



Universidade de Aveiro
Departamento de Geociências
Ano 2013

**Inês Sofia dos
Santos Marques**

**Relatório de Estágio realizado na
empresa MRG – Engenharia e
Construção SA**



Universidade de Aveiro
Departamento de Geociências
Ano 2013

**Inês Sofia dos
Santos Marques**

**Relatório de Estágio realizado na
empresa MRG – Engenharia e
Construção SA**

Relatório de estágio apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Geológica, realizado sob a orientação científica do Doutor Nuno Bravo de Faria Cruz, Professor Auxiliar Convidado do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro e a orientação profissional da Engenheira Mafalda Lopes (Eng^a Geóloga) e acompanhamento do Engenheiro Joel Barbosa (Eng.^o Civil) da empresa MRG – Engenharia e construção SA.

O Júri

Professor Doutor Jorge Manuel Pessoa Girão Medina
Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro

Professor Doutor Nuno Bravo de Faria Cruz
Professor Auxiliar Convidado da Universidade de Aveiro

**Professor Doutor Agostinho António Rocha Correia e
Almeida da Benta**
Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro

Agradecimentos

Em primeiro lugar quero agradecer à minha família por todo o apoio prestado durante este estágio e durante todo o meu percurso académico pois sem eles não teria tido todas as oportunidades que tive.

Agradeço também à empresa MRG – Engenharia e construção por me terem possibilitado a realização do meu estágio nas suas instalações. Foi com imensa alegria que encontrei na empresa para além de ótimos profissionais, pessoas que me ajudaram sempre que necessitava. Entre eles realço a Susana, o Miguel, a Engenheira Mónica, a Engenheira Mafalda e o Engenheiro Joel.

Por último mas não menos importante agradeço ao Professor Nuno Cruz pelos ensinamentos passados assim como agradeço à Universidade de Aveiro pelos anos de sabedoria e engenho que me foram transmitidos.

Palavras-Chave

Pavimentos flexíveis, Reciclagem de Pavimentos, Ensaio Geológicos e Geotécnicos, Degradação dos Pavimentos. Misturas Betuminosas.

Resumo

Esta dissertação aborda os métodos de reciclagem dos pavimentos assim como a sua execução. São ainda abordadas as etapas necessárias à execução de uma obra de vias de comunicação desde o seu projeto e dimensionamento até ser posto em prática.

O presente trabalho está dividido em cinco partes principais. Uma parte inicial onde é feito o aprofundamento sobre a temática dos pavimentos flexíveis. De seguida aborda-se a reciclagem dos pavimentos desde os processos de reciclagem, os locais onde é efetuada e os diferentes tipos existentes. Nos últimos três capítulos principais é feito o relato das ações elaboradas em direção de obra durante o estágio curricular na empresa MRG- Engenharia e Construção, SA. nas empreitadas do Cartaxo e de Ovar.

Keywords

Flexible pavements, Pavement Recycling, Geological and Geotechnical Testing, Degradation of flooring. Bituminous Mixtures.

Abstract

This paper discusses the methods of recycling of pavements as well as their implementation. It also covers the steps necessary to perform a work of roads since its design and sizing to be in place.

This paper is divided into five main parts. An initial part which is made further exploring the issue of flexible pavements. Then addresses the recycling of pavements from recycling processes, the places where it is made and the different types available. In the last three chapters is done the main report of the actions developed in the direction of the work during the traineeship at the company MRG-Engineering and Construction SA. for works of Cartaxo and Ovar.

Índice

Índice	7
Índice de Figuras	10
Índice de Tabelas	12
Abreviaturas.....	13
Normas	14
1. Introdução.....	16
1.1 Objetivo do trabalho	16
1.2 Estrutura do relatório	16
2. Apresentação da entidade de acolhimento.....	18
2.1 Descrição e História	18
2.2 Estrutura e composição	18
2.3 Missão e valores	19
2.4 Apresentação do departamento de produção	19
2.4.1 <i>Produção</i>	19
2.4.2 <i>Projetos em curso</i>	19
3. Desenvolvimento do Estágio Curricular.....	21
3.1 Primeiro contacto com a empresa	21
3.2 Instrumentos de trabalho.....	21
3.3 Cronologia das atividades desenvolvidas durante o estágio	21
4. Pavimentos rodoviários flexíveis	23
<i>Degradações do pavimento</i>	25
5. Reciclagem de pavimentos.....	30
5.1 Introdução.....	30
5.2 Processos de reciclagem	31
5.3 Locais de reciclagem	32
5.3.1 Reciclagem “ <i>in situ</i> ”	33
5.3.2 Reciclagem em central	33
5.4 Diferentes Tipos de reciclagem	36
5.4.1 Reciclagem “ <i>in situ</i> ” a frio com cimento	38
5.4.2 Reciclagem “ <i>in situ</i> ” a frio com emulsão betuminosa.....	39
5.4.3 Reciclagem “ <i>in situ</i> ” a frio com espuma de betume	40
5.4.4 Reciclagem “ <i>in situ</i> ” a quente	41

5.4.5 Reciclagem em central a frio	43
5.4.6 Reciclagem em central a quente	44
5.4.7 Reciclagem em central semi-quente	44
6. Acompanhamento da obra “Infraestruturas de Ciência e Tecnologia do Valley Park – Cartaxo”	46
6.1 Descrição da empreitada	46
6.2 Qualidade e ambiente	49
6.2.1 <i>Gestão de Resíduos</i>	49
6.2.2 <i>Realização de fichas de inspeção e ensaio</i>	51
6.2.3 Boletins de constatação	51
6.2.4 <i>Ensaio realizados</i>	52
6.3 Execução da obra	56
6.3.1 <i>Trabalhos Preparatórios</i>	56
6.3.2 <i>Trabalhos complementares</i>	57
7.A - Acompanhamento da obra “Execução das Redes de Drenagem de Águas Residuais de S. João de Ovar (PAR 001), S. Vicente Pereira (PAR 100) e Emissário de Ligação à SIMRIA – 1ª Fase – Ovar”	59
7A.1 Descrição da empreitada	59
7A.2 Ensaio realizados	62
7A.2.1 <i>Ensaio realizados para elaboração do estudo geotécnico anterior à execução da obra</i>	62
7A.2.2 <i>Ensaio realizados durante a execução da obra</i>	63
7A.3 Relatório de Vistoria de Pavimentos	63
7A.3.1 <i>Conclusões finais que se podem tirar da resistência do pavimento</i>	63
7A.4 Reciclagem dos pavimentos.....	64
7A.5 Repavimentação.....	64
7A.6 <i>Controlo de qualidade das misturas betuminosas</i>	67
7A.6.1 <i>Ensaio realizados para controlar a qualidade da pavimentação</i>	69
7.B - Acompanhamento da obra “ Execução da 1ª fase das Redes de Drenagem de Águas Residuais de Ovar/S.João (PAR 002/003) e Esmoriz/Cortegaça (PAR 005)”	71
7B.1 Descrição da empreitada.....	71
7B.2 Mapas comparativos	76
7B.3 Fichas de aprovação de materiais.....	77
7B.4 Ensaio realizados.....	77
7B.4.1 <i>Ensaio realizados durante a execução da obra</i>	77

8. Conclusão	78
9. Bibliografia	79
Anexos	82

Índice de Figuras

Figura 1 - Logotipo da empresa.....	18
Figura 2 - Diagrama explicativo da constituição de um pavimento flexível (retirado da internet)	24
Figura 3 - Diagrama da constituição de um pavimento flexível mais em pormenor (imagem retirada da internet).....	24
Figura 4 - Fendas longitudinais (esquerda), fendas ramificadas (meio) e “pele de crocodilo” (direita).....	27
Figura 5 - Degradação superficial de um pavimento (imagem retirada da internet)	27
Figura 6 - Peladas presente no pavimento (fotografia pessoal)	28
Figura 7 - Movimento de materiais finos para a superfície do pavimento (imagem retirada da internet)	28
Figura 8 - Esquema de funcionamento de uma central betuminosa contínua (Instituto de Infraestruturas Rodoviárias – INIR).....	34
Figura 9 - Esquema de funcionamento de uma central betuminosa descontínua com incorporação do material fresado a frio (Instituto de Infraestruturas Rodoviárias – INIR).....	35
Figura 10 - Esquema de funcionamento de uma central betuminosa descontínua com incorporação do material fresado a quente (Instituto de Infraestruturas Rodoviárias – INIR)..	35
Figura 11 - Esquema de funcionamento de uma central betuminosa descontínua com incorporação do material fresado pelo método Recyclean (Instituto de Infraestruturas Rodoviárias – INIR)	36
Figura 12 - "Comboio de reciclagem" em reciclagem " <i>in situ</i> " a frio com cimento (Picado-Santos et al, 2011)	38
Figura 13 - "Comboio de reciclagem" em reciclagem " <i>in situ</i> " a frio com emulsão betuminosa (Picado-Santos et al, 2011).....	40
Figura 14 - "Comboio de reciclagem" em reciclagem " <i>in situ</i> " a frio com betume-espuma (Picado-Santos et al, 2011).....	41
Figura 15 - "Comboio de reciclagem" em reciclagem " <i>in situ</i> " a quente com rejuvenescedor (Picado-Santos et al, 2011).....	42
Figura 16 - Reciclagem em central a frio com emulsão betuminosa (Martinho,2005)	43
Figura 17 - Reciclagem em central a frio com betume-espuma (Martinho, 2005).....	44
Figura 18 - Reciclagem em central semi-quente (Martinho,2005)	45
Figura 19- Estado da obra no início do estágio (Março 2013)	46
Figura 20 - Mapa da zona em obra (Imagem Google Maps).....	47
Figura 21 - Excerto da carta topográfica da zona da empreitada	47
Figura 22- Excerto da carta geológica referente à zona do Cartaxo (imagem retirada da internet)	48
Figura 23 - Excerto da carta tectónica da zona do Cartaxo.....	48
Figura 24 - Organograma da obre do Cartaxo.....	49
Figura 25 - Princípios da hierarquia de gestão de RC&D.....	50
Figura 26 – Célula Radioativa para determinação do teor em água e do peso volúmico: a) transmissão indireta; b) transmissão direta (imagem retirada da internet)	53

Figura 27 - Conjunto de peneiros normalizados (imagem retirada da internet)	54
Figura 28 - Equipamento de ensaio de Proctor (imagem retirada da internet)	55
Figura 29 - Equipamento de teste CBR (imagem retirada da internet)	56
Figura 30 - Excerto da carta topográfica da zona de empreitada (Imagem Instituto Geográfico do Exército)	59
Figura 31 - Excerto da carta geológica com indicação dos locais das estações elevatórias	60
Figura 32 - Legenda da carta geológica.....	60
Figura 33 - Excerto da carta tectónica referente à zona de Ovar	61
Figura 34 - Organograma da obra de Ovar - ADRA1	62
Figura 35 - Penetrómetro DPM 30-20 (imagem retirada da internet).....	63
Figura 36 - Zona do pavimento que apresenta camada de betuminoso e calçada/paralelos (fotografia pessoal)	64
Figura 37 - Pavimentadora (foto pessoal).....	65
Figura 38 - Misturas betuminosas.....	65
Figura 39 - Compactador de pneus e compactador de cilindro (fotografia pessoal)	67
Figura 40 - Extrator de refluxo (imagem retirada da internet)	Erro! Marcador não definido.
Figura 41 - Excerto da carta topográfica da zona de empreitada (Imagem Instituto Geográfico do Exército)	73
Figura 42 - Excerto da carta geológica	74
Figura 43 - Legenda da carta geológica.....	74
Figura 44 - Excerto da carta tectónica referente à zona de Ovar	75
Figura 45 - Exemplo de resposta de uma empresa ao pedido de proposta de preços.....	76
Figura 46 - Exemplo detalhado da proposta de preços de uma empresa	77

Índice de Tabelas

Tabela 1- Percentagens de reciclagem em função do método de adição do material.....	36
Tabela 2 - Características principais que influenciam a técnica de reciclagem	36
Tabela 3 - Tipos de resíduos existentes na obra, códigos LER e destinos finais respetivos.....	50
Tabela 4 - Tipos de resíduos e soluções para a sua reutilização e/ou reciclagem	51
Tabela 5 – Tolerância relativa às espessuras das camadas (JAE, 1998)	68
Tabela 6 - Valores admissíveis de IRI (m/km), calculados por troços de 100 metros, em pavimentos com camadas betuminosa (JAE, 1998).....	68
Tabela 7 - Classificação de irregularidade segundo CEJAE (JAE, 1998).....	68

Abreviaturas

- **PME** – pequena ou média empresa;
- **RCD** – resíduos de construção e demolição;
- **LER** – lista europeia de resíduos;
- **FIE** – fichas de inspeção e ensaio;
- **BC** – boletins de constatação;
- **CBR** – California Bearing Ratio;
- **ZOM** – Zona da Ossa Morena;
- **ZCI** – Zona Centro-Ibérica;
- **CEJAE** – Caderno de Encargos da Junta Autónoma de Estradas;
- **JAE** – Junta Autónoma de Estradas;
- **TR** – Taxa de reciclagem;
- **mt_F** – Massa total do material fresado;
- **mt_R** – Massa total da mistura reciclada;
- **TRa** – Taxa de reciclagem de agregado;
- **ma_F** – Massa de agregado do material fresado;
- **ma_R** – Massa de agregado da mistura reciclada;
- **TRb** – Taxa de reciclagem de betume;
- **mb_F** – Massa de betume envelhecido;
- **mb_R** – Massa de ligante total da mistura reciclada.

Normas

- **ASTM D6938** – 10 Standard Test Method for In-Place Density and Water Content of Soil and Soil-Aggregate by Nuclear Methods (Shallow Depth);
- **ASTM D2172/D2172M-11** - Standard Test Method for Quantitative Extraction of Bitumen from Bituminous Paving Mixtures;
- **NP – 143** – Solos: determinação dos limites de consistência;
- **LNEC E 196 – 1966** – Solos: análise granulométrica;
- **LNEC E 197** – Compactação Proctor;
- **LNEC E 198** – Determinação do Índice Californiano (CBR);
- **LNEC E 267 – 1973** – Misturas betuminosas: Determinação da densidade aparente;
- **LNEC E 239** – Análise granulométrica por peneiração húmida;
- **NF P 94-117-1** – Sols: reconnaissance et essais (Portance des plates- formes).

1. Introdução

Este documento foi realizado no âmbito da unidade curricular de Dissertação/Projeto/Estágio que é lecionada no 2º ano do 2º ciclo de estudos do curso de Engenharia Geológica – ramo da Geotecnia da Universidade de Aveiro, no ano letivo 2012/2013.

O presente estágio foi realizado na empresa MRG – Engenharia e Construção, S.A., com sede no Parque Industrial de Abrunheira, Lotes 9 e 10, Vila Chã, 6270-186 Seia e com escritórios na Urbanização Alto do Sol, Lote 4, Alto da Relvinha, Pedrulha, Apartado 8045, 3025-028 Coimbra.

Através da empresa MRG houve a possibilidade de acompanhar as seguintes obras de construção: “Infraestruturas de Ciência e Tecnologia do Valley Park – Cartaxo”, “Execução das Redes de Drenagem de Águas Residuais de S. João de Ovar, S. Vicente Pereira e Emissário de Ligação à SIMRIA – 1ª Fase – Ovar” e “ Execução da 1ª fase das Redes de Drenagem de Águas Residuais de Ovar/S.João e Esmoriz/Cortegaça”.

1.1 Objetivo do trabalho

Este relatório tem como objetivo a compreensão e descrição dos trabalhos realizados durante o estágio curricular de acordo com as funções desempenhadas quer em gabinete (nos escritórios da empresa e no estaleiro) quer em campo (nas frentes de obra).

Visto que futuramente pretendo ascender à direção de obras, este estágio veio de encontro ao pretendido pois fiz um pouco de tudo, desde trabalho relacionado com a área das pavimentações e geotecnia até à área de projeto anterior ao início de obra.

Será também abordada a existência de ensaios que foram realizados durante a obra. É feita uma breve referência à área legislativa, principalmente na parte de qualidade e ambiente.

Neste trabalho também é abordado mais em pormenor a temática da reciclagem dos pavimentos que é um assunto muito importante nos dias que correm.

Desta maneira é feita uma abordagem geral ao trabalho presente em obras de vias de comunicação desde o seu início até à entrega ao cliente. Em nenhuma das obras foi possível estar o tempo suficiente para as acompanhar na totalidade devido ao pouco tempo de estágio mas ficou uma ideia geral do que se passou nas empreitadas.

1.2 Estrutura do relatório

O relatório está organizado em cinco capítulos. No primeiro capítulo apresenta-se uma breve descrição do trabalho em si, assim como dos objetivos do estágio e a organização deste documento. No segundo capítulo é feita a apresentação da entidade de acolhimento, incluindo a sua história, estrutura e composição e é retratado o departamento de produção da empresa. No terceiro capítulo aborda-se o desenvolvimento do estágio, isto é, desde o primeiro contacto com a empresa até às atividades desenvolvidas durante o tempo de permanência na MRG. No quarto capítulo são abordadas as características dos pavimentos flexíveis assim como no

quinto capítulo a temática abordada é a da reciclagem dos pavimentos. No sexto capítulo é aprofundado o trabalho de acompanhamento da obra “Infraestruturas da área de Ciência e Tecnologia do Valley Park – Cartaxo”. O capítulo sete retrata o acompanhamento feito à obra “Execução das Redes de Drenagem de Águas Residuais de S. João de Ovar, S. Vicente Pereira e Emissário de Ligação à SIMRIA – 1ª Fase – Ovar” e à obra “ Execução da 1ª fase das Redes de Drenagem de Águas Residuais de Ovar/S.João e Esmoriz/Cortegaça”, pois estas encontram-se interligadas e apresentam características semelhantes. No último capítulo são abordadas as conclusões que foram tiradas com a realização deste estágio.

2. Apresentação da entidade de acolhimento

2.1 Descrição e História

A empresa *MRG – Engenharia e Construção SA* foi fundada por Manuel Rodrigues Gouveia em 1978. A gerência manteve-se sempre constante até 1991 quando foi ocupada pelo seu filho, Engenheiro Fernando Gouveia.



Figura 1 - Logotipo da empresa

Inicialmente a atividade principal da empresa era promoção imobiliária e prestação de serviços de construção a autarquias, departamentos do estado e a particulares. Nessa época a sua influência geográfica limitava-se ao distrito da Guarda.

A partir de 1989, a empresa apostou na Construção Civil e Obras Públicas e os seus principais clientes passaram a ser o Ministério da Educação, Saúde e Justiça.

No ano de 1998 houve uma transição da empresa para Sociedade Anónima, devido ao seu crescimento, e em 2000 foi criada uma nova área de trabalho que engloba a construção de vias de comunicação, infraestruturas e ambiente.

Atualmente a empresa tem uma zona de atuação a nível de todo o território nacional assim como já se expandiu internacionalmente.

Devido ao grande crescimento que teve, passou de PME (pequena ou média empresa) em 2002 para o estatuto de empresa de referência a nível nacional nas diversas áreas em que atua.

2.2 Estrutura e composição

O grupo MRG é constituído pela própria empresa MRG – Engenharia e construção SA e também pela empresa Equipav – Engenharia e Construção SA. Em muitas das obras existem elementos de ambas as empresas a trabalhar não existindo uma grande distinção, na prática, entre as empresas.

A Equipav inicialmente era uma empresa de gestão de equipamentos para as obras da MRG e tinha as suas instalações em Seia. Em 2010 houve uma remodelação onde foi implementado um departamento de Recursos Humanos assim como técnicos para desenvolverem o seu trabalho no sector da construção.

A sua principal atividade está então orientada para as obras de pequena/média dimensão de âmbito local e regional. É privilegiado um acompanhamento personalizado ao

cliente, demonstrando uma grande agilidade e versatilidade de métodos na resolução de problemas.

A Equipav está subdividida em quatro direções principais e cinco áreas de apoio.

A MRG por sua vez apresenta cinco direções principais e quatro áreas de apoio, sendo essas áreas de apoio transversal a toda a empresa.

2.3 Missão e valores

A MRG, assim como a Equipav, primam pelos mesmos princípios: a qualidade e motivação dos recursos humanos de maneira a que sejam ultrapassadas as expectativas dos seus clientes e que seja promovido o bem-estar das populações em qualquer área de mercado onde a empresa atue.

É política da empresa aproveitar todas as oportunidades de negócio que contribuam para o seu crescimento, transmitindo segurança e um elevado espírito de ética empresarial aos agentes com quem se relaciona.

2.4 Apresentação do departamento de produção

2.4.1 Produção

A empresa atua em todo o território nacional e em segmentos distintos, posicionando-se essencialmente nos segmentos das Obras Públicas de Construção de Edifícios não-residenciais e de Engenharia.

