidade de exemplificar o modo de aplicação das abordagens propostas.

Foram então selecionadas duas seções com o mesmo tipo de pavimento rodoviário, com índices de qualidade do pavimento diferentes e com diferenças do volume de tráfego consideráveis, de forma a possibilitar a obtenção de conclusões distintas e com poder de análise crítica diferenciada.

O estudo elaborado envolve, numa primeira fase, o trabalho de campo com a execução de inspeções de rotina às duas seções. Aqui será efetuado o levantamento das degradações, segundo as instruções enumeradas no capítulo 3.

Numa segunda fase, já em gabinete, foi efetuada uma análise dos dados obtidos nas inspeções de rotina e posteriormente selecionadas as técnicas de conservação corrente que serão propostas para tratamento das duas seções, tendo também por base as instruções enumeradas no capítulo 3.

Por fim, é feita uma análise global aos resultados obtidos e são tecidas algumas considerações finais.

4.2 Descrição dos troços analisados

O caso de aplicação foi efetuado tendo por amostragem duas seções, próximas geograficamente, constituídas por pavimentos rodoviários flexíveis, cuja camada de desgaste é em betão betuminoso, embora uma delas já tivesse sido alvo de um revestimento superficial no âmbito de uma conservação preventiva. Os dados relativos a estas duas estradas foram fornecidos pela empresa EP, sendo meramente informativos.

De seguida descrever-se-ão as principais características dos troços em causa, fazendo desde já uma comparação entre as duas secções:

Constituição do pavimento

Quadro 4-1: Constituição do pavimento

Camadas	EN 17	EN 330
Camada de desgaste	0.04 (BB)	0.06 (BB)
Camada de regularização	0.05 (MB)	--
Base betuminosa	0.12 (MBAF)	0.04 (MBAF)
Base granular	0.18	0.18 + RSs
BB - Betão betuminoso MB - Macadame betuminoso MBAF - Mistura betuminosa aberta a frio RSs - Revestimento superficial simples		

Na constituição do pavimento da EN 17 e da EN 330, as camadas de mistura betuminosa a frio efetuadas nas décadas de 80 e 50 respetivamente, consideraram-se parte integrante da base betuminosa.

Histórico de intervenções

Quadro 4-2: Histórico de intervenções

EN 17		EN 330	
Ano	Tipo Intervenção	Ano	Tipo Intervenção
2006	Revestimento superficial duplo	2002	0.06 BB em camada de desgaste
1993	0,05 MB+0.04 BB	2002	Reperfilamentos pontuais
1988	0.04 Mistura betuminosa a frio	1966	Revestimento superficial simples
1978	0.04 Mistura betuminosa a frio	1953	Revestimento superficial simples
1953	Revestimento superficial simples	1953	0.04 Mistura betuminosa a frio
1953	0.04 Mistura betuminosa a frio	1946	Material Granular (construção)
1946	Revestimento superficial (construção)	--	--
1946	Material Granular (construção)	--	--

Dados de tráfego e Índice de qualidade

Quadro 4-3: Dados de tráfego e Índice de qualidade

	EN 17	EN 330
Índice de qualidade (2012)	2.34	3.02
Volume de tráfego	TMDA >12000	TMDA <2500
% de tráfego pesado	>15%	<15%

4.3 Inspeção visual

Para a realização da inspeção de rotina teve-se por base o descrito no capítulo 3, tendo sido seguidos todos os pontos nele enumerados, nomeadamente:

- Planeamento
- Inventário
- Inspeção
- Análise de dados

De seguida passa-se a descrever as etapas referidas.

Planeamento inicial

De forma a reunir todas as condições para efetuar a inspeção visual, além de toda a logística necessária, foram ainda identificados os parâmetros definidos no Quadro 4-4.

Quadro 4-4: Parâmetros da via

Dados da estrada		
Dados gerais	EN 17	EN 330
Nome da estrada	EN 17	EN 330
Nome da secção	C177	C165
Km inicial	106.000	34.000
Km final	112.000	40.000
Extensão	6000 m	6000 m
Tipo de via	1x1	1x1
Largura da via	6.00 m	6.00 m
Concelho	Gouveia	Gouveia

Inventário

Já anteriormente foram identificados os dados relativos à geometria da via, estrutura do pavimento, histórico de intervenções e tráfego. Não foi tido em consideração a existência de infraestruturas na zona.

Inspeção visual


A fase principal deste trabalho é a inspeção visual no terreno, esta foi efetuada seguindo as recomendações enumeradas no capítulo 3, tendo sido inspecionada em primeiro lugar a EN 17 e seguidamente a EN 330.

Os dados recolhidos nas inspeções foram registados nas fichas de inspeção tipo, tendo sido utilizada uma ficha por cada 500 metros, resultando em 12 fichas para cada secção de estrada. O preenchimento das fichas seguiu as instruções sugeridas no procedimento proposto em que, para além de se registarem as degradações, foram identificadas e quantificadas relativamente ao tipo e grau de deterioração. Foi também sugerida a técnica de tratamento

mais adequada para algumas das degradações, efetuados os comentários tidos por convenientes e efetuada a indicação do tratamento a dar a troços contínuos.

De seguida dá-se um exemplo das fichas de campo já preenchidas e de algumas Fotografias exemplificativas das degradações levantadas:

EN 17



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR

FICHA DE INSPEÇÃO DE ROTINA A PAVIMENTOS FLEXIVEIS

Secção: C177		kmi: 106+000		kmf: 112 + 000		Data: 04/10/2013	
Estrada: EN 17				Levantado por:			
Distrito: Guarda				<u>Manuel Tavares</u>			

Lado via	km Inicial	Degradação				solução	Descrição	Lado
		comp.	larg.	Tipo	nível			
LE	106,000	35		FL	2	SF		
LE	106,035	20	4	PC	2	FP		
LD	106,045	25	4	PC	2	FP		
LD	106,085	10	2	DL	2	SP	Cedencia das camadas inferiores	
LE	106,090	30	3	PC	1			
LE	106,105	40	3	PC	1			
LD	106,105	25	1,5	PC	1			
LD	106,140	15	3	PC	2	FP		
LE	106,155	10	3	PC	2	FP		
C	106,185	15	6,5	PC	2	FP		
LE	106,300	120	1,5	PC	1			
LD	106,335	45	1,5	PC	1			
LD	106,435	115	1,5	PC	2	FP		
C	106,450	50	6,5	PC	2	FP		

C	106,000	500	6			BB	Reforço do Pavimento	
---	---------	-----	---	--	--	----	----------------------	--

Tipo via: 1 x 1

Tipo berma: Pav. n. Pav.

largura da via ao kmi:

Comentarios: Abater arvore ao km 105+850 (esta a provocar a degradação do pavimento e da berma no local)

Figura 4-1: Ficha 1 do levantamento efetuado



Figura 4-2: Pele de Crocodilo ao km 108+300



Figura 4-3: Pele de Crocodilo ao km 108+690



Figura 4-4: Ninho ao km 108+645



Figura 4-5: Berma ao km 110+655



Figura 4-6: Rodeira ao km 110+965



Figura 4-7: Ninho ao km 111+210

EN 330



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR

FICHA DE INSPEÇÃO DE ROTINA A PAVIMENTOS FLEXIVEIS

Secção: C165	kmi: 34+000	kmf: 40+000	Data: 04 /10 /2013
Estrada: EN 330	Levantado por:		
Distrito: Guarda	<u>Manuel Tavares</u>		

Lado via	km Inicial	Degradação				soluções	Descrição	Foto
		comp.	larg.	Tipo	nível			
LD	39,000	4	3	RE	2	SF	Selar as fissuras das juntas de trabalho	
C	39,100	110	6	PC	1	MBF		
LD	39,135	2	1	DL	2	SP	Recomenda-se o abate de uma arvore	
C	39,120	250	6	PC	2	MBF		
C	39,400	100	6	PC	3	MBF		

C	39,000	500	6			MBF	Fissuração superficial	
---	--------	-----	---	--	--	-----	------------------------	--

Tipo via: 1 x 1

Tipo berma: Pav. n. Pav.

largura da via ao kmi:

Comentarios:

recomenda-se a aplicação de um microaglomerado betuminoso a frio ou outro tratamento similar

Figura 4-8: Ficha 11 do levantamento efetuado



Figura 4-9: Deformação localizada ao km 34+910



Figura 4-10: Deformação localizada ao km 35+930



Figura 4-11: Berma ao km 36+820



Figura 4-12: Fenda longitudinal ao km 37+720



Figura 4-13: Reparações ao km 37+810



Figura 4-14: Pele de crocodilo ao km 39+810

Por último e após recolha de todos os dados, torna-se necessário a sua análise, para que os mesmos possam ser utilizados na fase seguinte. A copilação dos dados foi efetuada utilizando uma folha de cálculo Excel.

Depois de efetuada uma análise global de cada estrada foram retirados os dados descritos no Quadro 4-5, que servirão de base para algumas das etapas seguintes. Aqui é possível desde já verificar que a EN 17 se encontra em pior estado de conservação do que a EN 330, havendo uma diferença acentuada entre as duas.

Quadro 4-5: Análise global das secções

EN 17			EN 330		
Extensão total da secção (m)		6000.0	Extensão total da secção (m)		6000.0
Área total da Secção (m2)		36000.0	Área total da Secção (m2)		36000.0
Total de área afetada (%)		53.9	Total de área afetada (%)		29.7
Total da área afetada com degradações nível II e III (%)		40.0	Total da área afetada com degradações nível II e III (%)		15.2
N.º de degradações existentes (un)		9.0	N.º de degradações existentes (un)		7.0
Afetação das degradações predominantes para níveis de degradação II e III (%)	PC	38.4	Afetação das degradações predominantes para níveis de degradação II e III (%)	PC (II)	14.6
	RO	1.8		FL	a)
	DL	1.1		DL	0.5

a) Tem uma extensão de 997.0 metros, dado medir-se em metros lineares não é verificada a % de afetação em relação à área total.

Importa também fazer uma análise por troços de 500 metros, verificando aqueles em que o inspetor sugere algum tratamento comum, caso contrario apenas será necessário conservar as zonas pontuais. No Quadro 4-6, é possível verificar que para a EN 17 é proposto o reforço estrutural dos primeiros 6 troços, contabilizando um total de 3000 metros de extensão, e que para a EN 330 é proposta uma intervenção superficial nos últimos dois troços, contabilizando um extensão de 1000 metros de reforço superficial.

Quadro 4-6: Análise por secção de 500 metros

EN 17		EN 330	
Solução global apresentada		Solução global apresentada	
1	Reforço da capacidade estrutural	1	Selagem da junta longitudinal ao eixo
2	Reforço da capacidade estrutural	2	Selagem da junta longitudinal ao eixo
3	Reforço da capacidade estrutural	3	Selagem da junta longitudinal ao eixo
4	Reforço da capacidade estrutural	4	Selagem da junta longitudinal ao eixo
5	Reforço da capacidade estrutural	5	Selagem da junta longitudinal ao eixo
6	Reforço da capacidade estrutural	6	--
7	--	7	Selagem da junta longitudinal ao eixo
8	--	8	--
9	--	9	Selagem da junta longitudinal ao eixo
10	--	10	--
11	--	11	Microaglomerado betuminoso a frio ou similar
12	--	12	Microaglomerado betuminoso a frio ou similar

Do Quadro 4-6 é possível interpretar que a EN 17 apresenta graves problemas estruturais nos primeiros 3000 metros e que na EN 330 existe alguma fissuração nos últimos 1000 metros,

apresentando também fendas longitudinais ao longo do eixo da estrada, muito possivelmente no local da junta de trabalho correspondente à última beneficiação. A reparação das fendas longitudinais deve ser tratada como zonas pontuais, recomendando-se uma selagem de fendas.

Nos quadros quadro 4.7 e quadro 4.8, serão resumidos os dados correspondentes aos troços em que foi proposto um tratamento comum, de forma a obter mais um instrumento que permita adotar a melhor solução nos pontos seguintes.

Quadro 4-7: EN 330, análise resumida por secção de 500 metros

EN 330					
Troço 11- km 39+000 ao km 39+500			Troço 12- km 39+500 ao km 40+000		
Total de área afetada (%)		92.4	Total de área afetada (%)		48.0
Afetação das degradações predominantes para níveis de degradação II e III (%)	PC(II)	50.0	Afetação das degradações predominantes para níveis de degradação II e III (%)	PC(II)	4.0
	PC(III)	20.0		PC(III)	24.0

Quadro 4-8: EN 17, análise resumida por secção de 500 metros

EN 17					
Troço 1- km 106+000 ao km 106+500			Troço 2- km 106+500 ao km 107+000		
Total de área afetada (%)		45.5	Total de área afetada (%)		90.5
Afetação das degradações predominantes para níveis de degradação II e III (%)	PC(II)	28.0	Afetação das degradações predominantes para níveis de degradação II e III (%)	PC(II)	67.0
	DL(II)	1.0		PC(III)	22.0
Troço 1- km 107+000 ao km 107+500			Troço 2- km 107+500 ao km 108+000		
Total de área afetada (%)		92.0	Total de área afetada (%)		78.0
Afetação das degradações predominantes para níveis de degradação II e III (%)	PC(II)	27.0	Afetação das degradações predominantes para níveis de degradação II e III (%)	PC(II)	61.0
	PC(III)	62.0		PC(III)	8.0
Troço 1- km 108+000 ao km 108+500			Troço 2- km 108+500 ao km 109+000		
Total de área afetada (%)		70.0	Total de área afetada (%)		87.0
Afetação das degradações predominantes para níveis de degradação II e III (%)	PC(II)	41.0	Afetação das degradações predominantes para níveis de degradação II e III (%)	PC(II)	28.0
	PC(III)	21.0		PC(III)	7.0

Perante os dados até aqui recolhidos, passa-se agora ao passo seguinte, que será a escolha dos tratamentos de conservação corrente a aplicar às degradações identificadas na inspeção visual.