2.4.2 Projetos em curso

A empresa tem uma diversidade de projetos em curso, sendo alguns exemplos:

- 22.708 – **Requalificação da Avenida Vasco da Gama (Sines)** - Empreitada para a requalificação da Av. Vasco da Gama, construção de um elevador, tratamento paisagístico da falésia e sua consolidação na área contígua ao elevador. A obra de reabilitação e consolidação da falésia de Sines pretende travar a sua degradação física e ecológica, tratando paisagisticamente o espaço e estabilizando a falésia, de modo a minimizar os riscos de deslizamento de rocha.
- 21.587 – **EBI/JI Sul do Concelho – Salreu (Salreu – Estarreja)** – Empreitada de um novo Centro Escolar de Salreu onde a nova escola será constituída por 12 salas para o 1º ciclo, 3 salas para o pré-escolar, salas de apoio, de atividades, de educação plástica e de repouso, assim como gabinetes destinados aos docentes, uma para atendimento e uma sala para a Associação de Pais.
- 21.815 – **Centro de Congressos de Coimbra (Coimbra)** – Projeto de construção do Centro de Convenções e Espaço Cultural do Convento de São Francisco, com a construção de um auditório, a recuperação do mosteiro e a criação de uma praça, entre outras funcionalidades, que ocuparão uma área total de 27 mil metros quadrados.

- Entre outras.

3. Desenvolvimento do Estágio Curricular

3.1 Primeiro contacto com a empresa

O estágio decorreu na secção de produção da empresa MRG sob a monitorização da Engenheira Mafalda Lopes. Também houve o apoio do Engenheiro Joel Barbosa na obra que acompanhei em Ovar. O departamento de produção está direcionado para as obras de construção civil e daí a escolha para o meu estágio.

O primeiro dia de estágio em escritório foi passado maioritariamente a tratar de pormenores logísticos como a definição de um correio eletrónico da empresa para mim e também foi-me dado acesso a pastas informáticas com documentos relativos às obras em curso.

Por sua vez, o primeiro contacto com a obra foi passado a pôr-me a par dos trabalhos que já tinham sido começados, as normas de segurança da obra, assim como fui apresentada ao encarregado geral responsável e aos restantes trabalhadores.

3.2 Instrumentos de trabalho

Logo nos primeiros dias foi-me disponibilizada uma secretária no *open space* do departamento de produção, um telemóvel da empresa (pois é um meio imprescindível de comunicação quando se está em obra) e um computador com acesso à internet e acesso a pastas restritas da empresa.

Foram-me também disponibilizados, no início do estágio, documentos em formato Excel e Word referentes a ficheiros editáveis de registo de fichas de inspeção e ensaio, análises de causas, controlo de resíduos e registo de calibração/verificação de equipamentos de monitorização e de medição.

Foram-me apresentadas muitas peças desenhadas num programa informático chamado ZWCAD2012.

3.3 Cronologia das atividades desenvolvidas durante o estágio

Durante as quatro primeiras semanas de estágio, este foi passado entre as instalações da sede (em Coimbra) e a obra no Cartaxo.

No decorrer deste tempo tive uma formação sobre qualidade, segurança e ambiente na sede. Na obra em si tive que elaborar documentos identificadores dos resíduos e respetivos códigos (LER) e fazer a atualização de fichas de inspeção e ensaio. Foi também feito serviço administrativo com o envio de guias de transporte dos fornecedores.

Visto que as pastas da obra estavam desatualizadas também as atualizei e organizei assim como arqueei todo o material das fichas de aprovação de materiais referentes àquela empreitada.

Por último, antes de mudar para a obra de Ovar, ajudei no preenchimento e verificação das fichas de inspeção e ensaio.

A minha mudança para a nova empreitada em Ovar deveu-se em parte à necessidade de apoio e colaboração com o engenheiro responsável na elaboração de um relatório de vistoria de pavimentos. Foi adaptado um relatório de vistoria de infraestruturas já existente para o fim que agora era necessário.

Nas semanas seguintes houve a ida para a frente de obra, aquando da abertura das valas, para poder fazer a vistoria das espessuras existentes dos pavimentos assim como as suas deformações.

Após este trabalho de vistoria estar concluído passei para outra área totalmente diferente. Com o início de uma nova obra, complementar à anterior, houve a necessidade de ajudar na fase de projeto, ou seja, elaboração de mapas comparativos para poder comparar as melhores ofertas de preço dos subempreiteiros/fornecedores que iriam ser necessários à obra e posteriormente poder adjudicar o trabalho.

Também na fase de projeto participei na elaboração de fichas de aprovação de materiais. Estas fichas apresentam a identificação de cada material, o seu fornecedor e os artigos do mapa comparativo a que este material está associado. Posteriormente são entregues à entidade fiscal que fará a aprovação da escolha do material.

4. Pavimentos rodoviários flexíveis

A um pavimento rodoviário devem-se exigir dois tipos de qualidades: a **qualidade funcional** e a **qualidade estrutural**. A primeira é relacionada com as exigências dos utentes - conforto e segurança - e a segunda é relacionada com a capacidade do pavimento suportar as cargas dos veículos sem sofrer alterações para além de determinados valores limites, as quais colocariam em causa a garantia da qualidade funcional, aquela que é captada pelos utentes rodoviários.

Existem algumas obras em que o contacto com os pavimentos existentes é mais agressivo. Com o tráfego de veículos inerentes à obra (veículos pesados, máquinas) a aumentar, algumas estradas nas zonas de empreitada podem vir a degradar-se ou a piorar o seu estado de conservação.

Um **pavimento flexível** é constituído por:

- Camada de desgaste

É a camada superior do pavimento e na qual circula diretamente o tráfego. Deve apresentar uma superfície lisa, regular, não derrapante e resistente ao desgaste contínuo do tráfego, conferindo assim as condições de segurança e conforto para os seus utilizadores.

Esta camada é constituída por uma mistura de agregados e betume. Tendo os agregados uma maior percentagem na camada (aproximadamente 85 a 90%) e têm como função resistir ao desgaste imposto pelas solicitações e suportar e transmitir as cargas do tráfego para a camada de base. O restante material é composto por betume, que tem como função ligar os agregados (elemento aglutinante) e com funções de impermeabilizar a camada.

- Camada de regularização

A sua função é receber as cargas derivadas do tráfego e transmitidas pela camada de regularização, uniformizar as tensões e posteriormente transmiti-las para a camada de base. Esta camada é constituída por uma mistura betuminosa.

- Camada de base

É a camada estrutural mais importante e tem como função receber as cargas transmitidas pela camada de regularização, uniformizar as tensões e posteriormente transmitir à camada de sub-base.

- Camada de sub-base

A camada de sub-base vai recebendo os esforços provenientes da camada de base e redistribuindo os esforços para a fundação, drenando infiltrações que poderão ocorrer nas camadas superiores e impedindo a ascensão da água capilar evitando que atinjam as camadas nobres do pavimento.

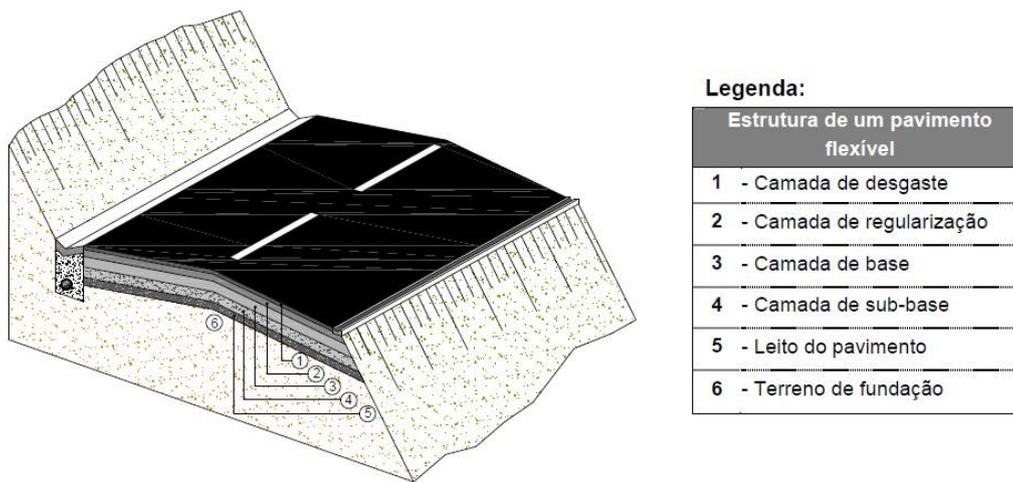


Figura 2 - Diagrama explicativo da constituição de um pavimento flexível

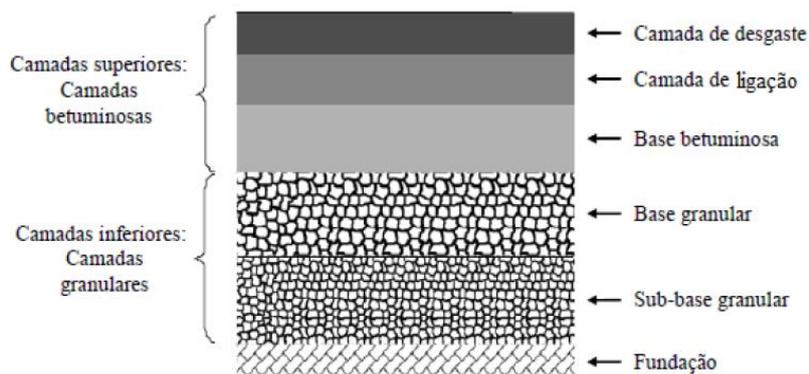


Figura 3 - Diagrama da constituição de um pavimento flexível mais em pormenor

Uma maneira de salvaguardar as empresas, evitando futuros problemas com o dono da obra ou com a população, é a existência de Relatórios de Vistoria de Pavimentos. Ou seja, é feito um registo do estado do pavimento antes e após a realização da obra. A fiscalização visual é feita através da anotação do estado de degradação superficial do pavimento, ou seja, a presença de anomalias.

Também é feita uma vistoria no decorrer da obra, aquando da abertura das valas, de maneira a poder saberem-se as espessuras das camadas do pavimento verificando-se assim se estão conforme o esperado ou apresentam espessura maior ou menor (o que ajuda no dimensionamento do betuminoso que vai ser colocado). Após o término da obra é possível constatar então se os pavimentos teriam capacidade para aguentar o aumento do tráfego ou se se degradaram. Podendo também inferir-se sobre a qualidade dos pavimentos.

O Relatório de Vistoria de Pavimentos vai incluir: denominação da zona a fiscalizar, tipo de pavimento existente, espessura desse mesmo pavimento, existência de degradações superficiais e fotos do local.

No anexo 4 encontra-se um exemplo de um relatório de vistoria a pavimentos (já preenchido).

Degradações do pavimento

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 localização.

O processo de evolução das degradações, aparentes ou não, de um pavimento, apoia-se no “princípio da cadeia de consequências”, segundo o qual uma degradação não evolui isoladamente no tempo, antes vai dar origem a novos tipos de degradações, as quais, por sua vez, interferem com as características das primeiras. Pode-se considerar então uma atividade em ciclo, onde as diferentes degradações interferem mutuamente (Picado Santos *et al.*, 2008).

Considera-se assim o processo de degradação de um pavimento dependente de dois grupos de fatores: os fatores passivos que são característicos do pavimento construído (espessura das camadas, materiais utilizados, qualidade de construção) e os fatores ativos, que são os principais responsáveis pelo processo de degradação, compreendendo as ações do tráfego e dos agentes climáticos.

Para pavimentos flexíveis existe uma vasta diversidade de degradações que podem ocorrer. Pode verificar-se o desenvolvimento de parte, ou do conjunto das seguintes degradações:

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

As **deformações** observáveis na superfície de um pavimento podem ser subdivididas em abatimento (longitudinal e transversal), ondulação, deformações localizadas e rodeiras.

O abatimento é uma deformação com uma extensão significativa, apresentando-se ao longo do pavimento ou em direção transversal. No caso de ser longitudinal pode localizar-se ao longo do pavimento junto à berma ou ao longo do eixo de rodagem.

Quando o abatimento surge junto à berma pode ser resultado de uma redução da capacidade de suporte das camadas granulares e do solo de fundação, relacionada com a entrada de água através da berma ou da interface berma-pavimento.

Ao longo do eixo pode ocorrer abatimento caso exista um fendilhamento nesse local, resultando uma redução da capacidade de suporte por infiltração de água até às camadas inferiores granulares e ao solo de fundação.

Transversalmente esta deformação vai ter uma localização dependente da ocorrência de situações patológicas ao nível das camadas inferiores, em particular no solo de fundação e camadas granulares.

A ondulação é uma deformação transversal que se repete com uma determinada frequência ao longo do pavimento. Pode ocorrer nas camadas de desgaste constituídas por revestimento superficial, devido a deficiências na distribuição do ligante. Também pode verificar-se em camadas de betão betuminoso em que ocorra o arrastamento da mistura por

excessiva deformação plástica, devido à ação do tráfego e ou ainda dever-se à deformação da fundação, originando uma ondulação suave do pavimento.

Quando uma deformação se verifica numa pequena área do pavimento ela é denominada deformação localizada e geralmente é acompanhada de rotura do pavimento.

As rodeiras são deformações longitudinais que se desenvolvem na banda de passagem dos pneus dos veículos.

O **fendilhamento** é uma das degradações mais frequentes nos pavimentos flexíveis e resulta na maioria dos casos da fadiga dos materiais das camadas betuminosas devido à repetição dos esforços de tração por flexão dessas camadas. Existe vários tipos de degradações podendo ser fendas isoladas/ramificadas ou fendas formadas por uma malha (“pele de crocodilo”).

As fendas isoladas/ramificadas podem ser subdivididas em fendas resultantes da fadiga do pavimento (fendas de fadiga), fendas longitudinais (junto à berma ou ao eixo da via), fendas transversais e parabólicas.

A origem do fendilhamento pode dever-se a várias causas, como deficiências do processo construtivo, ou seja, deficiente compactação e segregação das misturas betuminosas, a agressividade do tráfego pesado, isto é, pneus de base larga e elevada pressão de enchimento, traduzida por elevadas tensões de tração à superfície.

Além do fenómeno de fadiga é de salientar a ação das condições climatéricas, a deficiente qualidade das misturas betuminosas e o solo de fundação com reduzida capacidade de suporte (estado hídrico desfavorável), fatores como estes contribuem para que a camada betuminosa inferior assuma uma importante parte da distribuição da carga.

A pele de crocodilo resulta da evolução de fendas ramificadas, correspondendo a uma fase de evolução rápida do estado de degradação do pavimento.

As fendas parabólicas na camada de desgaste, que podem evoluir até à formação de peladas, podendo ter origem numa ou no conjunto das seguintes causas:

- Deficiente ligação entre a camada de desgaste e a camada betuminosa inferior;
- Condições severas de aplicação das cargas (elevados esforços tangenciais);
- Ações climatéricas desfavoráveis (elevadas temperaturas);
- Reduzida espessura e resistência da camada de desgaste.



Figura 4 - Fendas longitudinais (esquerda), fendas ramificadas (meio) e “pele de crocodilo” (direita)

A **degradação da camada de desgaste** reflete-se essencialmente na perda da qualidade superficial da camada de desgaste, devido à evolução da própria camada, resultante da falta de estabilidade da ligação entre os materiais constituintes da mistura.

Em situações em que a superfície da camada de desgaste verifica a perda da componente mais fina da mistura betuminosa, os agregados grossos ficam mais salientes, sendo esta degradação designada por “cabeças de gato”, devido ao aumento da macrotextura da superfície. Apesar de ter efeitos negativos ao nível do ruído e do desgaste do pneu, esta deformação é benéfica para a capacidade drenante da superfície do pavimento.

Outra degradação importante é a degradação superficial que resulta do desprendimento dos agregados grossos.



Figura 5 - Degradação superficial de um pavimento

Também existem as degradações denominadas “peladas” (descamação) que correspondem ao desprendimento de pequenas placas da camada de desgaste desligadas da camada subjacente.



Figura 6 - Peladas presente no pavimento (fotografia pessoal)

A degradação da camada de desgaste resulta da deficiente ligação entre os diferentes componentes de uma mistura betuminosa, ou da falta de estabilidade dessa ligação. Assim sendo, a degradação pode ter, como causas diretas, deficiências na qualidade dos materiais, deficiências na execução da camada de desgaste. Pode também ter origem num betume deficiente, na presença de água (insuficiente secagem de inertes), além de condições de temperatura desfavoráveis na fase de execução (temperaturas reduzidas), que vão afetar a compacidade da camada.

Os ninhos ou covas são dos estádios últimos no processo de degradação de um pavimento, com efeitos severos sobre os veículos, sofrendo ao mesmo tempo a ação acrescida destes, acelerando assim a evolução da degradação do pavimento. Os ninhos podem ainda resultar de uma zona localizada com deficiente capacidade de suporte (bolsada de argila, drenagem deficiente), ou de um defeito localizado na camada de desgaste ou camada de base (má qualidade de fabrico ou colocação).

O **movimento de materiais** é referente à movimentação dos materiais constituintes das camadas (betuminosas ou granulares) ou da fundação, através das camadas do pavimento.



Figura 7 - Movimento de materiais finos para a superfície do pavimento

A subida de finos verifica-se quando um pavimento tem as suas camadas betuminosas fendilhadas, ao mesmo tempo que as ações climáticas e as condições de drenagem contribuem para um nível freático muito elevado.

Outro tipo de degradação desta família, a exsudação, é o resultante da alteração da composição da camada de desgaste, devido à migração para a superfície de um excesso de

ligante, com o conseqüente envolvimento dos agregados grossos e redução da macrotextura. Esta degradação tem origem numa deficiente formulação da camada de desgaste (excesso de ligante, ligante de reduzida viscosidade, excesso de fração fina dos agregados), associada a condições severas de tráfego (tráfego pesado e lento) e a ações climáticas desfavoráveis (temperaturas elevadas).

Nesta empreitada, os pavimentos mais usuais são os pavimentos flexíveis e os pavimentos em calçada/paralelos. Em algumas zonas também era possível encontrar troços de estrada em que existia calçada por baixo e uma fina camada de desgaste de betão betuminoso por cima.

No caso dos troços com betuminoso e calçada, a não estabilidade do pavimento faz com que este acabe por abater ou deformar com a passagem dos veículos pesados.

No caso de troços só com betão betuminoso deparou-se com o déficit de espessura dos pavimentos (algumas zonas apresentavam espessuras muito finas de betão betuminoso) e também, por vezes, a reduzida espessura da camada de agregado britado.

5. Reciclagem de pavimentos

5.1 Introdução

A reciclagem de pavimentos consiste em reutilizar os materiais existentes na construção de uma nova camada, mediante a remoção dos mesmos numa certa profundidade, a adição de um conglomerado ou aglomerante (cimento ou emulsão), água (para a hidratação, pré-molhagem e compactação), eventualmente agregados (como corretores granulométricos ou com outros fins) e algum aditivo. A mistura homogénea destes materiais espalha-se, compacta-se e deixa-se curar adequadamente, constituindo assim uma base ou uma camada estruturalmente resistente de um novo pavimento.

Com a reciclagem existe a redução do impacto ambiental das obras devido ao facto de não ser necessário colocar as misturas retiradas em vazadouros, reduzindo deste modo o problema de produção de resíduos. Vai também reduzir a utilização de novos agregados e ligantes betuminosos.

O objetivo fundamental da reciclagem de um pavimento é melhorar as suas características e comportamento quando solicitado pelo tráfego. Em termos de objetivos parciais temos:

- Transformar um pavimento degradado e heterogéneo numa estrutura resistente e mais homogénea;
- Aumentar a capacidade de suporte, adaptando-a às solicitações do tráfego;
- Aumentar a sua durabilidade reduzindo a suscetibilidade à água e aumentar a resistência à erosão;
- Proteger o leito de pavimento e das camadas inferiores do pavimento, cujas características são muitas vezes deficientes.

Este processo, ao reaproveitar os materiais existentes, permite que a solução de reforço não envolva uma grande modificação na rasante do pavimento, o que faz com que não seja necessário grandes modificações nas serventias da estrada, nos passeios, entre outros.

Os tipos de reciclagem podem distinguir-se entre si no que diz respeito ao sítio onde se produz a mistura e a temperatura a que esta é produzida, pelas características do material a reciclar e pelo tipo de ligante utilizado.

A utilização da técnica de reciclagem apresenta diversos benefícios:

- Benefícios Ambientais
 - Diminuição das zonas de vazadouro (com a reciclagem dos pavimentos, os materiais provenientes do mesmo voltam a ser reutilizados levando a uma eliminação ou diminuição das zonas de vazadouro);
 - Redução da utilização de novos agregados (a extração, produção e transporte de novos agregados consome energia e tem impacto ambiental negativo).
- Benefícios Económicos
 - Tem existido um incremento nos custos dos materiais, dos equipamentos e dos combustíveis e transportes o que leva a que a reciclagem de pavimentos seja encorajada como meio de redução de custos.
- Benefícios no Desempenho

- Permite a reabilitação das características estruturais de um pavimento degradado reutilizando o material já existente.

➤ **Benefícios Técnicos**

- Através da reciclagem conseguem-se melhorias estruturais e de regularidade do pavimento evitando assim problemas com grandes modificações na estrada.

A reciclagem de pavimentos rodoviários começou por ser uma solução para um problema de ordem económica e não ambiental. Na década de 90 é que a temática ambiental ficou mais evidente.

Em Portugal os primeiros trabalhos de reciclagem de pavimentos foram realizados em 1992 na EN12 com recurso à adição de emulsão e cimento a frio “in situ”.

Atualmente existe uma implementação de novas normas encorajando a redução de resíduos pela reciclagem, reutilização ou regeneração fazendo com que exista um aumento da reabilitação dos pavimentos através das técnicas de reciclagem. Este uso já não é só por questões ambientais ou económicas mas também porque são processos tecnicamente viáveis e adequados.

Esta técnica também pode ser utilizada como solução para a reabilitação das características estruturais de pavimentos flexíveis. Pode ser utilizada nas seguintes situações:

- No caso em que as camadas betuminosas do pavimento apresentem fendilhamento por fadiga;
- Quando as camadas betuminosas apresentam deformações derivadas do impacto das condições térmicas;
- Em situações em que o pavimento apresente um estado de degradação avançado.

Os principais condicionantes para estes processos são os equipamentos disponíveis pois só permitem a reciclagem a uma profundidade limitada e caso existam fendas em grandes extensões ou problemas estruturais profundos vão condicionar a reciclagem dos pavimentos porque existe a impossibilidade de alcançar a base ou porque é necessário estar a fazer constantemente correções à dosagem da mistura. Também não deve ser utilizada reciclagem quando o pavimento apresenta problemas de fundação ou de drenagem.

A escolha das diferentes técnicas de reabilitação vão depender do estado e tipo de pavimento a reciclar mas também é necessário ter em atenção parâmetros como: o tráfego, a deflexão do pavimento, os materiais a tratar, o local da reciclagem, a temperatura, os ligantes e os materiais corretivos que serão usados.

Conclui-se então que esta técnica deve conseguir aumentar a capacidade resistente do pavimento, aumentar a sua durabilidade, minimizar a utilização de novos materiais e proteger as camadas inferiores do pavimento.

5.2 Processos de reciclagem

O processo de reciclagem deverá ser dividido em três grandes fases:

- Verificação das características do pavimento e se estas o elegem como adequado para a reciclagem;
- Estudo dos materiais e da composição da mistura betuminosa;
- Projeto do pavimento e realização da intervenção de reciclagem.

Numa primeira fase é necessário avaliar a viabilidade da utilização da técnica, como solução para a reabilitação estrutural do pavimento degradado, considerando as condicionantes económicas, solicitações de tráfego, impactos ambientais, entre outros.

Também é necessário verificar se o pavimento apresenta heterogeneidades localizadas ou pontuais pois assim dificultaria a intervenção da técnica de reciclagem e em alguns casos inviabiliza-la completamente. Caso se verifique a existência de fendas muito profundas no pavimento também será impossível realizar a reciclagem.

Na segunda fase é feito um estudo dos materiais a reciclar, provenientes do pavimento existente. É necessário proceder à caracterização do material fresado de modo a verificar qual o seu comportamento no pavimento reabilitado.

É necessário ser feita uma caracterização do material fresado, de modo a verificar o seu comportamento no pavimento reabilitado. É então realizada uma análise granulométrica (com e sem ligante) do material fresado e a caracterização do ligante antigo.

A taxa de reciclagem (TR), também conhecida como taxa de incorporação ou percentagem de reciclagem é a percentagem de material fresado que é incorporado na nova mistura betuminosa, ou seja, a proporção de material reciclado. Esta taxa corresponde à relação entre a massa total do material fresado (mt_F) e a massa total da mistura reciclada (mt_R) (Costa – Batista, 2006).

$$TR = \frac{mt_F}{mt_R} \times 100\%$$

Também é possível definir-se a taxa de reciclagem de agregado (TRa) que corresponde à massa de agregado do material fresado (ma_F) relativamente à massa de agregado da mistura reciclada (ma_R). A taxa de reciclagem de betume (TRb) vai dizer respeito à proporção entre a massa de betume envelhecido (mb_F) e a massa de ligante total da mistura reciclada (mb_R).

$$TRa = \frac{ma_F}{ma_R} \times 100\%$$

$$TRb = \frac{mb_F}{mb_R} \times 100\%$$

Numa terceira fase temos a elaboração do projeto de execução do pavimento reabilitado onde é necessário constar todas as zonas do mesmo que não podem ser alvo de processo de reciclagem, por questões de deficiência de material. Este projeto também deve definir as profundidades da reciclagem assim como a constituição e espessura das novas camadas recicladas.

5.3 Locais de reciclagem

A distinção entre tipos de reciclagem pode ser baseada no local onde se efetua a reciclagem, ou seja, podemos dividir em reciclagem “*in situ*” e reciclagem em central.

5.3.1 Reciclagem “*in situ*”

Este tipo de reciclagem consiste em fresar o pavimento existente numa determinada espessura pré-determinada, tendo como objetivo de no mesmo sítio misturar o material resultante do antigo pavimento com um ou vários ligantes. Seguidamente esta mistura é compactada fazendo com que o material da construção inicial, que antes estava degradado, fosse reciclado e reutilizado numa nova camada do pavimento, conferindo assim mais resistência mecânica.

A aplicação da reciclagem “*in situ*” é mais favorável quando estamos perante um pavimento com camadas granulares espessas e camadas betuminosas muito degradadas.

Como vantagem deste método podem-se referir as seguintes (Picado-Santos et al, 2008):

- Evita o transporte dos materiais fresados para outro local;
- É reduzida a degradação dos pavimentos das estradas circundantes à obra;
- Dispensa depósitos provisórios;
- Apresenta um tempo de execução inferior;
- São aproveitados na íntegra os materiais existentes no pavimento;
- O investimento em equipamentos é menor;
- Em alguns casos apresenta menores consumos energéticos.

Poderá apresentar também algumas desvantagens, que podem ser atenuadas (Picado-Santos et al, 2008):

- As condições do local de execução condicionam a qualidade do trabalho;
- Está mais dependente das condições meteorológicas;
- A heterogeneidade das camadas existentes pode prejudicar o rigor das fórmulas de trabalho;
- Alguns equipamentos mais complexos poderão ter avarias no local.

Em Portugal a técnica de reciclagem “*in situ*” mais conhecida é a técnica a frio.

5.3.2 Reciclagem em central

Nestas técnicas o material a reciclar é proveniente da fresagem e é transportado para a central, sendo posteriormente incorporado na produção das misturas betuminosas que podem depois ser aplicadas no local de proveniência do próprio material fresado ou noutra local. Existe então um custo adicional de transporte do material quer para a central, quer depois de volta para o local de aplicação.

Como vantagem da reciclagem em central temos a maior qualidade e fiabilidade do produto final obtido. Como é um local fixo é mais fácil proceder-se à receção e aprovisionamento dos ligantes e materiais corretivos, o que faz com que exista uma melhoria na qualidade das misturas obtidas pois não são afetadas pelas condições locais de execução nem pelas condições climáticas, o que provoca um rigor idêntico durante toda a obra.

O fabrico das misturas betuminosas recicladas nestes locais é feito nas mesmas centrais de produção de misturas betuminosas convencionais.

Centrais Contínuas

Nas centrais contínuas estamos perante três maneiras diferentes de aquecer o material fresado antes de ser adicionado ao betume. Este aquecimento é feito no tambor secador misturador e pode ser feito através de chama direta, chama indireta ou através do contacto com agregados sobreaquecidos. O método mais utilizado atualmente é o da chama direta ou o do contacto com agregados sobreaquecidos.

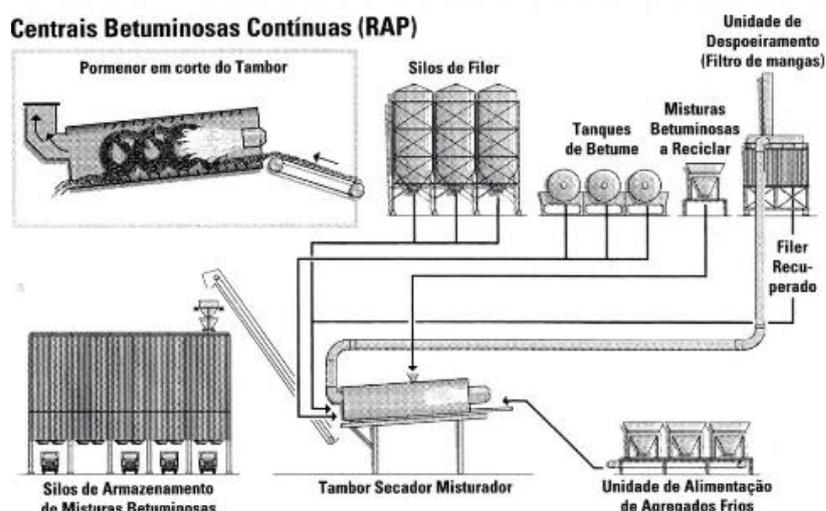


Figura 8 - Esquema de funcionamento de uma central betuminosa contínua (Instituto de Infraestruturas Rodoviárias –Maria da Conceição Azevedo para INIR)

Centrais Descontínuas

Existem várias formas distintas de incorporação do material fresado. Sendo elas: pelo método a frio, a quente ou método Recycleclean (reciclagem limpa).

No método a frio a introdução das misturas betuminosas a reciclar é feita em duas fases. O material é introduzido na altura da descarga do secador para o elevador de agregados quentes (o material é aquecido pelo contacto com os novos agregados sobreaquecidos antes de entrar no misturador) mas também é introduzido diretamente no misturador. No misturador será então adicionada à mistura a quantidade adequada de betume novo de acordo com as propriedades pretendidas para a mistura betuminosa.

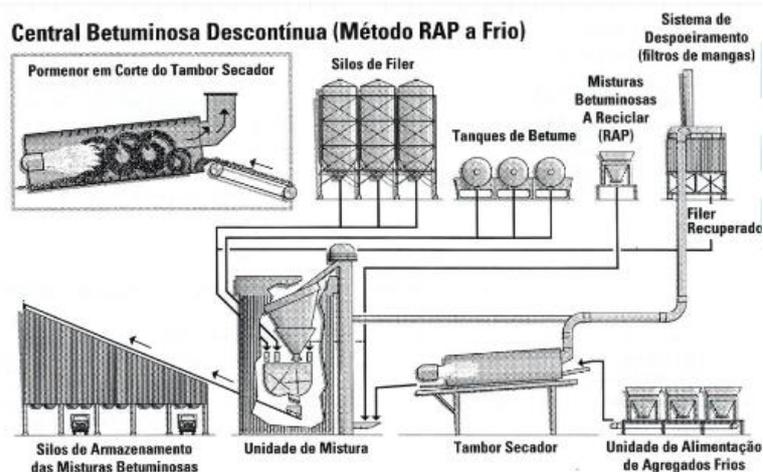


Figura 9 - Esquema de funcionamento de uma central betuminosa descontínua com incorporação do material fresado a frio (Instituto de Infraestruturas Rodoviárias – INIR)

Caso seja o método a quente, o material a reciclar é pré-aquecido num secador paralelo suplementar e só depois é aquecido e seco num segundo tambor. Posteriormente é transferido para o misturador através de um silo pré-doseador.

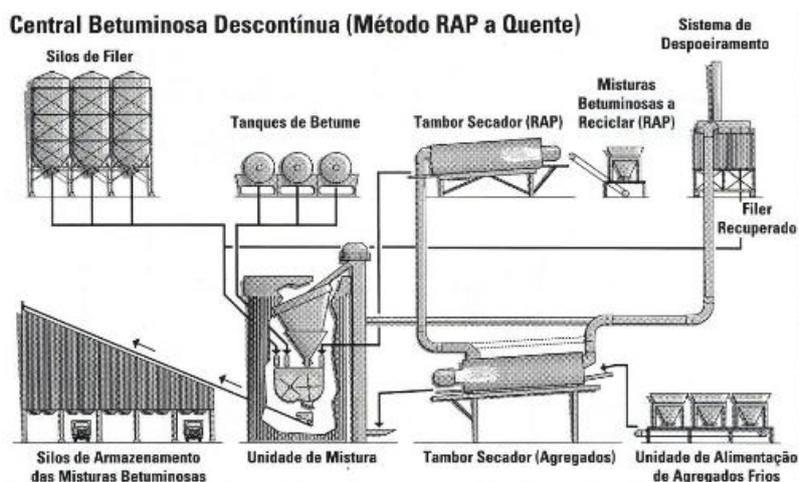


Figura 10 - Esquema de funcionamento de uma central betuminosa descontínua com incorporação do material fresado a quente (Instituto de Infraestruturas Rodoviárias – Maria da Conceição Azevedo para INIR)

Por último temos o método Recyclelean que consiste na introdução do material fresado no interior do tambor secador através de um anel, numa zona colocada atrás da chama (para que não haja contacto direto) evitando o sobreaquecimento do material. O material vai ser então aquecido através do contato com os agregados já quentes.

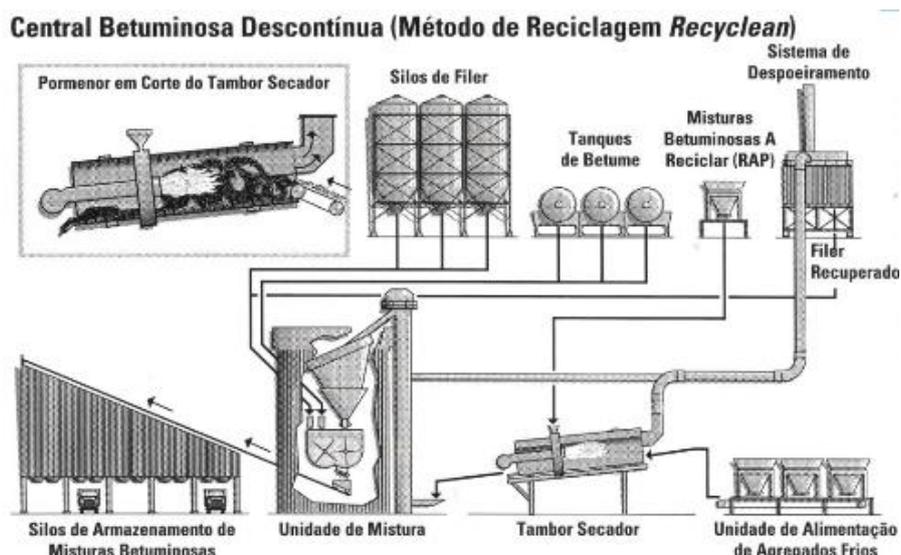


Figura 11 - Esquema de funcionamento de uma central betuminosa descontínua com incorporação do material fresado pelo método Recyclean (Instituto de Infraestruturas Rodoviárias – Maria da Conceição Azevedo para INIR)

Através do método a frio é possível conseguir uma percentagem de reciclagem entre os 10 e os 30%. Esta percentagem depende de fatores como o teor em água dos materiais a reciclar, a qualidade da mistura betuminosa fresada. No caso do método a quente e no Recyclean a percentagem de material fresado que se consegue incorporar é de 70% (a quente) e 40% (recyclean).

Tabela 1- Percentagens de reciclagem em função do método de adição do material

Método de adição do material		% de reciclagem
Centrais Descontínuas	Método a frio	10 a 30%
	Método a quente	70%
	Recyclean	40%
Centrais Contínuas		10 a 50%

5.4 Diferentes Tipos de reciclagem

A reciclagem pode ser subdividida em várias categorias de acordo com suas particularidades. Podemos resumir da seguinte forma:

Tabela 2 - Características principais que influenciam a técnica de reciclagem

Técnica de reciclagem	
Local da reciclagem	"in situ" (no próprio local)
	em central
Temperatura da reciclagem	a frio
	a quente

	semi-quente
Ligante utilizado	cimento
	emulsão betuminosa
	espuma de betume
	cimento com emulsão

Independentemente do tipo de reciclagem a utilizar é necessário sempre realizarem-se estudos preliminares que devem incluir a execução de um trecho experimental, onde são considerados aspetos relativos à espessura aproximada da intervenção, materiais a reciclar e é possível prever a evolução do seu comportamento ao longo do tempo, prevê-se também a formulação da mistura final a utilizar podendo aferir então quais as melhores soluções de reabilitação do pavimento degradado.

Cada tipo diferente de reciclagem vai combinar a escolha do local de reciclagem, a sua temperatura e o ligante utilizado no processo.

Reciclagem “in situ” a frio

Neste tipo de reciclagem as camadas do pavimento são fresadas de maneira a serem reduzidas a dimensões apropriadas para posteriormente serem misturadas a frio com o próprio aglutinante, no local da obra.

Visto que é uma técnica a frio, os consumos de energia são menores do que no caso da técnica a quente pois não é necessário aquecer o material. A presenta também níveis de emissão de gases tóxicos menores quando comparando com uma solução tradicional de reabilitação de um pavimento.

Para se realizar esta reciclagem é necessário primeiramente verificar as condições do pavimento, ou seja, se este se encontra em condições de ser alvo do processo. Caso cumpra os requisitos procede-se então à fase de estudo dos materiais que constituem o pavimento e à obtenção de uma fórmula de trabalho para cada um dos trechos que apresente características diferentes.

Durante a execução são necessárias, no mínimo, uma máquina recicladora, cisternas para água e ligantes, motoniveladoras e cilindros. A junção destes equipamentos forma o chamado “comboio de reciclagem”.

Inicialmente é feita uma passagem com a máquina recicladora que, de maneira contínua, desagrega o pavimento existente, adiciona água e o ligante através dos injetores existentes no rotor da máquina, vai misturar o material e por último procede ao seu espalhamento. Caso exista a necessidade de material corretivo este vai ser colocado no pavimento antes da passagem da máquina recicladora de modo a que quando ela passar se procedam às correções necessárias.

Como maneira de garantir a homogeneidade da camada reciclada, a máquina terá que avançar a uma velocidade lenta e constante, evitando paragens. Este avanço está muito

condicionado pelas características dos materiais existentes e pela profundidade em causa no processo de reciclagem.

Após a colocação da mistura vai-se seguir a compactação da camada reciclada que deverá ser em primeiro lugar através de um cilindro com rolo vibrante e de seguida com um cilindro de pneus. Este processo terá que ser executado logo após a passagem da máquina recicladora.

Para que exista a resistência necessária e um bom comportamento do pavimento reciclado é necessário alcançar-se a maior densidade possível, ou seja, recomenda-se que seja atingido no mínimo 90% do Proctor modificado. A compactação será então feita longitudinalmente de forma contínua e sistemática até ser atingido o grau de compactação pretendido. Caso a reciclagem tenha sido realizada em faixas paralelas então os cilindros de compactação têm que sobrepor-se na faixa adjacente em pelo menos 15 cm.

É feito um nivelamento da camada reciclada, através de uma motoniveladora, visto que o volume dos materiais tratados, após reciclagem, é superior ao inicial, existindo um empolamento resultante do processo de desagregação das camadas muito danificadas do pavimento antigo.

5.4.1 Reciclagem "in situ" a frio com cimento

Esta técnica é largamente utilizada em países como EUA e países europeus. Inicialmente era uma técnica que era utilizada em vias com baixa intensidade de tráfego. Mas após várias experiências verificou-se que a reciclagem com cimento poderia ser aplicada a estradas com importante volume de veículos pesados.

O cimento vai fazer com que aumente a capacidade de suporte do pavimento sem ser necessário aumentar a sua espessura. Esta reciclagem é indicada para pavimentos que apresentem degradações com elevada extensão ou quando existe restrição para a subida de cota do pavimento.

A dosagem do cimento habitualmente varia em função do tipo de material fresado e do tipo de cimento utilizado, com um valor mínimo de dosagem de 4%. Este valor sobre habitualmente para 6% para compensar as perdas, deficiências de aplicação ou de compactação.

A execução da reciclagem com cimento apresenta uma sequência construtiva idêntica à reciclagem "in situ" a frio sendo só necessário acoplar uma recicladora à misturadora.



Figura 12 - "Comboio de reciclagem" em reciclagem "in situ" a frio com cimento (Picado-Santos et al, 2011)

A misturadora é uma unidade que tem a capacidade para armazenar água, cimento e aditivos, sendo aí que é fabricada a calda de água e cimento, calda essa que posteriormente é bombada para os injetores existentes no rotor da recicladora. O cimento vai então ficar homogeneamente distribuído na mistura resultando numa cor uniforme.

Após a colocação da mistura e consequente compactação da camada reciclada deve proceder-se ao tratamento de cura da camada reciclada. Esta ação visa proteger o material tratado do tráfego e das condições climatéricas.