4.4 Escolha do tratamento de conservação corrente

Para a definição dos tratamentos a aplicar a cada degradação existente nas estradas em estudo, serão cumpridas as fases previstas no capítulo 3, nomeadamente:

- Fase 1: Identificação do tipo de degradações existentes na secção em estudo;
- Fase 2: Definir prioridades de intervenção e tipo de conservação por via;
- Fase 3: definição das degradações prioritárias a beneficiar e identificação das causas;
- Fase 4: seleção do grupo e da classe de tratamento de conservação corrente adequada tendo em conta a sua eficiência e a sua longevidade;
- Fase 5: seleção das técnicas de conservação corrente adequadas tendo em conta os requisitos de desempenho;
- Fase 6: Verificação de resultados

Fase 1: Identificação do tipo de degradações existentes na secção em estudo

Na inspeção visual à via foram já identificadas as principais degradações existentes nas estradas em estudo. Foram também analisados os troços e proposto um tratamento comum, pelo que importa então agora fazer um resumo das zonas pontuais a reparar. O quadro 4.9 apresenta um resumo, para cada estrada, dos tipos e das quantidades das degradações pontuais identificadas:

Quadro 4-9: Resumo das zonas pontuais

EN 17		EN 330	
Degradação	Quantidade	Degradação	Quantidade
Deformações localizadas (I)	3	Deformações localizadas (I)	2
Deformações localizadas (II)	5	Deformações localizadas (II)	2
Deformações localizadas (III)	24	Deformações localizadas (III)	4
Rodeiras (II)	4	Rodeiras (II)	-
Rodeiras (III)	1	Rodeiras (III)	-
Fendas long. e transv. (II)	7	Fendas long. e transv. (II)	34
Fendas long. e transv. (III)	-	Fendas long. e transv. (III)	3
Pele de crocodilo (I)	18	Pele de crocodilo (I)	13
Pele de crocodilo (II)	36	Pele de crocodilo (II)	23
Pele de crocodilo (III)	14	Pele de crocodilo (III)	5
Ninhos e peladas (I)	6	Ninhos e peladas (I)	-
Ninhos e peladas (II)	11	Ninhos e peladas (II)	3
Ninhos e peladas (III)	6	Ninhos e peladas (III)	-
Exsudação do betume (II)	1	Exsudação do betume (II)	-
Remendos (II)	-	Remendos (III)	2
Degradações em bermas (II)	2	Degradações em bermas (II)	6

Fase 2: Definir prioridades de intervenção e tipo de conservação por via

Na fase 2, tendo já identificadas as degradações existentes, as percentagens de afetação por degradação e as condicionantes várias identificadas na inspeção visual, importa analisar um conjunto de fatores que podem influenciar os passos seguintes.

Assim, de acordo com o fluxograma ilustrado na Figura 4-15, será necessário verificar, em função das degradações levantadas, qual o tipo de conservação mais adequado, o tipo de intervenção em função do índice de qualidade dos pavimentos, a prioridade de intervenção em função do volume total de tráfego e a prioridade de intervenção em função da proximidade de outro tipo de beneficiações.

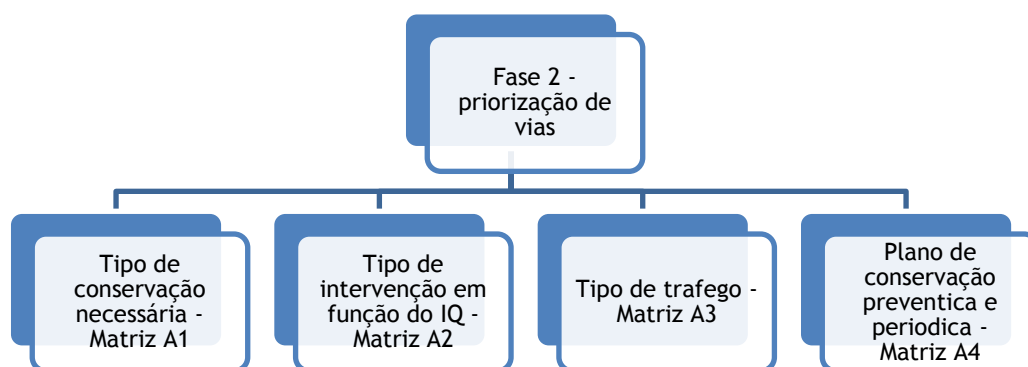


Figura 4-15: Fluxograma de priorização de vias

No Quadro 4-10 é possível verificar que para a EN 17 já não é aconselhável uma intervenção do tipo da conservação corrente. Esta estrada apresenta um conjunto de degradações de nível estrutural, com um nível de gravidade muito elevado, pelo que é urgente uma intervenção no âmbito da conservação periódica. Por outro lado, a EN 330 enquadra-se dentro dos requisitos da conservação corrente. Os dados relativos às duas estradas foram fornecidos pela empresa EP, sendo meramente informativos.

Quadro 4-10: Tipo de conservação a implementar

Estrada	T. Reabilitação proposta	Condição 2	Condição 3	Tipo Conservação
EN 17	Estrutural	3 km	40.0 %	Periódica
EN 330	Superficial	1 km	15.2 %	Corrente

O Quadro 4-11 vem confirmar os resultados do quadro anterior, indicando uma reparação imediata ou reconstrução urgente para a EN 17 e uma conservação corrente e beneficiação a médio prazo (até 5 anos) para a EN 330.

Quadro 4-11: Avaliação de estratégias com base no IQ

Estrada	IQ		Tipo de intervenção
	Mediocre	2.34	
EN 17	Mediocre	2.34	Reparação imediata ou reconstrução urgente (até 1 ano)
EN 330	Razoável	3.02	Conservação corrente e beneficiação a médio prazo (até 5 anos)

Em função do nível total de tráfego, é possível verificar que a EN 17 é considerada como prioritária em detrimento da EN 330, que tem uma prioridade de intervenção baixa. Daqui poder-se-á também justificar a diferença do grau de deterioração existente entre as duas estradas.

Quadro 4-12: Definição de prioridades em função do volume de tráfego

Estrada	Volume de tráfego	Prioridade
EN 17	Nível 3 (TMDA>12000)	1
EN 330	Nível 1 (TMDA<2500)	3

Por fim, no Quadro 4-13 é apresentada a informação sobre as intervenções previstas para estas estradas, verificando-se que está prevista uma intervenção no âmbito da conservação periódica para a EN 17 num espaço temporal de 2 anos, pelo que não deverá ser efetuada nenhuma intervenção de vulto pela conservação corrente, devendo apenas intervir em zonas pontuais. Para a EN 330 não está prevista nenhuma intervenção em plano, pelo que deverá ser considerada prioritária em termos de conservação corrente.

Quadro 4-13: Plano de conservação periódica e preventiva

Estrada	Proximidade de conservação (anos)		Prioridade
	Periódica	Preventiva	
EN 17	2	-	
EN 330	-	-	1

Em resumo, e pela análise dos indicadores verificados nesta fase, pode-se concluir:

- Deverá ser dada prioridade de intervenção à EN 330, de forma a resolver as zonas pontuais degradadas e retardar o desenvolvimento das degradações existentes;
- Na EN 330, nos troços 11 e 12, será seguidamente analisado qual o melhor tratamento a efetuar;
- Relativamente à EN 17, não deverá ser efetuado nenhuma intervenção do tipo reforço estrutural contínuo, pois apenas resolveria uma pequena parte do problema, dado a extensão máxima a reforçar pela conservação corrente ser de apenas 2 km;
- Para a EN 17 deverão ser resolvidas, no mínimo, todas as zonas pontuais degradadas de nível III e todas aquelas que ponham em causa a segurança rodoviária.

Desta forma, no ponto seguinte apenas será alvo de uma análise, para tratamento de zonas contínuas, os troços 11 e 12 da EN 330. Para os restantes troços apenas serão avaliados os tratamentos a aplicar nas zonas pontuais degradadas.

Fase 3: definição das degradações prioritárias a beneficiar e identificação das causas

Tendo por base as degradações levantadas na inspeção visual, as características da via e a percentagem de tráfego pesado, passa-se a definir qual a degradação que deverá ter um tratamento prioritário no caso da EN 330 e apenas para os troços 11 e 12.

Como verificado anteriormente, para ambas as seções a degradação que apresenta uma percentagem de afetação maior é a pele de crocodilo, abrangendo quase a totalidade das degradações existentes. As restantes degradações identificadas foram as deformações localizadas, as rodeiras para o caso da EN 17 e as fendas longitudinais para o caso da EN 330.

Pela matriz B1 é possível verificar que o fendilhamento do tipo pele de crocodilo tem prioridade de intervenção. Para todas as restantes degradações, que neste caso apresentam uma área de afetação reduzida, deverão ser tratadas como zonas pontuais.

Relativamente às zonas pontuais atrás identificadas e após a comparação com a Matriz B2, verifica-se que para a EN 330, das degradações de nível I, apenas passarão à fase seguinte as deformações localizadas e os ninhos e peladas, as restantes são consideradas como não prioritárias. Também para a EN 17 apenas serão consideradas as degradações de nível III, dada a proximidade de uma intervenção de conservação periódica.

Fase 4: seleção do grupo e da classe de tratamento de conservação corrente adequada tendo em conta a sua eficiência e a sua longevidade

A pele de crocodilo é uma degradação de carácter estrutural, pelo que a sua resolução deverá passar por um tratamento de reforço. No entanto, na EN 330, verifica-se que esta degradação é na sua maioria de nível de gravidade II, também os inspetores referem que a mesma aparenta ser apenas superficial. Verificando a data em que a camada de desgaste foi aplicada, conclui-se que a mesma tem 11 anos, sendo normal o aparecimento desta degradação.

Então, com o objetivo de efetuar uma análise de custo-benefício, aplicar-se-á uma das duas vertentes da conservação corrente, ou seja, a de efetuar um tratamento de reforço ou um tratamento superficial.

Para tal, dever-se-á verificar as quatro matrizes C1, D1, C2, D2, de onde se retiram os seguintes resultados:

- **Matriz C1 - Eficiência dos tratamentos de reforço**

Relativamente à eficiência dos tratamentos de reforço e no âmbito da conservação corrente têm-se as seguintes opções:

- Para uma duração a longo prazo tem-se uma eficiência média com a aplicação de uma camada betuminosa com mistura a quente com espessura superior a 5 cm;
- Para uma duração a curto prazo tem-se uma eficiência elevada com aplicação do mesmo tipo de camada;
- Embora se trate de uma estrada com baixo volume de tráfego, as misturas a frio não serão consideradas.

- **Matriz D1 - Longevidade dos tratamentos de reforço**

Para a classe de tratamento selecionada na matriz C1, tem-se uma longevidade teórica elevada, superior a 8 anos.

- **Matriz C2 - Eficiência dos tratamentos superficiais**

Relativamente à eficiência dos tratamentos superficiais e mais uma vez no âmbito da conservação corrente, são várias as opções disponíveis, dependendo da durabilidade pretendida, assim ter-se-á:

- Para uma duração a longo prazo tem-se uma eficiência média com a aplicação de uma camada betuminosa com mistura a quente com espessura inferior a 5 cm;
- Também, para uma duração a longo prazo com uma eficiência média, pode-se aplicar um microaglomerado betuminoso a frio duplo ou um slurry seal duplo.
- Caso se pretenda efetuar uma fresagem com reposição da camada de desgaste, tem-se a longo prazo uma eficiência elevada;
- Para uma duração a curto prazo tem-se uma eficiência elevada com a aplicação de todas as técnicas atrás enumeradas;
- Embora se trate de uma estrada com baixo volume de tráfego, as misturas a frio não serão aqui também consideradas.

- **Matriz D2 - Longevidade dos tratamentos superficiais**

No que toca à longevidade dos tratamentos superficiais e tendo em conta as diferentes opções do ponto anterior, tem-se:

- Camada betuminosa com mistura a quente com espessura inferior a 5 cm, com uma longevidade média;
- Fresagem com reposição da camada de desgaste, com uma longevidade elevada;
- Microaglomerado betuminoso a frio duplo ou um slurry seal duplo, com uma longevidade baixa.

Fase 5: seleção das técnicas de conservação corrente adequadas tendo em conta os requisitos de desempenho

- **Matriz E2 - Técnicas de tratamentos estruturais**

A aplicação da matriz E2 - Técnicas de tratamentos estruturais, às classes de tratamento selecionadas no ponto anterior, permite selecionar os seguintes tratamentos estruturais:

- a) Camada betuminosa (> 50mm) com mistura a quente sem fresagem.

Para esta classe, a técnica de tratamento mais adequada em função dos dados já analisados anteriormente será a aplicação de uma camada de reforço constituída por AC 14 surf ligante (BB) - 0.06m, pois é aquela que em função do nível de degradação existente será suficiente para repor o nível estrutural pretendido para este tipo de estrada. Dada a presença de algumas deformações de nível III é aconselhável efetuar fresagens pontuais neste troço.

Esta técnica terá um custo estimado de 9.30 €/m² + custo das zonas fresadas de 8.30 €/m².

- **Matriz E1 - Técnicas de tratamentos superficiais**

A aplicação da matriz E1 - Técnicas de tratamentos superficiais, às classes de tratamento selecionadas no ponto anterior, permite selecionar os seguintes tratamentos superficiais:

- a) Camada betuminosa fina (≤ 50mm) com mistura a quente

Para esta classe, a técnica de tratamento mais adequada em função dos dados já analisados anteriormente será a aplicação de uma camada de reforço constituída por AC 14 surf ligante (BB) > 0.04m, mas dada a presença de algumas deformações de nível III, a aplicação desta técnica implicaria também efetuar fresagens pontuais nesses troços, logo isoladamente não será a técnica mais aconselhável. De igual forma a aplicação de AC10 e AC4 surf isoladamente não serão as técnicas indicadas.

Esta técnica (AC14) terá um custo estimado de 6.20 €/m².