A principal vantagem da utilização do cimento como ligante neste tipo de reciclagem é a obtenção de uma camada reciclada com elevadas características de resistência sem ser necessária uma camada excessivamente espessa. A camada reciclada apresenta módulos de deformabilidade entre os 5000MPa e 10000MPa em função do tipo de material reciclado e da compactação da camada.

5.4.2 Reciclagem “in situ” a frio com emulsão betuminosa

Em função da carga das partículas do betume vão existir dois tipos de emulsões betuminosas, as aniónicas (carga negativa) e as catiónicas (carga positiva). As emulsões betuminosas podem ser subdivididas de acordo com a sua rotura (rápida, média ou lenta) e de acordo com a viscosidade (baixa, média ou alta).

As emulsões mais utilizadas na reciclagem são as catiónicas de rotura lenta, que vão proporcionar um envolvimento com os agregados que resultaram do processo de fresagem do pavimento antigo. Deste modo é possível o espalhamento da mistura antes da rotura da emulsão.

Para que a camada reciclada não apresente anomalias que comprometam o sucesso da reciclagem é necessário e extremamente importante realizar um trecho experimental, onde é possível testar a adesividade entre a emulsão betuminosa escolhida e o material reciclado, bem como as percentagens de emulsão betuminosa a utilizar. Vai também ser possível avaliar-se sobre a necessidade de adição de material corretivo.

O valor da dosagem da emulsão betuminosa a utilizar vai depender da percentagem do betume e de finos que existe no material reciclado pois são estes dois componentes que provocam maiores problemas de envolvimento com este tipo de ligante.

A percentagem de emulsão a utilizar ronda os 5% do peso do material a reciclar mas pode ser reduzido para 3% em função da percentagem de betume na mistura reciclada.

Esta reciclagem visa recuperar as camadas envelhecidas em pavimentos com valor estrutural adequado às condições de tráfego.

A sequência construtiva desta técnica de reciclagem é semelhante à técnica com cimento. A máquina recicladora procede à mistura da emulsão betuminosa com o material fresado e com a água e também o espalhamento da mistura. Visto que o teor da emulsão é relativamente baixa vai existir a necessidade de adicionar água, especialmente se os agregados estiverem secos.

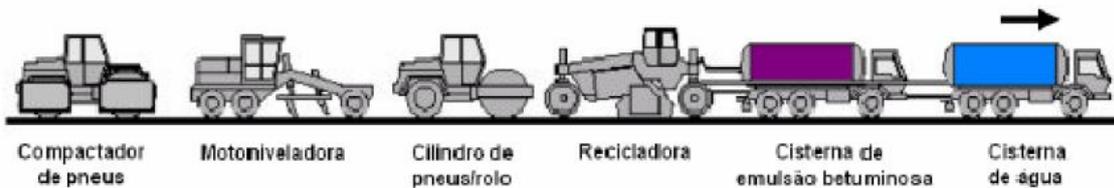


Figura 13 - "Comboio de reciclagem" em reciclagem "in situ" a frio com emulsão betuminosa (Picado-Santos et al, 2011)

As espessuras aconselháveis das camadas a reciclar são geralmente de 12 a 15 cm. Estes valores são devido aos aumentos de custos vistos que a emulsão é mais cara que o cimento. Para o caso de a espessura ser maior de 12 cm é aconselhável juntar uma pequena percentagem de cimento para facilitar ou acelerar a rotura da emulsão ou aumentar a coesão do material resultante. Caso exista o emprego de dois tipos de ligantes (betuminosos e hidráulicos) é designada a reciclagem mista a frio.

O módulo de deformabilidade obtido em camadas obtidas através deste método de reciclagem é de 2000 MPa que corresponde a temperaturas entre os 20°C e os 25°C. Estes valores dependem do tipo de material fresado e da quantidade de emulsão utilizada podendo chegar este valor aos 5000 MPa.

Estas camadas recicladas vão apresentar uma maior flexibilidade que as camadas tratadas com cimento.

A utilização da emulsão betuminosa obriga a um período inicial de cura em que a água presente vai sendo eliminada e a camada vai ganhando coesão e resistência chegando às características para as quais as camadas foram dimensionadas. A utilização destas emulsões vai ser bastante condicionada pelas condições climáticas e variações de teor em água fazendo com que a melhor época para sua aplicação seja a Primavera ou Verão.

5.4.3 Reciclagem "in situ" a frio com espuma de betume

A reciclagem com espuma de betume é um processo que envolve a mistura de betume com o material proveniente da reciclagem do pavimento existente produzindo-se assim um pavimento de alta qualidade, durável e flexível com um desempenho excepcional e resistente a climas extremos.

A espuma de betume vai reduzir a viscosidade do betume possibilitando assim o envolvimento dos agregados, sendo eles areias naturais ou até argilas de baixa plasticidade.

Este ligante é obtido quando se aquece o betume a uma temperatura entre os 180 e 200°C e se injeta, em câmaras especiais, uma pequena quantidade de água fria e ar. A introdução destes dois últimos elementos no betume quente faz com que ele se expanda aumentando até 30 vezes o seu volume (Fonseca,2002). Esta expansão ocorre na câmara de expansão onde a espuma do betume é injetada e mistura com o material do pavimento a reciclar.

O betume necessita de aquecimento mas visto que a mistura dos componentes, colocação e compactação da mistura são efetuados à temperatura ambiente, é possível considerar esta reciclagem como reciclagem a frio.

O “comboio de reciclagem” referente a esta técnica apresenta algumas alterações em comparação com as restantes técnicas a frio, como o acoplamento de uma cisterna de água e outra de betume à máquina recicladora.



Figura 14 - "Comboio de reciclagem" em reciclagem "in situ" a frio com betume-espuma (Picado-Santos et al, 2011)

O betume quente é bombeado desde o tanque de betume até à recicladora através de mangueiras, e é injetado, juntamente com água, através da barra pulverizadora. A água, em contacto com o betume quente vai provocar a expansão do betume formando uma espuma que se mistura com o material do pavimento. Posteriormente existem as operações de nivelamento e compactação da camada.

Este tipo de ligante deve apresentar uma percentagem de 1,5 a 4%. Os valores máximos de dosagem são utilizados no caso de os materiais serem essencialmente granulares. Por sua vez, a dosagem mínima é referente a situações em que o material apresente uma elevada percentagem de betume. Visto que a dosagem de ligante é sempre inferior à utilizada em outras técnicas, as camadas tratadas com este tipo de reciclagem apresentam menor propensão para o aparecimento de fendas por retração.

Aquando da mistura, a temperatura ideal dos agregados deve rondar entre os 13 e os 23°C o que vai depender do tipo de agregado a ser utilizado. A temperatura do betume deve estar entre os 180 e 200°C.

Devido à necessidade de aquecer e manusear o betume a temperaturas elevadas, esta técnica envolve maiores perigos no que diz respeito à segurança dos trabalhadores pois há perigo de queimaduras graves, fogo e explosões.

Os módulos de deformabilidade associados a pavimentos reciclados com esta técnica apresentam valores entre os 2000 e 5000MPa sendo que o valor mais elevado diz respeito à situação quando o material a tratar contém material betuminoso, e o valor mais baixo quando o material a tratar apresenta granulometria mais monogranular.

5.4.4 Reciclagem "in situ" a quente

As principais diferenças deste tipo de reciclagem em relação às anteriores são a temperatura a que é feita a reciclagem, o tipo de ligante e o equipamento principal de reciclagem.

Ao contrário das restantes, nesta técnica não é possível reabilitar as características estruturais dos pavimentos flexíveis degradados. Vai permitir a reabilitação das características funcionais do pavimento ao nível da camada de desgaste permitindo diminuir a permeabilidade do pavimento à água, melhorando as propriedades do ligante envelhecido e aumentando a resistência à derrapagem.

O ligante geralmente utilizado é um produto rejuvenescedor, ou seja, vai comportar os componentes do betume que se perderam devido ao seu envelhecimento fazendo com que este adquira as suas características físicas e químicas iniciais. A composição deste ligante vai depender da composição do betume envelhecido pois é feito à medida.

O “comboio de reciclagem” é bastante complexo, apresentando equipamentos munidos de painéis radiantes para elevar a temperatura da superfície do pavimento facilitando assim o trabalho da fresadora. Após o material estar solto vai ser misturado uniformemente com o produto rejuvenescedor e eventualmente com produtos corretivos, num aquecedor-misturador. A mistura vai ser depois espalhada e compactada.



Figura 15 - "Comboio de reciclagem" em reciclagem "in situ" a quente com rejuvenescedor (Picado-Santos et al, 2011)

O pavimento é aquecido através de um circuito de ar quente que vai permitir com que o pavimento atinja uma temperatura de 150/160°C numa espessura até 7cm. Após estar quente, o pavimento é fresado e vai entrar no misturador onde se junta o agente rejuvenescedor. Posteriormente a mistura é colocada numa espalhadora e é compactada.

A qualidade das misturas recicladas a quente é de difícil controlo pois estão dependentes de vários fatores como a profundidade de reciclagem, tempo de exposição do pavimento aos pré-aquecedores, quantidade e natureza do produto rejuvenescedor e do processo de compactação da camada.

Esta técnica está limitada a espessuras de 7cm vistos que não é possível conseguirem-se temperaturas suficientemente elevada a maiores espessuras sem o aquecimento excessivo da superfície do pavimento e consequente envelhecimento do betume.

Neste tipo de reciclagem é possível distinguir dois processos distintos, a termorregeração e a termorreperfilagem.

A termorregeração agrega o aquecimento do pavimento, a sua escarificação, recomposição, nivelamento e compactação da nova camada que se for reciclada passa a funcionar como camada de desgaste (Picado – Santos et al., 2008).

Por sua vez, a termorreperfilagem consiste no aquecimento do pavimento seguido da sua compactação com o objetivo de selar as fendas existente sem adicionar nenhum novo material ou mistura.

A reciclagem “*in situ*” a quente é um processo muito dispendioso em comparação com os restantes pois utiliza equipamento muito específico e com custos muito elevados e apresenta elevados consumos energéticos.

5.4.5 Reciclagem em central a frio

Nesta técnica o material é removido através de uma prévia fresagem do pavimento e posteriormente, numa central de produção de misturas betuminosas, é misturado à temperatura ambiente com um ligante. Normalmente estas técnicas a frio são mais utilizadas em reciclagem “*in situ*”.

O controlo da qualidade da adição do ligante no processo de mistura é uma das vantagens em que esta seja feita em central. Mas visto que existe toda a logística do transporte do material para central e de novo para o local de aplicação, o uso desta técnica tem que ser bem avaliado face aos custos de maneira a ser economicamente viável.

Este processo vai iniciar com a fresagem a frio em que a dimensão das partículas daí resultantes é determinada pela profundidade de corte, velocidade de avanço da máquina fresadora, sentido de rotação do cilindro fresador, qualidade do material, condições do pavimento e teor de betume.

Seguidamente o material é transportado para uma central descontínua de fabrico de misturas betuminosas pelo método a frio onde é misturado com o ligante e, caso exista necessidade, com agregados virgens.

Durante a mistura é feita uma distribuição uniforme do ligante por todo o material que está a ser reciclado e pelos agregados virgens.

Posteriormente a mistura final é transportada para os silos de armazenamento de onde sairá para os camiões que a levarão até à zona de reabilitação do pavimento onde é espalhada e compactada.



Figura 16 - Reciclagem em central a frio com emulsão betuminosa (Martinho,2005)



Figura 17 - Reciclagem em central a frio com betume-espuma (Martinho, 2005)

Os ligantes mais utilizados nestas situações são a emulsão betuminosa e a espuma de betume.

A reciclagem em central a frio não é muito atrativa devido ao constante transporte dos materiais e também à impossibilidade de reciclar todo o material fresado proveniente da zona de atuação.

5.4.6 Reciclagem em central a quente

Esta técnica consiste no fabrico de uma mistura betuminosa a quente em que são utilizados materiais proveniente de pavimentos antigos levando a resultados positivos a nível técnico-económico e ambiental.

É feita então a fresagem do material a frio, numa espessura que permita eliminar as fendas existentes no pavimento. Após a fresagem o material é transportado em camiões para a central de produção de misturas betuminosas.

Independentemente do tipo de central e do método de adição é importante garantir que os agregados utilizados nunca entrem em contacto direto com a chama do queimador pois nesse caso o betume envelhecido seria queimado o que levaria a elevados valores de poluição ambiental.

O ligante utilizado nestas situações é o betume que deverá ser então uma versão menos dura para que a temperatura de amolecimento não seja tão elevada.

5.4.7 Reciclagem em central semi-quente

Este tipo de reciclagem é muito recente em Portugal.

Inicia-se pela fresagem do pavimento antigo e é feito o transporte desse material para a central. Após esse transporte o material é misturado com a emulsão do betume modificado.

Nesta técnica a mistura vai ser aquecida até temperaturas de 70 a 90°C que são temperaturas inferiores às aplicadas na técnica a quente em que a mistura betuminosa é aquecida até a temperaturas que rondam os 100 a 140°C.

Com o aumento da temperatura a viscosidade do betume da emulsão vai diminuir tornando-o mais trabalhável dando uma maior capacidade de revestimento dos agregados. Estas misturas podem ser armazenadas durante um período de 24 horas desde que as operações de colocação e espalhamento das mesmas sejam feitas a uma temperatura de menos 60°C.

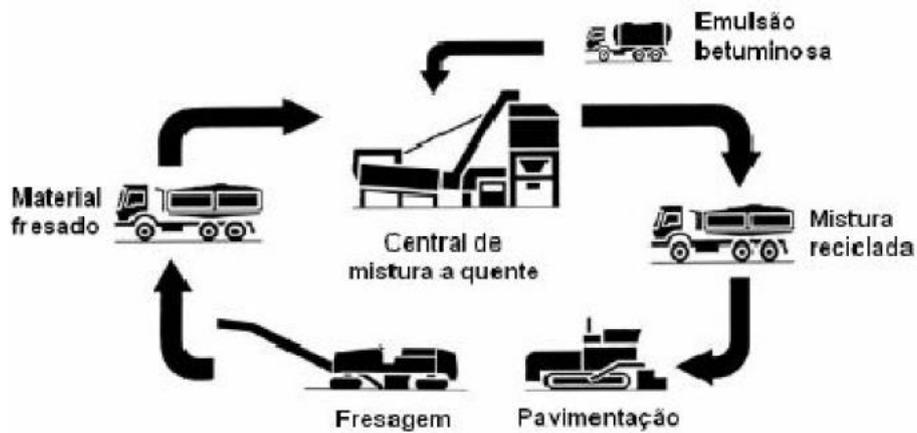


Figura 18 - Reciclagem em central semi-quente (Martinho,2005)

Como estamos perante uma mistura produzida acima da temperatura ambiente é possível alcançar características finais da mistura num período de tempo muito inferior ao que é verificado quando são usadas misturas produzidas com emulsão betuminosa convencional.

Esta técnica apresenta taxas de reciclagem de material fresado que pode chegar aos 100%.

6. Acompanhamento da obra “Infraestruturas de Ciência e Tecnologia do Valley Park – Cartaxo”

6.1 *Descrição da empreitada*

A empreitada foi referente ao Projeto de Execução das infraestruturas e rede viária necessárias para o funcionamento da “Área de Ciência e Tecnologia do Valley Park”.



Figura 19- Estado da obra no início do estágio (Março 2013)

O cliente desta obra foi a Câmara do Cartaxo que pretende edificar a zona em questão e oferecer infraestruturas que possam permitir o desenvolvimento económico e social daquela área. Este concelho tem 158,17 km² de área e é limitado a norte pelo município de Santarém, a leste por Almeirim, a sueste por Salvaterra de Magos e a oeste pela Azambuja.

Esta área de negócios está localizada junto ao nó da autoestrada A1 com a estrada nacional EN 114-2, na freguesia e concelho do Cartaxo.



Figura 20 - Mapa da zona em obra (Imagem Google Maps)

Em termos topográficos, a zona do Cartaxo está representada na carta 364 à escala 1/25000.

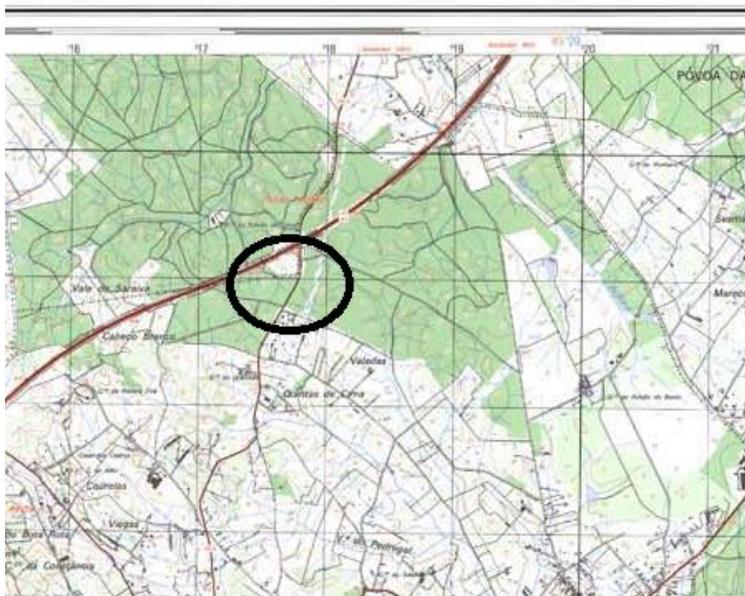


Figura 21 - Excerto da carta topográfica da zona da empreitada

Geologicamente esta área está representada na carta 31-A à escala 1/50000.

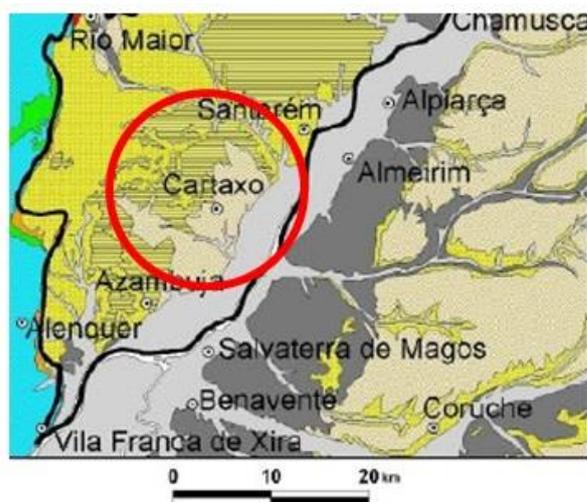


Figura 22- Excerto da carta geológica referente à zona do Cartaxo (imagem retirada da internet)

A nível geológico estamos perante a formação dos Arenitos da Ota, do Miocénico. Esta formação é constituída por arenitos de origem continental, mais ou menos arcósicos, argilas e, por vezes, pequenas lenticulas de calhaus. Assinalam-se variações verticais e laterais de fácies significativas.

Em termos tectónicos, a empreitada situa-se na Orla Ocidental de Portugal continental.



Figura 23 - Excerto da carta tectónica da zona do Cartaxo

Sismicamente a área em estudo é de médio/elevado risco sísmico, visto que, de acordo com o registo de intensidade sísmica registada de 1901 a 1972, a intensidade máxima observada no local foi de 7/8 (escala de Mercalli).

Esta obra está subdividida através da execução de diversos trabalhos:

- Rede de água;
- Rede elétrica;

- Rede de esgotos;
- Rede de gás;
- Rede de águas pluviais;
- Construção das vias;
- Arquitetura paisagista.

A equipa de obra era constituída por:

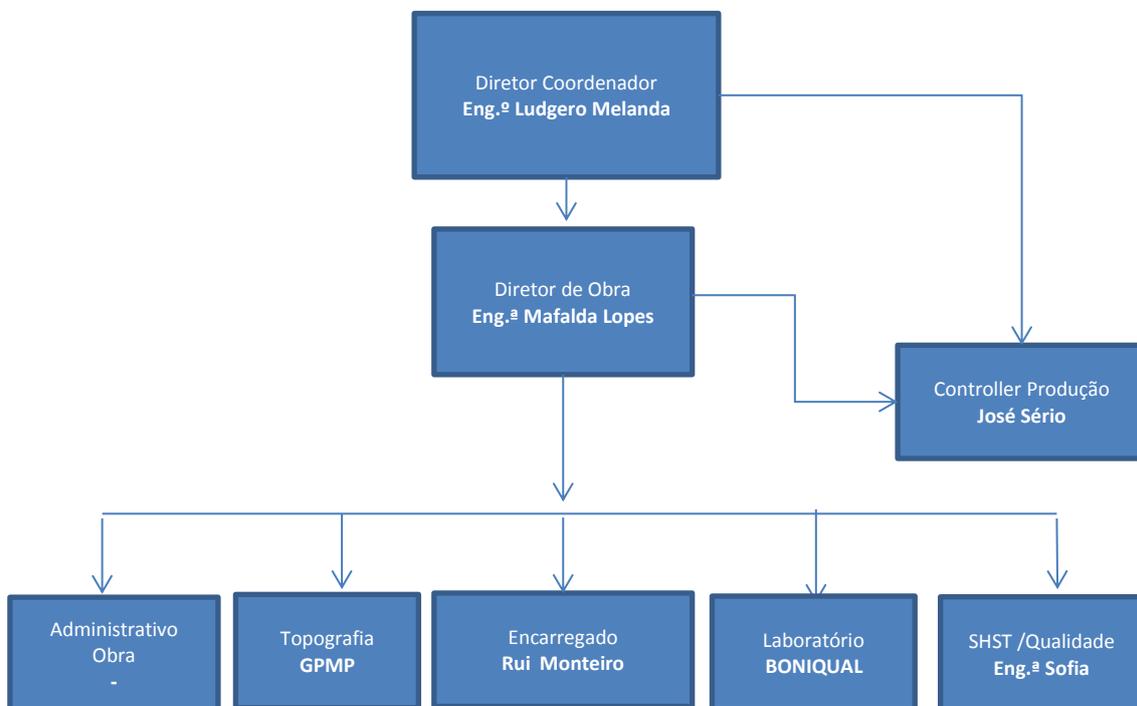


Figura 24 - Organograma da obra do Cartaxo

6.2 Qualidade e ambiente

6.2.1 Gestão de Resíduos

O sector da construção civil é responsável por uma parte muito significativa dos resíduos de construção e de demolição gerados em Portugal.

O fluxo dos resíduos e as características particulares da construção civil, como o seu carácter geograficamente disperso e temporário das obras, fazem com que exista uma dificuldade no controlo e fiscalização do desempenho ambiental das empresas do sector.

Têm existido alguns problemas quanto às soluções técnicas de valorização de resíduos de construção e demolição (RC&D), tanto ao nível da triagem dos resíduos como aos locais apropriados para a instalação das unidades de depósito final. No anexo 1 temos um exemplo de uma folha de controlo de resíduos.

Assim sendo é incontornável a necessidade de criar um regime jurídico próprio. O *decreto-Lei nº46/2008 de 12 de Março* estabelece então o regime jurídico a que fica sujeita a gestão de resíduos que resultam de obras, demolições de edifícios ou de derrocadas bem como a sua prevenção.

Está prevista a obrigatoriedade da aplicação em obra de uma metodologia de triagem de materiais, ou em alternativa, o encaminhamento para operador de gestão licenciado para realizar essa operação.

Os Operadores de Gestão de Resíduos têm que estar licenciados para esse efeito e caso seja contratualizado com os transportadores para a retirada dos resíduos das obras, devem garantir que estes possuem alvará como transportadores de mercadorias por conta de outrem e guia de acompanhamento de RCD.

A obra deverá receber, no prazo máximo de 30 dias, o Certificado de Receção de Resíduos emitido pelo Operador de Gestão de Resíduos.

São definidas metodologias e práticas a adotar em fase de projeto e execução da obra, que vão privilegiar a aplicação dos princípios de prevenção e redução, assim como a hierarquia das operações de gestão de resíduos.



Figura 25 - Princípios da hierarquia de gestão de RC&D

O armazenamento dos resíduos provenientes da empreitada deve ser feito recorrendo à utilização de contentores adequados e identificados para o armazenamento seletivo de resíduos.

A identificação dos resíduos é feita através de códigos, códigos da *Lista Europeia de Resíduos* (Código LER) de acordo com as Decisões da Comissão 2001/118/CE, de 16 de Janeiro; Decisão 2001/119/CE, de 22 de Janeiro e Decisão 2001/573/CE, de 23 de Julho que alteram a Decisão da Comissão 2000/532/CE, de 3 de Maio.

No caso desta empreitada existiam os seguintes tipos de resíduos:

Tabela 3 - Tipos de resíduos existentes na obra, códigos LER e destinos finais respetivos

Tipo de resíduos	Código LER	Destino Final Autorizado
Embalagens de Papel e Cartão	15 01 01	Ecocentro mais próximo ou empresa licenciada para o efeito
Betão	17 01 01	Empresa licenciada para esse efeito
Madeira	17 02 01	Ecocentro mais próximo ou empresa licenciada para o efeito
Plástico	17 02 03	Ecocentro mais próximo ou empresa licenciada para o efeito

Muitos destes resíduos ainda podem ser reutilizados e/ou reciclados de maneira a terem novas aplicações e utilizações. Temos por exemplo:

Tabela 4 - Tipos de resíduos e soluções para a sua reutilização e/ou reciclagem

Tipo de resíduos	Produtos ou aplicações
Embalagens de Papel e Cartão	> Produção de cartão
	> Isolamento com celulose
	> Combustível para incineração
Betão	> Betão triturado resultante de demolições
	> Betão triturado e crivado com poucas ou nenhuma impurezas
	> Betão triturado e crivado, limpo de impurezas e com menos de 5% de tijolo
Madeira	> Material de enchimento para correção de taludes
	> Incineração com recuperação de calor
Plástico	> Incineração com recuperação energética
	> Reciclagem por processo mecânico
	> Reciclagem de fontes energéticas

6.2.2 Realização de fichas de inspeção e ensaio

As *Fichas de Inspeção e Ensaio* (FIE) são documentos utilizados pela fiscalização da obra. Nestes documentos estão descritos os principais itens a ter em conta na realização de um trabalho de construção civil para garantir a sua qualidade.

Cada empresa possui a sua própria base de dados, os seus modelos de fichas, mas os conteúdos são sempre semelhantes quando se refere a um mesmo trabalho. No [anexo 2](#) temos o exemplo de uma FIE utilizada na empresa.

Considera-se um auxiliar de memória para a entidade fiscalizadora, de modo a que nenhum ponto que seja considerado essencial para uma boa concretização de um trabalho seja deixado ao acaso. Para a mesma aplicação as fichas são genéricas mas cada trabalho apresenta itens novos específicos a fiscalizar.

No caso desta obra foram realizadas as fichas de inspeção e ensaio referentes a diversos itens que vão desde a verificação da funcionalidade de tampas e grelhas, à realização de ensaios de granulometria no leito de pavimentos, garantia de que existe uma correta compactação das vale, entre outros.

6.2.3 Boletins de constatação

Os *Boletins de Constatação* (BC) são relatórios ou formulários onde são identificadas as correspondentes ações corretivas para as anomalias detetadas durante o processo de inspeção e ensaio.

Nestas fichas, após as anomalias serem devidamente descritas, codificadas e especificada a sua correta localização ocorre a indexação ao processo corrente de inspeção, sendo descritas as ações corretivas adequadas que devem ser implementadas.

Pode-se definir então:

Não conformidade – Não cumprimento de um requisito das normas ISO 9001:2008 e OHSAS 18001:2007 (NP4397:2008);

Observação – Constatação efetuada com objetivo de melhorar ou prevenir a eventual ocorrência de uma não conformidade;

Ação Corretiva – Ação para eliminar a causa de uma não conformidade detetada ou de outra situação indesejável;

Ação Preventiva – Ação para eliminar a causa de uma potencial não conformidade detetada ou de outra potencial situação indesejável;

Correção – Ação para eliminar uma não conformidade detetada.

No anexo 3 está um exemplo de um boletim de constatação da empresa.

6.2.4 Ensaios realizados

Os ensaios foram realizados por uma empresa subcontratada.

6.2.4.1 Gamadensímetro (ASTM D6938)

Este método é usado correntemente para determinação “*in situ*” do teor em água das camadas de solo acabadas de compactar e do nível de compactação dos materiais.

O equipamento consiste numa fonte radioativa e um recetor-contador. Na fonte existem dois tipos de materiais radioativos: um para a emissão de raios gama e outro para a emissão de neutrões.

O aparelho é colocado sobre a superfície do terreno cujo teor em água se quer determinar. Para determinar o teor em água, a fonte emite neutrões, quer a partir da superfície do terreno (“transmissão indireta”), quer a partir do interior do mesmo (“transmissão direta”), sendo que neste caso é necessário um furo previamente realizado.

A intensidade de resposta detetada no recetor é proporcional ao teor em água do solo, ou seja, um maior número de neutrões lentos registados no recetor corresponderá a um maior teor de água. Também é possível determinar se um solo é mais ou menos denso pois são emitidos raios gama no solo, com determinada energia e posteriormente é feita a contagem dos raios que chegam ao recetor, sem perda de energia. A contagem é tanto maior quanto mais denso é o solo.

Este equipamento necessita de calibrações periódicas.

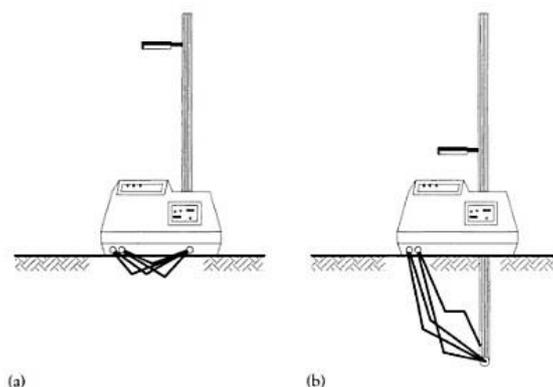


Figura 26 – Célula Radioativa para determinação do teor em água e do peso volúmico: a) transmissão indireta; b) transmissão direta (imagem retirada da internet)

6.2.4.2 Ensaios de carga em placa (NF P 94-117-1)

O ensaio de carga em placa consiste no carregamento por escalões de uma placa circular de aço, colocada sobre a superfície do terreno a ensaiar, medindo o assentamento resultante.

É desejável que o diâmetro da placa seja tão grande quanto possível porque o seu objetivo é a previsão do comportamento de fundações superficiais que, em muitos casos, pelas suas dimensões, vão interessar a uma espessura substancial do maciço. Também é importante um diâmetro grande pois a qualidade das estimativas melhora com o aumento do volume do solo ensaiado, especialmente em maciços heterogêneos.

É normal adotarem-se tensões iguais ou superiores às previstas para a estrutura em estudo e, para as mesmas, adotar o diâmetro da placa atendendo à reação máxima disponível.

Os diâmetros mais comuns variam entre os 0,30 e 0,80m sendo a respetiva espessura suficientemente grande para que a peça se comporte como rígida.

6.2.4.3 Ensaios laboratoriais

➤ Ensaio granulométrico (LNEC E 239; 1970)

O ensaio granulométrico tradicional consiste numa sequência de ensaios normalizados que visam determinar a distribuição granulométrica dos solos. Consiste em dois processos, o peneiramento e a sedimentação, podendo ser só feito o peneiramento ou ambos, dependendo do solo a ensaiar.

Este processo consiste na passagem do material seco por uma série de peneiros normalizados, separando desta forma o material por camadas de diferentes tamanhos, pesagem das parcelas obtidas e cálculo das frações granulométricas correspondentes, o que permite entre outras coisas, conhecer as dimensões máximas e mínimas do inerte.



Figura 27 - Conjunto de peneiros normalizados
(imagem retirada da internet)

➤ **Ensaio de determinação dos limites de Atterberg (NP- 143; 1969)**

O ensaio dos Limites de Atterberg tem como principal objetivo a determinação do limite de liquidez (WL) e de plasticidade (WP) de um material.

Entende-se como limite de liquidez de uma amostra de solo o teor em água (W) correspondente a 25 pancadas na Concha de Casagrande, obtido por interpolação numa curva que relaciona o teor em água de cada um dos 5 provetes da amostra ensaiados com o número de pancadas.

Por sua vez, o limite de plasticidade é o teor de humidade mínimo para o qual conseguimos moldar o solo sem ele fraturar. Este valor pode ser obtido fazendo a média dos teores em água dos 5 provetes da amostra.

➤ **Ensaio do equivalente de areia (LNEC E 199; 1967)**

Este ensaio consiste em agitar energeticamente uma amostra de solo arenoso num provete que contém uma solução diluída. Posteriormente, após repouso, determina-se a relação entre o volume de areia e o volume de areia mais o de finos que se separam da areia:

$$EA = \frac{h}{H} \times 100$$

em que:

h – altura do sedimento determinada com o auxílio do pistão

H – altura do nível superior do floculado em relação ao fundo do provete

➤ **Ensaio de compactação tipo Proctor (LNEC E 197; 1966)**

A compactação é um método de estabilização de solos que consiste na aplicação de alguma forma de energia (impacto, vibração, compressão estática ou dinâmica). Este método vai fazer com que o solo aumente o seu peso específico e a sua resistência ao cisalhamento e vai diminuir o índice de vazios, a permeabilidade e a compressibilidade.

O ensaio mais comum para este efeito é o de Proctor (Modificado), que é realizado através de sucessivos impactos de um pilão padronizado na amostra.

Através deste ensaio é possível obter a densidade máxima do maciço terroso.

Este ensaio consiste então em compactar uma porção de solo num cilindro com volume conhecido, fazendo-se variar a humidade de modo a obter o ponto de compactação máxima no qual se obtém a humidade ótima de compactação.

A energia de compactação é dada pela seguinte equação:

$$E = \frac{n \times N \times P \times H}{V}$$

Onde:

E – energia a ser aplicada na amostra do solo;

n – número de camadas a serem compactadas no cilindro de moldagem;

N – número de golpes aplicados por camada;

P – peso do soquete;

V – volume do cilindro.



Figura 28 - Equipamento de ensaio de Proctor (imagem retirada da internet)

➤ Ensaio CBR (LNEC E 198; 1967)

O Índice de Suporte Califórnia (ISC ou CBR – California Bearing Ratio) é a relação, em percentagem, entre a pressão exercida por um pistão de diâmetro padronizado, necessária à penetração no solo até determinado ponto, e a pressão necessária para que o mesmo pistão penetre a mesma quantidade em solo-padrão de brita graduada.

Através deste ensaio é possível conhecer qual será a expansão de um solo sob um pavimento quando este estiver saturado, e fornece também indicações da perda de resistência do solo com a saturação.



Figura 29 - Equipamento de teste CBR (imagem retirada da internet)

6.3 Execução da obra

6.3.1 *Trabalhos Preparatórios*

➤ Limpeza e desmatação

As superfícies dos terrenos que irão ser escavadas ou aterradas foram previamente limpas de construções, pedras de grandes dimensões, detritos e árvores.

A limpeza e desmatação são feitas em toda a área abrangida pela obra e incluem a remoção das raízes e do remanescente do corte de árvores.

No caso desta obra, em que foram usados geotêxteis, a desmatação também abrange todas as espécies cujo porte possa causar danos no geotêxtil.

➤ Decapagem

As áreas dos terrenos que iriam ser escavados foram previamente decapadas da terra arável, da terra vegetal ou de terras com elevado teor em matéria orgânica qualquer que seja a sua espessura. Também foi feita a decapagem nas áreas ocupadas por caminhos paralelos ou por outros equipamentos sendo executada de forma bastante cuidada para evitar posteriores contaminações dos materiais a utilizar nos aterros.

A terra vegetal resultante da decapagem foi armazenada em locais aprovados pela fiscalização.

Foi feita uma decapagem dos terrenos para sanear todo o solo arenoso orgânico superficial, terra vegetal e/ou solo descomprimido.

➤ Saneamento

O saneamento pode ser definido como a remoção de solos de má qualidade.

Este tipo de trabalhos é normalmente realizado na preparação das fundações dos aterros à cota onde assenta o leito de pavimentação em escavação, inclui também o seu transporte a vazadouro, o espalhamento de acordo com as boas normas de execução de modo a evitar futuros escorregamentos e alterações no sistema de drenagem natural e as indemnizações a pagar por depósito.

Qualquer saneamento exige a confirmação pela Fiscalização, e a aprovação prévia da espessura e da extensão a sanear que não será considerada para efeitos de medição.

➤ **Proteção da vegetação existente**

Toda a vegetação arbustiva e arbórea da zona da obra, que não seja atingida por movimentos de terras, será protegida, de modo a não ser afetada com a localização de estaleiros, depósitos de materiais, instalação de pessoal ou com o movimento de máquinas e viaturas. Esta proteção é feita instalando vedações e resguardos onde for necessário e conveniente.

No caso da vegetação existente nas áreas que vão sofrer alterações, se de acordo com o projeto, for recuperável, será então transplantada para locais indicados no projeto ou pela Fiscalização.

6.3.2 Trabalhos complementares

➤ **Levantamento topográfico**

Foi executado um levantamento topográfico e realizou-se a cartografia da região para ser elaborado o projeto da rede viária desta obra.

Este levantamento encontra-se representado em peças desenhadas à escala de 1:2500.

➤ **Pavimentos**

Neste caso, não acompanhei a aplicação do pavimento pois foi destacada para outra obra antes de esta estar na fase de pavimentação.

A pavimentação neste caso foi total pois o local da obra não apresentava nenhum tipo de pavimento prévio.

Estava previsto, em fase de projeto, que na execução das pavimentações das faixas de rodagem existiriam os seguintes materiais:

- Uma camada em Fundação de Material Britado de Granulometria Extensa, aplicado em camada de sub-base, com uma espessura mínima de 0,20m;
- Uma camada em Fundação de Material Britado de Granulometria Extensa, aplicado em camada de base, com espessura mínima de 0,20m;
- Uma camada de Base em Macadame Betuminoso, com 0,09m de espessura, com uma rega de impregnação¹ à taxa de 1,2 kg/m²;
- Uma camada de Regularização em mistura betuminosa densa, com 0,06m de espessura e com uma rega de impregnação à taxa de 0,5 kg/m²;

¹ Rega de impregnação – aplicação de um ligante hidrocarbonado sobre uma camada não betuminosa, sobre a qual irá ser aplicada uma camada betuminosa, tendo como principal objetivo proporcionar uma maior coesão à superfície, antes da aplicação da camada betuminosa.

- Uma camada de Desgaste em Betão Betuminoso, com 0,05m de espessura, com regra de impregnação à taxa de 0,5 kg/m².
- As pavimentações foram executadas de acordo com as peças desenhadas.

➤ **Passeios**

Para os passeios e ilhéus que estavam projetados consideraram-se as seguintes camadas de revestimento:

- Uma camada em Fundação de Material Britado de Granulometria extensa, aplicado em camada de base, com 0,15m de espessura mínima;
- Uma camada de areia de 0,05m de espessura;
- Blocos de cimento tipo “Pavê” com 0,06m de espessura.

➤ **Estacionamentos**

No caso dos estacionamentos estava projetado o seguinte:

- Uma camada em Fundação de Material Britado de Granulometria Extensa, aplicado em camada de sub-base, com uma espessura mínima de 0,15m;
- Uma camada de Fundação de Material Britado de Granulometria Extensa, aplicado em camada de base, com 0,15 de espessura mínima;
- Uma camada de areia com 0,07m de espessura;
- Blocos de cimento tipo “Pavê” com 0,08m de espessura

➤ **Lancis**

Existem dois tipos de lancil nesta obra. Está presente o lancil-passeio, que faz a separação entre a faixa de rodagem ou estacionamentos e os passeios, assim como o lancil-guia, que faz a separação entre a faixa de rodagem e o estacionamento.

7.A - Acompanhamento da obra “Execução das Redes de Drenagem de Águas Residuais de S. João de Ovar (PAR 001), S. Vicente Pereira (PAR 100) e Emissário de Ligação à SIMRIA – 1ª Fase – Ovar”

7A.1 Descrição da empreitada

A empreitada é referente ao Projeto de Execução das Redes de Drenagem de águas residuais de S. João de Ovar, São Vicente de Pereira Jusã e emissário de ligação à SIMRIA.

O cliente desta obra foi a ADRA- Águas da Região de Aveiro S.A. que pretende a construção de uma rede de drenagem de águas residuais com uma extensão total de cerca de 68,42 km e cerca de 2800 ramais domiciliários com as respetivas câmaras de visita e ramal. Também inclui a construção de 11 estações elevatórias de águas residuais e associadas a estas estações foram executadas 11 condutas elevatórias.

A obra foi realizada nas localidades de São João de Ovar e São Vicente de Pereira Jusã. Estes locais pertencem ao Concelho de Ovar, Distrito de Aveiro.

Em termos topográficos, a zona em questão está representada na carta militar nº143, 153 e 163 à escala 1/25000.

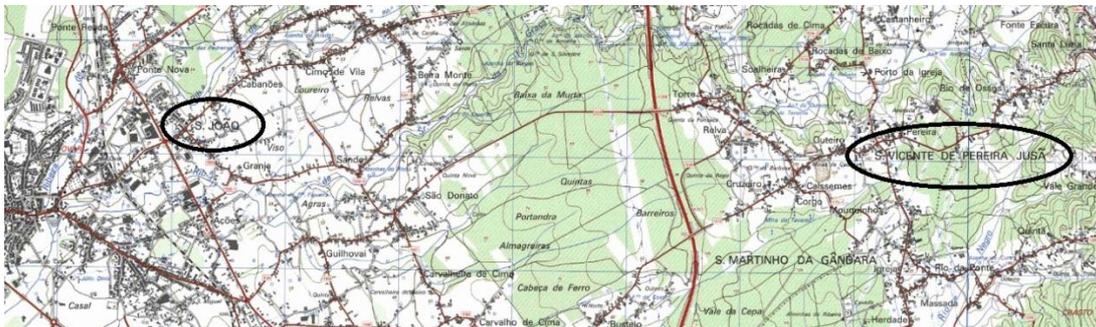


Figura 30 - Excerto da carta topográfica da zona de empreitada (Imagem Instituto Geográfico do Exército)

Esta área está representada também na carta geológica 13-C (Ovar) à escala 1/50000.