- b) Fresagem e reposição da camada de desgaste

A execução prévia de fresagens, para as degradações com nível de gravidade nível III, e posterior reforço com outro tipo de camada será então a técnica que melhor se ajusta às degradações em causa. Tem-se assim as seguintes opções:

- Fresagem pontual + AC 14 surf ligante (BB) - 0.05 m;
- Fresagem pontual + AC 10 surf ligante (mBBR) - 0.03 m;
- Fresagem pontual + AC 4 surf ligante (AB) - 0.03 m;
- Fresagem pontual + Microaglomerado betuminoso a frio.

Qualquer uma destas técnicas se enquadra dentro dos parâmetros estipulados para a conservação corrente. A eficiência das mesmas vai diminuindo pela ordem em que são apresentadas. Tendo-se em conta que esta estrada apresenta um volume de tráfego total

muito baixo, um volume de tráfego pesado reduzido e que por indicação dos inspetores as fendas aparentam ser superficiais, numa análise de custo-benefício a fresagem pontual com aplicação de um microaglomerado betuminoso a frio resolveria o problema a curto-médio prazo, permitindo que a zona intervencionada possa acompanhar com a mesma capacidade o restante troço que não será alvo de beneficiação.

Assim, caso se proceda às fresagens das degradações com nível de gravidade III, e posteriormente seja aplicado um reforço com microaglomerado betuminoso a frio duplo, serão corrigidas as zonas mais degradadas e impermeabilizada toda a restante superfície fissurada, evitando a percolação da água através das fendas para o interior da estrutura do pavimento.

Esta técnica terá um custo estimado de 2.30 €/m² + custo das zonas fresadas de 8,30 €/m².

c) Microaglomerado betuminoso a frio duplo

A aplicação desta técnica isoladamente é considerada como “não aplicável”.

- **Matriz F - Técnicas de tratamento para zonas pontuais**

Conforme já referido para a EN 17, face a proximidade de uma intervenção de conservação periódica, apenas serão corrigidas de forma pontual as degradações de nível III e aquelas que possam pôr em causa a segurança rodoviária, como o desprendimento de materiais, ninhos e covas. Na EN 330 será aplicada na íntegra a conjugação das matrizes B2 e F. Das degradações existentes será então necessário corrigir as indicadas no Quadro 4-14.

Quadro 4-14: Resumo das degradações a corrigir

EN 17		EN 330	
Degradação	Quantidade	Degradação	Quantidade
Deformações localizadas (II)	5	Deformações localizadas (II)	2
Deformações localizadas (III)	24	Deformações localizadas (III)	4
Rodeiras (III)	1	Rodeiras (III)	
Fendas long. e transversais (II)		Fendas long. e transversais (II)	34
Fendas long. e transversais (III)		Fendas long. e transversais (III)	3
Pele de crocodilo (II)		Pele de crocodilo (II)	24
Pele de crocodilo (III)	14	Pele de crocodilo (III)	4
Ninhos e peladas (I)	6	Ninhos e peladas (I)	
Ninhos e peladas (II)	11	Ninhos e peladas (II)	3
Ninhos e peladas (III)	6	Ninhos e peladas (III)	
Remendos (II)		Remendos (III)	2
Degradações em bermas (II)	2	Degradações em bermas (II)	6

De uma forma geral o tratamento a dar a cada tipo de degradação é idêntico em todas elas, salvo indicações em contrário na ficha de inspeção. Assim, dever-se-á aplicar o seguinte tratamento por degradação:

Quadro 4-15: Resumo dos tratamentos a dar às zonas pontuais

Tipo de degradação	Técnica de conservação
Deformações localizadas (II) e (III)	Saneamento/fresagem + reposição
Rodeiras (III)	Saneamento/fresagem + reposição
Fendas long. e transversais (II) e (III)	Selagem de fendas
Pele de crocodilo (II) e (III)	Fresagem + reposição
Ninhos e peladas (I) e (II)	Tapagem de covas
Ninhos e peladas (III)	Fresagem + reposição
Remendos (II)	Selagem de fendas
Degradações em bermas (II)	Saneamento + reposição

No Quadro 4-16 pode-se então verificar a estimativa de custos para a conservação corrente das duas estradas.

Quadro 4-16: Estimativa de custos

Técnica de conservação	P.U.	EN 17		EN 330	
		Quant.	Valor	Quant.	Valor
Saneamento + reposição	19.40 €	344	6673.60 €	127	2463.80 €
Fresagem + reposição	8.30 €	3832	31805.60 €	3156	26269.50 €
Selagem de fendas	3.40 €			893	3036.20 €
Tapagem de covas	10.00 €	16,25	162.25 €	3	30.00 €
Microaglomerado Betuminoso	2.30 €			6000	13800.00 €
		Valor total	38641.45 €		45599.50 €
		Valor por km	6440.00 €/km		7600.00 €/km

Fase 6: Verificação de resultados

Nesta fase, que corresponde à decisão final, serão analisadas todas as decisões tomadas anteriormente, de forma a selecionar a técnica que melhor se adapta à conservação corrente do caso em estudo, numa perspetiva de curto/médio prazo.

Neste sentido, e no que diz respeito ao caso de aplicação em estudo, que é baseado em levantamentos reais efetuados no terreno, pode-se concluir o seguinte:

- Para os troços 11 e 12 da EN 330, optou-se pelo tratamento superficial composto pela fresagem pontual das zonas com degradação de nível de gravidade III e posterior aplicação de uma camada de microaglomerado duplo. Esta solução tem uma eficiência a curto prazo elevada, sendo a mesma de eficiência média a longo prazo, tendo também uma longevidade elevada, pois são tratadas especificamente as zonas mais degradadas. Embora seja do ponto de vista das técnicas escolhidas a que menor garantias oferece, a relação custo-benefício justifica-se em função da importância e do volume de tráfego que esta via apresenta.
- Relativamente ao tratamento das zonas pontuais da EN 330, com exceção de algumas zonas de nível de gravidade I que ainda não justificam qualquer intervenção e de nível de gravidade II na zona onde vai ser aplicado o microaglomerado duplo, todas as restantes serão alvo de conservação. Para a EN 17 serão apenas conservadas aquelas que apresentam um nível de gravidade III e/ou que possam vir a por em causa a segurança rodoviária, devendo esta via ser alvo de uma vigilância constante, com intervenções do ponto de vista da segurança rodoviária sempre que se justifique, até a mesma ser alvo de intervenção de conservação periódica.
- Relativamente aos custos de conservação necessários para cada troço de estrada, na EN 330 é ligeiramente superior, fruto de esta estrada ser alvo de uma intervenção alargada de conservação corrente. Na EN 17, mesmo só tratando as degradações de nível de gravidade 3 ainda é necessário um valor elevado, o que demonstra o elevado estado de degradação.
- Para a EN 17, face às degradações estruturais encontradas, e ao seu grau de gravidade, recomenda-se um estudo complementar que permita aferir qual o melhor tratamento de reforço a aplicar, que pela sua gravidade e extensão sai fora do âmbito da conservação corrente.

Capítulo 5

5 Conclusões e desenvolvimento futuro

5.1 Conclusões

Com o desenvolvimento do presente trabalho pretendeu-se melhorar o procedimento geral adotado pela EP, na gestão da conservação corrente da rede de Estradas Nacionais, procedendo à sua reestruturação com vista à obtenção de soluções sustentadas que apoiem a tomada de decisão.

A conservação corrente da rede rodoviária tem vindo a ganhar uma importância acrescida, o que obriga à adoção de uma visão proactiva e global no domínio da gestão rodoviária. Esta visão global da conservação corrente deverá integrar todas as componentes da rede rodoviária, assim como todos os intervenientes. Para que esta abordagem possa ser efetivada, será necessária uma estratégia de conservação sustentada da rede rodoviária, que deverá abranger um horizonte temporal de médio prazo e estar devidamente conjugada com as restantes vertentes da conservação (preventiva e periódica).

Tendo presente a importância da conservação corrente no futuro, este trabalho foi desenvolvido tendo por base o estudo dos pavimentos rodoviários flexíveis, nomeadamente das suas degradações, com o fim de refinar os procedimentos envolvidos nas inspeções de rotina com observação visual dos pavimentos e na escolha dos tratamentos utilizados na conservação corrente.

Para tal, inicialmente foram abordados os pavimentos rodoviários, com enfoque nos pavimentos rodoviários flexíveis, onde foram estudadas as degradações com maior incidência na rede de estradas nacionais.

Aqui, tendo por base o catálogo de degradações da EP (EP, 2008), criou-se um documento de apoio às inspeções de rotina, tendo-se elaborado um catálogo de degradações, onde a principal alteração em relação aos catálogos em uso foi a inclusão de propostas de tratamentos para cada degradação, permitindo aos inspetores apresentar, ainda na fase de inspeção, possíveis soluções para as degradações identificadas.

Na consulta e estudo realizados ao procedimento adotado pela EP para a execução das inspeções de rotina, que é focado em várias componentes da plataforma da estrada, verificou-se que o mesmo poderia ser alvo de refinamentos, nomeadamente dando um tratamento mais pormenorizado à componente relativa aos pavimentos.

Sendo os pavimentos a componente mais importante e uma das mais onerosas na conservação de uma estrada, neste trabalho foi definida uma metodologia para as inspeções de rotina às vias, incluindo a criação de fichas de inspeção, tendo por objetivo principal a observação visual dos pavimentos. Aqui foram abordados os diversos fatores que podem influenciar o desenvolvimento e a qualidade do trabalho final de inspeção e definida uma metodologia que contempla a abordagem da influência dos fatores atrás referidos, o planeamento das inspeções, a forma de as realizar, os dados a levantar e a sua análise final.

Verificou-se também que na EP existe um método definido para a gestão de pavimentos, no entanto, o mesmo é omissivo quanto a um método concreto para a definição dos trabalhos de conservação corrente, que de uma forma direta utilize os dados recolhidos nas inspeções de rotina. Assim, tendo como documento base o Pav - tec, Técnicas e metodologias para a melhoria do estado dos pavimentos (EP, 2013), utilizado para a conservação preventiva, foi definida uma metodologia para seleção das técnicas a utilizar na conservação corrente.

Esta metodologia tem como diferença principal em relação ao documento da EP, a necessidade de a conservação corrente intervir num conjunto alargado de estradas, ao contrário do referido documento, que apenas considera a análise para uma secção de estrada.

Assim, de forma a adaptar o documento à conservação corrente, foram introduzidas matrizes de decisão para definição das vias prioritárias e para a definição dos tratamentos em zonas pontuais. Também as restantes matrizes utilizadas foram adaptadas à conservação corrente, com alteração das técnicas de tratamento propostas e do tipo de degradações consideradas, tendo apenas sido apreciadas as degradações identificadas nas inspeções de rotina, como era objetivo desta dissertação.

No caso prático efetuado, pode-se verificar a importância das matrizes introduzidas para a priorização das vias, onde foi visível a relevância dos diversos fatores analisados, com especial influência do volume de tráfego e do plano de conservação periódica, os quais apontaram para uma solução de intervenção menos profunda na estrada mais degradada (EN17) e a uma intervenção mais alargada, mas com aplicação da técnica com custo mais reduzido, na estrada com menor tráfego (EN330).

Pelos resultados obtidos na inspeção de rotina, verifica-se que na EN 17, existem problemas estruturais graves numa área muito alargada, não sendo aconselhável a sua resolução pela conservação corrente, pelo que independentemente da proximidade de uma intervenção de conservação periódica, o tratamento a aplicar deverá ser alvo de um estudo mais alargado, antes de qualquer intervenção.

Dos objetivos inicialmente propostos, nomeadamente a elaboração de catálogo de degradações, a definição de um procedimento para as inspeções de rotina, a identificação de ações corretivas-tipo para as degradações consideradas e a criação de uma metodologia de

seleção da técnica mais eficaz a utilizar no tratamento das degradações, no âmbito da conservação corrente, todos foram cumpridos, entendendo-se que o seguimento das orientações aqui descritas, irá seguramente garantir uma gestão mais equilibrada dos recursos disponíveis, e por consequência, um nível de conservação mais uniforme ao longo de toda a rede de estradas, onde um maior número de utentes poderá usufruir de um melhor serviço.

5.2 Desenvolvimento futuro

Numa altura em que os recursos financeiros são limitados e os cortes no investimento são anunciados quase diariamente, aprofundar o estudo dos custos para os utentes devidos ao estado de conservação dos pavimentos, assim como os associados aos períodos de intervenção no âmbito da manutenção, para as diferentes vertentes de conservação (corrente, preventiva e periódica), reveste-se de uma importância acrescida, podendo ser este fator incluído nas ferramentas de apoio à decisão.

No seguimento do ponto anterior, importa também segmentar a rede com base em critérios de volume de tráfego e importância estratégica das vias, de modo a definir prioridades de atuação.

Numa fase em que os aspetos ambientais constituem muitas vezes importantes fatores de decisão, será relevante assumir considerações ambientais na análise técnica e económica de soluções de conservação. Na conservação corrente deverá ser dada uma importância acrescida a este fator, inserindo por exemplo uma condicionante ecológica na metodologia de seleção da técnica de tratamento.

Seria também interessante efetuar uma monitorização e estudo cuidadoso dos acidentes rodoviários, antes e após a realização de intervenções de conservação corrente nos pavimentos, para eventualmente interligar estes dados com a periodicidade a adotar nas operações de conservação e com os tratamentos adotados. De forma a avaliar corretamente os resultados da conservação corrente, esse estudo deverá considerar todos os tipos de acidentes, incluindo os que resultam apenas em danos materiais, cujos dados são mais difíceis de obter.

Por último e no seguimento dos temas tratados nesta dissertação, seria importante incluir no processo de conservação corrente fichas de reparação com a descrição, passo a passo, dos procedimentos a seguir na efetivação de cada tratamento escolhido.