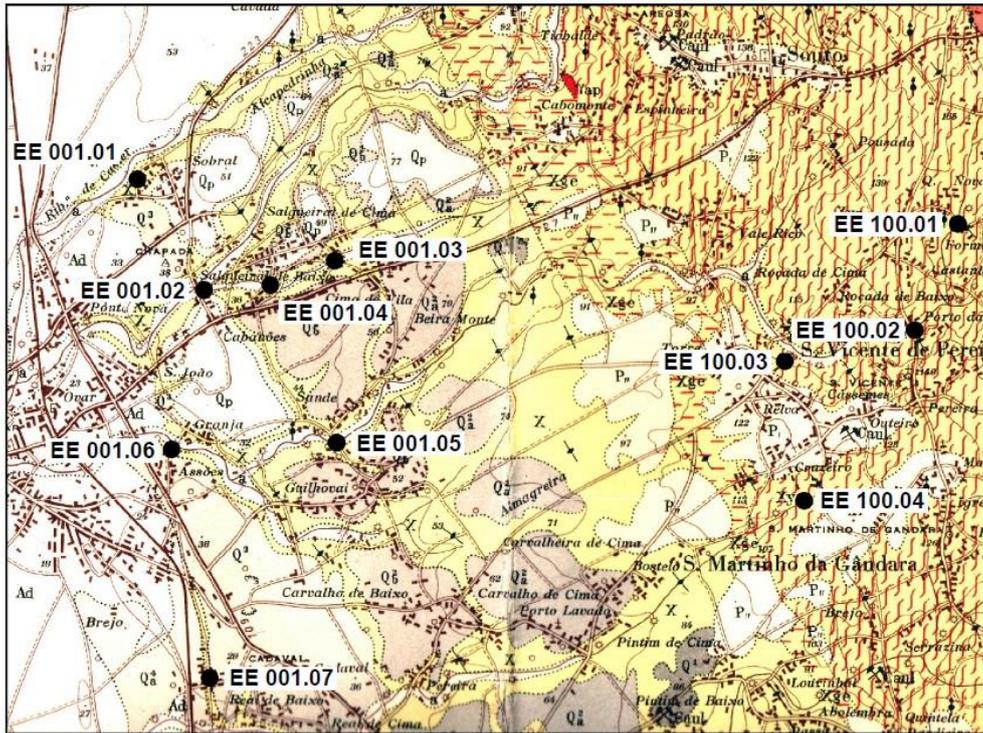


Figura 31 - Excerto da carta geológica com indicação dos locais das estações elevatórias

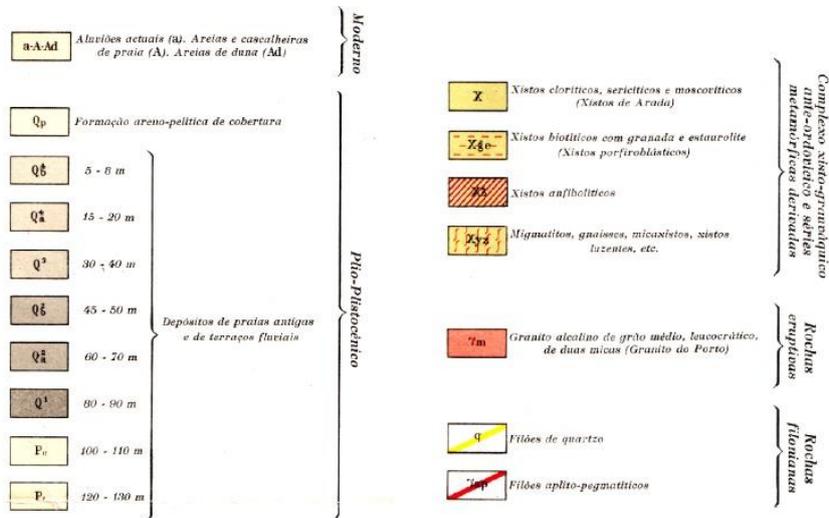


Figura 32 - Legenda da carta geológica

Em termos de enquadramento geológico estamos perante duas zonas distintas na empreitada.

Encontramos formações sedimentares (Orla Ocidental) que são constituídas por areias de duna (areias finas monogranulares de origem eólica), aluviões (areias e argilas com seixo e calhau) e terraços (areias e areões com seixos rolados numa matriz silto-argilosa).

Também estão presentes formações de idade Câmbrica da faixa blastomilonítica de Oliveira de Azeméis. Estas formações são constituídas por Xistos de Arada (sucessão monótona de filádios negros e esverdeados, com raras intercalações de níveis de metaliditos negros),

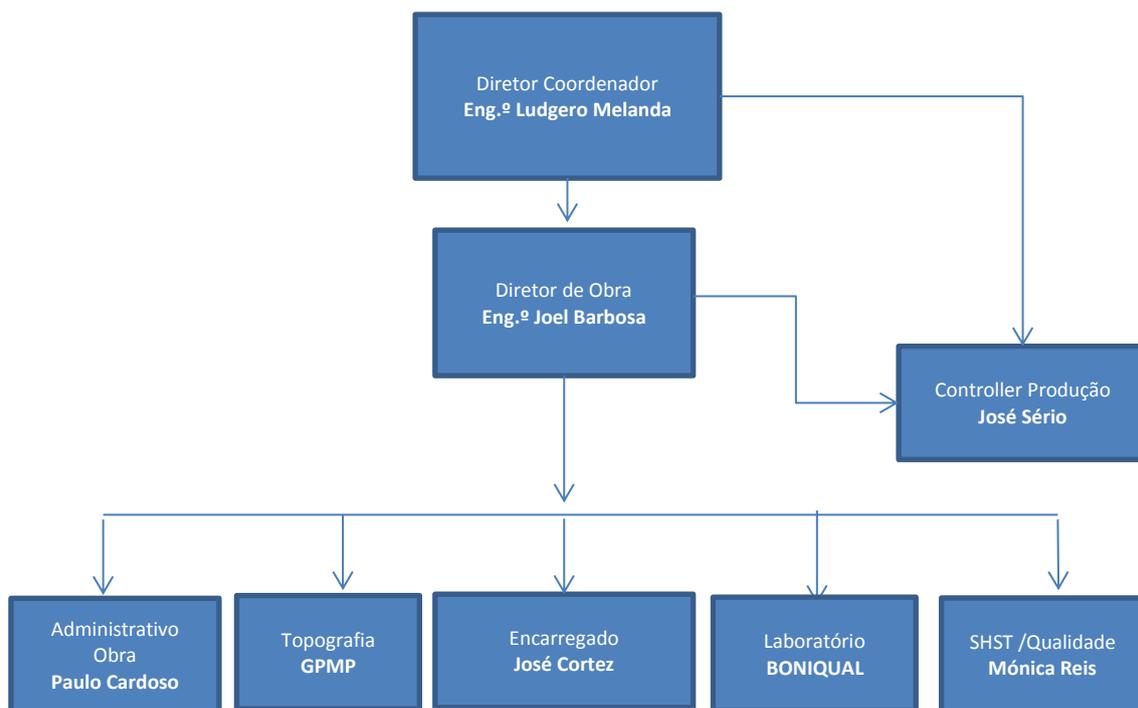


Figura 34 - Organograma da obra de Ovar - ADRA1

7A.2 Ensaios realizados

7A.2.1 Ensaios realizados para elaboração do estudo geotécnico anterior à execução da obra

Sondagens com penetrómetro dinâmico médio

O ensaio consiste na cravação no solo, na vertical, de uma ponteira cónica normalizada, guiada por varas de aço de menor secção. A penetração é obtida pela queda livre de uma massa, desde uma altura constante, e da transmissão da sua energia a um batente. O ensaio consiste então na medição do número de golpes necessários para a cravação de 10 cm. É efetuado um registo contínuo e não existe recolha de amostra.

Visto estarmos perante o ensaio do Penetrómetro Dinâmico Médio, o peso da massa utilizada é de 30 kgs.



Figura 35 - Penetrómetro DPM 30-20 (imagem retirada da internet)

Também durante a realização dos trabalhos de sondagem, e sempre que possível, procedeu-se à medição do nível freático, notando-se que na maioria das vezes se situa muito próximo da superfície, o que pode ser explicado pela forte pluviosidade e pelo tipo de formações geológicas ocorrentes.

7A.2.2 Ensaios realizados durante a execução da obra

- **Gamadensímetro (ASTM D6938)** (ensaio já explicado anteriormente e também usado na empreitada do Cartaxo);
- **Amostragem diária de massa de betuminoso** (para posterior análise laboratorial);
- **Carotagem para ensaios à percentagem de betume e granulometria dos agregados.**

7A.3 Relatório de Vistoria de Pavimentos

7A.3.1 Conclusões finais que se podem tirar da resistência do pavimento

Nesta obra estávamos perante pavimentos localizados no meio de localidades, ou seja, o tráfego diário normal não seria muito nem seria pesado.

Com o início da obra houve necessidade de ser feita uma vistoria aos pavimentos, aquando da abertura das valas de modo a se poder verificar a constituição dos mesmos. A necessidade dessa vistoria veio do acréscimo de tráfego pesado que se verificou com o início da obra, que poderia ter levado à degradação mais rápida do pavimento.

Nas zonas em que existia uma camada betuminosa a cobrir um pavimento de paralelos/calçada verificou-se uma degradação muito rápida pois com a passagem de máquinas e camiões houve um acréscimo de tensões que, visto que o pavimento inferior não estava bem compactado e estável, fez com que existissem então fissuras no pavimento betuminoso superior. Neste caso, quando foi feita a repavimentação, houve necessidade de dimensionar o pavimento novo de modo a que este tivesse as características necessárias.



Figura 36 - Zona do pavimento que apresenta camada de betuminoso e calçada/paralelos (fotografia pessoal)

Houve outras zonas em que o pavimento apresentava camadas de betuminoso muito finas ou a inexistência de camadas de agregado. Nestes casos os pavimentos iriam ser muito instáveis e não estariam preparados para o acréscimo de cargas com as passagens dos veículos pesados.

Estas informações retiradas com o relatório de vistoria de pavimentos que foi efetuado (excerto do relatório no anexo 4) permitiram então salvaguardar a empresa no caso dos estragos efetuados nas restantes vias utilizadas que não estaria bem dimensionados assim como ajudou no novo dimensionamentos dos pavimentos que foram colocados nas vias intervencionadas.

7A.4 Reciclagem dos pavimentos

Visto que nesta obra existiu a abertura de valas em ruas já pavimentadas, este processo levou à existência de pedaços de pavimento que foram retirados, tentando-se assim fazer reciclagem desses mesmos pavimentos.

A reciclagem de pavimentos é uma técnica cujo objetivo fundamental é transformar um pavimento degradado numa estrutura homogénea e adaptada ao tráfego que deverá suportar.

No caso desta empreitada o tipo de reciclagem utilizado foi a reciclagem em central.

7A.5 Repavimentação

Nesta obra houve a necessidade de fazer uma repavimentação, e não pavimentação total, pois só foram feitas intervenções (abertura de valas) em partes das vias.

As misturas betuminosas aqui aplicadas foram misturas betuminosas a quente e a sua aplicação foi feita através de uma pavimentadora.



Figura 37 - Pavimentadora (foto pessoal)

Estas misturas são constituídas por:

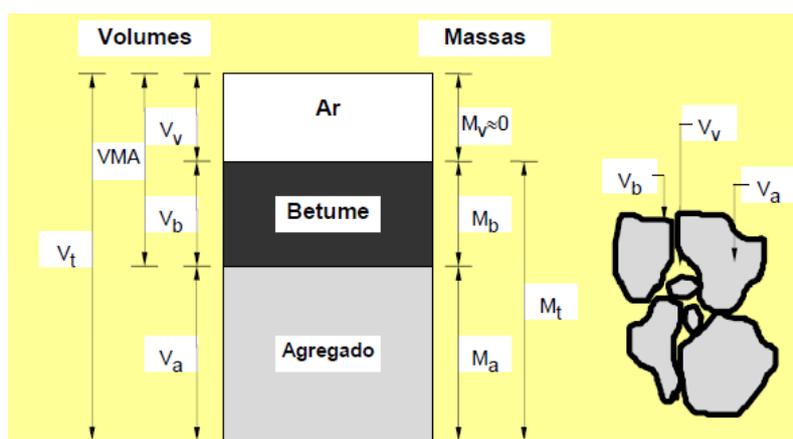


Figura 38 - Misturas betuminosas

Onde:

- | | |
|---|--|
| M_a – Massa do agregado (g); | V_a – Volume de material agregado (cm^3); |
| M_b – Massa do betume (g); | V_b – Volume de betume (cm^3); |
| M_v – Massa dos vazios (desprezável); | V_v – Volume de vazios (cm^3); |
| M_t – Massa total (g); | V_t – Volume total (cm^3); |

O seu fabrico é efetuado em centrais que podem ser definidas como instalações industriais onde os agregados e o betume asfáltico são misturados de modo a resultar nos vários tipos de misturas.

As centrais podem ser portáteis, semi-portáteis e fixas. As portáteis são, regra geral, pequenas unidades auto-transportáveis e compactas. As semi-portáteis são aquelas em que as diversas unidades têm que ser desmontadas e colocadas em transportadores (camiões ou comboio, por exemplo) para serem levadas para outro local onde serão de novo montadas, processo que pode demorar várias horas ou dias, dependendo da dimensão. As centrais fixas

são as que estão sempre no mesmo local, geralmente onde a procura de material o justifique. Neste caso foram usadas centrais fixas.

Quanto à forma como se faz a produção de misturas betuminosas existem dois tipos de centrais: as descontínuas e as contínuas. Nas centrais contínuas, também designadas de tambor secador misturador, a mistura do material fresado proveniente do pavimento antigo com os agregados novos é feita no mesmo tambor utilizado para o aquecimento e secagem desses mesmos agregados. Por sua vez nas centrais descontínuas a mistura do material fresado com os novos agregados é feita numa unidade específica para que tal aconteça, denominada de misturador.

A produção das misturas betuminosas necessárias na empreitada foi feita de modo contínuo. A superfície tem que ser preparada com o objetivo de verificação do seu desempenho. Deve ser assegurada uma boa regularidade da superfície e a não existência de material solto.

Antes da colocação duma mistura sobre uma camada granular, geralmente procede-se a uma rega de impregnação desta camada, o que vai servir para proteger da ação do tráfego da obra e da ação da chuva, evitando a desagregação superficial. Sobre a rega de impregnação, e caso seja necessário, deve usar-se uma rega de colagem eficiente, já que se pretende que as camadas sejam solidárias, evitando-se assim a ruína prematura por deslizamento de uma sobre a outra, devido à ação do tráfego.

Caso se coloque uma mistura betuminosa sobre uma camada também betuminosa, para além da limpeza e verificação da regularidade, usa-se igualmente uma rega de colagem.

O transporte é feito por camiões basculantes que descarregam a mistura diretamente numa pavimentadora. Durante a carga do camião é necessário ter cuidado com a segregação do material (materiais finos separados dos materiais mais grossos), devendo a altura de queda da mistura sobre o camião ser a menor possível e deve mover-se o camião durante a carga para evitar a formação de um só monte cónico.

A compactação tem por objetivo que a mistura fique com a densidade preestabelecida. Inicia-se a compactação geralmente com um cilindro de rolos de rasto a vibrar, seguindo-se o cilindro de pneus com pressão elevada, acabando por passar o cilindro de rolos sem vibrar para regularizar eventuais vincos de pequena expressão deixado pelo cilindro de pneus.



Figura 39 - Compactador de pneus e compactador de cilindro (fotografia pessoal)

Para que se realize uma boa compactação é necessário que o betume tenha uma viscosidade adequada o que pode significar temperaturas da mistura entre os 120 e os 140°C, embora dependa do tipo de compactador disponível e do tipo de betume. Por outro lado, a temperatura a que a mistura se encontra também não pode ser muito elevada porque corre-se o risco de se produzirem deformações acentuadas com a passagem do aparelho de compactação.

A avaliação de todas as condições indispensáveis a uma boa compactação é feita através de trechos experimentais, onde questões como a temperatura de mistura, qual o aparelho de compactação e qual o número de passagens deste aparelho podem ser esclarecidas antes de se iniciar a obra.

Um dos objetivos presentes na elaboração dos relatórios de vistoria de pavimentos era o de se saberem as espessuras que os pavimentos tinham nas ruas que foram intervencionadas. Assim era possível fazer um reajuste no dimensionamento do pavimento a colocar.

Neste caso foi usada uma pavimentação com *misturas betuminosas a quente* como já tinha sido utilizada na empreitada do Cartaxo. Devido à pouca largura de algumas estradas, e visto que não era necessário pavimentar as estradas em toda a sua largura, a pavimentação em algumas zonas foi feita sem o uso de máquina pavimentadora.

Para garantir a qualidade das misturas betuminosas a aplicar foram feitos ensaios à qualidade do betume e à composição e granulometria dos inertes. Esses ensaios foram feitos através da recolha de carotes que posteriormente foram enviados a uma empresa externa que os ensaiou.

7A.6 Controlo de qualidade das misturas betuminosas

O controlo de qualidade é sempre realizado de acordo com o tipo e frequência de ensaios definidos nos cadernos de encargos das administrações rodoviárias. Compreende sobretudo a verificação das especificações dos materiais elementares que formam as misturas

e a verificação da qualidade destas, antes de aplicadas e depois de executadas, também de acordo com as especificações definidas.

De acordo com o preconizado pelo CEJAE (JAE, 1998), no que diz respeito à verificação da qualidade após aplicação das misturas temos que os valores medidos das espessuras das camadas devem ser superiores às espessuras de projeto em pelo menos 95% das carotes extraídas. As restantes devem satisfazer as tolerâncias mostradas no seguinte quadro, mas a espessura total das camadas não deve ser inferior à projetada.

Tabela 5 – Tolerância relativa às espessuras das camadas (JAE, 1998)

Camada de desgaste	1ª Camada subjacente à camada de desgaste	2ª Camada e seguintes subjacentes à camada de desgaste
± 0,5cm	± 1,0cm	±2,0cm

Os valores relativos ao grau de compactação e porosidade deverão ser respeitados em 95% dos carotes que entram na apreciação.

A superfície acabada deve ficar bem desempenada, com um perfil transversal correto e livre de depressões, alteamentos ou vinco, não podendo, em qualquer ponto, apresentar diferenças superiores a 1,5cm em relação aos perfis longitudinal e transversal estabelecidos.

Devem ainda ser respeitados os valores admissíveis para o índice Internacional Roughness Index (IRI) definidos na tabela 2 para a camada de desgaste. Vai ser possível classificar a irregularidade de acordo com a tabela 3.

Tabela 6 - Valores admissíveis de IRI (m/km), calculados por troços de 100 metros, em pavimentos com camadas betuminosa (JAE, 1998)

Camada	Percentagem da extensão da obra		
	50%	80%	100%
Camada de desgaste	≤1,5	≤2,5	≤3,0
1ª camada sob a camada de desgaste	≤2,5	≤3,5	≤4,5
2ª camada e seguintes sob a camada de desgaste	≤3,5	≤5,0	≤6,5

Tabela 7 - Classificação de irregularidade segundo CEJAE (JAE, 1998)

Muito Bom	Excede largamente os parâmetros exigidos
Bom	Cumprer os parâmetros exigidos exceção feita à percentagem da extensão do traçado com valores inferiores a 3,0, que deverá ser superior ou igual a 95%
Razoável	Cumprer os parâmetros exigidos, exceção feita às percentagens de extensão do traçado com valores inferiores a 1,5 e 3,0, onde se admitem respetivamente as percentagens de 20 e 90.
Medíocre	Não cumprer as exigências anteriores (razoável), mas apresenta valores de IRI de 1.5, 2.5 e 3.0 em percentagem do traçado superiores a 15, 60 e 86, respetivamente

Para a determinação da rugosidade, a superfície de camadas de desgaste deverá apresentar uma profundidade mínima de textura superficial, caracterizada pelo ensaio da “mancha de areia”.

Em alternativa, a resistência à derrapagem pode ser avaliada através de ensaios para determinação do coeficiente de atrito pontual (como o Pêndulo Britânico). Estes ensaios devem ser realizados de 500 em 500 metros. Após a construção, a camada de desgaste deve apresentar um coeficiente de atrito superior a 0,55, após ser removida pela passagem do tráfego a película de betume que envolve os agregados à superfície.

7A.6.1 Ensaios realizados para controlar a qualidade da pavimentação

➤ Determinação do teor de Betume com o extrator de refluxo (Standard Test Method for Quantitative Extraction of Bitumen from Bituminous Paving Mixtures - ASTM D2172/D2172M-11)

Este método de teste padrão serve para a extração quantitativa de betume em misturas betuminosas de pavimentação.

Em última análise, o agregado extraído dessas misturas betuminosas pode ser utilizado para a análise de peneiração.

Os extratores centrífugos são usados para a determinação quantitativa do teor de betume em misturas betuminosas de pavimentação.

Estas unidades exigem um tempo de processamento relativamente curto, o que inclui:

- A pesagem da amostra de asfalto;
- O aquecimento ligeiro da amostra até que comece a desintegração;
- O arrefecimento da amostra;
- A colocação na bacia do rotor do extrator de centrifugação;
- A adição de um solvente.

As forças centrífugas do extrator obrigam o líquido a passar através de um anel de papel de filtro na periferia da bacia e este processo é repetido até o solvente expelido apresentar uma cor clara.

Após isso, os agregados restantes são pesados e classificados. O peso do produto, antes e depois da extração vai determinar as proporções constituintes.

O teor de betume é calculado como a percentagem do agregado extraído ou da mistura inicial (dependendo das exigências).

➤ Análise granulométrica (LNEC 196)

A granulometria dos agregados é uma característica que pode condicionar, de forma muito relevante, o desempenho das misturas em que são empregues devendo, por isso, ser tida em conta nos estudos de formulação das misturas betuminosas e ser controlada no âmbito da monitorização dos processos de fabrico das misturas pelos seus produtores.

A regularidade das características das misturas betuminosas depende em grande parte da regularidade da granulometria dos agregados que a constituem.

➤ **Determinação da baridade aparente**

Método A: Baridade – a seco

- Determinação da massa do provete seco (m_1). No caso do ensaio de provetes húmidos esta determinação deve ser feita em último;
- Determinação da massa volúmica da água à temperatura de ensaio com aproximação a $0,1 \text{ kg/m}^3$;
- Imersão do provete num banho com água a uma temperatura de ensaio conhecida;
- Determinação da massa do provete, imediatamente após a água ter estabilizado após a imersão (m_2).

$$\rho_{bdry} = \frac{m_1}{m_1 - m_2} \times \rho_w$$

Onde:

ρ_{bdry} – baridade a seco (kg/m^3);

m_1 – massa do provete seco (g);

m_2 – massa do provete em água (g);

ρ_w – massa volúmica da água (kg/m^3) à temperatura do ensaio com aproximação a $0,1 \text{ kg/m}^3$.

Método B: Baridade – provete saturado com a superfície seca (SSD)

- Determinação da massa do provete seco (m_1). No caso de o ensaio ser de provetes húmidos esta etapa deve ser feita no final;
- Determinação da massa volúmica da água à temperatura de ensaio com uma aproximação a $0,1 \text{ kg/m}^3$;
- Imersão do provete num banho de água à temperatura de ensaio conhecida;
- Saturação em água do provete durante um período de tempo suficiente até a massa do provete não sofrer alteração (geralmente o período de saturação é de pelo menos 30 min);
- Remoção do provete da água e secagem das gotas da superfície com uma camurça húmida;
- Se o provete ainda drenar água do seu interior é adotado o Método C (provetes selado);
- Determinação, através da pesagem ao ar, da massa do provete saturado com a superfície seca imediatamente após a secagem (m_3).

$$\rho_{bssd} = \frac{m_1}{m_3 - m_2} \times \rho_w$$

Onde:

ρ_{bssd} – massa volúmica (SSD) (kg/m^3);

m_1 – massa do provete seco (g);

m_2 – massa do provete em água (g);

m_3 – massa do provete saturado com a superfície seca (g);

ρ_w – massa volúmica da água (kg/m^3) à temperatura do ensaio com aproximação a $0,1 \text{ kg/m}^3$.

Método C: Baridade – provete selado

- Determinação da massa do provete seco;
- Determinação da massa volúmica da água (kg/m^3) à temperatura do ensaio com aproximação a $0,1 \text{ kg/m}^3$;
- Selagem do provete de modo a que os vazios internos do provete que fazem parte da sua composição volumétrica não sejam preenchidos e que não surjam vazios adicionais entre o selante e o provete ou nos vincos do selante. Após este procedimento, o provete fica inacessível à água quando submerso.
- Determinação da massa do provete seco e selado (m_2);
- Mergulho do provete em banho de água mantida à temperatura de ensaio conhecida;
- Determinação da massa do provete selado imerso em água (m_3), tomando as precauções necessárias para evitar a adesão de bolhas de ar ao selante durante a pesagem.

$$\rho_{bsea} = \frac{m_1}{\frac{m_2 - m_3}{\rho_w} - \frac{m_2 - m_1}{\rho_{sm}}}$$

ρ_{bsea} – baridade do provete selado (kg/m^3);

m_1 – massa do provete seco (g);

m_2 – massa do provete selado em água (g);

ρ_w – massa volúmica da água (kg/m^3) à temperatura do ensaio com aproximação a $0,1 \text{ kg/m}^3$;

ρ_{sm} – massa volúmica do material selante (kg/m^3) à temperatura do ensaio e com uma aproximação a 10 kg/m^3 .

7.B - Acompanhamento da obra “ Execução da 1ª fase das Redes de Drenagem de Águas Residuais de Ovar/S.João (PAR 002/003) e Esmoriz/Cortegaça (PAR 005)”

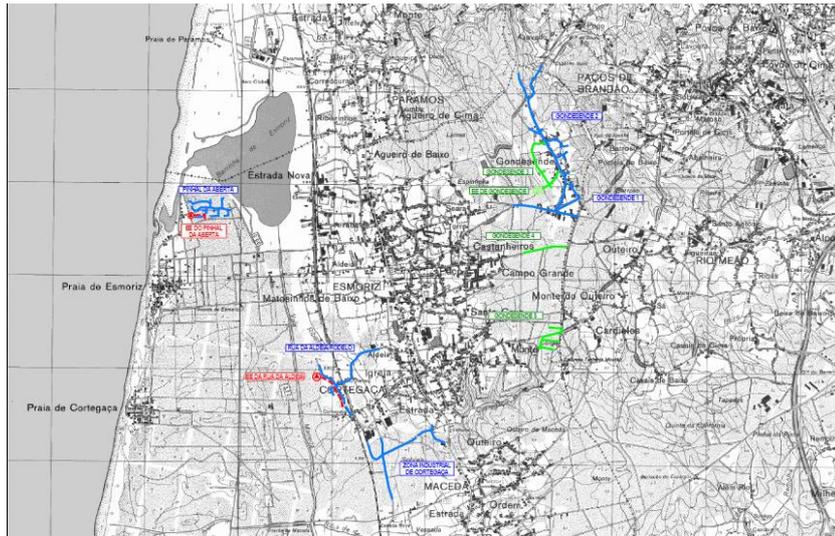
7B.1 Descrição da empreitada

A empreitada é referente ao Projeto de Execução das Redes de Drenagem de águas residuais de Ovar/São João e Esmoriz/Cortegaça.

O cliente desta obra foi a ADRA - Águas da Região de Aveiro S.A. que pretende a construção de uma rede de drenagem de águas residuais.

A obra foi realizada nas localidades de São João de Ovar, São Vicente de Pereira Jusã assim como na zona de Esmoriz e Cortegaça. Estes locais pertencem ao Concelho de Ovar, Distrito de Aveiro.

Em termos topográficos, a zona em questão está representada na carta militar nº143, 153 e 163 à escala 1/25000.



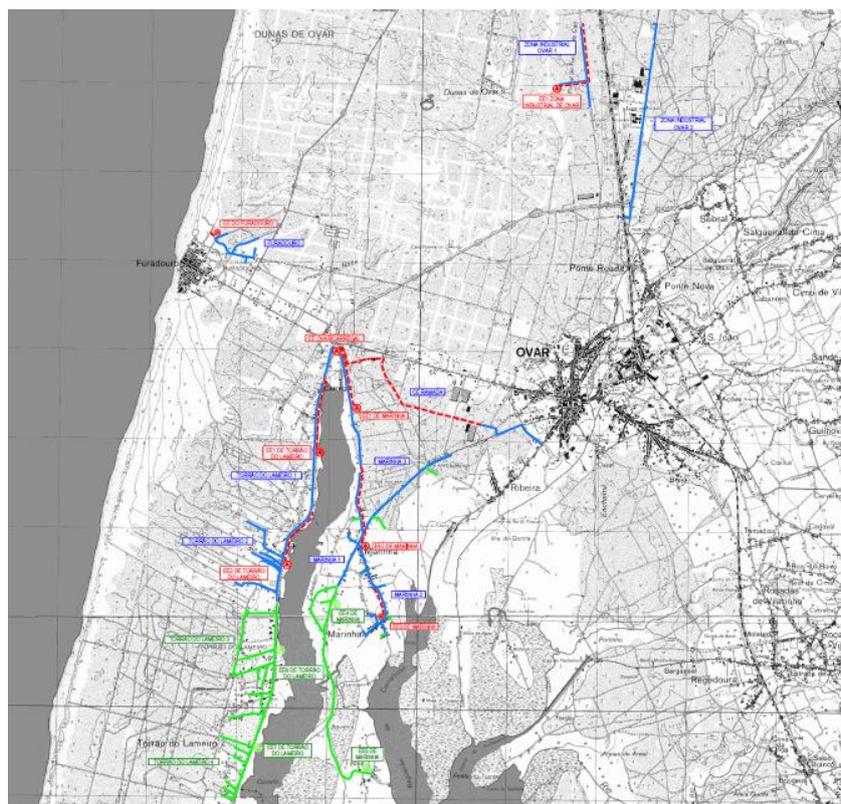


Figura 40 - Excerto da carta topográfica da zona de empreitada (Imagem Instituto Geográfico do Exército)

Esta área está representada também na carta geológica 13-C (Ovar) à escala 1/50000.

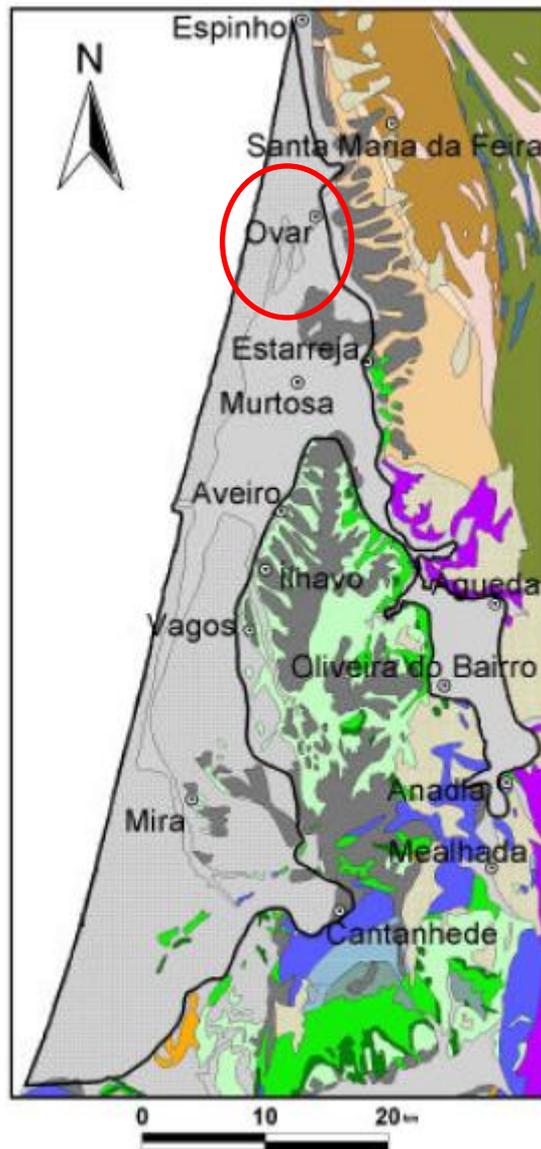
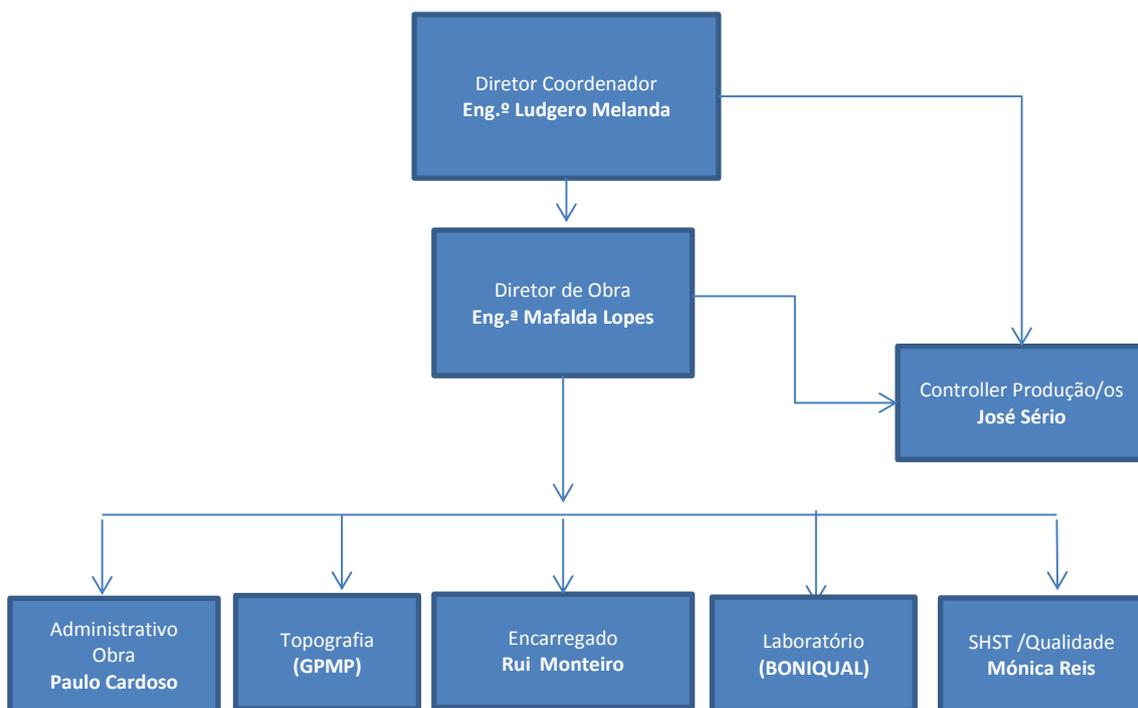


Figura 41 - Excerto da carta geológica



Figura 42 - Legenda da carta geológica



7B.2 Mapas comparativos

Antes de se iniciar uma obra é necessário fazer todo um estudo de potenciais subempreiteiros e fornecedores.

As empresas são contactadas de maneira a darem as suas propostas de preços para os trabalhos e equipamentos necessário para a correta execução da empreitada.

Após serem recebidas as respostas às consultas feitas aos possíveis interessados procedeu-se à elaboração dos mapas comparativos.



Figura 44 - Exemplo de resposta de uma empresa ao pedido de proposta de preços

Valor total EE1 - Marinha		18.380,10 €	
2.4	Estação Elevatória EE2 Marinha		
2.4.5	Instalações Eléctricas		
2.4.5.1	Alimentação de energia		
2.4.5.1.1	Ramal de energia (de acordo com as indicações do distribuidor de energia)	m	40
			39,06 €
			1.562,50 €
2.4.5.1.2	Equipamento (classe II) do ramal de energia completo (portinhola e caixa de contagem), conforme peças escritas e desenhadas, incluindo todos os acessórios e meios de fixação	Cj	1
			140,00 €
			140,00 €
2.4.5.1.3	Fornecimento e instalação da fixação para o disjuntor de potência da entidade distribuidora de energia	Cj	1
			40,00 €
			40,00 €
2.4.5.2	Quadros eléctricos e estruturas de apoio		
2.4.5.2.1	Equipamento / Quadros eléctricos completamente equipados, conforme peças escritas e desenhadas, incluindo todos os acessórios de montagem, etiquetas de identificação, electrificação, etc.		
2.4.5.2.1.1	Q. Geral (Quadro geral)	un	1
			7.427,60 €
			7.427,60 €
2.4.5.2.1.2	Armário em alvenaria de acordo com o pormenor construtivo apresentado nas peças desenhadas e respectiva descrição das partes escritas	un	1
			Excluímos C. Civil
2.4.5.2.1.3	Panela interior (no Q. Geral) reservada a Autómato-PLC	un	1
			200,00 €
			200,00 €
2.4.5.2.1.4	Estruturas metálicas de apoio à fixação do quadro, caixas, portas e tubagens	Cj	1
			120,00 €
			120,00 €
2.4.5.2.1.5	Selagem de tubagens no interior do nicho de alvenaria	Cj	1
			Excluímos C. Civil
Nota (NT):	O quadro geral deve incluir todos os equipamentos representados no esquema, nomeadamente os que destacamos de seguida:		

Figura 45 - Exemplo detalhado da proposta de preços de uma empresa

Estes mapas têm como finalidade demonstrar/comparar os diferentes preços fornecidos pelos possíveis colaboradores sendo então elaborado um mapa comparativo para cada especialidade e para cada equipamento ou material.

Só depois de serem analisadas todas as propostas é que se adjudica o bem/serviço a determinada empresa. Essa adjudicação é feita de maneira a ser o mais vantajoso possível para a empresa responsável pela obra.

No anexo 5 temos um exemplo de um mapa comprativo que efetuei.

7B.3 Fichas de aprovação de materiais

Qualquer material que seja utilizado na obra vai ter que ser aprovado pela fiscalização da obra. Assim é necessário fazerem-se umas fichas em que é apresentada a descrição do material em causa, o seu fornecedor e também pode ter em anexo algumas amostras, relatórios de ensaios ou catálogos.

Após o preenchimento dessa ficha, e se a fiscalização concordar, pode então considerar-se o material aprovado e pode começar a ser usado em obra.

No anexo 6 está um exemplo de uma ficha de aprovação de materiais relativa as caixas de betão pré-fabricado.

7B.4 Ensaios realizados

7B.4.1 Ensaios realizados durante a execução da obra

- **Gamadensímetro (ASTM D6938)** (ensaio já explicado anteriormente e também usado anteriormente);
- **Amostragem diária de massa de betuminoso** (para posterior análise laboratorial);
- **Carotagem para ensaios à percentagem de betume e granulometria dos agregados.**

8. Conclusão

Durante este estágio tive a possibilidade de aplicar os conhecimentos que fui adquirindo durante o meu percurso escolar. As unidades curriculares de Geotecnia Rodoviária e Pavimentação e Tecnologias de Conservação e Reabilitação de Pavimentos deram-me bases para este estágio.

Os meses em que passei na empresa MRG- Engenharia e Construção, SA. ajudaram-me a ter uma visão do que é o verdadeiro mercado de trabalho e de como temos que ser polivalentes nas nossas atividades. Em períodos diferentes do estágio passei de trabalho em escritório, fase de projeto, até trabalho em frente de obra.

Com o avançar do tempo foram-me dando tarefas cada vez mais exigentes e de maior importância e responsabilidade. Acabando por fazer mapas comparativos em que comparando propostas de várias empresas conseguia concluir a qual delas ia adjudicar a subempreitada ou a compra do material necessário.

Através da execução de estudos geológicos e geotécnicos foi possível identificar e caracterizar os materiais que o projeto iria intersectar. Todas estas informações foram necessárias para ser possível fazer o dimensionamento das estruturas que iriam ser implantadas e foi através dos conhecimentos adquiridos no curso que pude compreender melhor toda esta panóplia de ensaios e estudos que foram feitos.

Como uma obra rodoviária deve usar preferencialmente os materiais locais, só com estes estudos prévios foi possível ser feito o projeto corretamente.

A escolha da temática da Reciclagem de Pavimentos foi um processo natural pois durante a empreitada de Ovar houve a necessidade de arranjar uma solução para o material que estava a ser fresado e retirado aquando da abertura das valas. Visto que o tema ambiental sempre foi algo pelo qual me interessei bastante, achei um ótimo assunto para poder abordar de maneira mais exaustiva.

Encarei este estágio como uma grande oportunidade para o início da minha carreira profissional que me possibilitou crescer a nível profissional mas também pessoal. Permitiu-me então ficar mais preparada para enfrentar o mercado de trabalho que cada vez está mais exigente.