6 Bibliografia

- Antunes, M. L. (2005) “Modelação do comportamento de pavimentos rodoviários flexíveis”, LNEC, Programa de Investigação e Programa de Pós-Graduação, Lisboa.
- Azevedo, M. d. (1999). "Gestão da Conservação de Pavimentos - As Técnicas de Reabilitação Estrutural dos Pavimentos". Centro Rodoviário Português (C.R.P). Lisboa.
- Azevedo, M. d. (2001). Influência das Características dos Pavimentos na Segurança. 1.º Congresso de Segurança Rodoviária em Meio Urbano, Laboratório de Engenharia Civil. Lisboa.
- ARTC - Association des Routes et Transport du Canadá (1987). Guide de la Gestion Routière. Montréal, Canadá.
- Bellis, M. (2007) “The History of Roads and Asphalt”, <http://inventors.about.com/library/inventors/blasphalt.htm>.
- Branco, F.; Pereira, P.; Santos, L., (2008). Pavimentos Rodoviários. Edições Almedina, Coimbra.
- COST343 (2004) - Reduction in Road Closures by Improved pavement Maintenance Procedures. FEHRL Report 2004/01.
- Decreto-lei nº 380/1985 de 26 de setembro. Diário da Republica n.º 222/85- I Série. Ministério do Equipamento Social. Lisboa
- Decreto-lei nº 222/98 de 17 de julho. Diário da Republica n.º 163/98- I Série-A. Ministério do Equipamento, do Planeamento e da Administração do Território. Lisboa
- Decreto Lei nº 380/2007 de 13 de novembro. Diário da Republica n.º 218/07- I Série. Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações. Lisboa
- EP- Estradas de Portugal, S.A. (2008) - Catálogo de Degradações. Pavimentos Rodoviários. Vol.1: Projeto de Reabilitação. Gabinete de Gestão da Rede, Almada
- EP - Estradas de Portugal, S.A. (2009) manual de inspeções de rotina, Almada.
- EP - Estradas de Portugal, S.A. (2012) - Caderno de Encargos Tipo de Obra. Volume V-03 Pavimentação, Almada.
- EP - Estradas de Portugal, S.A. (2013) - “P A V_T E C, Técnicas e metodologias para a melhoria do estado dos pavimentos”, Direção de Projetos, Almada
- FP2, (2001) Foundation for Pavement Preservation, Pavement Preservation Today, Vol.2, nº1, Summer 2001, Virginia, United States of America.
- Foundation for Pavement Preservation, (2000) - Selecting a Preventive Maintenance Treatment for Flexible Pavements, Washington, DC., United States of America.
- Freitas, E. F. & Pereira, P. A. A. (2001) “Estado da Evolução do Desempenho dos Pavimentos Rodoviários Flexíveis”, Revista Engenharia Civil da Universidade do Minho, nº 11, Guimarães, www.civil.uminho.pt/cec/revista/Num11/Pag_47-58.pdf.

- Freitas, E.F., (2004). Contribuição para o desenvolvimento de Modelos de Comportamento dos Pavimentos Rodoviários Flexíveis - Fendilhamento com Origem na Superfície. Tese de Doutoramento. Universidade do Minho, Guimarães, Portugal.
- JAE (1995) - Manual de Conceção de Pavimentos para a Rede Rodoviária Nacional.
- Ministerio de Transporte, Instituto Nacional de Vías (2006), Manual para la Inspección Visual de Pavimentos Flexibles, Estudio e Investigación del Estado Actual de las Obras de la Red Nacional de Carreteras, Colômbia.
- Metro-cali, SA (2012), Metodología de inspeccion visual de pavimentos, Colômbia.
- Minhoto, M. J. (2005). Consideração da Temperatura no Comportamento à Reflexão de Fendas dos Reforços de Pavimentos Rodoviários Flexíveis. Tese de Doutoramento. Universidade do Minho.
- Ministério del Transporte, (2007), Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria, Colômbia.
- Ministerio del Fomento (2002) - *orden circular 9/2002 (rehabilitación de firmes)*, Espanha.
- Ministério dos Transportes, (2003) - DNIT, Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos, terminologia, Brasil.
- Ministério dos Transportes, (2005a) - DNIT, Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos, Brasil.
- Ministério dos Transportes, (2005b) - DNIT, Manual de Conservação Rodoviária, 2ª edição, Rio de Janeiro, Brasil;
- Molenaar, A.A.A. & Potter, J., 1997. Assessment and Evaluation of Reflection Crack Potential. Prevention of Reflective Cracking in Pavements, Rilem Report 18, E & FN SPON, London, UK.
- NDOR, 2002 - Nebraska Department of Roads, Pavement Maintenance Manual, Nebraska, United States of America
- Pais, J. C. (1999). Consideração da Reflexão de Fendas no Dimensionamento de Reforços de Pavimentos Flexíveis. Universidade do Minho.
- Pais, J., Pereira, P., & Azevedo, M. D. (2000). "A Reflexão de Fendas no dimensionamento de Reforços de Pavimentos Flexíveis". A Qualidade Rodoviária na Viragem do Século, 1º Congresso Rodoviário Português - Estrada 2000, (pp. 627-637). Lisboa.
- Pereira, J.P. (2003) "Os pavimentos e a sua evolução", Revista da conservação do património arquitetónico da reabilitação do edificado Pedra & Cal nº 19, Caso de Estudo.
- Pereira, P.; Miranda, C., (1999), Gestão da Conservação dos Pavimentos Rodoviários. Universidade do Minho, Braga.
- Pereira, P.A.A. & Picado-Santos, L.G., (2002), Pavimentos Rodoviários. Universidade do Minho, Braga, Portugal.

- Silva, H. M. (2005), Caracterização do mastiche betuminoso e da ligação agregado-mastiche : contribuição para o estudo do comportamento das misturas betuminosas. Teses de Doutoramento - Universidade do Minho.
- Sousa, J. B., Pais, J. C., Saim, R., Way, G., & Stubstad, R. N. (2002), Development of a Mechanistic-Empirical Based Overlay Design Method for Reflective Cracking. Journal of the Transportation Research Board. Washington D.C., USA.
- S.R.D. (1999), "Enciclopédia da História Universal", Selecções do Reader's Digest, Lisboa.
- U.S. Department of transportation (1987), Distres identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Studies;
- Vanelstraete, A. & de Bondt, A.H., (1997), Crack Prevention and Use of Overlay Systems. Prevention of Reflective Cracking in Pavements, Rilem Report 18, E & FN SPON, London, UK.
- Vicente, A. M. (2006), "A Utilização de Betumes Modificados com Borracha na Reabilitação de Pavimentos Flexíveis". Dissertação de Mestrado em Vias de Comunicação. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Anexo I

Catálogo de degradações

Definição

Alterações de nível do pavimento, formando depressões ou alteamentos, podendo surgir isoladamente em diferentes pontos do pavimento.

Fatores de degradação

- Deficiente capacidade das camadas estruturais do pavimento, em particular das camadas granulares;
- Falta de capacidade do solo de fundação (bolsada de argila, estado hídrico elevado, drenagem deficiente);
- Contaminação localizada das camadas granulares;
- Falta de ligação entre as camadas;
- Misturas betuminosas pouco estáveis;
- Forças tangenciais devidas às travagens e acelerações dos veículos (desníveis com orientação sensivelmente transversal);
- Juntas de construção transversais deficientes.

Evolução

- Evolução com aumento do desnível;
- Desprendimento da camada de desgaste (associado aos desníveis de forma arredondada);
- Fendilhamento tipo pele de crocodilo em malha fina;
- Aumento da irregularidade longitudinal.

Localização

Extensão linear do trecho afetado (início e fim) em metros.

Dados a observar

Desnível máximo da deformação em centímetros.

Procedimento de medição

- Uso de régua rígida de 1.5m para apoiar sobre o pavimento, e de régua de 20cm, graduada em centímetros, para a leitura do desnível máximo;
- Área do troço afetado.

Possíveis soluções de reabilitação

- Saneamento;
- Fresagem;
- Melhoria das condições de drenagem;
- Camada betuminosa fina ($\leq 50\text{mm}$) com mistura a quente;
- Camada betuminosa ($> 50\text{mm}$) com mistura a quente.

Nível I

Diferença de nível inferior a 10mm.



Nível II

Diferença de nível compreendida entre 10mm e 30mm.



Nível III

Diferença de nível superior a 30mm.



Definição

Deformação transversal localizada ao longo da zona de passagem dos rodados dos veículos pesados.

Fatores de degradação

- Deficiente capacidade das camadas granulares e da fundação, com ocorrência de deformações permanentes (rodeiras de grande raio);
- Misturas betuminosas com insuficiente resistência às deformações permanentes (rodeiras de pequeno raio), devido a:
 - Ligante betuminoso em excesso ou pouco rígido;
 - Deficiente qualidade dos agregados.
- Compactação insuficiente das camadas em geral;
- Tráfego canalizado lento e temperaturas elevadas.

Evolução

- Aumento progressivo da profundidade das rodeiras;
- Aparecimento de fendas longitudinais ou do tipo “pele de crocodilo”;
- Perda de conforto.

Localização

Extensão linear do trecho afetado (início e fim) em metros.

Dados a observar

Profundidade máxima da rodeira em centímetros.

Procedimento de medição

- Uso de régua rígida de 1.5m para apoiar sobre o pavimento e de régua de 20cm, graduada em centímetros, para a leitura da profundidade máxima;
- Área do troço afetado.

Possíveis soluções de reabilitação

- Camada betuminosa fina ($\leq 50\text{mm}$) com mistura a quente;
- Camada betuminosa ($> 50\text{mm}$) com mistura a quente;
- Saneamento;
- Fresagem.

Nível I

Máxima profundidade da rodeira: <10mm.

**Nível II**

Máxima profundidade da rodeira: 10mm-30mm.

**Nível III**

Máxima profundidade da rodeira: > 30mm.



Definição

Fendas paralelas ao eixo da estrada, localizadas, geralmente, ao longo da zona de passagem dos rodados dos veículos e por vezes junto ao eixo.

Fatores de degradação

- Deficiência de execução das juntas de construção;
- Drenagem deficiente, originando diferencial de capacidade de suporte junto à berma;
- Falta de ligação das camadas, devido a construção deficiente;
- Reflexão de uma fenda proveniente da camada subjacente;
- Misturas betuminosas muito rígidas ou envelhecimento precoce do ligante betuminoso;
- Início de fadiga das misturas betuminosas;
- Capacidade de carga insuficiente.

Evolução

- Aumento da abertura das fendas;
- Ramificação das fendas. Desagregação dos bordos das fendas;
- Formação de desagregações, ninhos e peladas;
- Subida de finos das camadas inferiores com materiais não tratados, provocada pela entrada de água e acelerada pelo tráfego;
- Penetração de água com enfraquecimento das camadas subjacentes

Localização

Extensão linear do trecho afetado (início e fim), em metros.

Dados a observar

Estado das fendas (abertura e desagregação dos bordos).

Procedimento de medição

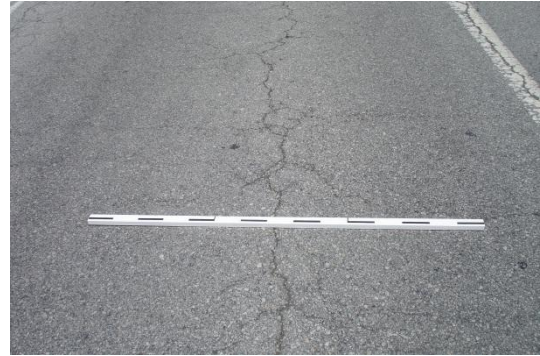
Medir a extensão linear da fenda em metros.

Possíveis soluções de reabilitação

- Selagem de fendas;
- Revestimento superficial;
- Microaglomerado betuminoso a frio ou slurry seal;
- Fresagem;
- Saneamento.

Nível I

Fenda isolada e fechada (largura da fenda inferior a 2 mm).

**Nível II**

Fenda aberta (abertura da fenda entre 2 a 4mm).

**Nível III**

Fenda grave ramificada, com perda de material e acompanhada de deformações e desagregações.



Definição

Fendas sensivelmente perpendiculares ao eixo da estrada, isoladas ou com um espaçamento variável, abrangendo parte ou toda a largura da faixa de rodagem.

Fatores de degradação

- Deficiência de execução da junta transversal de construção;
- Deficiência de compactação das camadas inferiores;
- Reflexão das fendas de retração térmica dos materiais das camadas subjacentes;
- Capacidade de suporte diferencial da fundação;
- Reflexão à superfície de uma junta transversal construtiva da camada subjacente em material tratado com ligante hidráulico;
- Capacidade de carga insuficiente.

Evolução

- Aumento da abertura das fendas;
- Ramificação das fendas;
- Desagregação dos bordos das fendas;
- Formação de desagregações, ninhos e peladas;
- Erosão da base da camada e subida de finos, provocada pela entrada de água e acelerada pelo tráfego;
- Penetração de água com enfraquecimento das camadas subjacentes.

Localização

Extensão linear do trecho afetado (início e fim), em metros.

Dados a observar

Estado das fendas (abertura e desagregação dos bordos).

Procedimento de medição

Medir a extensão linear da fenda em metros.

Possíveis soluções de reabilitação

- Selagem de fendas;
- Revestimento superficial;
- Microaglomerado betuminoso a frio ou slurry seal;
- Fresagem;
- Saneamento.

Nível I

Fenda isolada (abertura da fenda inferior a 2mm).

**Nível II**

Fenda aberta ramificada com eventual perda de agregados (abertura das fendas entre 2 e 4mm).

**Nível III**

Fendas grave ramificada com perda de material acompanhada de deformações e desagregações.



Definição

Fendas que formam entre si, uma malha de dimensão variável, localizadas inicialmente na zona de passagem dos rodados dos veículos abrangendo progressivamente toda a largura da via de tráfego.

Fatores de degradação

- Fadiga dos materiais betuminosos;
- Falta de capacidade de suporte das camadas em materiais granulares e do solo de fundação. Qualidade deficiente dos materiais;
- Falta de ligação das camadas por deficiente construção;
- Materiais muito rígidos e/ou envelhecimento do ligante betuminoso, no caso dos revestimentos superficiais;
- Capacidade de carga insuficiente

Evolução

- Aumento da densidade das fendas, passando de malha larga para malha estreita;
- Aumento da abertura das fendas;
- Desagregação dos bordos das fendas;
- Formação de ninhos, peladas e desagregações;
- Subida de finos das camadas inferiores com materiais não tratados, provocada pela entrada de água e acelerada pelo tráfego;
- Formação de cavados de rodeira, por diminuição da capacidade de carga dos materiais;
- Penetração de água com enfraquecimento das camadas subjacentes.

Localização

Extensão linear do trecho afetado (início e fim) em metros.

Dados a observar

Abertura e estado das fendas, dimensão da malha, perda de material e ascensão de finos.

Procedimento de medição

Medir a área afetada.

Possíveis soluções de reabilitação

- Selagem de fendas;
- Revestimento superficial;
- Microaglomerado betuminoso a frio ou slurry seal;
- Camada betuminosa fina ($\leq 50\text{mm}$) com mistura a quente;
- Fresagem e reposição da camada de desgaste;
- Camada betuminosa ($> 50\text{mm}$) com mistura a quente;
- Saneamento.

Nível I

Malha com fendilhamento de abertura de pequena dimensão e sem ascensão de finos (abertura <2mm e malha > 20cm).

**Nível II**

Malha com fendilhamento de abertura de todas as dimensões e com perda de material (fendas com abertura <2mm e malha <20cm, ou fendas com abertura entre 2 e 4mm para qualquer tipo de malha, ou fendas com abertura > 4mm e malha > 40cm).

**Nível III**

Malha com fendilhamento de abertura de grande dimensão com perda de material, ascensão de finos acompanhados de deformações, ninhos e peladas (fendas com abertura > 4mm e malha <40cm).



Definição

Arranque de uma das frações do agregado, geralmente a mais grossa ou perda do mástique betuminoso (ligante e finos).

Fatores de degradação

- Envelhecimento do ligante;
- Deficiente qualidade dos materiais da camada de desgaste;
- Segregação da mistura betuminosa;
- Falta de limpeza do agregado;
- Sobreaquecimento do betume na altura de fabrico da mistura betuminosa;
- Temperaturas de compactação inadequadas (baixas);
- Falta de adesividade ligante/agregado;
- Falta de compactação.

Evolução

- Aumento da área afetada, evoluindo em profundidade;
- Evolução progressiva para pelada;
- Perda de regularidade;
- Despreendimento de materiais.

Localização

Extensão linear do trecho afetado (início e fim), em metros.

Dados a observar

Largura da desagregação.

Procedimento de medição

Medir a área afetada.

Possíveis soluções de reabilitação

- Revestimento superficial;
- Microaglomerado betuminoso a frio ou slurry seal;
- Camada betuminosa fina ($\leq 50\text{mm}$) com mistura a quente;
- Fresagem e reposição da camada de desgaste.

Nível I

Desagregação com largura inferior a 30cm.



Nível II

Desagregação com largura entre 30cm e 100cm.



Nível III

Desagregação com largura superior a 100cm.



Definição

Desgaste por abrasão, geralmente da fração grossa do agregado, conferindo à superfície do pavimento um aspeto polido e brilhante.

Fatores de degradação

- Deficiente qualidade dos materiais da camada de desgaste, em particular a fraca dureza dos agregados;
- Tráfego pesado intenso;
- Clima severo (temperaturas muito elevadas).

Evolução

Aumento da área afetada.

Localização

Localização longitudinal do trecho afetado (início e fim) em metros.

Dados a observar

Largura da zona afetada.

Procedimento de medição

Medir a área afetada.

Possíveis soluções de reabilitação

- Revestimento superficial;
- Microaglomerado betuminoso a frio ou slurry seal;
- Granalhagem.

Nível I

Polimento com largura inferior a 30cm.



Nível II

Polimento com largura entre 30 a 100cm.



Nível III

Polimento com largura superior a 100cm.



Definição

Cavidades de forma arredondada localizadas na camada de desgaste, podendo progredir para as camadas inferiores, resultantes da evolução de outras degradações do pavimento.

Fatores de degradação

- Evolução de outras degradações, em particular das desagregações superficiais, do fendilhamento e da pele de crocodilo;
- Deficiente qualidade dos materiais da camada de desgaste;
- Expulsão de materiais estranhos na camada de desgaste (madeira materiais argilosos, borracha, etc.);
- Reparações mal efetuadas (más condições ou com materiais de má qualidade).

Evolução

- Aumento da área afetada;
- Aumento da profundidade dos ninhos.

Localização

- Localização do ponto afetado, no caso de ninho isolado ou ninhos muito próximos;
- Extensão linear do trecho afetado (início e fim) em metros, no caso de ninhos repetidos em comprimento superior a 1 metro.

Dados a observar

Profundidade do ninho.

Procedimento de medição

- Medir a área afetada;
- Medir a profundidade do ninho.

Possíveis soluções de reabilitação

- Tapagem de covas;
- Fresagem;
- Saneamento;
- Selagem de fendas;
- Revestimento superficial;
- Microaglomerado betuminoso a frio ou slurry seal.

Nível I

Ninhos com a profundidade da cavidade inferior a 2cm, ou ninho isolado.

**Nível II**

Ninhos com a profundidade da cavidade entre 2 e 4cm, ou afetados de um comprimento entre 20 e 50cm.

**Nível III**

Ninhos com a profundidade da cavidade superior a 4cm, ou afetados de um comprimento superior a 50cm.



Definição**- Descrição**

Desprendimento em forma de placa, da camada de desgaste, relativamente à camada inferior.

Fatores de degradação

- Deficiente ligação da camada de desgaste à camada subjacente;
- Camada de desgaste de espessura insuficiente;
- Deficiente qualidade dos materiais da camada de desgaste;
- Zona localizada submetida a elevados esforços tangenciais;
- Evolução de outras degradações em particular do fendilhamento do tipo pele de crocodilo.

Evolução

- Aumento da área afetada;
- Formação de ninhos na camada inferior;
- Possível entrada de água nas camadas subjacentes.

Localização

Extensão linear do trecho afetado (início e fim) em metros.

Dados a observar

Largura da pelada.

Procedimento de medição

- Medir a área afetada;
- Medir a profundidade do ninho.

Possíveis soluções de reabilitação

- Saneamento;
- Fresagem;
- Preenchimento com mistura betuminosa a quente;
- Revestimento superficial.

Nível I

Pelada com largura inferior a 30cm.



Nível II

Pelada com largura entre 30cm e 100cm.



Nível III

Pelada com largura superior a 100cm.



Definição

Subida à superfície do ligante betuminoso na camada de desgaste, em particular na zona de passagem dos rodados dos veículos, conferindo-lhe um aspeto negro e brilhante.

Fatores de degradação

- Camada de desgaste com excesso de ligante betuminoso;
- Rega de colagem excessiva;
- Ligante betuminoso de reduzida viscosidade;
- Mistura betuminosa de reduzida estabilidade (agregados e dosagem em ligante inadequados), submetida a tráfego intenso e temperaturas elevadas;
- Evolução de outras degradações em particular as rodeiras e deformações localizadas.

Evolução

- Aumento à superfície da película de Ligante betuminoso;
- Aumento da área afetada.

Localização

Extensão linear do trecho afetado (início e fim) em metros.

Dados a observar

Largura da zona afetada.

Procedimento de medição

Medir a área afetada

Possíveis soluções de reabilitação

- Aplicação de agregados finos a quente (areia).

Nível I

Exsudação com largura inferior a 30cm.



Nível II

Exsudação com largura entre 30 a 100cm.



Nível III

Exsudação com largura superior a 100cm.



Definição

Manchas de cor esbranquiçada devido à presença de finos, provenientes das camadas granulares e do solo de fundação, inicialmente junto de fendas, evoluindo para toda a superfície da camada de desgaste.

Fatores de degradação

- Drenagem deficiente do pavimento, promovendo a ascensão da água através do solo de fundação, das camadas granulares e das camadas betuminosas fendilhadas, arrastando finos;
- Circulação da água infiltrada nas camadas granulares através das fendas e expulsa através destas à passagem dos veículos (efeito de bombagem);
- Evolução de outras degradações em particular o fendilhamento.

Evolução

Aumento da presença de finos à superfície.

Localização

Extensão linear do trecho afetado (início e fim) em metros.

Dados a observar

Largura da zona afetada.

Procedimento de medição

Medir a área afetada.

Possíveis soluções de reabilitação

- Saneamento;
- Selagem de fendas por injeção de calda;
- Melhoria das condições de drenagem e de apoio junto às bermas.

Nível I

Finos apenas presentes nos bordos das fendas existentes.



Nível II

Finos abrangendo a zona de passagem dos rodados dos veículos.



Nível III

Finos abrangendo mais de 75% da largura da via afetada.



Definição

Reparações de forma retangular e regular, abrangendo a zona de passagem dos veículos ou toda a via. Pode ser do tipo de remendos ou tapagem de covas mal efetuada.

Fatores de degradação

- Degradações diversas prematuras, correspondendo a um comportamento anormal do pavimento.

Evolução

- A reparação está bem executada e eliminou a causa da anterior degradação. Neste caso a reparação não é considerada uma degradação;
- A reparação não eliminou a causa da anterior degradação podendo evoluir, quer ao nível da interface com a camada subjacente à reparação, quer dentro da própria área da reparação.

Localização

Extensão linear do trecho afetado (início e fim) em metros.

Dados a observar

Estado da reparação.

Procedimento de medição

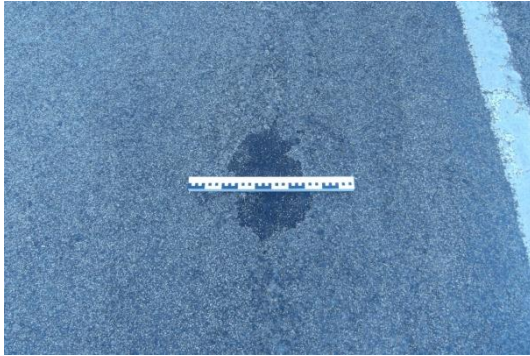
Medir a área afetada.

Possíveis soluções de reabilitação

- Saneamento;
- Fresagem;
- Revestimento superficial;
- Microaglomerado betuminoso a frio ou slurry seal.

Nível I

Reparações bem executadas, mas associadas a qualquer tipo de degradação de nível 1.

**Nível II**

Reparações com baixa qualidade de execução ou má elaboração das juntas, e/ou associadas a qualquer tipo de degradação de nível 2.

**Nível III**

Reparações mal executadas, e/ou associadas a qualquer tipo de degradação de nível 3.



Definição

Os observadores deverão ter em atenção, todas as situações que impeçam as bermas da faixa de rodagem de exercer as funções para as quais foram concebidas, diferenciado as bermas por:

- Bermas pavimentadas;
- Bermas não pavimentadas;
- Bermas em calçada.

Fatores de degradação

- Passagem de tráfego na berma e fora da faixa de rodagem;
- Irregularidade da berma;
- Capacidade de carga insuficiente;
- Raízes de árvores;
- Precipitação;
- Aparecimento de água.

Evolução

- Aumento da área afetada, evoluindo em profundidade e comprimento;
- Evolução para o pavimento;
- Fendilhamento e deformações localizadas do pavimento da faixa de rodagem.

Localização

Extensão linear do trecho afetado (início e fim) em metros.

Dados a observar

Aparecimento de água, existência de raízes, covas, fendilhamento, deformações localizadas e bermas baixas ou irregulares no caso de bermas não pavimentadas.

Procedimento de medição

- Medir a área afetada nas bermas pavimentadas;
- Medir a extensão linear nas bermas não pavimentadas.

Possíveis soluções de reabilitação

- Saneamento;
- Enchimento de bermas;
- Reparações localizadas;

Nível I

Início da degradação, ainda sem interferência com o pavimento da faixa de rodagem.



Nível II

Berma degradada, com início de degradação do pavimento da faixa de rodagem.



Nível III

Berma completamente degradada com degradação do pavimento da faixa de rodagem.



Definição

Os observadores deverão ter em atenção, a todas as situações que impeçam o bom funcionamento do sistema de drenagem ou a segurança da via, e cujos elementos necessitem de uma ação de manutenção, verificando os seguintes órgãos de drenagem:

- Valetas de plataforma revestidas;
- Valetas de plataforma não revestidas;
- Passagens hidráulicas;
- Boca em aterro;
- Boca em escavação;
- Caixas de visita;
- Outros elementos junto ao pavimento.

Fatores de degradação

- Falta de limpeza;
- Raízes de árvores;
- Passagem dos rodados dos veículos;
- Desagregação do betão;
- Agentes atmosféricos.

Evolução

- Aumento da degradação;
- Redução da capacidade de carga do pavimento;
- Infiltração de água nas camadas inferiores do pavimento.

Localização

Extensão linear do trecho afetado (início e fim) em metros.

Dados a observar

Existência de elementos danificados/degradado, que justificam uma ação de manutenção.

Procedimento de medição

Medir a área afetada.

Possíveis soluções de reabilitação

- Reconstrução dos órgãos de drenagem;
- Execução de novos elementos de drenagem.

Nível I

Início da degradação, ainda sem interferência com o pavimento da faixa de rodagem.



Nível II

Órgãos de drenagem degradados, com início de degradação do pavimento da faixa de rodagem.



Nível III

Órgãos de drenagem completamente degradados com degradação do pavimento da faixa de rodagem.

Definição

Os observadores deverão ter em atenção a todas as situações que comprometam a estabilidade dos taludes, a todas as obras de estabilização que denotem sintomas de instabilidade/degradação e que de uma forma direta ou indireta possam vir a provocar a degradação dos pavimentos.

Fatores de degradação

- Escorregamentos e deslizamentos;
- Presença de árvores;
- Regueiras e ravinamentos;
- Cedência das obras de contenção.
- Deficiente execução dos aterros

Evolução

- Abatimento do pavimento;
- Falta de segurança na via.

Localização

Extensão linear do trecho afetado (início e fim) em metros.

Dados a observar

- Área dos escorregamentos,
- Associar as degradações dos pavimentos a possíveis instabilidades dos taludes de escavação.

Procedimento de medição

Medir a área afetada.

Possíveis soluções de reabilitação

- Regularização do talude;
- Reconstrução do talude;
- Reposição das obras de contenção;
- Estabilização das zonas afetadas.

Nível I

Início da degradação, sem interferência com as várias camadas de pavimento.



Nível II

Degradação avançada com interferência nas camadas de pavimento.



Nível III

Instabilidade geral, com degradações no pavimento do nível 3.



Anexo II

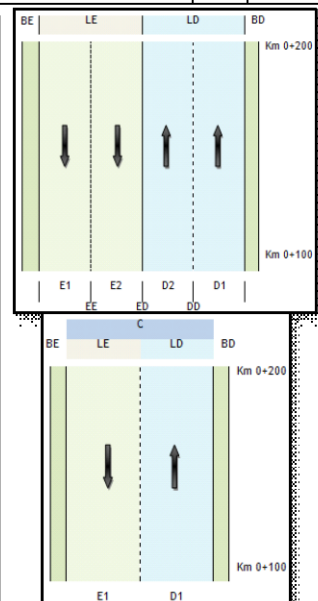
Ficha de inspeção de rotina para pavimentos flexíveis



FICHA DE INSPEÇÃO DE ROTINA PARA PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

Tipo de degradação	Nível de degradação			Un	Cód.
	Nível 1	Nível 2	Nível 3		
Deformações localizadas	Diferença de nível inferior a 10mm	de 10mm a 30mm.	> 30mm.	m2	DL
Rodéias	Máxima profundidade < 10mm	de 10mm-30mm	> 30mm.	m	RO
Fendas longitudinais	Fenda isolada (abertura da fenda inferior a 2mm).	Fenda aberta ramificada com eventual perda de agregados (abertura das fendas entre 2 e 4mm).	Fendas graves ramificadas com perda de material acompanhada de deformações e desagregações.	m	FL
Fendas transversais				m	FT
Pele de crocodilo	Malha com fendilhamento de abertura de pequena dimensão e sem ascensão de finos (abertura<2mm e malha>20cm).	fendas com abertura<2mm e malha<20cm, ou fendas com abertura entre 2 e 4mm para qualquer tipo de malha, ou fendas com abertura>4mm e malha>40cm).	Malha com fendilhamento de abertura de grande dimensão com perda de material, ascensão de finos acompanhada de deformações, ninhos e peladas (fendas com abertura>4mm e malha <40cm).	m2	PC
Degradações superficiais	largura inferior a 30cm.	largura entre 30cm e 100cm.	largura superior a 100cm.	m2	DS
Polimento dos agregados				m2	PA
Peladas				m2	PE
Exsudação do betume				m2	EB
Ninhos	profundidade da cavidade inferior a 2cm, ou ninho isolado.	profundidade da cavidade entre 2 e 4cm, ou afectados de um comprimento entre 20 e 50cm.	profundidade da cavidade superior a 4cm, ou afectados de um comprimento superior a 50cm.	m2	NI
Subida de finos	Finos apenas presentes nos bordos das fendas existentes.	Finos abrangendo a zona de passagem dos rodados dos veículos.	Finos abrangendo mais de 75% da largura da via afectada.	m2	SF
Reparações	Reparações bem executadas, mas associadas a qualquer tipo de degradação de nível 1.	Reparações com baixa qualidade de execução ou má elaboração das juntas, e/ou associadas a qualquer tipo de degradação de nível 2.	Reparações mal executadas, e/ou associadas a qualquer tipo de degradação de nível 3.	m2	RE
Degradações em bermas	Início da degradação, ainda sem interferência com o pavimento da faixa de rodagem.	Berma degradada, com início de degradação do pavimento da faixa de rodagem.	Berma completamente degradada com degradação do pavimento da faixa de rodagem.	m	BE
Degradações em órgãos de drenagem	Início da degradação, sem interferência com o pavimento da faixa de rodagem.	Órgãos de drenagem degradados, com início de degradação do pavimento da faixa de rodagem.	Órgãos de drenagem completamente degradados com degradação do pavimento da faixa de rodagem.	m	OD
Degradações em taludes	Início da degradação, sem interferência com as várias camadas de pavimento.	Degradação avançada com interferência nas camadas de pavimento.	Instabilidade geral, com degradações no pavimento do nível 3.	m2	TA

Técnicas de conservação		Un.	Cod.
Superficiais	Intervenções localizadas	Saneamentos pontuais	m2 SP
		Tapagem de covas	m2 TC
		Selagem de fissuras	m SF
		Fresagens pontuais	m2 FP
	Camada betuminosa fina (? 50mm) com mistura a quente	m2 BB	
	Revestimento superficial	m2 RS	
	Microaglomerado betuminoso a frio	m2 MBF	
	slurryseal	m2 SS	
	Melhoria da textura de superfície (granalhagem 9)	m2 GR	
	Camada betuminosa fina (? 50mm) com mistura a frio	m2 BAF<5	
Estruturais	Camada betuminosa (> 50mm) com mistura a quente sem fresagem	m2 BB>5	
	Camada betuminosa (> 50mm) com mistura a quente com fresagem	m2 BB>5+F	
	Camada betuminosa (> 50mm) com mistura a frio sem fresagem	m2 BAF>5	
	Camada betuminosa (> 50mm) com mistura a frio com fresagem	m2 BAF>5+F	



Anexo III

Matriz E1 - Técnicas de tratamentos superficiais

Matriz E2 - Técnicas de tratamentos estruturais

Matriz F - técnicas de tratamento para zonas pontuais

Matriz E1

Técnicas de tratamentos superficiais

Classe de tratamento	Técnica tratamento	Custo €/m2	Fator condicionante (Degradações)											
			Fendilhamento por fadiga	Fendilhamento superficial	Rodeiras de base larga	Bombagem de finos	Tapagem de covas/remendos	Deformações localizadas	Desagregações superficiais	Ninhos	Peladas	Rodeiras de base estreita	Polimento dos agregados	
Intervenções localizadas - (2)	Saneamentos pontuais	19.4		x					c				x	x
	Tapagem de covas	10.0	x	x	x	x			x	x			x	x
	Selagem de fendas (m)		b	b	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Fresagens pontuais	8.3							c					x
Camada betuminosa fina (≤ 50 mm) com mistura a quente sem fresagem	AC 14 surf ligante (BB) - 0.04 m	6.2												d
	AC 10 surf ligante (mBBR) - 0.03 m	5.9	x	a	x	x	x	x					x	
	AC 4 surf ligante (AB) - 0.03 m	6.2	x	a	x	x	x	x					x	d
Fresagem e reposição da camada de desgaste - (1) (3)	AC 14 surf ligante (BB) - 0.05 m		a											x
	AC 10 surf ligante (mBBR) - 0.03 m		a		x	x	x	x						x
	AC 4 surf ligante (AB) - 0.03 m													
	Microaglomerado bet. a frio Duplo		a		x	x								x
Revestimento superficial	Simples	2.5	x	a	x	x	x	x					x	
	Duplo	2.8	x	a	x	x	x	x					x	
Microaglomerado betuminoso a frio	Simples	1.7	x	a	x	x	x	x					x	
	Duplo	2.3	x	a	x	x	x	x					x	
slurry seal	Simples	2.1	x	a	x	x	x	x					x	
	Duplo	2.7	x	a	x	x	x	x					x	
Melhoria da textura de superfície	Processo mecânico (Granalhagem)	2.3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
C. bet. fina (≤ 50 mm) com mistura a frio	Mistura betuminosa aberta a frio - 0.05 m	16.5												x

a - dependendo da profundidade da fissuração

b - dependendo do tipo de fissuração

c - dependendo do tipo de deformação

d - solução com grande eficiência, mas custo elevado desnecessário

x - Não aplicável

1 - Fresagem pontual da camada de desgaste, reposição com material idêntico e posterior aplicação de uma das soluções previstas

2 - Tratamento de zonas pontuais

3 - o custo varia em função da área a fresar

.Matriz E2													
Técnicas de tratamentos estruturais													
Classe de tratamento	Técnica tratamento	Custo €/m2	Fator condicionante (Degradações)										
			Fendilhamento por fadiga	Fendilhamento superficial	Rodeiras de base larga	Bombagem de finos	Tapagem de covas/remendos	Deformações localizadas	Desagregações superficiais	Ninhos	Peladas	Rodeiras de base estreita	Polimento dos agregados
Camada betuminosa (> 50mm) com mistura a quente sem fresagem	AC 14 surf ligante (BB) -0.06m	9.3		a					c				
	AC 14 reg ligante (BB) -0.04m + Microaglomerado betuminoso a frio duplo/revestimento superficial/slurry seal	8.3		a			X	c	d	d	d		X
	AC 20 reg ligante (MBD) - 0.05m + Microaglomerado betuminoso a frio duplo/revestimento superficial/slurry seal	14.5		a			X	c	d	d	d		X
	AC 20 reg ligante (MBD) - 0.05m + AC 14 surf ligante (BB) - 0.04m	18.6		a			X	c	d	d	d		X
	AC 14 reg ligante (MBD) - 0.05m + AC 10 surf ligante (mBBr) - 0.03m	13.5		a			X	c	d	d	d		X
Camada betuminosa (> 50mm) com mistura a quente com fresagem 0.04m a 0.06 m (1)	Fresagem pontual ou total + AC 14 surf ligante (BB) - 0.06m			d				c	d	d	d		X
	Fresagem pontual ou total + AC 10 surf ligante (mBBr) - 0.03m			d			X	c	d	d	d		X
Camada betuminosa (> 50mm) com mistura a quente com fresagem de 0.06m a 0.12 m - (3) (4)	Fresagem pontual ou total + AC 4 surf ligante (AB) - 0.04m			d			X	c	d	d	d		X
	Fresagem pontual ou total+ AC 14 surf ligante (BB) - 0.04m + Microaglomerado betuminoso a frio duplo/revestimento superficial/slurry seal			d			X	c	d	d	d		X
Camada betuminosa (> 50mm) com mistura a frio com e sem fresagem	Mistura betuminosa aberta a frio - 0.05m + Microaglomerado betuminoso a frio duplo	20.0					X	c	d	d	d	x	X
	0,08m ABGE tratado com emulsão + Microaglomerado betuminoso a frio duplo	17.0					X	c	d	d	d	x	X
a - dependendo da profundidade da fissuração b - dependendo do tipo de fissuração c - dependendo do tipo de deformação d - solução com grande eficiência, mas custo elevado desnecessário x - Não aplicável (1) - Fresagem pontual da camada de desgaste, reposição com material idêntico e posterior aplicação de uma das soluções previstas (3)- Fresagem pontual da camada de desgaste e parte da base, reposição com material idêntico e posterior aplicação de uma das soluções previstas (4) - O custo varia em função da área a fresar													

Matriz F - técnicas de tratamento para zonas pontuais (parte I)		
Tipo de degradação	Nível Gravidade	Técnica de reabilitação proposta
Deformações localizadas	Nível I	<ul style="list-style-type: none"> Fresagem + reposição
	Nível II	<ul style="list-style-type: none"> Fresagem + reposição
	Nível III	<ul style="list-style-type: none"> Saneamento/fresagem + reposição Camada betuminosa fina ($\leq 50\text{mm}$) com mistura a quente Camada betuminosa ($> 50\text{mm}$) com mistura a quente
Rodeiras	Nível I	<ul style="list-style-type: none"> Não fazer nada
	Nível II	<ul style="list-style-type: none"> Camada betuminosa fina ($\leq 50\text{mm}$) com mistura a quente
	Nível III	<ul style="list-style-type: none"> Saneamento/fresagem + reposição Camada betuminosa fina ($\leq 50\text{mm}$) com mistura a quente Camada betuminosa ($> 50\text{mm}$) com mistura a quente
Fendas longitudinais e transversais	Nível I	<ul style="list-style-type: none"> Não fazer nada
	Nível II	<ul style="list-style-type: none"> Selagem de fendas
	Nível III	<ul style="list-style-type: none"> Selagem de fendas Revestimento superficial Microaglomerado betuminoso a frio ou slurry seal
Pele de crocodilo	Nível I	<ul style="list-style-type: none"> Revestimento superficial Microaglomerado betuminoso a frio ou slurry seal
	Nível II	<ul style="list-style-type: none"> Revestimento superficial Microaglomerado betuminoso a frio ou slurry seal Saneamento/fresagem + reposição
	Nível III	<ul style="list-style-type: none"> Revestimento superficial Microaglomerado betuminoso a frio ou slurry seal Saneamento/fresagem + reposição Camada betuminosa fina ($\leq 50\text{mm}$) com mistura a quente Camada betuminosa ($> 50\text{mm}$) com mistura a quente
Degradações superficiais	Nível I	<ul style="list-style-type: none"> Não fazer nada
	Nível II	<ul style="list-style-type: none"> Revestimento superficial Microaglomerado betuminoso a frio ou slurry seal
	Nível III	<ul style="list-style-type: none"> Revestimento superficial Microaglomerado betuminoso a frio ou slurry seal Camada betuminosa fina ($\leq 50\text{mm}$) com mistura a quente Fresagem e reposição da camada de desgaste
Polimento dos agregados	Nível I	<ul style="list-style-type: none"> Não fazer nada
	Nível II	<ul style="list-style-type: none"> Granalhagem
	Nível III	<ul style="list-style-type: none"> Revestimento superficial Microaglomerado betuminoso a frio ou slurry seal Granalhagem

Matriz F - técnicas de tratamento para zonas pontuais (Parte II)

Tipo de degradação	Nível Gravidade	Técnica de reabilitação proposta
Ninhos	Nível I	<ul style="list-style-type: none"> • Tapagem de covas
	Nível II	<ul style="list-style-type: none"> • Tapagem de covas
	Nível III	<ul style="list-style-type: none"> • Tapagem de covas • Saneamento/fresagem + reposição
Peladas	Nível I	<ul style="list-style-type: none"> • Não fazer nada
	Nível II	<ul style="list-style-type: none"> • Preenchimento com mistura betuminosa a quente
	Nível III	<ul style="list-style-type: none"> • Saneamento/fresagem + reposição • Preenchimento com mistura betuminosa a quente • Revestimento superficial
Exsudação do betume	Nível I	<ul style="list-style-type: none"> • Não fazer nada
	Nível II	<ul style="list-style-type: none"> • Não fazer nada
	Nível III	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação de agregados finos a quente (areia)
Subida de finos	Nível I	<ul style="list-style-type: none"> • Não fazer nada
	Nível II	<ul style="list-style-type: none"> • Saneamento
	Nível III	<ul style="list-style-type: none"> • Saneamento • Selagem de fendas por injeção de calda • Melhoria das condições de drenagem e de apoio junto às bermas
Reparações	Nível I	<ul style="list-style-type: none"> • Não fazer nada
	Nível II	<ul style="list-style-type: none"> • Saneamento/fresagem + reposição
	Nível III	<ul style="list-style-type: none"> • Saneamento/fresagem + reposição • Revestimento superficial; • Microaglomerado betuminoso a frio ou slurry seal

Anexo IV

Fichas de inspeção da EN 17

Fichas de inspeção da EN 330



FICHA DE INSPEÇÃO DE ROTINA A PAVIMENTOS FLEXIVEIS

Secção: C177	kmi: 106+000	kmf: 112 + 000	Data: 04/10/2013
Estrada: EN 17	Levantado por:		
Distrito: Guarda	<u>Manuel Tavares</u>		

Lado via	km Inicial	Degradação				solução	Descrição	Foto
		comp.	larg.	Tipo	nível			
LE	106,000	35		FL	2	SF		
LE	106,035	20	4	PC	2	FP		
LD	106,045	25	4	PC	2	FP		
LD	106,085	10	2	DL	2	SP	Cedencia das camadas inferiores	
LE	106,090	30	3	PC	1			
LE	106,105	40	3	PC	1			
LD	106,105	25	1,5	PC	1			
LD	106,140	15	3	PC	2	FP		
LE	106,155	10	3	PC	2	FP		
C	106,185	15	6,5	PC	2	FP		
LE	106,300	120	1,5	PC	1			
LD	106,335	45	1,5	PC	1			
LD	106,435	115	1,5	PC	2	FP		
C	106,450	50	6,5	PC	2	FP		

C	106,000	500	6			BB	Reforço do Pavimento	
---	---------	-----	---	--	--	----	----------------------	--

Tipo via: 1 x 1

Tipo berma: Pav. n. Pav.

largura da via ao kmi:

Comentarios: Abater arvore ao km 106+085 (esta a provocar a degradação do pavimento e da berma no local)



FICHA DE INSPEÇÃO DE ROTINA A PAVIMENTOS FLEXIVEIS

Secção: C177	kmi: 106+000	kmf: 112 + 000	Data: 04 /10 /2013
Estrada: EN 17	Levantado por:		
Distrito: Guarda	<u>Manuel Tavares</u> <u>Armando Gonçalves</u>		

Lado via	km Inicial	Degradação				solução	Descrição	Foto
		comp.	larg.	Tipo	nivel			
C	106,5	135	6,5	PC	2			
LD	106,635	25	3	PC	2			
C	106,66	40	6	PC	3	SP		
C	106,7	90	6	PC	2			
C	106,79	35	6,5	PC	3	FP		
ED	106,835	2	2	DL	3	SP	Desprendimento de materiais	
C	106,855	35	6	PC	3	FP		
C	106,89	70	6	PC	2			
C	106,92	1	1	NI	2	TC		
C	106,99	20	6	PC	2			

C	106,000	500	6			BB	Reforço do Pavimento	
---	---------	-----	---	--	--	----	----------------------	--

Tipo via: 1 x 1

Tipo berma: Pav. n. Pav.

largura da via ao kmi:

Comentarios: _____



FICHA DE INSPEÇÃO DE ROTINA A PAVIMENTOS FLEXIVEIS

Secção: C177	kmi: 106+000	kmf: 112 + 000	Data: 04 /10 /2013
Estrada: EN 17	Levantado por:		
Distrito: Guarda	<u>Manuel Tavares</u> <u>Armando Gonçalves</u>		

Lado via	km Inicial	Degradação				solução	Descrição	Foto
		comp.	larg.	Tipo	nível			
C	107,57	10	6	PC	2			
C	107,58	40	6	PC	3	SP		
C	107,62	95	6	PC	2			
DE	107,715	25	1,5	DL	2	SP	Assentamento	
C	107,74	200	6	PC	2			
C	107,94	40	6	PC	1			

C	106,000	500	6		BB	Reforço do Pavimento	
---	---------	-----	---	--	----	----------------------	--

Tipo via: 1 x 1

Tipo berma: Pav. n. Pav.

largura da via ao kmi:

Comentarios: _____



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR

FICHA DE INSPEÇÃO DE ROTINA A PAVIMENTOS FLEXIVEIS

Secção: C177	kmi: 106+000	kmf: 112 + 000	Data: 04 /10 /2013
Estrada: EN 17	Levantado por:		
Distrito: Guarda	<u>Manuel Tavares</u> <u>Armando Gonçalves</u>		

Lado via	km Inicial	Degradação				solução	Descrição	Foto
		comp.	larg.	Tipo	nivel			
E1	108,005	45	2	PC	2			
C	108,05	10	6	PC	2			
DE	108,06	30	4	PC	3	SP		
DE	108,,9	25	4	PC	2			
C	108,115	75	6	PC	2			
DE	108,22	25	4	PC	2			
C	108,245	85	6	PC	3	SP		
ED	108,3	110	3	PC	2	SP		4.2
LD	108,36	20	1	RO	3	SP		
LE	108,41	10	3	PC	2			
LE	108,42	10	3	PC	3	FP		
LD	108,42	20	3	PC	1			
C	108,44	15	6	PC	2	FP		
LD	108,455	5	2	DL	3	SP	Abater arvore	
LE	108,455	35	3	PC	3	FP		

C	106,000	500	6			BB	Reforço do Pavimento	
---	---------	-----	---	--	--	----	----------------------	--

Tipo via: 1 x 1

Tipo berma: Pav. n. Pav.

largura da via ao kmi:

Comentarios: _____



FICHA DE INSPEÇÃO DE ROTINA A PAVIMENTOS FLEXIVEIS

Secção: C177	kmi: 106+000	kmf: 112 + 000	Data: 04 /10 /2013
Estrada: EN 17	Levantado por:		
Distrito: Guarda	<u>Manuel Tavares</u> <u>Armando Gonçalves</u>		

Lado via	km Inicial	Degradação				solução	Descrição	Foto
		comp.	larg.	Tipo	nível			
C	108,501	6		FT	2	SF		
C	108,502	6		FT	2	SF		
C	108,505	40	6	PC	1			
LD	108,545	25	2	DL	3	SP	Desprendimento de materiais	
LE	108,545	15	2	DL	3	SP	Desprendimento de materiais	
C	108,57	6	5	PC	2			
C	108,58	5	2	DL	3	SP		
C	108,58	20	6	PC	3	FP		
LE	108,645	1	1	NI	2	TC		4.4
C	108,675	80	6	PC	2			
LD	108,68	30	1	RO	1			
LE	108,69	30	3	PC	3	FP		4.3
C	108,75	50	6	PC	1			
LE	108,755	1	1	NI	2	TC		
LE	108,8	20	2	DL	3	SP	Desprendimento de materiais	
C	108,8	60	6	PC	2			
C	108,86	140	6	PC	1			

C	106,000	500	6			BB	Reforço do Pavimento	
---	---------	-----	---	--	--	----	----------------------	--

Tipo via: 1 x 1

Tipo berma: Pav. n. Pav.

largura da via ao kmi:

Comentarios: _____



FICHA DE INSPEÇÃO DE ROTINA A PAVIMENTOS FLEXIVEIS

Secção: C177	kmi: 106+000	kmf: 112+000	Data: 04/10/2013
Estrada: EN 17	Levantado por:		
Distrito: Guarda	<u>Manuel Tavares</u>		

Lado via	km Inicial	Degradação				solução	Descrição	Foto
		comp.	larg.	Tipo	nível			
LE	109,56	40	1	RO	1			
ED	109,63	15	1	DL	1	FP		
C	109,66	60	1,5	PC	2			
C	109,7	0,5	0,5	NI	1	TC	Desprendimento de materiais	
LE	109,77	0,5	0,5	NI	1	TC	Desprendimento de materiais	
C	109,785	55	6	PC	2			
ED	109,83	1	1	PE	2	FP		
LE	109,84	10	1	RO	2	SP	Aparentemente apenas afeta a camada de desgaste	
ED	109,87	20	1	RO	1			
ED	109,89	1	1	PE	2	FP		

							Nada a registar	
--	--	--	--	--	--	--	-----------------	--

Tipo via: 1 x 1

Tipo berma: Pav. n. Pav.

largura da via ao kmi:

Comentarios: Degradação superficial do pavimento; apresenta apenas pequenas degradações estruturais.



FICHA DE INSPEÇÃO DE ROTINA A PAVIMENTOS FLEXIVEIS

Secção: C177	kmi: 106+000	kmf: 112 + 000	Data: 04 /10 /2013
Estrada: EN 17	Levantado por:		
Distrito: Guarda	<u>Manuel Tavares</u> <u>Armando Gonçalves</u>		

Lado via	km Inicial	Degradação				solução	Descrição	Foto
		comp.	larg.	Tipo	nivel			
LD	110	30	3	RO	2	FP		
LD	110,035	45	4	PC	2			
ED	110,085	20	1	RO	1			
LE	110,16	30	3	PC	1			
C	110,19	25	6	PC	2			
C	110,215	45	6	PC	1			
ED	110,25	0,5	0,5	NI	1	TC		
C	110,27	30	6	PC	1			
ED	110,33	10	1	DL	1			
LD	110,345	15	1	DL	1			
LE	110,38	5		FT	2	SF		
LE	110,44	3	2	DL	2	SP	Desprendimento de materiais	
LE	110,49	15		FL	1			

Nada a registar						
------------------------	--	--	--	--	--	--

Tipo via: **1 x 1**

Tipo berma: Pav. n. Pav.

largura da via ao kmi: **6.10**

Comentarios: **Alguma fissuração**



FICHA DE INSPEÇÃO DE ROTINA A PAVIMENTOS FLEXIVEIS

Secção: C177	kmi: 106+000	kmf: 112 + 000	Data: 04 /10 /2013
Estrada: EN 17	Levantado por:		
Distrito: Guarda	<u>Manuel Tavares</u> <u>Armando Gonçalves</u>		

Lado via	km Inicial	Degradação				solução	Descrição	Foto
		comp.	larg.	Tipo	nível			
ED	110,51	10	1	RO	1			
LD	110,515	1	1	NI	2	TC		
ED	110,54	0,5	0,5	EB	1			
ED	110,55	1	1	NI	1			
ED	110,645	1	1	NI	3	TC		
LE	110,655	5		BE	2	SP		4.5
C	110,66	130	6	PC	2			
LD	110,67	1	1	NI	2	TC		
LD	110,68	1	1	NI	2	TC		
LD	110,69	1	1	NI	2	TC		
LE	110,72	1	1	NI	3	TC		
LE	110,725	1	1	NI	3	TC		
C	110,81	40	6	PC	2			
ED	110,823	1	1	NI	3	TC		
ED	110,84	1	1	NI	3	TC		
LD	110,875	30	1	RO	1			
C	110,95	10	6	PC	2			
LE	110,965	10	1	RO	1			4.6

Nada a registar							
-----------------	--	--	--	--	--	--	--

Tipo via: 1 x 1

Tipo berma: Pav. n. Pav.

largura da via ao kmi:

Comentarios: Zona de entroncamento, com separador central



FICHA DE INSPEÇÃO DE ROTINA A PAVIMENTOS FLEXIVEIS

Secção: C177	kmi: 106+000	kmf: 112 + 000	Data: 04 /10 /2013
Estrada: EN 17	Levantado por:		
Distrito: Guarda	<u>Manuel Tavares</u>		

Lado via	km Inicial	Degradação				solução	Descrição	Foto
		comp.	larg.	Tipo	nivel			
ED	111	20	1	PC	2			
LD	111,05	20	3	PC	3	FP		
LD	111,75	25	1	RO	2			
LD	111,13	2		BE	2	SP	Abater arvore	
C	111,14	60	6	PC	2			
LD	111,15	5	2	DL	3	SP		
ED	111,21	1	1	NI	2	TC		4.8
LD	111,21	60	3	PC	1			
C	111,26	1	1	NI	3	TC		
LD	111,28	100	1	RO	2			
LE	111,33	20		FL	2	SF		
LE	111,43	30		FL	2	SF		

Nada a registar							
------------------------	--	--	--	--	--	--	--

Tipo via: **1 x 1**

Tipo berma: Pav. ~~n. Pav.~~

largura da via ao kmi: **6.20**

Comentarios: _____



FICHA DE INSPEÇÃO DE ROTINA PARA PAVIMENTOS FLEXIVEIS

Secção: C177	kmi: 106+000	kmf: 112 + 000	Data: 04/10/2013
Estrada: EN 17	Levantado por:		
Distrito: Guarda	<u>Manuel Tavares</u>		

Lado via	km Inicial	Degradação				solução	Descrição	Foto
		comp.	larg.	Tipo	nível			
LE	106,000	35		FL	2	SF		
LE	106,035	20	4	PC	2	FP		
LD	106,045	25	4	PC	2	FP		
LD	106,085	10	2	DL	2	SP	Cedencia das camadas inferiores	
LE	106,090	30	3	PC	1			
LE	106,105	40	3	PC	1			
LD	106,105	25	1,5	PC	1			
LD	106,140	15	3	PC	2	FP		
LE	106,155	10	3	PC	2	FP		
C	106,185	15	6,5	PC	2	FP		
LE	106,300	120	1,5	PC	1			
LD	106,335	45	1,5	PC	1			
LD	106,435	115	1,5	PC	2	FP		
C	106,450	50	6,5	PC	2	FP		

C	106,000	500	6		BB	Reforço do Pavimento	
---	---------	-----	---	--	----	----------------------	--

Tipo via: 1 x 1

Tipo berma: Pav. n. Pav.

largura da via ao kmi:

Comentarios: Abater arvore ao km 106+085 (esta a provocar a degradação do pavimento e da berma no local)



FICHA DE INSPEÇÃO DE ROTINA PARA PAVIMENTOS FLEXIVEIS

Secção: C177	kmi: 106+000	kmf: 112 + 000	Data: 04 /10 /2013
Estrada: EN 17	Levantado por:		
Distrito: Guarda	<u>Manuel Tavares</u>		

Lado via	km Inicial	Degradação				solução	Descrição	Foto
		comp.	larg.	Tipo	nível			
C	106,5	135	6,5	PC	2			
LD	106,635	25	3	PC	2			
C	106,66	40	6	PC	3	SP		
C	106,7	90	6	PC	2			
C	106,79	35	6,5	PC	3	FP		
ED	106,835	2	2	DL	3	SP	Desprendimento de materiais	
C	106,855	35	6	PC	3	FP		
C	106,89	70	6	PC	2			
C	106,92	1	1	NI	2	TC		
C	106,99	20	6	PC	2			

C	106,000	500	6			BB	Reforço do Pavimento	
---	---------	-----	---	--	--	----	----------------------	--

Tipo via: 1 x 1

Tipo berma: Pav. n. Pav.

largura da via ao kmi:

Comentarios: _____



FICHA DE INSPEÇÃO DE ROTINA PARA PAVIMENTOS FLEXIVEIS

Secção: C177	kmi: 106+000	kmf: 112 + 000	Data: 04 /10 /2013
Estrada: EN 17	Levantado por:		
Distrito: Guarda	Manuel Tavares		

Lado via	km Inicial	Degradação				solução	Descrição	Foto
		comp.	larg.	Tipo	nível			
E1	108,005	45	2	PC	2			
C	108,05	10	6	PC	2			
DE	108,06	30	4	PC	3	SP		
DE	108,,9	25	4	PC	2			
C	108,115	75	6	PC	2			
DE	108,22	25	4	PC	2			
C	108,245	85	6	PC	3	SP		
ED	108,3	110	3	PC	2	SP		4.2
LD	108,36	20	1	RO	3	SP		
LE	108,41	10	3	PC	2			
LE	108,42	10	3	PC	3	FP		
LD	108,42	20	3	PC	1			
C	108,44	15	6	PC	2	FP		
LD	108,455	5	2	DL	3	SP	Abater arvore	
LE	108,455	35	3	PC	3	FP		

C	106,000	500	6			BB	Reforço do Pavimento	
---	---------	-----	---	--	--	----	----------------------	--

Tipo via: 1 x 1

Tipo berma: Pav. n. Pav.

largura da via ao kmi:

Comentarios: _____



FICHA DE INSPEÇÃO DE ROTINA PARA PAVIMENTOS FLEXIVEIS

Secção: C177	kmi: 106+000	kmf: 112 + 000	Data: 04 /10 /2013
Estrada: EN 17	Levantado por:		
Distrito: Guarda	<u>Manuel Tavares</u>		

Lado via	km Inicial	Degradação				solução	Descrição	Foto
		comp.	larg.	Tipo	nível			
C	108,501	6		FT	2	SF		
C	108,502	6		FT	2	SF		
C	108,505	40	6	PC	1			
LD	108,545	25	2	DL	3	SP	Desprendimento de materiais	
LE	108,545	15	2	DL	3	SP	Desprendimento de materiais	
C	108,57	6	5	PC	2			
C	108,58	5	2	DL	3	SP		
C	108,58	20	6	PC	3	FP		
LE	108,645	1	1	NI	2	TC		4.4
C	108,675	80	6	PC	2			
LD	108,68	30	1	RO	1			
LE	108,69	30	3	PC	3	FP		4.3
C	108,75	50	6	PC	1			
LE	108,755	1	1	NI	2	TC		
LE	108,8	20	2	DL	3	SP	Desprendimento de materiais	
C	108,8	60	6	PC	2			
C	108,86	140	6	PC	1			

C	106,000	500	6			BB	Reforço do Pavimento	
---	---------	-----	---	--	--	----	----------------------	--

Tipo via: 1 x 1

Tipo berma: Pav. n. Pav.

largura da via ao kmi: 6.00

Comentarios: _____



FICHA DE INSPEÇÃO DE ROTINA PARA PAVIMENTOS FLEXIVEIS

Secção: C177	kmi: 106+000	kmf: 112+000	Data: 04/10/2013
Estrada: EN 17	Levantado por:		
Distrito: Guarda	<u>Manuel Tavares</u>		

Lado via	km Inicial	Degradação				solução	Descrição	Foto
		comp.	larg.	Tipo	nível			
LE	109,56	40	1	RO	1			
ED	109,63	15	1	DL	1	FP		
C	109,66	60	1,5	PC	2			
C	109,7	0,5	0,5	NI	1	TC	Desprendimento de materiais	
LE	109,77	0,5	0,5	NI	1	TC	Desprendimento de materiais	
C	109,785	55	6	PC	2			
ED	109,83	1	1	PE	2	FP		
LE	109,84	10	1	RO	2	SP	Aparentemente apenas afeta a camada de desgaste	
ED	109,87	20	1	RO	1			
ED	109,89	1	1	PE	2	FP		

Nada a registar						
-----------------	--	--	--	--	--	--

Tipo via: 1 x 1

Tipo berma: Pav. n. Pav.

largura da via ao kmi:

Comentarios: Degradação superficial do pavimento; apresenta apenas pequenas degradações estruturais.



FICHA DE INSPEÇÃO DE ROTINA PARA PAVIMENTOS FLEXIVEIS

Secção: C177	kmi: 106+000	kmf: 112 + 000	Data: 04 /10 /2013
Estrada: EN 17	Levantado por:		
Distrito: Guarda	<u>Manuel Tavares</u>		

Lado via	km Inicial	Degradação				solução	Descrição	Foto
		comp.	larg.	Tipo	nível			
LD	110	30	3	RO	2	FP		
LD	110,035	45	4	PC	2			
ED	110,085	20	1	RO	1			
LE	110,16	30	3	PC	1			
C	110,19	25	6	PC	2			
C	110,215	45	6	PC	1			
ED	110,25	0,5	0,5	NI	1	TC		
C	110,27	30	6	PC	1			
ED	110,33	10	1	DL	1			
LD	110,345	15	1	DL	1			
LE	110,38	5		FT	2	SF		
LE	110,44	3	2	DL	2	SP	Desprendimento de materiais	
LE	110,49	15		FL	1			

Nada a registar							
-----------------	--	--	--	--	--	--	--

Tipo via: 1 x 1
Tipo berma: Pav. <input type="checkbox"/> n. Pav. <input checked="" type="checkbox"/>
largura da via ao kmi: <input type="text" value="6.10"/>

Comentarios: <u>Alguma fissuração</u>



FICHA DE INSPEÇÃO DE ROTINA PARA PAVIMENTOS FLEXIVEIS

Secção: C177	kmi: 106+000	kmf: 112 + 000	Data: 04 /10 /2013
Estrada: EN 17	Levantado por:		
Distrito: Guarda	<u>Manuel Tavares</u>		

Lado via	km Inicial	Degradação				solução	Descrição	Foto
		comp.	larg.	Tipo	nivel			
ED	110,51	10	1	RO	1			
LD	110,515	1	1	NI	2	TC		
ED	110,54	0,5	0,5	EB	1			
ED	110,55	1	1	NI	1			
ED	110,645	1	1	NI	3	TC		
LE	110,655	5		BE	2	SP		4.5
C	110,66	130	6	PC	2			
LD	110,67	1	1	NI	2	TC		
LD	110,68	1	1	NI	2	TC		
LD	110,69	1	1	NI	2	TC		
LE	110,72	1	1	NI	3	TC		
LE	110,725	1	1	NI	3	TC		
C	110,81	40	6	PC	2			
ED	110,823	1	1	NI	3	TC		
ED	110,84	1	1	NI	3	TC		
LD	110,875	30	1	RO	1			
C	110,95	10	6	PC	2			
LE	110,965	10	1	RO	1			4.6

Nada a registar							
-----------------	--	--	--	--	--	--	--

Tipo via: 1 x 1
Tipo berma: Pav. <input type="checkbox"/> n. Pav. <input checked="" type="checkbox"/>
largura da via ao kmi: <input type="text" value="6.10"/>

Comentarios: <u>Zona de entroncamento, com separador central</u>



FICHA DE INSPEÇÃO DE ROTINA PARA PAVIMENTOS FLEXIVEIS

Secção: C177	kmi: 106+000	kmf: 112 + 000	Data: 04 /10 /2013
Estrada: EN 17	Levantado por:		
Distrito: Guarda	<u>Manuel Tavares</u>		

Lado via	km Inicial	Degradação				solução	Descrição	Foto
		comp.	larg.	Tipo	nível			
ED	111	20	1	PC	2			
LD	111,05	20	3	PC	3	FP		
LD	111,75	25	1	RO	2			
LD	111,13	2		BE	2	SP	Abater arvore	
C	111,14	60	6	PC	2			
LD	111,15	5	2	DL	3	SP		
ED	111,21	1	1	NI	2	TC		4.8
LD	111,21	60	3	PC	1			
C	111,26	1	1	NI	3	TC		
LD	111,28	100	1	RO	2			
LE	111,33	20		FL	2	SF		
LE	111,43	30		FL	2	SF		

Nada a registar							
------------------------	--	--	--	--	--	--	--

Tipo via: 1 x 1
Tipo berma: Pav. <input type="checkbox"/> n. Pav. <input checked="" type="checkbox"/>
largura da via ao kmi: <input type="text" value="6.20"/>

Comentarios: _____



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR

FICHA DE INSPEÇÃO DE ROTINA PARA PAVIMENTOS FLEXIVEIS

Secção: C165	kmi: 34+000	kmf: 40+000	Data: 04 / 10 / 2013
Estrada: EN 330	Levantado por:		
Distrito: Guarda	<u>Manuel Tavares</u>		

Lado via	km Inicial	Degradação				solução	Descrição	Foto
		comp.	larg.	Tipo	nível			
LD	34,010	30	2	PC	1			
LE	34,030	10	1	DL	1	FP		
LE	34,100	5		BE	1			
LE	34,110	2		FL	1	SF		
C	34,115	30		FL	2	SF	Junta de trabalho	
ED	34,210	35		FL	1	SF		
LD	34,360	40	3	PC	1			
ED	34,400	100		FL	2	SF	Junta de trabalho	

							nada a registar	
--	--	--	--	--	--	--	-----------------	--

Tipo via: 1 x 1

Tipo berma: Pav. n. Pav.

largura da via ao kmi:

Comentarios: recomenda-se a selagem da junta de trabalho ao eixo da via



FICHA DE INSPEÇÃO DE ROTINA PARA PAVIMENTOS FLEXIVEIS

Secção: C165	kmi: 34+000	kmf: 40+000	Data: 04 /10 /2013
Estrada: EN 330	Levantado por:		
Distrito: Guarda	<u>Manuel Tavares</u>		

Lado via	km Inicial	Degradação				solução	Descrição	Foto
		comp.	larg.	Tipo	nível			
LD	38,030	5	2	PC	3	FP		
LD	38,180	10		BE	2	SP	Berma a degradar-se para dentro da via	
ED	38,200	25		FL	3	SF		
LE	38,250	3		FT	3	SF		
ED	38,300	50		FL	2	SF		
ED	38,380	1	1	NI	2	FP		
LE	38,430	15		BE	2	SP	Berma a degradar-se para dentro da via	
ED	38,480	55		FL	2	SF		

nada a registar						
------------------------	--	--	--	--	--	--

Tipo via: **1 x 1**

Tipo berma: Pav. ~~n. Pav.~~

largura da via ao kmi:

Comentarios: _____

recomenda-se a selagem da junta de trabalho ao eixo da via



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR

FICHA DE INSPEÇÃO DE ROTINA PARA PAVIMENTOS FLEXIVEIS

Secção: C165	kmi: 34+000	kmf: 40+000	Data: 04 /10 /2013
Estrada: EN 330	Levantado por:		
Distrito: Guarda	<u>Manuel Tavares</u>		

Lado via	km Inicial	Degradação				solução	Descrição	Foto
		comp.	larg.	Tipo	nível			
LD	39,000	4	3	RE	2	SF	Selar as fissuras das juntas de trabalho	
C	39,100	110	6	PC	1	MBF		
LD	39,135	2	1	DL	2	SP	Recomenda-se o abate de uma arvore	
C	39,120	250	6	PC	2	MBF		
C	39,400	100	6	PC	3	FP		

C	39,000	500	6			MBF	Fissuração superficial	
---	--------	-----	---	--	--	-----	------------------------	--

Tipo via: 1 x 1

Tipo berma: Pav. n. Pav.

largura da via ao kmi:

Comentarios: recomenda-se a aplicação de um microaglomerado betuminoso a frio ou outro tratamento similar