9. Bibliografia

- AFONSO, M.J.Coxito; CHAMINÉ, H.I.; GOMES, A. ; TEIXEIRA, J. ; ARAÚJO, M.A. ; FONSECA, P.E.; CARVALHO, J.M. ; MARQUES, J.M.; MARQUES DA SILVA, M.A.; ROCHA, F.T. . “Cartografia geológica e geomorfológica estrutural da área metropolitana do Porto: implicações na gestão dos recursos hídricos subterrâneos”. Julho 2004.
- ALMEIDA, C. ; MENDONÇA, J.J.L. ; JESUS, M.R. ; GOMES, A.J. . “ Sistemas Aquíferos de Portugal Continental” – Instituto da água. Dezembro 2000.
- AZEVEDO, Eduardo. Mecânica dos Solos II: Limites de Atterberg e Classificação. ISEP (Instituto Superior de Engenharia do Porto). Novembro 2004.
- BENTA, Agostinho. “Terraplanagens” - apontamentos da disciplina de Geotecnia Rodoviária e Pavimentação. Universidade de Aveiro.
- CAEMD (Publicações e Projetos de Engenharia, Lda). “Construção e Reabilitação de Pavimentos- Agregados” – Disposições Normativas. Instituto de Infraestruturas Rodoviárias IP.
- CAEMD (Publicações e Projetos de Engenharia, Lda). “Construção e Reabilitação de Pavimentos- Reciclagem de pavimentos” – Disposições Normativas. Instituto de Infraestruturas Rodoviárias IP.
- Carta geológica de Ovar (13-C) na escala 1/50000. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.
- Carta geológica do Cartaxo (31-A) na escala 1/50000. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.
- Carta militar de Espinho (143) na escala 1/25000. Instituto Geográfico do Exército. Lisboa 2012.
- Carta militar de Estarreja (163) na escala 1/25000. Instituto Geográfico do Exército. Lisboa 1998.
- Carta militar de Ovar (153) na escala 1/25000. Instituto Geográfico do Exército. Lisboa 1998.
- Carta militar do Cartaxo (364) na escala 1/25000. Instituto Geográfico do Exército. Lisboa 2005.
- COSTA-BATISTA, A. M. “Misturas Betuminosas recicladas a quente em central – Contribuição para o seu estado e aplicação”. Tese de Doutoramento em Engenharia Civil. FCTUC (Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra). 2006.
- CUNHA, Célia Melo. “Reciclagem de Pavimentos Rodoviários Flexíveis – Diferentes Tipos de Reciclagem”. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na área de especialização de Vias de Comunicação e Transportes. ISEL (Instituto Superior de Engenharia de Lisboa). Julho 2010.
- DA SILVA, Hugo Manuel Ribeiro Dias. “Caracterização do mastic betuminoso e da ligação agregado-mastique: Contribuição para o estudo do comportamento das misturas betuminosas”

- dissertação submetida para obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil – Vias de Comunicação. Universidade do Minho. Outubro 2005.
- DE MENEZES, Miguel Vaz Preto. “Estudos das características de superfície de pavimentos rodoviários para análise da segurança do tráfego” – dissertação submetida para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil. Instituto Superior Técnico (Universidade Técnica de Lisboa). Setembro 2008.
 - DOS SANTOS, Joana Micaela Rodrigues. “Materiais utilizados na construção de pavimentos rodoviários” – dissertação submetida para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil. Universidade de Aveiro. 2010.
 - Decreto-Lei n.º 46/2008 de 12 de Março. *Diário da República, 1.ª série — N.º 51 — 12 de Março de 2008*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.
 - FERNANDES, Manuel de Matos. “Mecânica dos Solos – Conceitos e Princípios Fundamentais (volume 1)”. FEUP edições (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto). 2006.
 - FERNANDES, Manuel de Matos. “Mecânica dos Solos – Introdução à Engenharia Geotécnica (volume 2)”. FEUP edições (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto). 2011.
 - FONSECA, Paulo. “Reciclagem de Pavimentos Rodoviários”. RECIPAV – Engenharia e Pavimentos, Lda. 2002.
 - FOUTUL, Simone. “Conservação e Reabilitação de Pavimentos Rodoviários”. LNEC (Laboratório Nacional de Engenharia Civil). Novembro 2005.
 - FRANÇA, Carlos. Mecânica dos solos II: Ensaio de compactação (Proctor). ISEP (Instituto Superior de Engenharia do Porto).
 - FREIRE, Ana Cristina. Palestra sobre “Agregados para misturas betuminosas”. Universidade Nova de Lisboa / Faculdade de Ciências e Tecnologia. Junho 2004.
 - ISEP (Instituto Superior de Engenharia do Porto). Mecânica dos Solos II: “Equivalente de areia”.
 - MARTINHO, F. “Reciclagem de pavimentos – Estado de Arte, Situação Portuguesa e Seleção do Processo Construtivo” – dissertação submetida para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil. FCTUC (Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra). 2005.
 - MENDES, Artur Manuel Sérvulo. “Contribuição dos estudos geotécnicos na gestão das obras rodoviárias” – dissertação submetida para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil. Universidade de Aveiro. 2011.
 - LNEC (Laboratório Nacional de Engenharia Civil). “Conservação e reabilitação de Pavimentos Rodoviários”. Novembro 2005.

- LOPES, Óscar Miguel Moreira. “Misturas betuminosas – Determinação das características para o cálculo de pavimentos” – dissertação submetida para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil. FEUP (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto). Junho 2009.
- PALHA, Carlos. “Misturas betuminosas – Agregados”. Universidade do Minho – Departamento de Engenharia Civil. 2008.
- PEREIRA, Telma Carreira. “Uma contribuição para a determinação de propriedades físicas e mecânicas de materiais granulares compactos, com recurso a penetrómetro dinâmico ligeiro” – dissertação submetida para obtenção de grau de Mestre em Engenharia Civil. FEUP (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto). Julho 2010.
- PICADO-SANTOS et al. “Pavimentos Rodoviários”. Novembro, 2011.
- PICADO-SANTOS et al. “Formulação de Misturas Betuminosas a quente”. 2008.
- RIBEIRO, Raul Manuel de Paiva. “Aplicação de mistura betuminosa aberta com betume modificado com alta incorporação de borracha na reabilitação de pavimentos rodoviários” – dissertação submetida para a obtenção de grau de Mestre em Engenharia de Construção e Reabilitação. Instituto Politécnico de Viseu. Março 2012.
- RODRIGUES, José Luís Azevedo. “Conceção de Pavimentos Rígidos” – dissertação submetida para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil. FEUP (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto). Setembro 2011.
- SANTOS, Jaime A. . “Ensaio de campo” – apontamentos da disciplina de Fundações de Estruturas do mestrado em Engenharia de Estruturas. IST (Instituto Superior Técnico).
- VIEIRA, Cristiane Schmitt. “Desempenho de um pavimento flexível solicitado por simulador de tráfego” – dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre - 2002.
- VICENTE, Ana Margarida Madeira. “A utilização de Betumes Modificados com Borracha na Reabilitação de Pavimentos Flexíveis” – dissertação submetida para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil – Vias de Comunicação. FEUP (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto). Novembro 2006.

Anexos

Anexo 1 – Folha de Controlo de Resíduos

Anexo 2 – Ficha de Inspeção e Ensaio

Anexo 3 – Boletim de Constatação

Anexo 4 – Relatório de Vistoria a Pavimentos

Anexo 5 – Mapa Comparativo

Anexo 6 – Ficha de Aprovação de Materiais

Anexo 1

Anexo 2

FICHA DE INSPEÇÃO E ENSAIO

Obra: _____ Centro de Custo: _____

FASE / ACTIVIDADE: TERRAPLENAGENS (trabalhos preparatórios e escavação)												Nº 001A-01 - 1/2				
Responsável	Encarregado	Encarregado	Encarregado	Encarregado/Director de Obra	Encarregado	Encarregado	Encarregado	Encarregado	Encarregado	Encarregado	Encarregado	Observações	Observações			
														Resultado	Data	Rubrica
Subempreiteiro / Fornecedor																
Descrição (Verificação)	Desmatamento e Demolições	Desactivação de Poços	Desapagam	Preparação de Fundação de Alarros	Inspeção Visual (verificar espessura)	Inspeção Visual	Escavação em linha ou em manchas de empréstimo									
Método de Inspeção e Ensaio / EMM	Inspeção Visual	Inspeção Visual	Inspeção Visual	Inspeção Visual	Inspeção Visual	Inspeção Visual	Inspeção Visual	Inspeção Visual	Inspeção Visual	Inspeção Visual	Inspeção Visual	Medição da Topografia/Equipamento de Topografia				
Amostragem	Em cada 300 metros	Em cada unidade	De 200 em 200 metros	De 100 em 100 metros	De 200 em 200 metros	De 200 em 200 metros	De 200 em 200 metros	De 200 em 200 metros	De 100 em 100 metros	De 100 em 100 metros	De 100 em 100 metros	De 3 em 3 metros em altimetria				
Aceitação	Ausência de materiais provenientes da execução dos trabalhos e sua colocação em vazadouro.	Preenchimento até à cota do terreno natural	Ausência de materiais provenientes da execução dos trabalhos e sua colocação em vazadouro.	Sanear se necessário e preencher com solos adequados								Escavação/Arro:+ou-10cm do valor do projecto. Mínimo - valor de projecto Máximo - projecto + 10cm				
Identificação do Local	Resultado	Data	Rubrica	Resultado	Data	Rubrica	Resultado	Data	Rubrica	Resultado	Data	Resultado	Data	Rubrica	Observações	

Conforme..... Não conforme

Conforme após acção correctiva

Anexo 3



<input type="checkbox"/>	Auditoria	N.º _____
<input type="checkbox"/>	Obra / Sector	
<input type="checkbox"/>	Após-Venda	Data ____/____/____
<input type="checkbox"/>	Outro	N.º (em obra) _____

BC - Boletim de Constatação

Não Conformidade - P.A.C. - Pedido de Acção Correctiva

Observação - Acção Preventiva

Obra/Direcção/Processo: _____ N.º _____

Recepção Materiais
 Equipamento
 Serviços

Reclamação de cliente Telefónica / Pessoal
 Fax
 Carta
 Outro: _____

Serviço Antes da Tarefa
 Durante a Tarefa
 Final da tarefa

Documento de Ref.º: _____

A PREENCHER PELA DIRECÇÃO/SECTOR VISADO/AUDITADO	1- Descrição da Não Conformidade ou Observação		
	Registada por: _____ na data ____/____/____		
	2- Levantamento da(s) causa(s) da Não Conformidade (Porquê?)		
	3- Correção da Não Conformidade		
	Decidida por: _____ na data ____/____/____		
	Fornecedor / Subempreiteiro / Executante (Responsável pela Correção)	Nome: _____ Custo (€): _____	Obs.: <input type="checkbox"/> Aceite <input type="checkbox"/> Aceite c/ Condições (Anexo) <input type="checkbox"/> Rejeitado
	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Data Prevista da Correção: ____/____/____ Data Real da Correção: ____/____/____	
4- Acção: <input type="checkbox"/> Correctiva <input type="checkbox"/> Preventiva Decidida por: _____ Data: ____/____/____			
Necessidade de rever a Avaliação de Riscos? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não Aplicável			
5 - Controlo das Acções			
Verificação da Implementação	Verificação da Eficácia	<input type="checkbox"/> Eficaz <input type="checkbox"/> Não Eficaz	
Data Prevista: ____/____/____	Data Prevista: ____/____/____		
Data Real: ____/____/____	Data Real: ____/____/____		
6- Fecho do BC			
Resolução AC/AP	Verificação da Implementação	Verificação da Eficácia	
____/____/____	____/____/____	____/____/____	
Observações:			

QSA

Anexo 4

Zona /Rua: Rua de São Donato (PAR 001- 13)

Tipo de Pavimento:

Betuminoso	<input checked="" type="checkbox"/>
Semi-Penetração	<input type="checkbox"/>
Calçada / Paralelos	<input type="checkbox"/>
Outro: _____	

**Espessura do pavimento
(com esquema):**

	Betuminoso (4/5 cm)
	Agregado britado (±15 cm)

Existência de degradações:

Abatimento	<input type="checkbox"/>	Fendas	<input type="checkbox"/>
Deformações localizadas	<input type="checkbox"/>	Pele de Crocodilo	<input type="checkbox"/>
Ondulação	<input type="checkbox"/>	Desagregação	<input type="checkbox"/>
Rodeiras	<input type="checkbox"/>	Cabeças de gato	<input type="checkbox"/>
Peladas	<input type="checkbox"/>	Exsudação	<input type="checkbox"/>
Ninhos (covas)	<input type="checkbox"/>	Reparações mal executadas	<input type="checkbox"/>
Subida de finos	<input type="checkbox"/>	Outros: _____	

Notas:

- Díficil de distinguir a espessura do agregado britado

Data:

17/4/2013

Fotografias:



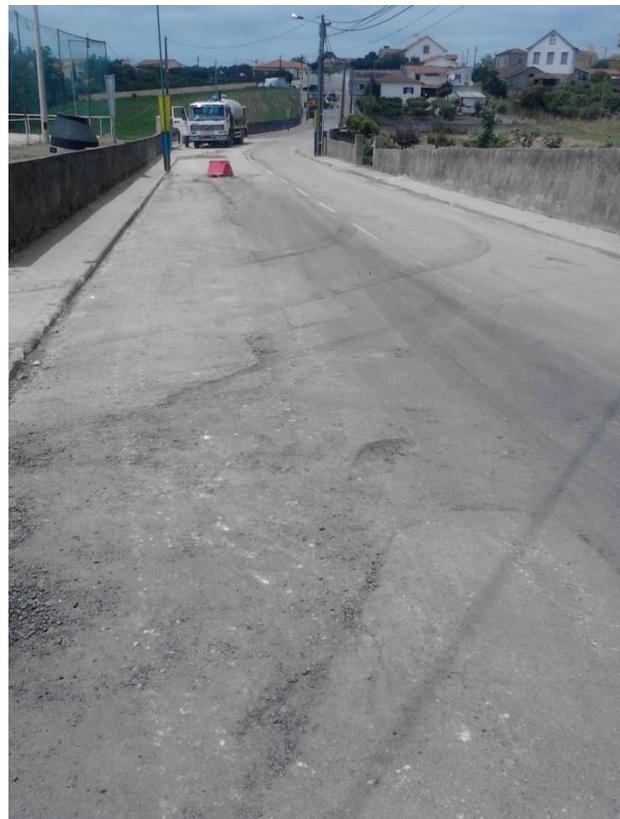
Rua (antes da intervenção):



Rua (após a intervenção, antes da pavimentação):



Rua (após a intervenção, após a pavimentação):



Anexo 5

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U		
																					MAPA COMPARATIVO	
OBRA: Empreitada de Execução da 1ª fase das Redes de Drenagem de Águas Residuais de Ovar/S. João (PAR 002/003) e Esmoriz/Cortegeça (PAR 005)																					PARA DESPACHO DE ADJUDICAÇÃO DE FORNECIMEI	
FORMECIMENTO/SUBEMPREGADA:																					Instalações mecânicas e instalações elétricas	
Ref.	Descrição	Un.	Quant	Preço			OBJECTIVO	HIDMA		TEKBOX		EcoFMeq		SOTECNOGAIO		P. Unit.	P. Total	P. Unit.	P. Total	P. Unit.	P. Total	
				P. Unit.	P. Total	P. Unit.		P. Total	P. Unit.	P. Total	P. Unit.	P. Total	P. Unit.	P. Total								
1512	3.15.8. Terras																					
1513	3.15.8.1. Ligadores																					
1514	3.15.8.1.1. Incluido caixa e demais acessórios de montagem.	Cj	1	81,26	81,26	73,82	73,82	80,00	80,00	51,88	51,88	59,85	59,85									
1515	3.15.8.2. Quadro de terras composto por barra de cobre, com secção amovível, em caixa metálica, com o número de entradas e saídas indicado nas peças desenhadas	Cj	1	81,26	81,26	73,82	73,82	80,00	80,00	114,45	114,45	101,75	101,75									
1516	3.15.8.3. Soldadura eletrolítica	Cj	1	103,08	103,08	32,28	32,28	100,00	100,00	46,11	46,11	63,16	63,16									
1517	3.15.8.4. Ligação à estrutura do edifício com ligações por soldadura à armadura metálica	Cj	1	103,08	103,08	32,28	32,28	100,00	100,00	33,37	33,37	50,54	50,54									
1518	3.15.8.5. Eletrodos de terra																					
1519	3.15.8.5.1. Eletrodos de terra de acordo com a descrição das peças escritas e peças desenhadas, incluindo caixa de visita, devendo ser escavados à nossa taxa, as terras de serviço e de proteção para o gerador a instalar internamente.	Cj	1	812,62	812,62	736,24	736,24	800,00	800,00	133,00	133,00	133,00	133,00									
1520	3.15.8.6. Tubagem																					
1521	3.15.8.6.1. Embébedas																					
1522	3.15.8.6.1.1. PEAD Ø40 mm	m	6	33,27	255,62	33,22	193,32															
1523	3.15.8.6.2. Em braspadeiras																					
1524	3.15.8.6.2.1. PEAD Ø40 mm	m	6	50,18	301,08	42,45	254,70	1,05	6,30	1,05	6,30	1,05	6,30									
1525	3.15.8.7. Condutores e cabos																					
1526	3.15.8.7.1. Em tubagem																					
1527	3.15.8.7.1.1. R07V-F, G35 mm'	m	12	6,54	78,48	5,54	66,48	6,00	72,00	4,76	57,12	8,78	105,36									
1528	3.15.8.7.2. Enterrado																					
1529	3.15.8.7.2.1. Cobre nu de 50 mm'	m	40	3,62	382,80	8,31	332,40	9,00	360,00	4,76	190,40	11,37	478,80									
1530	3.15.9. Licenciamento e Inspeção																					
1531	3.15.9.1. Processo de licenciamento, taxa de licenciamento e taxa de inspeção.	Cj	1	343,05	343,05	295,30	295,30	320,00	320,00	163,50	163,50	332,50	332,50									
1532																						
1533																						
1534																						
1535																						
1536	10 ZONA INDUSTRIAL - CORTEGEÇA																					
1537	TOTAIS			807.306,39	581.591,55	28%	Objectivo	601.854,89	3%	625.335,15	8%	567.477,54	-2%	572.816,53	-2%	572.816,53	-100%	572.816,53	-100%	572.816,53	-100%	
1538																						
1539																						
1540																						

Anexo 6



MRG
Engenharia e Construção



FTAM N.º: 2

FICHA TÉCNICA DE APROVAÇÃO DE MATERIAIS

Designação da Empreitada:	Empreitada de Execução da 1ª fase das Redes de Drenagem de Águas Residuais de Ovar/S.João (PAR 002/003) e Esmoriz/Cortegaça (PAR 005)	C. Custo:	23545
----------------------------------	---	------------------	-------

Identificação do Material		
1	Fornecedor	Verdasca & Verdasca
2	Designação do Material	Caixas em Betão Pré-Fabricado Armado Ø1000, Ø1250
2.1	Marca / Modelo	Caixas Ø1000: Aneis armados 1000x1000x100; Aneis armados 1000x500x100; Aneis armados 1000x300x100; Anel c/fundo arm. 1000x750; Cabeça Exc. Arm. 1000x600x650x100 Caixas Ø1250: Aneis armados 1250x1000x100; Aneis armados 1250x500x100; Aneis armados 1250x300x100; Anel c/fundo arm. 1250x750; Cabeça Exc. Arm. 1250x600x650x100
3	Artigo C Encargos / Articulado	Par 002 - Art2.2.3.1.1, Art2.2.3.1.2, Art2.5.3.1.1, Art2.5.3.1.2, Art2.8.3.1.1, Art2.8.3.1.2, Art3.2.3.1.1, Art3.2.3.1.2, Art3.5.3.1.1, Art3.5.3.1.2, Art 3.7.3.1.1, Art4.2.3.1.1, Art4.2.3.1.2, Art 5.2.3.1.1, Art 5.2.3.1.2, Art 5.4.3.1.1, Art 5.4.3.1.2, Art5.5.3.1.1, Art5.5.3.1.2, Art6.3.3.1.1, Art6.3.3.1.2, Art6.4.3.1.1 Par 005 - Art7.1.3.1.1, Art7.1.3.1.2, Art7.2.3.1.1, Art7.2.3.1.2, Art8.2.3.1.1, Art8.2.3.1.2, Art9.2.3.1.1, Art9.2.3.1.2, Art9.4.3.1.1, Art 10.1.3.1.1, Art 10.1.3.1.2
3.1	Marca / Modelo definido em Projeto	NA
4	Observações	

Documentação de Suporte			
1. Certificados de Conformidade		2. Especificações Técnicas/ Estudos	<input checked="" type="checkbox"/>
Declaração de Conformidade CE	<input checked="" type="checkbox"/>	3. Catálogo	<input type="checkbox"/>
Documentos de Homologação	<input checked="" type="checkbox"/>	4. Relatórios de Ensaios	<input type="checkbox"/>
Outros:	<input type="checkbox"/>	5. Amostras	<input type="checkbox"/>
		6. Outros:	<input type="checkbox"/>

FTAM elaborada por: Mafalda Lopes	Data:	25-Jun
Entregue à Entidade Fiscal: Angela Lopes	Data:	25-Jun

Aprovação do Material		Entidade Fiscal	
Aprovado	<input type="checkbox"/>		
Não Aprovado	<input type="checkbox"/>		Data: