



**Hélder João Lopes da Silva Castro Freitas**      **Relatório de Estágio em Direção de Obra na empresa Alberto Couto Alves, S.A.**



**Hélder João Lopes da  
Silva Castro Freitas**

**Relatório de Estágio em Direção de Obra na empresa  
Alberto Couto Alves, S.A.**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, com base no estágio curricular na empresa ACA Engenharia S.A., sob orientação científica do Prof. Eng.º José Alberto Marques Lapa, Professor Auxiliar Convidado do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro e coorientação do Prof. Doutor José Claudino Cardoso, sendo tutor por parte da Entidade de Acolhimento, o Eng.º Nuno Macedo Castro.

## O Júri

Professora Doutora Ana Luísa Pinheiro Lomelino Velosa  
Professora Associada da Universidade de Aveiro (Presidente)

Engenheiro Carlos Manuel Rodrigues Miranda  
Diretor do Departamento de Construção da Tengelmann Real Estate International  
(Arguente)

Professor Engenheiro José Alberto Marques Lapa  
Professor Convidado da Universidade de Aveiro (Orientador)

## **Agradecimentos**

Em especial, agradeço à Sandra Lourenço Correia e à minha Família, pelo amparo e suporte incansável, os quais não só a nível académico e profissional, mas também pessoal, foram fundamentais para a realização desta etapa.

Expresso, os meus agradecimentos ao Professor Engenheiro José Alberto Lapa e à Alberto Couto Alves, SA, por tornarem possível a realização do estágio curricular.

Ao Engenheiro Nuno Macedo Castro, grato pelo acompanhamento, incentivo e por todos os conhecimentos transmitidos, que revelaram uma excelente tutoria que tornou a experiência de seu Adjunto, um desafio estimulante e gratificante.

Agradeço a todos os meus amigos e colegas, profissionais e pessoais, pela amizade, apoio e motivação transmitida, desde sempre.

**Palavras-chave**

Direção de Obra, Requalificação e Beneficiação de Vias de Comunicação, Empreitada de Obra Pública, Construção de Edifícios Industriais, Empreitada Privada, Estágio Curricular.

**Resumo**

Direção de Obra, Requalificação e Beneficiação de Vias de Comunicação, Empreitada de Obra Pública, Construção de Edifícios Industriais, Empreitada Privada, Estágio Curricular.

No recente panorama da formação da Engenharia civil, decorre a inclusão do estágio curricular como opção de complementar os conhecimentos teóricos com a aplicação dos mesmos na prática. Este relatório de estágio baseia-se na experiência desenvolvida em direção de obra em duas empreitadas distintas. Nomeadamente, uma obra pública de requalificação de vias de comunicação e uma obra privada de construção de um edifício industrial.

Abordam-se as questões de soluções de reabilitação de vias de comunicação e a utilização de betume modificado com polímero nas requalificações de pavimentos.

Estuda-se também as soluções construtivas usuais, dos pavimentos térreos em edifícios industriais, dando um maior ênfase às patologias frequentes e soluções para serem evitadas/mitigadas.

Depois de confrontadas as técnicas usuais com as preconizadas na obra de reabilitação de vias, conclui-se que foram adequadas à retificação das patologias existentes e que o reforço de pavimentos com a utilização de betume modificado poderá ser vantajoso neste tipo de reabilitação.

Avaliando a aplicação da laje térrea em betão reforçado com fibras metálicas, na obra preconizada, conclui-se que é uma solução adequada ao tipo de edifício, no entanto, deverá ser evitada a interligação da laje, com as demais estruturas, sem elaboração de juntas construtivas.

**Keywords**

Project Management, Requalification and Road Improvement, Public Construction, Construction of Industrial Buildings, Private Construction, Traineeship.

**Abstract**

In the recent panorama of civil engineering course, the inclusion of the internship is an option to complement the theoretical knowledge, with the application of the concepts in practice. This traineeship report is based on the experience developed in project management, in two different construction. A public construction in requalification of routes and a private construction of an industrial building.

Are approached solutions in rehabilitation of routes and the use of modified bitumen with polymer in the requalifications of pavements.

Are also studied the usual constructive solutions of ground pavements in industrial buildings, giving a greater emphasis to the frequent pathologies and solutions to be avoided/mitigated.

After confronting the usual techniques with those recommended in the road rehabilitation construction, it is concluded that the used solutions were adequate to rectify the existing pathologies and that reinforcement of pavements with the use of modified bitumen could be advantageous in this type of rehabilitation.

Evaluating the application of reinforced concrete with metallic fibers in industrial pavements, in the followin construction, it's concluded that this solution is suitable to the type of building, however, the interconnection of the slab with the other structures should be avoided, without elaboration of constructive joints.

# Índice

|  |     |
|--|-----|
| Índice .....   | V   |
| Índice de Figuras .....  | VII |
| Índice de Tabelas .....  | IX  |
| Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos .....                                  | X   |
| 1. Introdução .....  | 1   |
| 2. Apresentação da empresa .....   | 2   |
| 3. Objetivos.....  | 3   |
| 4. Organização da dissertação .....  | 4   |
| 5. “Requalificação e Beneficiação de Arruamentos da Rede Viária Municipal” ..... | 6   |
| 5.1. Enquadramento .....   | 6   |
| 5.1.1. Concurso Público.....   | 8   |
| 5.2. Estrutura Técnica em Obra .....   | 13  |
| 5.2.1. Função de cada interveniente representante do Adjudicatário .....         | 16  |
| 5.2.1.1. Diretor de Obra.....  | 16  |
| 5.2.1.2. Encarregado .....   | 17  |
| 5.2.1.3. Técnico de Qualidade, Ambiente, Segurança.....                          | 18  |
| 5.2.1.4. Técnico Administrativo .....  | 19  |
| 5.2.2. Função de cada interveniente representante do Adjudicante.....            | 20  |
| 5.2.2.1. Fiscalização .....  | 20  |
| 5.2.2.2. Coordenação de Segurança em obra.....                                   | 20  |
| 5.3. Descrição dos trabalhos .....   | 22  |
| 5.3.1. Drenagem de águas pluviais .....  | 23  |
| 5.3.2. Passeios e vias de estacionamento .....                                   | 24  |
| 5.3.3. Muros em betão ciclópico.....   | 24  |
| 5.3.4. Pavimentações .....   | 25  |
| 5.3.4.1. Travessa Teixeira de Pascoais e Travessa Ferreira de Castro .....       | 26  |
| 5.3.4.2. Largo Navarro de Andrade .....  | 27  |
| 5.3.4.3. Rua Cónego Dr. Manuel Faria.....  | 27  |
| 5.3.4.4. Rua Prof. Dr. Arnaldo Sampaio e Rua Dr. José Pinto Rodrigues .....      | 28  |
| 5.3.4.5. Rua Domingos Macedo e Rua da Liberdade .....                            | 29  |
| 5.3.4.6. Rua de S. Tomé .....  | 31  |
| 5.3.4.7. Rua de S. Bento .....   | 31  |
| 5.3.4.8. Rua das Agradas, Travessa das Agradas e Rua do Combro .....             | 32  |
| 5.3.4.9. Rua do Outeiro e Rua do Salgueiral .....                                | 32  |
| 5.3.4.10. Rua Amadeu de Carvalho.....  | 33  |
| 5.3.5. Ajardinamento .....   | 34  |
| 5.3.6. Marcações e equipamentos de proteção rodoviária.....                      | 34  |
| 5.4. Estado da arte.....   | 35  |
| 5.4.1. Pavimentos Rodoviários .....  | 35  |
| 5.4.2. Tipos de Pavimentos.....  | 35  |
| 5.4.2.1. Pavimentos flexíveis.....   | 37  |
| 5.4.3. Avaliação do estado de conservação dos pavimentos .....                   | 39  |
| 5.4.4. Patologias de pavimentos flexíveis.....                                   | 40  |
| 5.4.4.1. Deformações.....  | 40  |
| 5.4.4.2. Fendilhamentos.....   | 43  |
| 5.4.4.3. Desagregação da camada de desgaste .....                                | 45  |

|          |  |     |
|----------|--|-----|
| 5.4.4.4. | Movimento de materiais .....   | 47  |
| 5.4.5.   | Conservação e reabilitação de pavimentos .....                               | 49  |
| 5.4.5.1. | Operações de conservação de pavimentos .....                                 | 50  |
| 5.4.5.2. | Operações de reabilitação de pavimentos .....                                | 50  |
| 5.4.6.   | Betume modificado com polímeros .....  | 51  |
| 5.4.6.1. | Aplicação de betume modificado na reabilitação de pavimentos .....           | 52  |
| 5.4.6.2. | Desgaste modificado utilizado .....  | 53  |
| 5.5.     | Trabalhos realizados .....   | 54  |
| 5.5.1.   | Preparação de obra .....   | 54  |
| 5.5.2.   | Reuniões de Obra .....   | 55  |
| 5.5.3.   | Início dos trabalhos .....   | 56  |
| 5.5.4.   | Planos de sinalização .....  | 56  |
| 5.5.5.   | Controlo de atividades .....   | 58  |
| 5.5.5.1. | Rede de drenagem de águas pluviais .....                                     | 58  |
| 5.5.5.2. | Execução de passeios e vias de estacionamento .....                          | 61  |
| 5.5.5.3. | Muros de betão ciclópico .....   | 62  |
| 5.5.5.4. | Pavimentações .....  | 62  |
| 5.5.5.5. | Ajardinamento .....  | 66  |
| 5.5.5.6. | Marcações rodoviárias .....  | 67  |
| 5.5.6.   | Situações de direção de obra .....   | 68  |
| 5.5.6.1. | Programação de cortes de trânsito .....                                      | 68  |
| 5.5.6.2. | Pavimentação noturna .....   | 71  |
| 5.5.6.3. | Desistência por parte de um subempreiteiro .....                             | 71  |
| 5.5.6.4. | Não Conformidade .....   | 72  |
| 5.6.     | Conclusões técnicas dos trabalhos realizados .....                           | 74  |
| 6.       | “Ampliação de Edifício Industrial – Seara – Indústria de Carnes, Lda.” ..... | 76  |
| 6.1.     | Enquadramento .....  | 76  |
| 6.2.     | Estrutura técnica em obra .....  | 77  |
| 6.2.1.   | Função de cada interveniente representante do Adjudicatário .....            | 79  |
| 6.2.1.1. | Diretor de Obra .....  | 79  |
| 6.2.1.2. | Encarregado .....  | 79  |
| 6.2.1.3. | Técnico de Qualidade Ambiente Segurança e Saúde .....                        | 79  |
| 6.2.1.4. | Técnico Administrativo .....   | 79  |
| 6.2.2.   | Função de cada interveniente representante do Adjudicante .....              | 80  |
| 6.2.2.1. | Projetista .....   | 80  |
| 6.2.2.2. | Fiscalização .....   | 80  |
| 6.2.2.3. | Coordenação de Segurança em obra .....                                       | 81  |
| 6.3.     | Descrição dos trabalhos .....  | 81  |
| 6.4.     | Estado da arte .....   | 85  |
| 6.4.1.   | Pavimentos térreos industriais .....   | 85  |
| 6.4.1.1. | Constituição da estrutura de pavimento .....                                 | 85  |
| 6.4.1.2. | Processo evolutivo das soluções de pavimentos industriais .....              | 87  |
| 6.4.1.3. | Tipos de pavimentos industriais .....  | 89  |
| 6.4.1.4. | Juntas de controlo .....   | 92  |
| 6.4.1.5. | Revestimento em resinas epóxis .....   | 95  |
| 6.4.1.6. | Patologias .....   | 98  |
| 6.5.     | Trabalhos realizados .....   | 103 |
| 6.5.1.   | Trabalhos de preparação de obra .....  | 103 |
| 6.5.2.   | Demolições e trabalhos preparatórios .....                                   | 104 |
| 6.5.3.   | Fundações Especiais .....  | 105 |

|          |  |     |
|----------|--|-----|
| 6.5.4.   | Estruturas de betão armado.....                                  | 107 |
| 6.5.5.   | Estrutura metálica.....  | 113 |
| 6.5.6.   | Drenagem de águas pluviais.....                                  | 118 |
| 6.5.7.   | Pavimento térreo.....  | 120 |
| 6.5.7.1. | Aterro controlado.....   | 121 |
| 6.5.7.2. | Execução de camadas granulares.....                              | 122 |
| 6.5.7.3. | Execução de camada de regularização.....                         | 123 |
| 6.5.7.4. | Execução de camada de revestimento térmico e barreira de vapor.. | 124 |
| 6.5.7.5. | Execução da laje de betão reforçado com fibras metálicas.....    | 125 |
| 6.5.7.6. | Execução das juntas de controlo.....                             | 126 |
| 6.5.7.7. | Soluções adotadas para evitar patologias.....                    | 126 |
| 6.6.     | Conclusões técnicas dos trabalhos realizados.....                | 129 |
| 7.       | Conclusões.....  | 130 |

## Índice de Figuras

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Figura 1.  | Esquema de desenvolvimento de um tema/trabalho.....   | 3  |
| Figura 2.  | Plantas de execução dos trabalhos de drenagem de águas pluviais das várias frentes de obra.....                     | 7  |
| Figura 3.  | Mapa de arruamentos a intervir na obra “Requalificação e Beneficiação de Arruamentos da Rede Viária Municipal”..... | 23 |
| Figura 4.  | Zona de muro de vedação a demolir e reconstruir.....  | 25 |
| Figura 5.  | Zona de muro de suporte a construir.....  | 25 |
| Figura 6.  | Planta de trabalhos Travessa Teixeira de Pascoais e Travessa Ferreira de Castro.....                                | 26 |
| Figura 7.  | Trabalhos de pavimentação no Largo Navarro de Andrade.....  | 27 |
| Figura 8.  | Trabalhos de pavimentação na Rua Cónego Dr. Manuel Faria.....   | 28 |
| Figura 9.  | Planta de trabalhos de pavimentação na Rua Prof. Dr. Arnaldo Sampaio e Rua Dr. José Pinto Rodrigues.....            | 29 |
| Figura 10. | Trabalhos de pavimentação na Rua Domingos Macedo e Rua da Liberdade.....  | 30 |
| Figura 11. | Trabalhos de pavimentação na Rua de S. Tomé.....  | 31 |
| Figura 12. | Trabalhos de pavimentação na Rua de S. Bento.....   | 31 |
| Figura 13. | Trabalhos de pavimentação na Rua das Agrads, Travessa das Agrads e Rua do Combro.....                               | 32 |
| Figura 14. | Trabalhos de pavimentação na Rua do Outeiro e Rua do Salgueiral.....  | 33 |
| Figura 15. | Trabalhos de pavimentação na Rua Amadeu de Carvalho.....  | 33 |
| Figura 16. | Transmissão das cargas nas diversas camadas de estrutura de pavimento. ...  | 37 |
| Figura 17. | Constituição de um pavimento flexível.....  | 38 |
| Figura 18. | Abatimento longitudinal e transversal.....  | 40 |
| Figura 19. | Abatimentos localizados.....  | 41 |
| Figura 20. | Ondulação em pavimento rodoviário.....  | 42 |
| Figura 21. | Rodeiras de pequeno raio, (Torrão, 2015).....   | 42 |
| Figura 22. | Rodeiras de grande raio, (Torrão, 2015).....  | 42 |
| Figura 23. | Fendas longitudinais e transversais.....  | 43 |
| Figura 24. | Fendilhamento tipo pele de crocodilo.....   | 44 |
| Figura 25. | Degradação superficial.....   | 45 |
| Figura 26. | Degradação tipo “cabeça de gato”.....   | 46 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 27. Degradação do tipo “Pelada” .....  | 46  |
| Figura 28. Degradação do tipo ninho. ....   | 47  |
| Figura 29. Exsudação em pavimento rodoviário. ....  | 48  |
| Figura 30. Subida de finos, (Maia, 2012). ....  | 48  |
| Figura 31. Esquema de sinalização de estreitamento de via (esquerda) / Esquema de<br>sinalização de circulação alternada com recurso a sinaleiros (centro) / Esquema de<br>sinalização de circulação alternada com recurso a sinalização luminosa (direita). 57 | 57  |
| Figura 32. Trabalhos de aplicação de emulsão betuminosa. ....   | 64  |
| Figura 33. Trabalhos de pavimentação de camada betuminosa. ....   | 64  |
| Figura 34. Trabalhos de compactação de camadas betuminosas.....   | 65  |
| Figura 35. Trabalhos de fresagem de pavimento existente. ....   | 65  |
| Figura 36. Trabalhos de saneamento de solos. ....   | 66  |
| Figura 37. Trabalhos de nivelamento da camada de base em ABGE.....  | 66  |
| Figura 38. Trabalhos de marcação horizontal manual.....   | 67  |
| Figura 39. Plano de sinalização temporário – Primeira fase Azurém. ....   | 68  |
| Figura 40. Plano de sinalização temporário – Segunda fase Azurém. ....  | 69  |
| Figura 41. Desvio temporário para acesso a garagens.....  | 69  |
| Figura 42. Pavimentação do Largo Navarros de Andrade.....   | 71  |
| Figura 43. Situações em não conformidade. ....  | 73  |
| Figura 44. Inquérito de receção definitiva da obra “Requalificação e Beneficiação de<br>Arruamentos da Rede Viária Municipal” .....   | 75  |
| Figura 45. Planta de implantação da “Ampliação de Edifício Industrial – Seara –<br>Indústria de Carnes, Lda.....  | 76  |
| Figura 46. Interior de uma Indústria Têxtil. ....   | 87  |
| Figura 47. Pormenor de junta de construção. ....  | 93  |
| Figura 48. Pormenor de junta de expansão. ....  | 93  |
| Figura 49. Pormenor de junta de expansão em pilares. ....   | 94  |
| Figura 50. Pormenor junta de controlo de fendilhação. ....  | 94  |
| Figura 51. Soluções de aplicação de resinas epóxi: pintura; multicamada; revestimento;<br>argamassa. ....   | 96  |
| Figura 52. Fissuras de retração plástica, (Chodounsky, 2010). ....  | 100 |
| Figura 53. Fissuras de retração hidráulica, (Chodounsky, 2010). ....  | 100 |
| Figura 54. Descolamento do revestimento, (Azevedo, 2010). ....  | 101 |
| Figura 55. Empolamento do revestimento, (Azevedo, 2010). ....   | 101 |
| Figura 56. Descolamento do revestimento. ....   | 102 |
| Figura 57. Pavimento em resina sintética desgastado, (Azevedo, 2010). ....  | 102 |
| Figura 58. Trabalhos de demolição. ....   | 104 |
| Figura 59. Execução de estacas de trado contínuo. ....  | 105 |
| Figura 60. Planta de fundações com delimitação da zona com cota errada. ....  | 106 |
| Figura 61. Pormenor construtivo dos maciços de fundação simples/duplos. ....  | 107 |
| Figura 62. Pormenor construtivo da ligação entre as estacas de trado contínuo, viga<br>lintel e maciços de fundação. ....   | 108 |
| Figura 63. Corte de representação da viga lintel, muro de suporte e laje em consola com<br>o respetivo contrabalanço.....   | 108 |
| Figura 64. Planta de representação das bocas de lobo e tubo de ventilação.....  | 109 |
| Figura 65. Pormenor construtivo das secções da caixa de elevador.....   | 109 |
| Figura 66. Pormenor construtivo de amarração da nova estrutura à já existente. ....   | 110 |
| Figura 67. Pormenor construtivo da solução de amarração.....  | 110 |
| Figura 68. Corte representativo da caixa de elevador. ....  | 110 |
| Figura 69. Pormenor construtivo da laje colaborante.....  | 111 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 70. Planta representativa das lajes maciças.....   | 111 |
| Figura 71. Planta representativa da laje em consola (LM2).....  | 112 |
| Figura 72. Pormenor de ligação entre as vigas das palas previsto em projeto. ....   | 114 |
| Figura 73. Proposta de alteração da ligação entre as vigas das palas.....   | 114 |
| Figura 74. Pormenor de ligação entre os perfis HEA 180 e IPE 330 de projeto.....  | 114 |
| Figura 75. Proposta de alteração da ligação entre os perfis HEA 180 e IPE 330. ....   | 115 |
| Figura 76. Pormenor de ligação de contraventamento entre pórticos de projeto. ....  | 115 |
| Figura 77. Proposta de alteração da ligação de contraventamento entre pórticos.....   | 115 |
| Figura 78. Proposta de recuo do alinhamento do pórtico Y1.....  | 116 |
| Figura 79. Pormenor de posicionamento da chapa enrijecedora de projeto.....   | 116 |
| Figura 80. Proposta de alteração do posicionamento da chapa enrijecedora.....   | 116 |
| Figura 81. Pormenor de ligação do pilar com excentricidade para evitar coincidir com a<br>junta de dilatação do edifício existente..... | 117 |
| Figura 82. Pormenor de fixação dos pilares no edifício existente conforme projeto<br>inicial.....                                       | 117 |
| Figura 83. Proposta de alteração da fixação dos pilares no edifício existente.....  | 117 |
| Figura 84. Pormenor da solução construtiva de isolamento “tipo <i>Imperialum</i> ”.....   | 119 |
| Figura 85. Pormenor da solução construtiva da laje térrea.....  | 120 |
| Figura 86. Trabalhos de compactação do solo de aterro.....  | 121 |
| Figura 87. Valores obtidos nos ensaios de compactação relativa.....   | 122 |
| Figura 88. Planta de localização dos ensaios de compactação relativos efetuados.....  | 122 |
| Figura 89. Finalização da compactação da camada de base.....  | 123 |
| Figura 90. Trabalhos de betonagem e nivelamento da camada de regularização.....   | 124 |
| Figura 91. Trabalhos de aplicação de camada de revestimento térmico e barreira de<br>vapor.....   | 124 |
| Figura 92. Trabalhos de talochamento mecânico com equipamento “helicóptero”.....  | 125 |
| Figura 93. Malha eletrosoldada para ligação entre camadas.....  | 126 |
| Figura 94. Junta de controlo de fendilhação na zona de contrabalanço.....   | 127 |
| Figura 95. Trabalhos de betonagem da laje (LM1).....  | 127 |
| Figura 96. Fissuração em zonas frágeis.....   | 128 |
| Figura 97. Juntas de controlo de fendilhação em pontos frágeis.....   | 128 |

## Índice de Tabelas

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1. Logotipos do Grupo ACA.....                                      | 2  |
| Tabela 2. Formulação do critério de adjudicação.....                       | 11 |
| Tabela 3. Diferenciação de Conservação e Reabilitação de Pavimentos.....   | 49 |
| Tabela 4. Características dos tipos de pavimentos industriais térreos..... | 91 |

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

|        |   |
|--------|---|
| ABGE   | Agregado Britado de Granulometria Extensa                         |
| AC     | Asphalt Concrete (Betão Betuminoso)                               |
| ACA    | Alberto Couto Alves, SA   |
| APA    | Agência Portuguesa do Ambiente                                    |
| BBr    | Betão Betuminoso Rugoso   |
| CCP    | Código dos Contratos Públicos                                     |
| CRP    | Constituição da República Portuguesa                              |
| CSP    | Coordenador de Segurança em Projeto                               |
| CSO    | Coordenação de Segurança em Obra                                  |
| CT     | Compilação Técnica  |
| DL     | Decreto-Lei   |
| DRe    | Diário da República   |
| EPC's  | Elementos de Proteção Coletiva                                    |
| EPI's  | Equipamentos de Proteção Individual                               |
| IMTT   | Instituto da Mobilidade dos Transportes Terrestres, IP            |
| JOUE   | Jornal Oficial da União Europeia                                  |
| MCA    | Manuel Couto Alves, SA  |
| PR     | Nota Atribuída ao Preço   |
| PSS    | Plano de Segurança e Saúde  |
| PPGRCD | Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos da Construção e Demolição |
| QAS    | Qualidade Ambiente e Segurança                                    |
| RCD    | Resíduos de Construção e Demolição                                |
| VPB    | Valor do Preço Base   |
| VPC    | Valor da Proposta do Concorrente                                  |
| VTP    | Vália Técnica da Proposta   |

# 1. INTRODUÇÃO

O presente relatório de estágio foi realizado no âmbito da “Dissertação”, inserida no plano curricular do Mestrado Integrado em Engenharia Civil. O relatório agora apresentado tem em vista a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil.

O estágio em questão é de natureza curricular, com uma vertente sobretudo prática, desenvolvido durante o último semestre do presente curso.

Em parceria com a Universidade de Aveiro, a empresa Alberta Couto Alves, S.A. deferiu um estágio curricular, enquadrado na área de Produção, tendo como função ser Adjunto de Diretor de Obra. O estágio incidiu sobre a execução de dois projetos, em duas obras distintas.

A abordagem deste relatório incidirá sobre ambas as obras, remetendo às experiências adquiridas ao longo do seu desenvolvimento, bem como, todo o cariz técnico adquirido com a pesquisa previamente desenvolvida para obtenção de conhecimentos que possibilitaram o progresso da tarefa desempenhada.

A obra inicialmente executada, de sua designação “Requalificação e Beneficiação de Arruamentos da Rede Viária Municipal”, trata-se de uma empreitada de obra pública de requalificação de vias de comunicação, que consistiu na requalificação de 10 arruamentos em várias freguesias do Município de Guimarães, em que o Dono de obra é a própria Câmara Municipal de Guimarães. A segunda obra executada e referida neste relatório, foi denominada de “Ampliação de Edifício Industrial – Seara – Indústria de Carnes, Lda.”, trata-se de empreitada de construção civil de cariz privado, que envolveu a construção de um edifício industrial para ampliação das instalações da Indústria de carnes “Seara”.

## 2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

“ACA, Alberto Couto Alves S.A.” é um grupo de empresas ligadas à área da construção civil, com sede nacional em Vila Nova de Famalicão.

O grupo ACA engloba não só a empresa de construção civil, intitulada de ACA Engenharia, mas também várias empresas do ramo, tais como, a “GlobalStadium” – empresa do grupo especializada em relvados sintéticos, “Ambiágua” – empresa do grupo especializada em construções hidráulicas, “ConviAca” – empresa do grupo especializada em reabilitações, “IELAC” – empresa do grupo especializada em eletricidade e “AVAC’s”, entre outras, como se pode observar na tabela abaixo apresentada, através dos seus logotipos.

**Tabela 1.** Logotipos do Grupo ACA.

|   |  |   |
|---|--|---|
|  |    |   |
|   |   |  |
|   |   |  |
|   |   |  |
|   |   |  |
|   |  |   |
|   |  |   |

Fonte: Elaborada pelo Estagiário, com figuras do *site* [www.albertocoutoalves.pt](http://www.albertocoutoalves.pt).

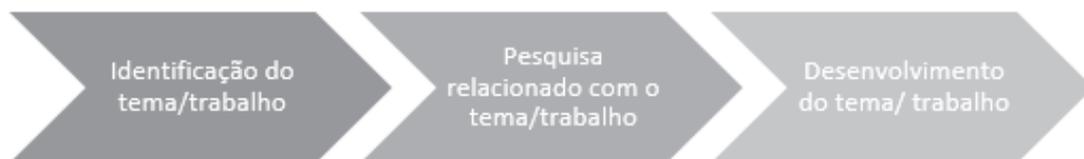
A ACA Engenharia foca-se essencialmente em obras de grande dimensão, geralmente obras públicas, não obstante, também executa empreitadas privadas, possuindo um vasto portfólio com cerca de 25 anos de experiência, quer em obras de construção civil, como em vias de comunicação, pontes e viadutos, obras fluviais, ferroviárias, escolas, entre outras.

### 3. OBJETIVOS

O principal objetivo do presente estágio foi a aproximação com o mercado de trabalho, proporcionando assim uma perceção do funcionamento da Engenharia Civil na prática. O desafio de aplicar os conhecimentos adquiridos foi um dos factos que motivaram, o Estagiário, na decisão de seguir a vertente de estágio curricular na dissertação de mestrado, de forma a perceber que, os conteúdos lecionados nas diversas unidades curriculares são aplicados na prática.

O objetivo principal para nomeação como Adjunto de Diretor de Obra nas obras em questão foi abordar diferentes tipos de obra durante o mesmo estágio. *In casu* dar a conhecer as diferenças entre uma obra pública e uma obra privada, mas também, a distinção em termos dos vários ramos da Engenharia Civil, nomeadamente uma obra de vias de comunicação e uma obra de construção civil. Assim, contribuindo para uma diversificação dos conhecimentos adquiridos e tornando-se numa mais-valia para experiências futuras.

A presente dissertação ditou também um método de abordagem de todas as situações ocorridas neste estágio, devido à conciliação de objetivos entre ambos. Segundo (Souza N. d., 1991), através da dissertação, o aluno deve revelar conhecimento na bibliografia atualizada em relação ao tema em estudo e capacidade de sistematização de ideias. Sendo assim, o objetivo principal reside na obtenção de conhecimentos, o qual exigiu que existisse uma pesquisa prévia que possibilita um espírito crítico em termos de modos de desenvolver um certo tema, neste caso, modos de se desenvolver um certo trabalho.



**Figura 1.** Esquema de desenvolvimento de um tema/trabalho.

## 4. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação está dividida em 7 (sete) capítulos:

Nos primeiros capítulos são apresentados a introdução, a apresentação da empresa, os objetivos e a organização da dissertação.

Os capítulos 5.º (quinto) e 6.º (sexto) referem-se a duas obras distintas.

No capítulo 5.º (quinto) será abordada a empreitada de obra pública “Requalificação e Beneficiação de Arruamentos da Rede Viária Municipal”, subdividido nos seguintes subcapítulos:

- Inicialmente serão enquadrados os aspetos principais desta empreitada, os quais se encontram descritos no primeiro subcapítulo “Enquadramento”.
- O segundo subcapítulo, “Estrutura Técnica em Obra”, identificará todos os intervenientes diretos que formaram a equipa técnica responsável por realizar a obra, bem como a função que cada um representa.
- Na “Descrição dos Trabalhos” encontrar-se-á a enumeração do tipo de trabalhos a realizar, este subcapítulo servirá para completar o enquadramento da obra mas o seu intuito residiu em ditar o tipo de pesquisa necessária para elaborar a obra.
- Sucessivamente o “Estado da Arte”, apresentará as informações retiradas da pesquisa efetuada para apuramento de conhecimentos em cada área de intervenção da empreitada, tendo esta sido desenvolvida previamente à realização de cada atividade.
- No subcapítulo “Trabalhos realizados”, encontrar-se-ão descritos os trabalhos realizados fazendo referência ao processo de construção adotado e identificando as dificuldades encontradas na realização.
- No final deste capítulo 5.º, “Conclusões técnicas dos trabalhos realizados”, em forma de crítica construtiva, dar-se-á lugar a uma conclusão, abordando os resultados da empreitada bem como uma opinião própria do que deveria ter sido alterado ou melhorado na conceção desta obra.

No capítulo 6.º (sexto), há alusão à obra “Ampliação de Edifício Industrial – Seara – Indústria de Carnes, Lda.”. Em conformidade com o capítulo supra mencionado, o mesmo subdivide-se:

- Inicialmente pelo “Enquadramento” onde irá se descrever resumidamente a empreitada.
- De seguida, apresentar-se-á a “Estrutura Técnica em Obra” referenciando cada interveniente e descrevendo a sua função.
- Dá-se de seguida o subcapítulo “Descrição dos Trabalhos” onde se referencia todo o tipo de trabalhos projetados para esta empreitada.
- No subcapítulo “Estado da Arte” apresentar-se-á o estudo realizado para reforçar os conhecimentos das técnicas construtivas utilizadas neste tipo de construção.
- No último subcapítulo desta obra, “Conclusões técnicas dos trabalhos realizados”, formar-se-á uma reflexão dos métodos construtivos executados confrontados com a opinião pessoal sobre os mesmos.

No capítulo 7.º (sétimo) são apresentadas as conclusões do presente relatório de estágio.

## **5. “REQUALIFICAÇÃO E BENEFICIAÇÃO DE ARRUAMENTOS DA REDE VIÁRIA MUNICIPAL”**

### **5.1. Enquadramento**

A empreitada de obra pública de vias de comunicação consistiu em trabalhos de requalificação de 10 arruamentos distintos no Município de Guimarães. A finalidade desta intervenção baseia-se na eliminação das várias patologias presentes nas vias que integram o Município. Face à restrição orçamental, esta obra de cariz periódico, responde às prioridades em termos de arruamentos a intervir tentando corresponder às solicitações por parte dos habitantes e utentes destas infraestruturas.

Esta requalificação incidiu sobre distintos trabalhos, não obstante, em todas as frentes de obra, existiram semelhanças, compreendendo os trabalhos de pavimentação com as distintas camadas betuminosas e de agregados britados, para uma estrutura de pavimento devidamente dimensionada para o fim destes arruamentos.

Também, em praticamente todos os arruamentos, ocorreu a intervenção na rede de drenagem de águas pluviais, tanto a reestruturação da rede existente como a realização de novas redes nos arruamentos que ainda não possuísem.

Identicamente, lancis e passeios era outra das atividades maioritárias da empreitada, resultando em passeios tanto em pedra-chão, do tipo paralelo em betão pré-fabricado, como em betonilha esquadrelada, compreendendo todos os trabalhos de estrutura de fundação dos mesmos.

Sendo estes arruamentos existentes, foi necessário refazer nomeados muros de suporte para alargamento da via, assim, os novos muros a executar foram projetados em betão ciclópico e no caso de muros de vedação, visto não terem função de suporte, apenas com fundação em betão ciclópico e elevação em blocos de alvenaria.

Em diversas frentes de obra previu-se a utilização de guardas de segurança quer pedonais, em zonas de passeios, quer rodoviárias, em plena via de circulação. Nos casos de guardas pedonais, previstas a executar com perfis metálicos ocos. Já nas guardas rodoviárias, executados em guardas metálicas semi-flexíveis por empresas especializadas.

Para conclusão da requalificação destes arruamentos previu-se a necessidade de executar as marcações rodoviárias horizontais, executados com acompanhamento por parte da fiscalização devido à ausência de um projeto em concreto para cada arruamento.

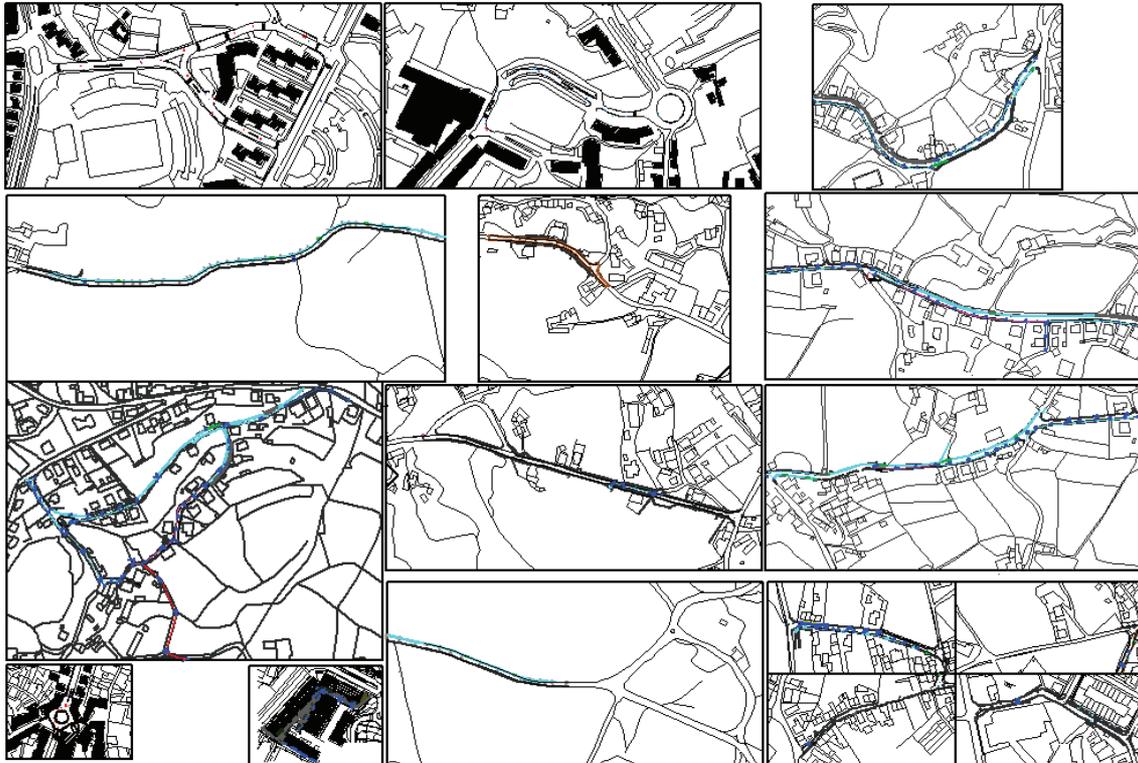


Figura 2. Plantas de execução dos trabalhos de drenagem de águas pluviais das várias frentes de obra.

### 5.1.1. Concurso Público

Uma empreitada de obra pública rege-se por o Decreto-Lei n.º 18/2008, de 29 de Janeiro - Código dos Contratos Públicos (CCP), legislação e tramitação diferente de uma obra privada.

O Decreto-Lei supra mencionado, contém um conjunto de normas relativas aos procedimentos pré-contratuais públicos, com base nas Diretivas n.º 2004/17/CE e n.º 2004/18/CE, elaboradas pelo Parlamento Europeu e do Conselho, de 31 de março, alteradas, posteriormente, pela Diretiva n.º 2005/51/CE, da Comissão, de 7 de Setembro, e retificadas pela Diretiva n.º 2005/75/CE, do Parlamento Europeu e da Comissão, de 16 de novembro. No entanto, há que mencionar que o CCP também faz menção a alguns procedimentos especiais do território português, não constante nas diretivas acima referenciadas, existindo assim, uma pequena margem de discricionariedade.

Segundo o art.º 2, n.º 1, alínea c) do D.L. n.º 18/2008, são Entidades Adjudicantes as autarquias locais. Em conformidade com o art.º 235.º n.º 2 da CRP: “ *As autarquias locais são pessoas coletivas territoriais dotadas de órgãos representativos, que visam a prossecução de interesses próprios das populações respetivas*”. Assim, há que indicar que existem duas categorias de autarquias, as freguesias e os municípios (art.º 236º n.º 1 da CRP).

Neste caso em concreto a Entidade Adjudicante trata-se de uma autarquia local, mais concretamente, o Município de Guimarães.

Existem vários tipos de procedimentos concursais que a Entidade Adjudicante pode adotar, neste caso em concreto, o Município de Guimarães optou pelo concurso público, previsto no art.º 16.º n.º 1, alínea b) do CCP. Este procedimento deve exprimir de forma mais acentuada o princípio da concorrência de mercado. Celebram-se contratos com a Entidade Adjudicante quando o objeto dos contratos abranja prestações típicas, tal como, a empreitada de obras públicas (art.º 16 n.º 2, alínea a) do CCP).

A tramitação inicia-se a partir do momento em que a Entidade Adjudicante, no órgão deliberativo da Câmara Municipal de Guimarães, autoriza as despesas. Segue-se a decisão da escolha do procedimento de formação de contratos, que incidu sobre o concurso público. Também compete à Câmara Municipal de Guimarães a decisão da aprovação das peças do procedimento.

Seguidamente, é necessário publicitar, através de um anúncio no Diário da República o procedimento em causa (art.º 3, n.º1 do Decreto-Lei n.º 18/2008, de 29 de Janeiro). Uma vez que o concurso público visa a contratação para a execução de uma empreitada de obra pública, sendo o valor do preço base do procedimento 1.666.216,96€, não se torna obrigatório publicar o anúncio do Jornal Oficial da União Europeia (JOUE), de acordo com o art.º 19, alínea b) do CCP e art.º 7.º, alínea c) da Diretiva 2004/18/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 31 de Março, uma vez que o valor é inferior a 5.150.000,00€.

É lavrado, por parte da Entidade Adjudicante, o programa de procedimento, trata-se de um regulamento que define os termos a que obedece a fase de formação do contrato até à sua celebração, e o caderno de encargos, que contém as cláusulas a incluir no contrato a celebrar, designadamente respeitantes aos aspetos de execução do contrato. Após os documentos supra mencionados, estarem terminados poderão ser consultados pelas Entidades Concorrentes à empreitada, as mesmas são fornecidas juntamente com as peças do concurso. O programa de procedimento e o caderno de encargos foram disponibilizados no edifício da Câmara Municipal de Guimarães, assim como na plataforma eletrónica, desde o dia da publicação do anúncio, isto é, 30 de Junho de 2015, até ao termo do prazo fixado para a apresentação das propostas, ou seja, 20 de Julho de 2015, de acordo com o art.º 133.º n.º 1 do CCP. Relativamente à disponibilização das peças do concurso na plataforma eletrónica, estas dependiam do pagamento de uma quantia de 139,36€ à Câmara Municipal de Guimarães (art.º 133.º n.º 2 e 3).

De referir a abordagem do Programa de Procedimento à fase de obtenção de esclarecimentos e retificação de peças do concurso, além da fase de extinção dos erros e omissões constantes do caderno de encargos, tal como prevê os art.ºs 50.º e 61.º do CCP.

Segue-se o momento da apresentação das propostas, assim como dos documentos que as instruem. De acordo com o art.º 56.º do CCP, entende-se por proposta a declaração pela qual o concorrente manifesta à Entidade Adjudicante a sua vontade de contratar e o modo pelo qual se dispõe a fazê-lo. Neste procedimento em causa, tanto a proposta como os documentos, teriam que ser apresentados eletronicamente na plataforma eletrónica utilizada pela Entidade Adjudicante (art.º 62 CCP). De notar que a proposta teria de ser lavrada em língua portuguesa e processada informaticamente.

Além da proposta, existem documentos necessários à junção da mesma, tais como, declaração de acordo, declaração com a indicação do preço contratual, nota justificativa

do preço proposto, lista de preços unitários, plano de trabalhos incluindo o esquema em diagrama do faseamento da obra, plano de mão-de-obra, plano de equipamentos, plano de pagamentos e cronograma financeiro, memória descritiva e justificativa do modo de execução da obra, incluindo também a organização prevista para a execução dos trabalhos, bem como a descrição dos métodos construtivos a aplicar e os aspetos técnicos ou outros que sejam considerados essenciais à execução da empreitada. Nesta memória, o Concorrente especifica os aspetos técnicos que considera essenciais na sua proposta e cuja rejeição implicaria a sua ineficácia. Fazem também parte dos documentos a entregar em fase de proposta o documento sobre o Sistema de Gestão e Controlo de Qualidade, identificando os procedimentos de controlo destinados a garantir a qualidade dos trabalhos, materiais e equipamentos de obra final; documento sobre o Sistema de Gestão de Segurança e Compilação Técnica (CT) a implementar na execução da empreitada o qual deverá estar elaborado tendo como base o sistema de gestão descrito no Plano de Segurança e Saúde (PSS) e CT da fase projeto; Documento sobre o Sistema de Acompanhamento Ambiental para a obra.

As propostas são analisadas pelo Júri do Concurso, designado com esse objetivo, apesar de, além desta, ter como demais funções, apreciar as candidaturas e elaborar os relatórios de análise das candidaturas e das propostas (art.º 69.º do CCP). Trata-se de uma designação necessária, dado o procedimento adotado neste concurso (art.º 67.º do CCP).

As propostas poderão ser excluídas devido a várias situações. A título meramente exemplificativo, enuncia-se alguns dos casos em que as propostas são excluídas, como, por motivos materiais (art.º 70.º n.º2 do CCP), nomeadamente, a violação do caderno de encargos, por motivos formais (art.º 146º n.º2), designadamente por incumprimento de formalidades impostas pelo código, quando o preço é anormalmente baixo (art.º 71.º, n.º 1, alínea a) do CCP), ou seja, quando o preço base é fixado no caderno de encargos considera-se anormalmente baixo quando seja 40% inferior ao preço base, no caso do contrato de empreitada de obras públicas, entre outras situações.

De acordo com Anúncio publicado em Diário da República e o Programa de Procedimento, documento que define os termos a que obedece a fase de formação do contrato até à sua celebração (art.º41.º do CCP), fixou-se a proposta economicamente mais vantajosa, como critério de Adjudicação neste concurso. Ora, sendo o critério o supra mencionado, o Código dos Contratos Públicos, no art.º 139.º n.º2 a 4 prevê o modo de elaborar o modelo de análise das propostas, que corresponde ao resultado da soma das

pontuações parciais obtidas em cada fator ou subfactor elementar, multiplicadas pelos valores dos respetivos coeficientes de ponderação. Neste concurso em específico o critério de adjudicação subdivide-se em fatores e eventuais subfactores acompanhados dos respetivos coeficientes de ponderação, ou seja, o preço com a ponderação de 60% e fator da valia técnica com a ponderação de 40%.

**Tabela 2.** Formulação do critério de adjudicação.

| Código | Fatores de Apreciação     | Peso (%) | Fórmula   |   |                           |  |
|--------|---------------------------|----------|---|---|---------------------------|--|
| PR     | NOTA ATRIBUÍDA AO PREÇO   | 60%      | $Pr = \frac{1}{\left(\frac{V_{PC}}{V_{PB}}\right) \times \frac{100}{1,05} - 100} \times \frac{650}{12,6} + 1312,5/63$ |   |                           |  |
| VTP    | VALIA TÉCNICA DA PROPOSTA | 40%      | Código  | Subcritérios de Apreciação                | Peso dos subcritérios (%) | $VTP = (0,50 \times Nota 1 + 0,35 \times Nota 2 + 0,05 \times Nota 3 + 0,05 \times Nota 4 + 0,05 \times Nota 5)$ |
|        |                           |          | Nota 1  | Memória descritiva                        | 50%                       |  |
|        |                           |          | Nota 2  | Plano de Trabalhos                        | 35%                       |  |
|        |                           |          | Nota 3  | Sistema de Gestão e Controlo de Qualidade | 5%                        |  |
|        |                           |          | Nota 4  | Sistema de Gestão de Segurança            | 5%                        |  |
|        |                           |          | Nota 5  | Sistema de Acompanhamento Ambiental       | 5%                        |  |

Fonte: Elaborada pelo Estagiário.

Onde:

- $PR$  – Nota Atribuída ao Preço
- $V_{PC}$  – Valor da Proposta do Concorrente
- $V_{PB}$  – Valor do Preço Base
- $VTB$  – Valia Técnica da Proposta

Segue-se o momento em que o Júri elabora um relatório preliminar (art.º 146º do CCP). Este relatório é lavrado após a aplicação do critério de adjudicação supra apresentado, devendo ser devidamente fundamentado e conter a ordenação das propostas. Nesta fase o Júri pode ainda propor a exclusão de algumas propostas, nomeadamente,

quando as mesmas são apresentadas depois do termo do prazo fixado para a sua apresentação.

Posteriormente, há lugar à audiência prévia, de acordo com o art.º 147.º e 123.º do CCP. Após a conclusão do relatório preliminar, este foi enviado a todos os concorrentes, que tiveram o direito de se pronunciarem por escrito sobre o mesmo, num prazo de cinco dias úteis.

Tendo o prazo fixado para o direito de audiência prévia cessado, segue-se a fase em que o Júri lavra um relatório final (art.º 148.º do CCP). Neste relatório final o Júri tem em consideração todas as declarações lavradas na audiência prévia, decidindo manter ou modificar o relatório anteriormente elaborado e podendo ainda propor a exclusão de qualquer proposta. No caso de o Júri alterar o relatório preliminar, é necessário proceder a nova audiência prévia (art.º 124.º n.º2 do CCP).

Posteriormente, a tramitação neste procedimento, prevê a adjudicação, prevista no art.º 73.º do CCP, ato pelo qual o órgão competente para a decisão de contratar escolhe de entre as apresentas. Após a decisão de adjudicação, esta deve ser notificada a todos os concorrentes em simultâneo, assim como remeter o relatório final (art.º 76.º e 77.º do CCP).

Não obstante, pode haver lugar à não adjudicação. Encontram-se tipificadas no art.º 79.º n.º1 do CCP as causas da não adjudicação, designadamente, razões supervenientes que justifiquem, exclusão de todas as candidaturas e propostas, ausência de candidaturas ou propostas e necessidade imprevista de alterar peças do procedimento. Nestas situações supra mencionadas, a Entidade Adjudicante deve fundamentar a decisão e notifica-la a todos os concorrentes (art.º 79.º n.º2 do CCP). Nos casos em que há lugar à alteração das peças do procedimento e quando há razões supervenientes, a Entidade Adjudicante é obrigada a indemnizar os concorrentes que não tinham as suas propostas excluídas (art.º 79.º n.º2 do CCP).

Após a notificação da decisão da adjudicação, foi fixado ao Adjudicatário, neste caso a ACA, um prazo de 10 dias úteis para apresentação dos documentos de habilitação exigidos por lei no art.º 81.º n.º1 e n.º 2 do CCP, assim como, os documentos exigidos no Programa de Procedimento. Nos documentos supra mencionados era exigido como idioma o português e a sua entrega seria através da plataforma eletrónica da Entidade Adjudicante, só não o sendo, em caso de indisponibilidade da mesma, que poderiam ser remetidas por correio eletrónico. A não apresentação dos documentos de habilitação

poderia levar à caducidade da adjudicação, constante no art.º 86.º n.º1 do CCP, ao dever de adjudicar ao concorrente seguinte, em conformidade com o art.º 86.º n.º 3, assim como à sanção acessória de inibição de participar em outros procedimentos previsto art.º 460.º do CCP.

Também foi exigido, à ACA, a prestação da caução no montante de 5% do preço contratual, previsto no art.º 89.º do CCP, prestada por depósito em dinheiro ou em títulos emitidos ou garantidos pelo Estado, ou ainda mediante garantia bancária à primeira solicitação ou por seguro-caução à primeira solicitação, no prazo de 10 dias úteis a contar da notificação da decisão da adjudicação (art.º 90.º n.º 1 e n.º2 do CCP).

Conforme estipulado, após a remessa dos documentos mencionados e a prestação da caução, a Entidade Adjudicante, a Câmara Municipal de Guimarães, aprovou a minuta da prestação típica a celebrar. Posteriormente, houve lugar à notificação da minuta ao Adjudicatário (art.º 100.º do CCP), presumindo-se que o mesmo a aceita quando não haja uma reclamação no prazo de cinco dias úteis subsequentes à notificação ou quando haja uma declaração expressa da sua aceitação (art.º 101.º do CCP).

O contrato deve ser reduzido a escrito e celebrado no prazo de 30 dias a contar da data da aceitação da minuta (art.º94.º n.º1 e 104.º do CCP).

Por fim, e de acordo com o art.º 108.º do CCP, a tramitação do procedimento termina com a necessidade de lavrar um relatório de contratação e remeter ao Instituto de Construção e do Imobiliário, I.P., no prazo de 10 dias, a contar da data da celebração do contrato de empreitada de obras públicas.

## **5.2. Estrutura Técnica em Obra**

No caso da obra em específico, “Requalificação e Beneficiação de Arruamentos da Rede Viária Municipal”, a ACA Engenharia optou por realizar um consórcio interno com outro grupo, Manuel Couto Alves, SA (MCA) com sede em Guimarães.

Um consórcio trata-se essencialmente de um contrato entre duas empresas, que neste caso foi realizado à *posteriori* do concurso público, para que juntas alcancem um fim mais facilmente, através da união não só do seu corpo técnico, mas também dos meios que possuem em termos de equipamentos e materiais, completando os recursos que uma das partes pode não possuir, ou até, que somadas realizem melhor a função.

Acontece frequentemente pequenas empresas formarem alianças ou redes de empresas, de modo a garantir maior competitividade. Em alguns casos, os consórcios

formais são criados para garantir escala em certos fatores de competitividade, como aquisição de matérias-primas, qualificação profissional, desenvolvimento e difusão de tecnologias, entre outros, (Casarotto, 2002).

O objetivo fundamental deste consórcio passa por, inicialmente as empresas serem competitivas em termos de custos para conseguir ganhar o concurso público, e posteriormente, em termos de união de meios para a execução da obra em específico. Aliando a produção de misturas betuminosas por parte da MCA, com a capacidade em termos técnicos e meios de execução da ACA Engenharia, cria-se um grupo de trabalho, mais competitivo em relação aos restantes concorrentes.

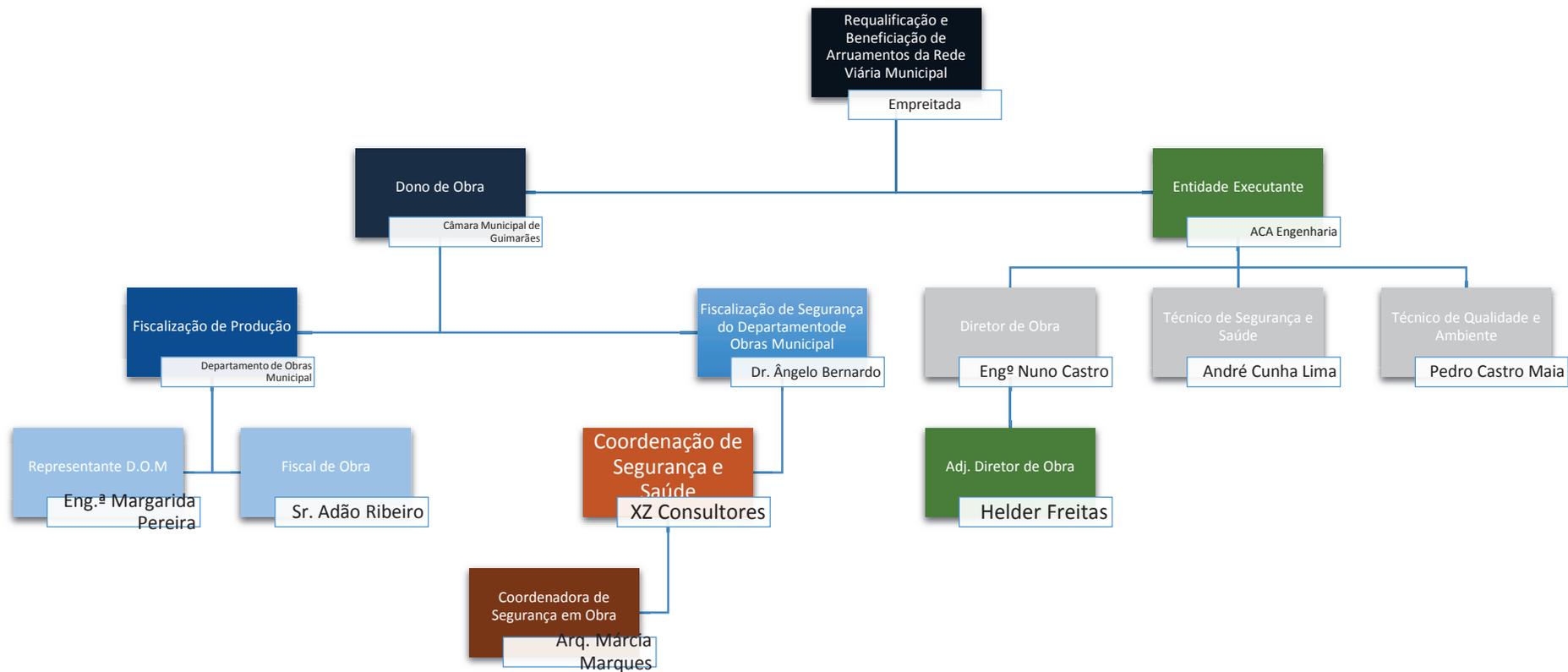
Sendo a ACA Engenharia líder do consórcio, nomeou a Equipa Técnica (Diretor de Obra, Técnico de Segurança e Saúde, Técnico de Qualidade e Ambiente, e Técnico Administrativo). Como representante do consorciado, a MCA elegeu o Encarregado e um Técnico de Obra para auxílio em obra.

O Dono de Obra, neste caso a Câmara Municipal de Guimarães, faz-se representar em obra pelos colaboradores, Eng.<sup>a</sup> Margarida Pereira e pelo Sr. Adão Ribeiro, membros da fiscalização do Departamento de Obras Municipais.

O Dono de Obra faz-se também representar, em termos de Segurança e Saúde no Trabalho e Em Obra, por uma empresa de consultoria, cuja firma é “XZ Consultores”, que por sua vez, sobrenomeou a colaboradora Arq. Márcia Marques, Coordenadora de Segurança e Saúde, representando assim o Dono de Obra e monitorizando as atividades em termos de Segurança e Saúde. Em termos de aprovações e verificações de todas as questões de segurança e saúde, estava incumbido o Dr. Ângelo Bernardo representante da Câmara Municipal de Guimarães.

Quanto à Entidade Executante, ACA Engenharia, faz-se representar, em obra, pelos colaboradores Eng.º Nuno Castro que ocupa o cargo de Diretor de Obra, Hélder Freitas como Adjunto de Diretor de Obra, André Lima como Técnico de Segurança e Saúde, pelo Eng.º Pedro Maia como técnico de Qualidade e Ambiente e Ricardo Moura como Técnico Administrativo.

O seguinte organograma representa os intervenientes em obra bem como a função que exercem na obra.



Os intervenientes supra mencionados têm distintas funções, indispensáveis para a correta execução da empreitada de obras públicas. De seguida, serão identificados as funções desenvolvidas por cada interveniente, subdividindo-se os vários intervenientes em representantes do Empreiteiro, e do Dono de Obra.

## 5.2.1. Função de cada interveniente representante do Adjudicatário

### 5.2.1.1. Diretor de Obra

O Diretor de Obra é a figura principal que em obra, representa o adjudicatário. Segundo a Lei n.º 31/2009, de 3 de Julho, caracteriza-se como o técnico habilitado, integrado no quadro técnico da empresa de construção e a quem incumbe assegurar a execução da obra, que responde perante o diretor de fiscalização da obra, cumprindo o projeto de execução e, quando aplicável, as condições de licença ou comunicação prévia, bem como o cumprimento das normas legais e regulamentares em vigor.

O Diretor de Obra compromete-se segundo o termo de responsabilidade, a executar a obra corretamente e assume a direção técnica da obra. Este interveniente faz o “*elo de ligação*” entre o empreiteiro e a fiscalização, prestando todos os esclarecimentos necessários e respondendo como responsável da obra. A relação com a fiscalização deve ser sempre no intuito de cumprir todos os requisitos impostos, sendo estes o representante do Dono de Obra.

Trata-se de um profissional que, além das já referidas funções, também é responsável por submeter todas as soluções à aprovação da fiscalização, quer em termos de materiais a utilizar, como também, métodos construtivos, alterações ao projeto, propostas de trabalhos a mais, prorrogações de prazos, bem como, planos de trabalhos e cronogramas financeiros.

Em termos de faturação, é o responsável pela realização dos autos de medição mensal juntamente com a fiscalização. Os autos de medição mensal consistem na quantificação dos trabalhos realizados no mês em análise, que juntamente com os preços unitários contratuais formam a totalização do valor a faturar pelo Empreiteiro ao Dono de Obra, nesse mês. As propostas de autos de medição são submetidos ao aval do representante do Dono de Obra, neste caso, à Fiscalização para serem validados e ser possível proceder-se à sua faturação.

O controlo dos custos e lucros inerentes à obra deverão ser também geridos pelo Diretor de Obra. Com o apoio do Técnico Administrativo, são realizados os balancetes mensais dos custos e receitas pertencentes ao mês em análise. Estes balancetes são verificados pelo Diretor de Obra, o qual homologará estes dados, comprovando que são os resultados verdadeiros da empreitada. A gestão de mão-de-obra, equipamentos, materiais e subempreitadas é por antemão, realizada pelo Diretor de Obra aquando da elaboração do reorçamento, prevendo já os recursos necessários e os custos inerentes. Esta gestão deverá ser mantida durante toda a obra, juntamente com o Encarregado, tentando sempre melhorar os resultados ou minimizando os imprevistos, no entanto, será a preparação inicial dos trabalhos que ditará os resultados finais da obra.

Em termos práticos de execução dos trabalhos, deve coordenar juntamente com o Encarregado, todas as necessidades, planeamentos e métodos construtivos de forma a assegurar uma perfeita execução, cumprindo sempre o projeto e as exigências impostas. A garantia de qualidade de execução é assumida também pelo Diretor de Obra, sendo todas as atividades monitorizadas, realizando o registo de controlo de atividades e avaliando determinados parâmetros de execução dos trabalhos.

As questões de segurança e saúde também são da responsabilidade do Diretor de Obra, estando as mesmas diretamente imputáveis à realização de todos os trabalhos. Não obstante à existência de um Técnico de Segurança e Saúde em Obra, o Diretor de Obra é o responsável pela verificação e aprovação de todas estas questões. De notar que, quando se verifica quaisquer incidentes em obra, o responsável é o Diretor de Obra.

#### **5.2.1.2. Encarregado**

O Encarregado é um dos elementos mais importantes da equipa técnica em obra. É o responsável pelo supervisionamento e orientação das equipas de trabalhadores. Deve controlar recursos produtivos da obra tais como equipamentos, materiais e mão-de-obra necessários para cumprir o cronograma da obra. O Encarregado deverá ser o “braço direito” do Diretor de Obra, auxiliando em termos de produção dos trabalhos. Deverá igualmente fazer uma gestão racional dos recursos com vista à realização dos trabalhos com o menor custo possível, mantendo sempre em conformidade a qualidade de execução.

Deverá ser um elemento que possua conhecimentos nas áreas de intervenção, visto lidar diretamente com as equipas de trabalhadores e encarregue de as orientar para a

realização dos trabalhos. O espírito de liderança é uma das necessidades imputadas a um encarregado, pois deverá ser capaz de chefiar as várias equipas de trabalhos.

### **5.2.1.3. Técnico de Qualidade, Ambiente, Segurança**

Em regra existe uma distinção entre as três funções desempenhadas por um Técnico Qualidade, Ambiente e Segurança (QAS). No entanto, com vista a acompanhar a evolução nesta matéria, a ACA Engenharia, laborou no intuito de formar os técnicos de cada campo de intervenção, fazendo com que estes adquirissem habilitações das restantes áreas e tornando-se capaz de executar funções nas três áreas.

O Técnico QAS é responsável pelo desenvolvimento do PSS e do Plano Prevenção e Gestão de Resíduos da Construção e Demolição (PPGRCD), implementando os pressupostos destes documentos na realização das atividades da empreitada.

O PSS preconiza a aplicação dos princípios gerais da prevenção em determinada obra, em específico. Trata-se de um documento muito importante no auxílio à planificação e gestão da segurança e saúde, também servindo de base para a fixação das regras e requisitos de segurança. O conteúdo de um PSS incide sobre diversos aspetos de segurança, tais como, avaliação de riscos e medidas preventivas preconizadas, identificação de condicionalismos, medidas organizativas, planificação das atividades, planos de sinalização temporária, controlo de atividades, entre outros.

O Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de março, alterado pelo Decreto-lei n.º 73/2011, de 17 Junho, prevê que em todas as empreitadas e concessões de obras públicas, o projeto de execução seja acompanhado de um PPGRCD, o qual assegura e determina como serão cumpridos os princípios gerais de gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) e das demais normas aplicáveis. De acordo com a Agência Portuguesa do Ambiente (APA), o previsto no Decreto-lei n.º 178/2006, de 5 de outubro, n.º3, alínea gg) e o Decreto-Lei n.º73/2011, de 17 de junho, os RCD são resíduos provenientes de obras de construção, reconstrução, ampliação, alteração, conservação e demolição e da derrocada de edificações.

No caso das obras particulares sujeitas a licença ou comunicação prévia, para garantir a execução do PPGRCD, as Câmaras Municipais, previamente à emissão do alvará ou da autorização da obra, cobram uma caução, ou taxa, proporcional à quantidade e perigosidade dos resíduos a produzir, gerir e transportar para operador licenciado, (Leonardo, 2012).

Neste caso em particular, o Dono de Obra exigiu a nomeação de técnicos distintos para as áreas de QAS, requerendo assim um técnico responsável pelas questões de segurança e um técnico responsável pelos assuntos de qualidade e ambiente.

O Técnico de Segurança desempenhava as funções de recolher toda a documentação técnica de mão-de-obra, equipamentos e empresas subcontratadas, tais como, apólices de seguro de acidentes de trabalho, mapa de descontos da segurança social, horário de trabalho, ficha de aptidão médica, registo de distribuição de EPI's, seguro de equipamentos, registos de manutenção, entre outras documentações técnicas. Para além de afixar estas informações e anexar no PSS, era também solicitada previamente a aprovação para entrada em obra destes elementos, sendo a aprovação submetida ao aval da Coordenação de Segurança em Obra (CSO), apresentando toda a documentação requerida.

Em termos de qualidade e ambiente, o Técnico nestas áreas respondia pelas questões de aprovações de materiais, realização do plano de monitorização mensal da qualidade, controlo da execução dos trabalhos garantindo os aspetos de qualidade exigidos, elaboração do relatório mensal de ambos os temas, encaminhamento de resíduos, requerimento de licenças de ruído, entre outros pressupostos que completam o PPGRCD e a certificação de qualidade.

#### **5.2.1.4. Técnico Administrativo**

O Técnico Administrativo de obra auxilia o Diretor de Obra em termos administrativos. Trata-se de um profissional que tem como funções elaboração de requisições de materiais, lançamento de folhas de ponto dos trabalhadores, lançamento de guias de remessa para conciliação com faturas dos fornecedores, realização do relatório mensal de contas com o balancete das despesas e receitas inerentes à obra, realização do acerto de contas no caso de obras em consórcio, entre outras. O Técnico Administrativo constitui a ligação entre as questões administrativas em obra e os departamentos financeiros e contabilísticos, auxiliando o Diretor de Obra nestes áreas.

## 5.2.2. Função de cada interveniente representante do Adjudicante

### 5.2.2.1. Fiscalização

Sendo a Câmara Municipal um órgão público com diferentes competências, existe uma divisão de organismos por departamentos como por exemplo, a área social, cultural, obras municipais, entre outras. O departamento de obras municipais, por sua vez, nomeia um ou mais técnicos habilitados para dirigir cada obra em específico.

O Diretor de Fiscalização de Obra é, segundo a Lei n.º 31/2009, de 3 de Julho, o técnico, habilitado nos termos da Lei, nomeado pelo Dono de Obra e a quem incumbe assegurar a execução da obra em conformidade com o projeto de execução e, quando aplicável o cumprimento das condições de licença ou da comunicação prévia, bem como o cumprimento das normas legais e regulamentares aplicáveis, e ainda o desempenho das competências prevista no Código dos Contratos Públicos, em sede de Obra Pública.

Em específico, nesta obra, a fiscalização fazia-se representar pelo Diretor da Fiscalização de Obra e o Técnico de Obra, que auxiliavam na execução da empreitada e monitorizavam os trabalhos.

### 5.2.2.2. Coordenação de Segurança em obra

Para a realização de uma obra existe a necessidade de nomeação de uma fiscalização tanto em termos de segurança como de saúde, de modo a prever e posteriormente verificar se são implementadas, as prevenções dos acidentes e situações que põem em causa a saúde dos trabalhadores, em obra.

Existem duas fases distintas em termos de coordenação de segurança que poderão ser realizadas por diferentes técnicos.

Tanto na fase de projeto, como na fase de execução, existe a necessidade de nomear um coordenador de segurança, a distinção, é que na fase inicial, trata-se de um profissional que prevê as necessidades em obra, enquanto na segunda fase supra mencionada, o profissional supervisiona a execução em obra.

O Coordenador de Segurança em Projeto (CSP) é um técnico que deve integrar a equipa projetista no sentido de garantir que o projeto de execução para a obra é preparado com total respeito pela segurança e saúde dos trabalhadores encarregues da construção, utilização e manutenção das obras, (Faria, 2014).

Em fase de projeto as suas principais funções são as de executar o PSS em fase de projeto, a estruturação da CT, o PPGRCD e apoiar os projetistas para que o projeto evite trazer situações de risco para os trabalhadores.

A CT é concebida por o coordenador de segurança em projeto. Trata-se de um documento elaborado com a finalidade de definir cuidados a ter na fase de utilização e manutenção do produto final da obra. Esta CT deverá ser posteriormente desenvolvida pelo Técnico QAS.

Em fase de execução de obra a coordenação de Segurança, como foi referido anteriormente, assumirá a fiscalização das atividades em termos de segurança no trabalho. Durante a obra, inspecionará a implementação das ações para prevenção dos riscos e analisará toda a documentação técnica relativa à mão-de-obra e equipamentos, verificando todos os requisitos em termos da legislação imposta. A Coordenação de Segurança encarrega-se também, pela verificação da utilização de Elementos de Proteção Individual (EPI's) e Elementos de Proteção Coletiva (EPC's).

A coordenação de segurança tem a responsabilidade de executar o relatório das atividades, avaliando todos estes parâmetros e na eventualidade do incumprimento de algum pressuposto, pode lavrar uma não conformidade ao empreiteiro.

### 5.3.Descrição dos trabalhos

A empreitada de obra pública “Requalificação e Beneficiação de Arruamentos da Rede Viária Municipal”, como já referido anteriormente, trata-se do reperfilamento de vários arruamentos pertencentes ao Município de Guimarães.

O projeto propõe também a reformulação dos arruamentos, de forma a contemplar a execução de novos passeios, estacionamento e rede de drenagem de águas pluviais onde não existe.

Apesar da inclusão de várias reformulações e acréscimos, o objetivo principal desta intervenção reside na eliminação das patologias presentes à superfície dos pavimentos, melhorando as condições de circulação e segurança rodoviária.

Os dez arruamentos alvos de intervenção nesta empreitada são:

- Travessa Teixeira de Pascoais e Travessa Ferreira de Castro, na freguesia de Azurém, (representado com marcador 1, na seguinte figura);
- Largo Navarro de Andrade, na freguesia de S. Paio, (representado com marcador 2, na seguinte figura);
- Rua Cónego Dr. Manuel Faria, na freguesia de Azurém, (representado com marcador 3, na seguinte figura);
- Rua Prof. Dr. Arnaldo Sampaio e Rua Dr. José Pinto Rodrigues, na freguesia de S. Paio, (representado com marcador 4, na seguinte figura);
- Rua Domingos Macedo e Rua da Liberdade, na freguesia de Souto S. Salvador, (representado com marcador 5, na seguinte figura);
- Rua de S. Tomé, na freguesia de Abação, (representado com marcador 6, na seguinte figura);
- Rua de S. Bento, na freguesia de Tabuadelo, (representado com marcador 7, na seguinte figura);
- Rua das Agrads, Travessa das Agrads e Rua do Combro, na freguesia de Gandarela, (representado com marcador 8, na seguinte figura);
- Rua do Outeiro e Rua do Salgueiral, na freguesia de S. Cláudio de Barco, (representado com marcador 9, na seguinte figura);
- Rua Amadeu de Carvalho, na freguesia de Creixomil, (representado com marcador 10, na seguinte figura).



**Figura 3.** Mapa de arruamentos a intervir na obra “Requalificação e Beneficiação de Arruamentos da Rede Viária Municipal”.

Para além dos trabalhos gerais a todas as obras, tais como, montagem, desmontagem e manutenção do estaleiro, implementação e piquetagem da obra, execução de telas finais e implementação do PSS e PPGRCD, previa-se inicialmente os trabalhos de drenagem de águas pluviais.

### 5.3.1. Drenagem de águas pluviais

Posta a existência de redes de drenagem nas zonas mais urbanizadas, existia a necessidade de proceder à limpeza e desobstrução de aquedutos, passagens hidráulicas e coletores associados a estas redes, de modo a avaliar os mesmos. Posteriormente, seria decidido avançar com a manutenção ou eliminação e reconstrução de novos elementos consoante as insuficiências que apresentavam.

Sendo a deposição de água excessiva nos pavimentos uma das principais causas da degradação precoce, previa-se a beneficiação das valetas e ampliação do sistema de drenagem existente, quer em termos de coletores contínuos, quer em situações pontuais, de modo a manter o normal funcionamento da via.

Neste tipo de trabalhos previa-se a execução de caixas de visita, órgãos de drenagem longitudinal com recurso a coletores, meias canas, serventias, bocas em passagens hidráulicas e caleiras em betão polímero, bem como, todos os trabalhos para a sua perfeita execução.

### 5.3.2. Passeios e vaías de estacionamento

Com vista ao melhoramento da circulação e segurança dos peões, antecipou-se a execução de novos passeios revestidos a pedra de chão de cimento, modelo paralelo. Devido à existência de condicionalismos como a largura da via, a largura dos passeios precavia-se variável.

Dada a existência de passeios em betonilha esquartelada em alguns arruamentos, supôs-se a necessidade de executar reparações pontuais neste tipo de passeios. O mesmo se aplica a vaías de estacionamento e engates de vias em cubos de granito. Prevendo-se o levantamento do mesmo, execução de caixa de pavimento e posterior reaplicação do cubo existente.

Em todas estas soluções de passeios e vaías de estacionamento, os trabalhos contemplavam o tratamento da base com aplicação de camadas granulares e regularização em massame. A execução da delimitação previa-se com recurso a lancil de betão pré-fabricado com a respetiva fundação em betão e a execução do respetivo revestimento em betonilha esquartelada ou pedra chão.

### 5.3.3. Muros em betão ciclópico

Como havia a necessidade de alargamento de vias em situações pontuais, existiu a necessidade de demolição de muros de vedação e reconstrução dos mesmos em novos alinhamentos. Enquanto a sua funcionalidade seria de contenção de terras, ou seja, muros de suporte, a sua execução seria completamente em betão ciclópico, desde a fundação até à sua elevação. Nas situações em que os muros a construir não possuíssem função estrutural, apenas de vedação, a sua execução previa-se com constituição da fundação em betão ciclópico e elevação em parede de blocos.



**Figura 4.** Zona de muro de vedação a demolir e reconstruir.



**Figura 5.** Zona de muro de suporte a construir.

Com a implementação dos muros de suporte, existiu também a necessidade de inclusão de guardas pedonais e redes de vedação no topo dos mesmos, para proteção dos peões e divisão de propriedades.

#### 5.3.4. Pavimentações

As pavimentações corresponderam a uma grande percentagem dos trabalhos desta empreitada. Como tal, os trabalhos implicavam, remoção dos pavimentos existentes, tratamento dos leitos de pavimento e aplicação das novas camadas.

As soluções das camadas a aplicar passavam pelas seguintes composições:

- Camada de sub-base: material britado de granulometria extensa;
- Camada de base: material britado de granulometria extensa;
- Camada de base em macadame betuminoso: AC 20 base lig (MB);
- Camada de regularização em mistura betuminosa densa: AC 20 reg lig (MBD);
- Camada de desgaste: AC 14 surf lig (BB) ou (BB com betume modificado).

Existiam várias soluções adotadas para cada arruamento em específico, de seguida identifica-se cada solução em concreto.

### 5.3.4.1. Travessa Teixeira de Pascoais e Travessa Ferreira de Castro

Nas zonas com problemas de cota de soleira insuficiente, para a aplicação do reforço de pavimento, previu-se o saneamento de solos cuja estrutura de pavimento foi:

- Camada de base em material britado de granulometria extensa, com a espessura de 0,20m;
- Camada de base em macadame betuminoso, com uma espessura de 0,08m;
- Camada de desgaste em betão betuminoso com uma espessura de 0,05m.

No restante pavimento, é apenas colocada a camada de desgaste betuminoso com a espessura de 0,05m, com intuito de reforço e regularização da superfície de pavimento.

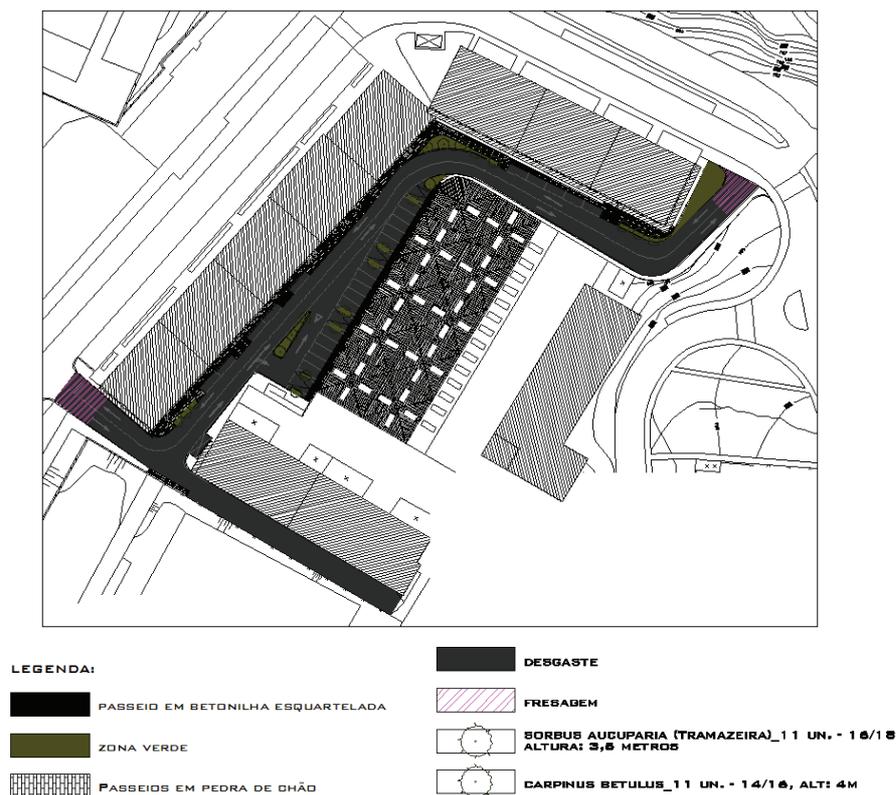


Figura 6. Planta de trabalhos Travessa Teixeira de Pascoais e Travessa Ferreira de Castro.

### 5.3.4.2. Largo Navarro de Andrade

Devido à fissuração presente no pavimento deste largo, verificou-se a necessidade de fresagem das camadas betuminosas existentes e execução da seguinte estrutura de pavimento:

- Camada de regularização em mistura betuminosa densa, com espessura variável;
- Camada de desgaste com betume modificado com polímeros, com uma espessura de 0,05m de espessura.

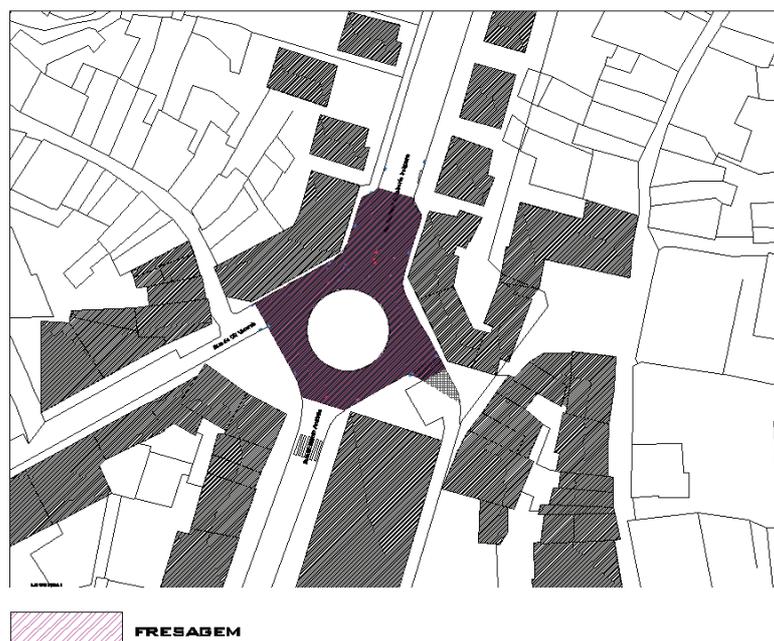


Figura 7. Trabalhos de pavimentação no Largo Navarro de Andrade.

### 5.3.4.3. Rua Cónego Dr. Manuel Faria

O estudo realizado em fase de dimensionamento da solução de requalificação verificou uma deficiente resposta do leito do pavimento, assim a solução, *in casu*, consta dos seguintes trabalhos:

- Remoção/saneamento dos pavimentos existentes;
- Escarificação, regularização e nivelamento do leito do pavimento;
- Camada de sub-base com agregado britado de granulometria extensa, com uma espessura de 0,20m;

- Camada de base com agregado britado de granulometria extensa, com espessura de 0,20m;
- Camada de base em macadame betuminoso, com uma espessura de 0,10m;
- Camada de regularização/ligação em mistura betuminosa densa, com uma espessura de 0,08m;
- Camada de desgaste com betume modificado com polímeros, com uma espessura de 0,05m de espessura;

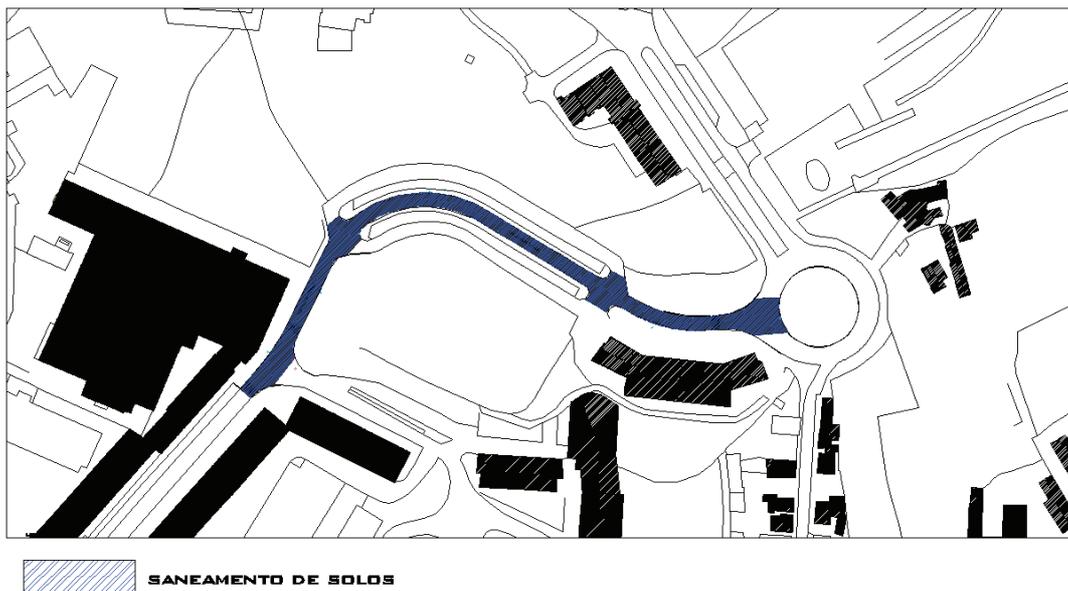


Figura 8. Trabalhos de pavimentação na Rua Cónego Dr. Manuel Faria.

#### 5.3.4.4. Rua Prof. Dr. Arnaldo Sampaio e Rua Dr. José Pinto Rodrigues

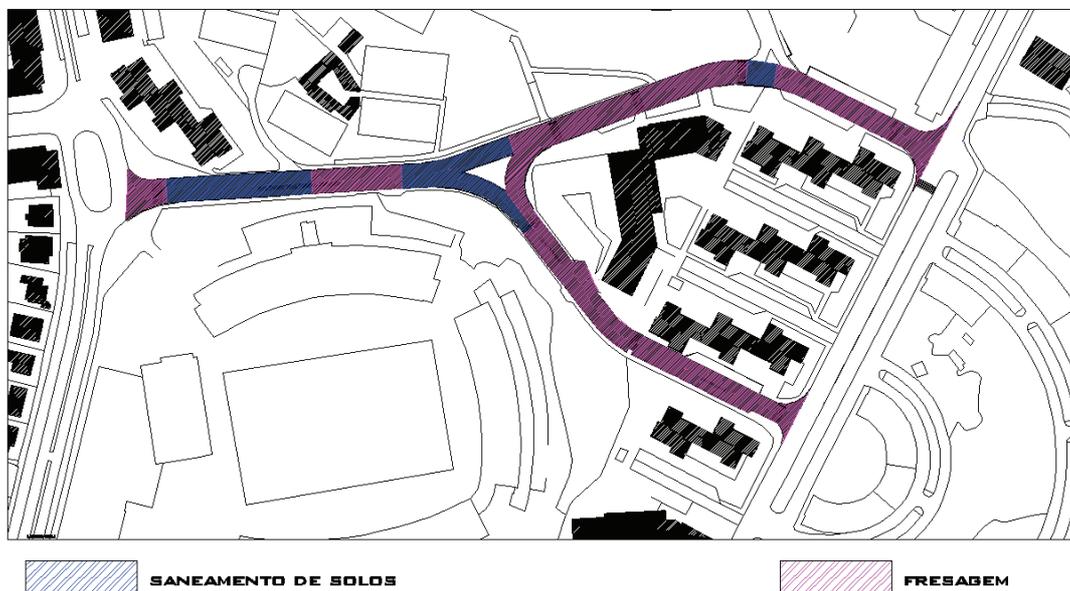
Nesta frente de obra existiam duas zonas distintas, carentes de diferentes soluções de beneficiação. Nas zonas menos degradadas, provou-se através do estudo feito, que as camadas de base eram suficientemente resistentes para o pavimento em questão, tratando-se apenas da necessidade de reforço das camadas betuminosas. Já nas zonas mais fissuradas, avaliou-se as características das camadas de leito de pavimento, as quais careciam de saneamento do solo e reestruturação da base com recurso a camadas granulares. Assim, existiu a necessidade de fresagem das camadas betuminosas na totalidade da área a intervir e saneamento de solo na zona mais carenciada, sendo as duas soluções de estrutura de pavimento descritas de seguida.

Zona de saneamento de solos:

- Camada de base em material britado de granulometria extensa, com espessura de 0,20m;
- Camada de base em macadame betuminoso, com espessura de 0,12m;
- Camada de desgaste com betume modificado com polímeros, com uma espessura de 0,05m.

Zona de reforço:

- Camada de regularização em mistura betuminosa densa, com espessura variável;
- Camada de desgaste com betume modificado com polímeros, com uma espessura de 0,05m.



**Figura 9.** Planta de trabalhos de pavimentação na Rua Prof. Dr. Arnaldo Sampaio e Rua Dr. José Pinto Rodrigues.

#### 5.3.4.5. Rua Domingos Macedo e Rua da Liberdade

Nas ruas supra mencionadas, a solução passava pelo reforço do pavimento existente, através da aplicação de novas camadas sobre o pavimento, sem necessidade de fresagem do pavimento. Já nas zonas mais degradadas onde existia necessidade de rebaixamento da cota do pavimento e saneamento do solo de fundação, já que possuíam características indesejadas, existiu a necessidade de saneamento do solo. Desta situação resultaram duas soluções distintas de estruturas de pavimento, são elas:

Zona de saneamento de solos:

- Camada de base em material britado de granulometria extensa, com espessura de 0,20m;
- Camada de base em macadame betuminoso, com espessura de 0,10m;
- Camada de desgaste com betão betuminoso, com uma espessura de 0,05m.

Zona de reforço:

- Camada de regularização em mistura betuminosa densa, com espessura variável;
- Camada de desgaste com betão betuminoso, com uma espessura de 0,05m.



**Figura 10.** Trabalhos de pavimentação na Rua Domingos Macedo e Rua da Liberdade.

#### 5.3.4.6. Rua de S. Tomé

Nesta rua a solução passava apenas por reforço do pavimento existente, contemplando os seguintes trabalhos:

- Fresagem do pavimento existente;
- Camada de regularização em mistura betuminosa densa, com espessura variável;
- Camada de desgaste, com uma espessura de 0,05m de espessura.



Figura 11. Trabalhos de pavimentação na Rua de S. Tomé.

#### 5.3.4.7. Rua de S. Bento

A solução para este arruamento, passava apenas pelo reforço do pavimento e reperfilamento do perfil longitudinal, com recurso às seguintes camadas:

- Camada de regularização em mistura betuminosa densa, com espessura variável;
- Camada de desgaste em betão betuminoso, com espessura de 0,05m.

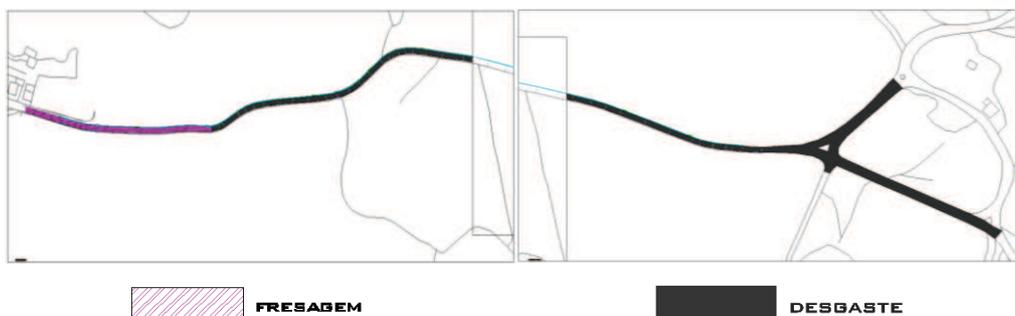


Figura 12. Trabalhos de pavimentação na Rua de S. Bento.

#### 5.3.4.8. Rua das Agrads, Travessa das Agrads e Rua do Combro

No presente arruamento, considerou-se a remoção total do pavimento existente em calçada de granito e execução de uma camada estrutural composta por as seguintes camadas:

- Camada de base em material britado de granulometria extensa, com espessura de 0,20m;
- Camada de base em macadame betuminoso, com espessura de 0,10m;
- Camada de desgaste em betão betuminoso, com espessura de 0,05m.

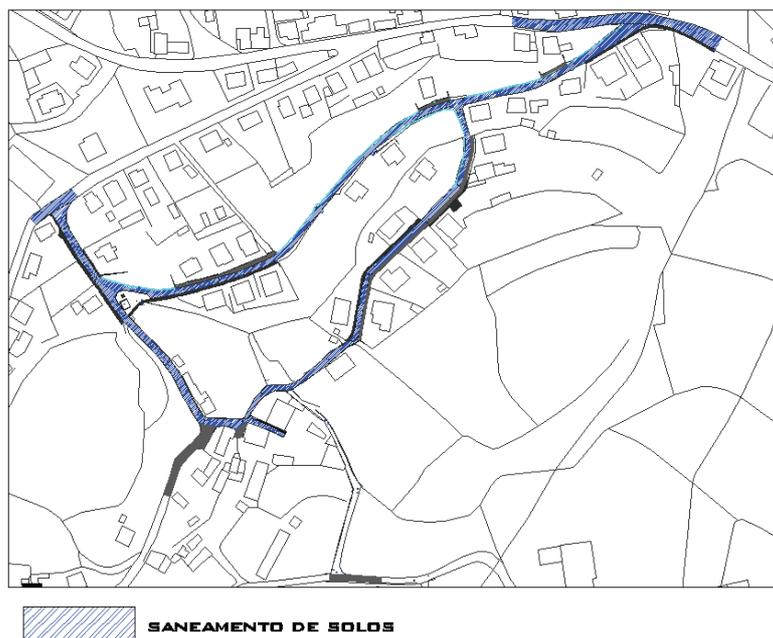


Figura 13. Trabalhos de pavimentação na Rua das Agrads, Travessa das Agrads e Rua do Combro.

#### 5.3.4.9. Rua do Outeiro e Rua do Salgueiral

À Semelhança do descrito no capítulo 5.3.4.5, as soluções deste arruamento passam pelas seguintes soluções.

Zona de saneamento de solos:

- Camada de base em material britado de granulometria extensa, com espessura de 0,20m;
- Camada de base em macadame betuminoso, com espessura de 0,10m;
- Camada de desgaste com betão betuminoso, com uma espessura de 0,05m.

Zona de reforço:

- Camada de regularização em mistura betuminosa densa, com espessura variável;
- Camada de desgaste com betão betuminoso, com uma espessura de 0,05m.



**Figura 14.** Trabalhos de pavimentação na Rua do Outeiro e Rua do Salgueiral.

#### 5.3.4.10. Rua Amadeu de Carvalho

Neste arruamento em específico, existiu apenas a necessidade de reforço do pavimento com uma camada de desgaste em betão betuminoso de espessura variável, de forma a beneficiar o pavimento e regularizar o seu perfil longitudinal.



**Figura 15.** Trabalhos de pavimentação na Rua Amadeu de Carvalho.

### 5.3.5. Ajardinamento

A nível de trabalhos de ajardinamento, foram executados apenas os trabalhos de plantação de árvores e respetivo espalhamento de terra vegetal.

### 5.3.6. Marcações e equipamentos de proteção rodoviária

Em termos de marcações rodoviárias a situação presente nestes arruamentos apresentam várias irregularidades. Na requalificação destes arruamentos pressupôs-se a necessidade de atualizar a sinalização horizontal, por forma a regularizar estas situações.

Na fase de projeto não foram definidas totalmente as soluções a adotar em cada arruamento, estipulando-se apenas um projeto geral de sinalização com o pormenor de cada artigo a implementar. Assim, aquando da finalização de cada arruamento, existia a necessidade de definir juntamente com o Departamento de Mobilidade da Câmara Municipal de Guimarães, a solução a implementar.

Previu-se também a necessidade de execução de guardas de segurança metálicas em determinados arruamentos de modo a garantir a proteção rodoviária dos veículos.

## 5.4. Estado da arte

### 5.4.1. Pavimentos Rodoviários

As vias de comunicação são um elemento fundamental no desenvolvimento da sociedade interligando as várias povoações promovendo a interação e o comércio. A rede de vias rodoviárias é, por sinal, o tipo de rede de comunicação mais desenvolvida em todo o mundo, sofrendo várias alterações ao longo do tempo quer na sua constituição, quer na sua expansão, remodelação e beneficiação.

A rede rodoviária é também a infraestrutura de transporte mais solicitada, visto isso, os pavimentos rodoviários são desenvolvidos com o intuito de promover a deslocação dos utentes, garantindo parâmetros de conforto, segurança e rapidez de deslocação.

É designada por pavimento a estrutura construída sobre a terraplenagem de um terreno, que suporta as cargas provenientes do tráfego, redistribuindo essas cargas para a infraestrutura e proporcionando as condições satisfatórias de conforto, economia e segurança a quem utiliza a estrutura, (Reis, 2009).

Os pavimentos rodoviários são dimensionados para um período de dimensionamento de 20 ou 30 anos, sendo este período de vida útil influenciado pelo tipo de comportamento estrutural do pavimento. No entanto, devido às solicitações do tráfego e do clima, que contribuem para a degradação dos pavimentos, torna-se necessário desenvolver ações de conservação, nas quais se incluem as ações de reabilitação estrutural, para uma circulação rodoviária segura, cómoda e económica, (Francisco, 2012).

### 5.4.2. Tipos de Pavimentos

Os Tipos de pavimentos rodoviários existentes dividem-se em três classificações, conforme a constituição da sua estrutura, sendo eles os pavimentos flexíveis, semirrígidos e rígidos. Estas classificações são atribuídas perante o comportamento do pavimento, derivado do tipo de materiais utilizados na constituição das camadas da sua estrutura.

Resumidamente, os três tipos de pavimentos existentes caracterizam-se da seguinte forma:

- Pavimentos flexíveis – Os quais as camadas superiores são realizadas em misturas betuminosas, as camadas intermédias em materiais granulares sobrejacentes ao leito de pavimento;
- Pavimentos semirrígidos – Constituídos superiormente por camadas em misturas betuminosas, subjacentemente, camadas granulares tratadas com ligantes hidráulicos como camada de base sobre o leito de pavimento;
- Pavimentos rígido – Constituídos por uma camada de desgaste em betão de cimento, com elevada resistência, e camada de base em materiais tratados com ligantes hidráulicos, também.

No caso geral, a fundação do pavimento, ou leito do pavimento, é constituído pelo próprio solo de fundação existente ou substituído por materiais granulares, aquando da existência de solos com más características de fundação.

Sendo as características das camadas de estrutura de pavimento melhoradas à medida que são sobrepostas as camadas, em relação às sub-bases, utilizam-se materiais mais nobres, de melhor qualidade, recorrendo-se para tal a solos seleccionados, Agregados Britados de Granulometria Extensa (ABGE) ou agregados com adição de ligantes hidráulicos. A camada de base é constituída, também, por ABGE, sendo que é possível recorrer ao seu tratamento através de ligantes hidráulicos ou betuminosos. Pode assim ter-se, por exemplo, bases de macadame betuminoso, (Reis, 2009).

No caso da obra em causa, neste capítulo, “Requalificação e beneficiação de arruamentos da rede viária municipal”, os pavimentos a intervencionar eram da tipologia flexível. Nesta perspetiva, e devido a cumprimentos da extensão desta dissertação, serão abordados apenas esta tipologia de pavimento, a qual será aprofundado o conhecimento da constituição de pavimentos flexíveis e, também, das degradações usuais em pavimentos rodoviários deste tipo, assim como, dos parâmetros de estado a auscultar nos pavimentos.

### 5.4.2.1. Pavimentos flexíveis

Este tipo de pavimentos são denominados “flexíveis”, uma vez que a estrutura do pavimento flutua devido às cargas impostas.

A resistência estrutural dos pavimentos flexíveis é dada pelas diferentes camadas que o constituem assim como os materiais usados no qual a resistência e rigidez são fundamentais.

No caso dos pavimentos flexíveis pode distinguir-se os pavimentos espessos dos restantes pavimentos flexíveis mais ligeiros.

Os pavimentos flexíveis espessos são constituídos por uma espessura de misturas betuminosas subjacentes à camada de desgaste de cerca de 15 a 40cm. Nos mais espessos existe sempre a camada de ligação e a de base, muitas vezes a camada de base é subdividida em mais de uma camada.

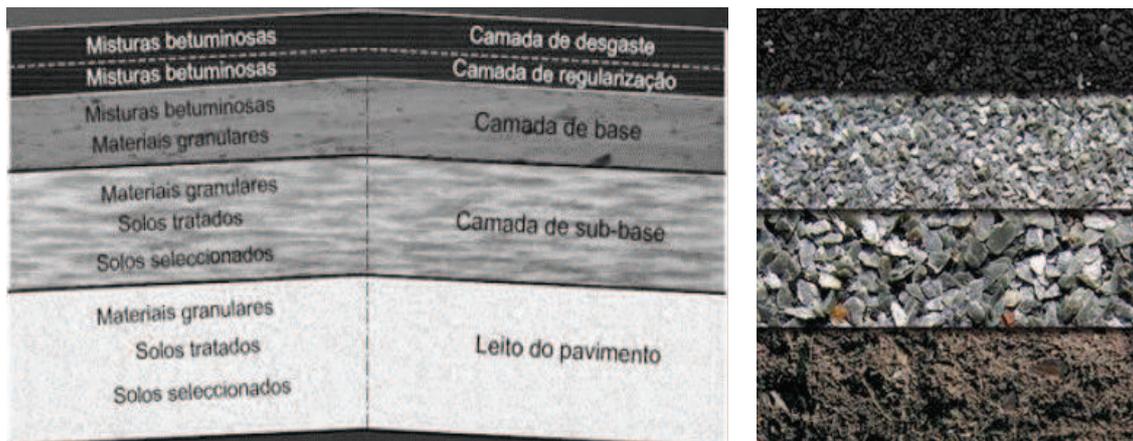
Os pavimentos flexíveis mais ligeiros são constituídos por espessuras totais em misturas betuminosas inferiores a 15cm, sendo muitas vezes reduzida a camada de desgaste a apenas um tratamento superficial, como o caso das estradas sujeitas a baixo tráfego, (IP, Directivas Para a Concepção de Pavimentos - Critérios de Dimensionamento, 2009).

A camada mais importante é a de base pois recebe os esforços do tráfego, provenientes da camada de desgaste, uniformiza as tensões e posteriormente transmite-as para a camada de sub-base, (Reis, 2009).



Figura 16. Transmissão das cargas nas diversas camadas de estrutura de pavimento.

### Descrição das camadas constituintes de um pavimento flexível



**Figura 17.** Constituição de um pavimento flexível.

Tal como a anterior figura sugere, um pavimento flexível divide-se estruturalmente nas camadas de desgaste, regularização, base e sub-base. Seguidamente, serão analisadas as características de cada camada constituinte da estrutura dos pavimentos flexíveis.

#### Camada de desgaste

Esta é a camada superior do pavimento e na qual circula diretamente o tráfego. Deve possuir características adequadas à circulação do tráfego com conforto e segurança, e garantir a drenagem ou impermeabilização das águas superficiais. Esta camada é a primeira responsável pela distribuição das tensões induzidas pelo tráfego, e deve ser dimensionada tendo em consideração não só o desgaste provocado pelo tráfego, mas também, as condições climáticas a que estará exposta, evitando o fendilhamento precoce devido a questões térmicas ou de fadiga.

Esta camada é normalmente dimensionada em mistura betuminosa, constituída por uma mistura de agregados e betume. Os agregados têm uma maior percentagem na camada de cerca de 85 a 90% e têm como função resistir ao desgaste imposto pelas solicitações, suportar e transmitir as cargas provenientes do tráfego para a camada de base. O betume constitui o restante material com cerca de 10 a 15% e tem como função ligar os agregados, tratando-se de um elemento aglutinante e impermeabilizador da camada, (Reis, 2009).

### Camada de regularização

Tem como função principal regularizar a superfície da camada de base, no entanto, sendo uma camada estrutural, tal como a camada de desgaste, tem a função de uniformizar as tensões e posteriormente transmitir para a camada de base, tal como sugere a figura 16. Esta camada é constituída por uma mistura betuminosa.

### Camada de base

É a camada estrutural mais importante. Tem como função receber as cargas transmitidas pela camada de regularização, uniformizar as tensões e posteriormente transmitir para a camada de sub-base, de acordo com o representado na figura 16. É, normalmente, constituída por material granular compactado, mas poderá também ser executada em misturas betuminosas.

### Camada de sub-base

A camada de sub-base, utilizada para reduzir a espessura da base, tem como funções receber os esforços provenientes da camada de base e redistribuir os esforços para o leito do pavimento. Esta camada é também responsável pela drenagem interna do pavimento, protegendo a base da subida de água capilar. Sendo uma camada drenante, deve ter maior resistência à erosão. A camada de sub-base é normalmente constituída por materiais granulares ou solos tratados.

### Leito do pavimento

Constituído normalmente pelo solo existente, deve ter características de resistência para suportar as cargas já uniformizadas sem existir deformações do solo. Deve ter características homogêneas no que toca à mecânica da fundação, evitando comportamentos distintos na mesma estrutura. Deverá ser capaz, também, de suportar a compactação das camadas sobrejacentes.

## 5.4.3. Avaliação do estado de conservação dos pavimentos

A avaliação do estado de um pavimento é realizada através da observação de determinados sintomas ou indicadores que nos permitem caracterizar o seu estado estrutural e/ou o seu estado funcional.

A ruína de um pavimento dá-se quando a qualidade da superfície se reduz, de forma a ultrapassar determinados limiares a partir dos quais a circulação dos veículos deixa de poder ser realizada em condições de segurança e conforto.

A degradação do pavimento inicia-se assim que este entra em serviço e os veículos começam a circular sobre a superfície. Esta degradação é ainda afetada pela ação dos agentes atmosféricos (chuva, gelo, vento, radiação solar, etc.) que mesmo sem tráfego podem degradar o pavimento, ou podem acentuar as degradações induzidas pelo tráfego.

#### 5.4.4. Patologias de pavimentos flexíveis

Existem quatro tipos de famílias de degradações frequentes nos pavimentos flexíveis, as quais se denominam por deformações, fendilhamentos, degradações da camada de desgaste e movimentos de materiais, (Francisco, 2012).

##### 5.4.4.1. Deformações

Quando as camadas betuminosas que revestem as camadas de base têm espessuras reduzidas, o mecanismo de ruína predominante neste tipo de pavimentos é a deformação excessiva. Como consequência das sucessivas aplicações de cargas, o pavimento vai-se deformando, em especial na zona das rodéiras, até alcançar limites inaceitáveis.

Classificados como deformações subdividem-se os tipos de degradações como:

##### Abatimentos longitudinais ou transversais

Caracterizados como uma depressão do pavimento, formam concavidades tanto longitudinais como transversais, frequentemente surgem em encontros com outras estruturas ou elementos das vias rodoviárias.



**Figura 18.** Abatimento longitudinal e transversal.

As suas causas prováveis de degradação são derivadas da insuficiência de elementos de drenagem, falhas localizadas no pavimento, colapso de cavidades subterrâneas, falta de união nas camadas betuminosas, má execução de juntas de trabalho e forças tangenciais decorrentes de travagens e acelerações bruscas, (Maia, 2012).

### Deformações localizadas

São, também, depressões do pavimento mas resultantes da rotura de uma área pontual do pavimento.



**Figura 19.** Deformações localizados.

Este tipo de patologias está muito presente em zonas urbanas e tem uma grande tendência a aparecer após repavimentações que não tiveram em consideração a correção de patologias previamente existentes.

Normalmente presente em vias secundárias sem distância mínima relativamente à arborização é a elevação do pavimento provocada pelas raízes das árvores. Podendo apresentar uma grande elevação com pequeno raio, (Torrão, 2015).

O estacionamento prolongado de veículos pesados é um fator que contribui para o desenvolvimento desta patologia, bem como, curvas de pequeno raio, as misturas betuminosas de estabilidade reduzida, a capacidade da mistura betuminosa não resistir às deformações produzidas pelas cargas elevadas e tempos longos, (Maia, 2012).

### Ondulações

Caracterizado pela sequência de saliências transversais, identificadas normalmente em zonas onde predominam forças tangenciais ao pavimento.

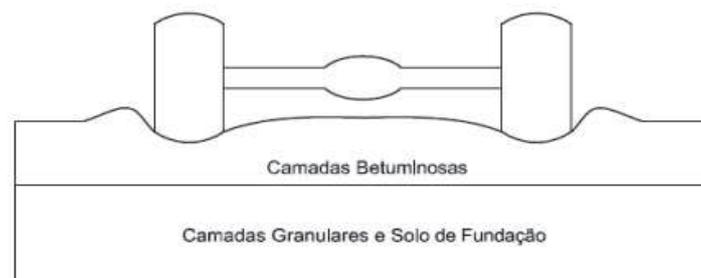


**Figura 20.** Ondulação em pavimento rodoviário.

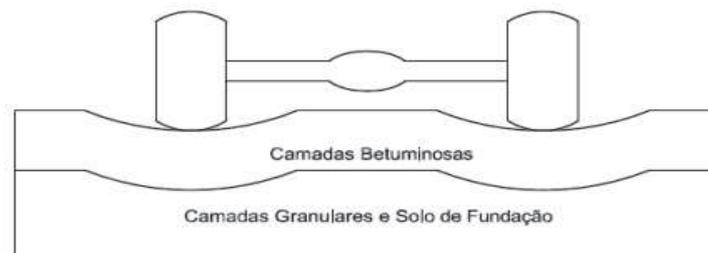
Estas podem derivar de deficiências construtiva, má distribuição do ligante, camadas constituídas por betão betuminoso onde pode ocorrer o arrastamento da mistura por excessiva deformação plástica, deformação da fundação, esta derivada de assentamentos por consolidação diferencial dos solos ou deficiências de compactação de aterros, (Maia, 2012).

### Rodeiras

Descrito como uma depressão na zona de passagem das rodadas, provocando saliências longitudinais nos bordos das supressões, podem ser classificadas em rodeiras de pequeno ou grande raio, resultantes de diferentes causas e apresentando diferentes deformações.



**Figura 21.** Rodeiras de pequeno raio, (Torrão, 2015).



**Figura 22.** Rodeiras de grande raio, (Torrão, 2015).

As rodeiras de pequeno raio resultam principalmente de fatores que atuam sobre as camadas betuminosas do pavimento rodoviário, tais como, a má qualidade dos agregados, inadequada composição da mistura betuminosa e do ligante, deficiente compactação da mistura, temperaturas elevadas e tráfego pesado e lento.

As rodeiras de grande raio são o resultado de fatores atuantes sobre as camadas granulares e solo de fundação, como, a presença de água no solo de fundação e/ou camadas granulares, deficiente compactação das camadas granulares e baixa capacidade de suporte do solo de fundação, (Torrão, 2015).

#### 5.4.4.2. Fendilhamentos

Os fendilhamentos são a família de degradações mais frequente nos pavimentos flexíveis, e resulta principalmente da fadiga dos materiais das camadas betuminosas, devido à repetição dos esforços de tração por flexão destas camadas (Branco et al, 2008) e, em algumas condições, devido às concentrações de tensões provocadas pela ação térmica, (Francisco, 2012).

Na família das degradações por fendilhamento, enquadram-se os tipos de degradação:

##### Fendas

As fendas poderão surgir longitudinal ou transversalmente, derivadas de diferentes causas, mas provocando as mesmas consequências na falta do seu tratamento.



**Figura 23.** Fendas longitudinais e transversais.

Algumas das causas que podem originar a formação de fendas longitudinais são a drenagem deficiente, originando um diferencial de capacidade de suporte junto à berma, deficiente execução de juntas de construção, falta de ligação das camadas (má construção), a propagação de fendas provenientes da camada subjacente, misturas

betuminosas muito rígidas ou envelhecimento precoce do ligante betuminoso e o início de fadiga das misturas betuminosas.

Algumas das causas que podem originar a formação de fendas transversais são a deficiente execução da junta transversal de construção, a deficiente compactação das camadas inferiores, a propagação de fendas de retração térmica dos materiais das camadas subjacentes, a capacidade de suporte heterogénea da fundação e a propagação até à superfície de uma junta transversal construtiva da camada subjacente em material tratado com ligante hidráulico quando existe, (Videira, 2014).

#### Pele de crocodilo

A pele de crocodilo corresponde ao último e mais severo estado de evolução do fendilhamento. É o resultado da evolução do fendilhamento múltiplo e caracteriza-se por formar uma malha ou grelha de fendas mais ou menos apertada e de fenda mais ou menos aberta, podendo ser classificada quanto à sua severidade de acordo com essas características em função dos parâmetros definidos pelo sistema de gestão da conservação, (Torrão, 2015).



**Figura 24.** Fendilhamento tipo pele de crocodilo.

Algumas causas que podem provocar o desenvolvimento da pele de crocodilo são a fadiga dos materiais betuminosos, a falta de capacidade de suporte das camadas não ligadas e do solo de fundação, qualidade deficiente dos materiais, a falta de ligação das camadas por deficiente construção e a existência de materiais muito rígidos e/ou envelhecimento do ligante betuminoso, no caso dos revestimentos superficiais, (Videira, 2014).

#### **5.4.4.3. Desagregação da camada de desgaste**

A desagregação da camada de desgaste é a desintegração progressiva dos agregados do revestimento de pavimento, resultante da perda de ligação entre o ligante e os agregados. As desagregações da camada de desgaste podem ser subdivididas como:

##### Desagregações superficiais

Esta patologia resulta do desgaste rápido do ligante betuminoso que envolve os agregados de granulometria mais grossa, ficando estes à vista, e originando uma depressão de forte dimensão na camada de desgaste, (Maia, 2012).



**Figura 25.** Desagregação superficial.

As prováveis causas derivam das tensões tangenciais elevadas que são transmitidas pelos pneus dos rodados ao pavimento, normalmente em curvas de raio muito reduzido e em descidas bastante acentuadas. A deficiente ligação entre os diferentes materiais, os quais constituem as misturas betuminosas e a má qualidade dos materiais e das deficiências associadas à formulação das misturas betuminosas (betume deficiente, temperatura das misturas, por vezes, desfavoráveis), são outras das causas prováveis da degradação superficial. Estas estão também associadas à evolução de outras degradações, principalmente do fendilhamento, (Maia, 2012).

##### Cabeça de gato

Consiste no destacamento do material de granulometria fina, compostos pela mistura de finos, filler e ligante betuminoso, deixando exposto e saliente o agregado de granulometria mais grossa, dando origem a um pavimento com macrotextura elevada, (Torrão, 2015).



**Figura 26.** Desagregação tipo “cabeça de gato”.

Algumas causas que podem provocar o desenvolvimento da cabeça de gato são a má qualidade dos materiais e da mistura betuminosa, a adesividade deficiente do conjunto agregado-betume e o tráfego elevado que provoca ações tangenciais também elevadas, (Videira, 2014).

#### Pelada

A pelada caracteriza-se pelo destacamento de pequenas placas da camada de desgaste, relativamente à camada inferior, (Torrão, 2015).



**Figura 27.** Desagregação do tipo “Pelada”.

A deficiente ligação da camada de desgaste à camada subjacente, a espessura insuficiente da camada, a má qualidade dos materiais da camada de desgaste, os elevados esforços tangenciais e a evolução de outras degradações em particular do fendilhamento do tipo pele de crocodilo, são algumas das causas que podem originar a formação de peladas, (Videira, 2014).

### Ninhos ou covas

Os ninhos ou covas são cavidades arredondadas formadas na camada de desgaste, são uma evolução do fendilhamento em geral ou da evolução da desagregação superficial. São frequentemente associados à evolução das fendas entrelaçada e “pele de crocodilo”, onde nos pontos de cruzamento das fendas se inicia a desagregação da camada de desgaste, formando os ninhos, (Torrão, 2015).



**Figura 28.** Desagregação do tipo ninho.

A evolução de outras degradações, em particular das desagregações superficiais, do fendilhamento, da pele de crocodilo e das peladas, a deficiente qualidade dos materiais da camada de desgaste, a expulsão de materiais estranhos na camada de desgaste (madeira, materiais argilosos, borracha, entre outros) e reparações mal efetuadas (más condições ou com materiais de má qualidade) são algumas das causas prováveis para a formação de ninhos, (Videira, 2014).

#### **5.4.4.4. Movimento de materiais**

Classificados como degradações por movimento de materiais, temos os fenómenos:

##### Exsudação

Exsudação é o aparecimento localizado do ligante na superfície do pavimento, criando manchas de dimensões variadas que apresentam um brilho vítreo de cor preta e superfície lisa de baixa resistência à derrapagem, (Souza M. J., 2004).



**Figura 29.** Exsudação em pavimento rodoviário.

As principais causas para a ocorrência de exsudação de betume estão relacionadas com a deficiente composição da mistura betuminosa, pelo excesso de betume, e/ou uma reduzida porosidade. Sob a ação da passagem dos rodados dos veículos, especialmente com temperatura elevadas, a compressão da camada betuminosa pode, neste caso, originar a expulsão do betume para a superfície, (Maia, 2012).

#### Subida de finos

A subida de finos é caracterizada pela existência de manchas de cor esbranquiçada devidas à presença de finos provenientes das camadas granulares e do solo de fundação, inicialmente junto de fendas da camada de desgaste, que evoluem para toda a superfície da camada, provenientes das camadas granulares e do solo de fundação, (Videira, 2014).



**Figura 30.** Subida de finos, (Maia, 2012).

As principais causas deste fenómeno devem-se à ineficiência da drenagem do pavimento promovendo a ascensão da água através do solo de fundação, das camadas granulares e das camadas betuminosas. Estas camadas que se apresentam fendilhadas,

arrastam por sua vez os finos e facilita a circulação da água infiltrada nas camadas granulares através das fendas, (Maia, 2012).

#### 5.4.5. Conservação e reabilitação de pavimentos

Dada a atual conjuntura com os problemas financeiros bem assentes, assim como a necessidade de intervir nos pavimentos, uma vez que possuem um limitado período de vida útil, a conservação ou reabilitação de pavimentos é cada vez mais uma prioridade comparada com a construção de novas vias de comunicação. Pelo que, proceder-se-á a um esclarecimento quanto às respetivas definições.

O aparecimento de degradações num pavimento é um sinal indicativo de que a capacidade estrutural ou funcional para que foi projetado é insuficiente para suportar as ações do tráfego e das condições climáticas, (Francisco, 2012).

Deste modo, há que mencionar que a deterioração dos pavimentos pode influenciá-los a nível estrutural, reduzindo a capacidade do pavimento suportar as cargas dos veículos sob determinadas condições climáticas, e funcional, quando se verifica uma redução da qualidade de circulação prestada aos utentes dos pavimentos, (Torrão, 2015).

Para colmatar estas perdas, dá-se a requalificação das vias de comunicação, através de métodos de conservação ou reabilitação, que repõem as condições funcionais e estruturais dos pavimentos.

**Tabela 3.** Diferenciação de Conservação e Reabilitação de Pavimentos.

|   |              |                         |                        |
|---|--------------|-------------------------|------------------------|
| <b>Conservação e Reabilitação de Pavimentos</b> | Conservação  | Conservação Periódica   | Conservação Preventiva |
|   |              |                         | Reforços Periódicos    |
|   |              | Conservação Corrente    | Manutenção e Correção  |
|   | Reabilitação | Reabilitação Funcional  |                        |
|   |              | Reabilitação Estrutural |                        |

Fonte: Elaborada pelo Estagiário.

#### **5.4.5.1. Operações de conservação de pavimentos**

A conservação de pavimentos tem como objetivo principal, a preservação dos pavimentos de forma a evitar a necessidade de reconstrução dos mesmos, para isso, as intervenções poderão ser de carácter periódico ou corrente, diferindo não só na frequência, mas também no tipo de operação em que consistem.

##### Conservação Periódica

A Conservação Periódica, por sua vez, poderá ser subdividida em dois tipos de intervenção, nomeadamente a conservação preventiva ou a realização de reforços periódicos.

A conservação preventiva implica a execução de camadas betuminosas de reduzida espessura, com o objetivo de atenuar a evolução das degradações que ainda se encontram em fase inicial, de modo a manter a qualidade do pavimento ao longo do seu período de vida útil. Esta intervenção pode passar pela realização de uma camada de desgaste de reduzida espessura, ou de uma camada mais espessa, (Torrão, 2015).

Os Reforços Periódicos são utilizado em vias de comunicação com elevado tráfego. Pretende-se com a sua execução, restaurar as características estruturais do pavimento, mediante a colocação de uma espessura complementar de materiais betuminosos sobre o pavimento antigo. A junção da espessura supra mencionada tem como finalidades, aumentar a capacidade estrutural, assim como aumentar a sua vida frutuosa, melhorando as características superficiais do pavimento.

##### Conservação Corrente

A Conservação Corrente trata-se de um conjunto de operações, que têm como finalidade manter as condições iniciais do pavimento, evitando o aparecimento ou propagação de patologias.

Este tipo de operação implica a realização de operações de manutenção e correção de pequenas situações, nomeadamente, manutenção de sinalização, manutenção de bermas, reparação de covas, entre outros, (Torrão, 2015).

#### **5.4.5.2. Operações de reabilitação de pavimentos**

A reabilitação de pavimentos resulta, normalmente, da deficiente construção inicial de uma via de comunicação ou da alteração das solicitações empregues no pavimento, o

que leva a que os métodos de conservação anteriormente descritos, sejam insuficientes para a reposição das características fundamentais das estradas.

Existem dois tipos de reabilitações, nomeadamente de cariz funcional e estrutural.

#### Reabilitação Funcional

A reabilitação funcional está diretamente ligada ao restabelecimento das condições de circulação em comodidade e segurança, requalificando apenas a camada superficial do pavimento.

Esta intervenção também é favorável a nível das características estruturais, melhorando o modo de atuação das cargas e impermeabilizando o pavimento, resultando num melhor comportamento das camadas e solo de fundação, (Torrão, 2015).

#### Reabilitação Estrutural

A reabilitação estrutural trata-se da reorganização das camadas estruturais do pavimento, de forma a garantir um período de vida útil normal com o dimensionamento da estrutura para as novas solicitações e técnicas construtivas.

Além desta intervenção dotar o pavimento de novas características estruturais, permite ainda adquirir novas e melhoradas características funcionais, uma vez que a camada superficial é inevitavelmente renovada através da execução de novas camadas, (Torrão, 2015).

#### 5.4.6. Betume modificado com polímeros

Face às restrições económicas aplicadas, nos últimos anos, à construção civil, especificamente na construção e reabilitação de vias de comunicação, juntamente com o aumento sucessivo da matéria-prima fundamental dos pavimentos flexíveis, o petróleo, existe uma necessidade de utilizar novos materiais ou soluções que permitam fazer um uso mais racional deste investimento, não abdicando das capacidades técnicas exigidas, mas sim, otimizando as soluções.

Para resistirem a esforços cada vez mais severos provocados pelo tráfego, surgiu a utilização de betumes modificados com polímeros, nos anos 70, procurando melhorar as capacidades mecânicas dos betumes para resistirem a estes esforços. Com esta modificação procura-se melhorar principalmente a elasticidade e a sensibilidade à

temperatura, conduzindo a um aumento da resistência à fadiga, redução da deformação permanente e redução da propagação de fendas nas misturas betuminosas, (Pais, 2006).

Os betumes modificados com polímeros são o resultado de uma reação química entre o ligante e materiais polímeros, conferindo a estes ligantes características diferenciadoras em relação aos betumes tradicionais, como sejam a sua grande elasticidade, a sua grande resistência face ao envelhecimento e às deformações plásticas e a sua boa adesividade com os agregados. Entre os polímeros mais usados neste tipo de mistura, distinguem-se os elastómeros e os plastómeros.

Os elastómeros, material adotado para a modificação do betume na empreitada em questão neste capítulo, segundo (Miranda, 2014), incute um aumento do ponto de amolecimento e reduz a penetração do betume, aumentando a flexibilidade e a ductilidade a baixas temperaturas, permitindo a sua utilização numa gama de temperaturas mais alargada que os betumes convencionais.

A rega de colagem entre camadas em misturas betuminosas que empreguem betumes modificados com polímeros, deve ser uma emulsão betuminosa modificada com polímeros ou especial antiaderente, (IP, Construção e Reabilitação de Pavimentos - Ligantes betuminosos, 2009).

#### **5.4.6.1. Aplicação de betume modificado na reabilitação de pavimentos**

A aplicação de misturas com betume modificado na reabilitação de pavimentos prende-se com a necessidade de aumentar a resistência à fadiga dos pavimentos, com a condicionante da subida de cotas. Estas misturas permitem obter características de resistência à fadiga elevadas, mesmo com baixas espessuras de reforço, o que torna uma excelente hipótese nas reabilitações urbanas onde as cotas das rasantes são muitas vezes limitadas pelas cotas das soleiras.

Aquando de uma reabilitação de um pavimento, pretende-se aumentar a vida útil da estrada e para isso justifica-se diminuir os custos com uma reconstrução do pavimento e optar pela aplicação de uma camada mais resistente a qual, apenas com a fundação existente, resistirá o mesmo tempo que uma estrutura de pavimento dita convencional, a qual, neste caso, necessita a reconstrução total de todas as camadas. Exemplificando, no caso de uma reabilitação de pavimento onde as camadas existentes não são suficientemente resistentes para a finalidade, e como tal, iria implicar um saneamento dos solos e conseqüente reaplicação de todas as camadas da estrutura de pavimento convencional. Este processo poderia ser evitado adotando o reforço das camadas com

recurso a betumes modificados, obtendo a resistência desejada apenas com a fresagem das camadas betuminosas e aplicação das novas camadas com betume modificado, mantendo a estrutura de fundação.

A diminuição dos trabalhos envolvidos, juntamente com o menor tempo de execução necessário e a minimização dos transtornos provocados, torna esta solução mais viável em relação à reconstrução do pavimento.

#### **5.4.6.2. Desgaste modificado utilizado**

Na obra em questão, no presente capítulo, a mistura betuminosa com betume modificado adotada foi a AC (*Asphalt Concrete*) 14 surf ligante BBr (Betão Betuminoso Rugoso). Esta camada foi formulada para a aplicação em camadas de desgaste com espessura delgada. A sua designação advém das suas características, AC 14 Surf ligante (BBr), betão betuminoso para camada de superfície, normalmente com dimensão máxima de 14 mm, utilizado geralmente em operações de reposição de textura superficial, com característica rugosa. Este tipo de mistura é executada com recurso a betumes modificados.

Neste caso, foi utilizado betume modificado, proveniente do fornecedor CEPSA, “Elaster 13/60 (PMB 45/80-60)”, betume asfáltico modificado com polímeros do tipo elastómeros, obtido por reação química.

Este betume é apropriado para aplicações em misturas de módulo elevado para reforços, misturas convencionais e drenantes em zonas com temperaturas elevadas e em camadas de desgaste antirrodadeiras, (CEPSA, 2016).

Este tipo de betume é caracterizado por uma elevada elasticidade a baixas temperaturas e uma maior adesividade aos agregados, maior resistência a deformações, maior resistência ao envelhecimento e um maior conforto e segurança de circulação, (Seixas, Almeida, & Afonso).

## 5.5. Trabalhos realizados

Através da experiência do Estagiário como Adjunto de Diretor de Obra, foi possível acompanhar as tarefas relacionadas com a gestão de obra. A Gestão de obra compreende a gestão de mão-de-obra, equipamentos, custos, rendimentos, medições, trabalhos a mais, planos de trabalhos, cronogramas, entre outros. Pela constante interação com os demais intervenientes da obra, nomeadamente, os Técnicos de QAS, bem como com a CSO, foram transmitidos conhecimentos de outras áreas, designadamente, qualidade, ambiente, segurança e saúde. De mencionar também o contacto permanente com o Técnico Administrativo em obra, que permitiu adquirir conhecimentos de controlo de gestão.

No presente capítulo, serão desenvolvidos em detalhe as fases de obra, bem como, os vários tipos de trabalhos realizados ao longo do estágio curricular, desenvolvendo as questões anteriormente abordadas no “Estado da Arte” sobre este tipo de obra.

### 5.5.1. Preparação de obra

O estágio curricular teve início um mês antes da data de consignação da obra, pelo que, nesse período de tempo, os trabalhos desenvolvidos envolveram apenas a preparação de obra. Numa primeira fase foi realizado o reorçamento da obra. O reorçamento baseia-se na reformulação do orçamento, estimando os recursos e meios necessários para a realização de cada artigo do contrato, estimando assim os custos aproximados da empreitada e avaliando o lucro a objetivar para a obra. Este é um dos documentos mais importantes e rigoroso para a Direção de Obra, o qual para além de ditar as políticas de gestão, também reflete, em comparação com os resultados da obra, o quanto a Direção de Obra se debateu para aumentar o lucro da empreitada.

Para elaborar o reorçamento, *in casu*, foram solicitados ao Departamento de Aprovisionamento e Logística da empresa, as cotações que os vários subempreiteiros forneceram para realizar os trabalhos e o custo dos materiais necessários para cada artigo do orçamento. Por regra, para que estas cotações sejam realizadas, tanto para as subempreitadas como para os materiais, existe a necessidade do Diretor de Obra realizar o plano de necessidades da obra, estabelecendo as carências que exigem consulta. No entanto, aquando do começo do estágio curricular já haviam sido executados os planos de necessidades.

Com todas estas cotações reunidas e com a ajuda do Tutor, foram estabelecidos os custos indiretos, rendimentos das atividades, adicionados equipamentos, materiais e mão-de-obra necessários, de modo a completar o reorçamento. Este documento seguiu para aprovação da administração das empresas, ou seja, a ACA e o consorciado, nesta empreitada, os quais aprovam ou sugerem alterações das estratégias de gestão.

Ainda em preparação de obra, foram estudados os mapas de quantidades, peças escritas e desenhadas, de modo a compreender melhor o que iria ser realizado. Posteriormente, iniciou-se a procura de um terreno adequado, que servisse para o estaleiro de apoio à obra, assim como, as negociações com os proprietários das propriedades, de modo a ser estabelecido um acordo vantajoso para tanto para os proprietários como para o empreiteiro. Seguidamente, e em conjunto com os Técnicos de QAS, elaborou-se o plano de estaleiro e houve o primeiro contacto com o Departamento de Compras da empresa, com vista à requisição dos elementos necessário ao estaleiro. Todas estas tarefas supra mencionadas, tinham como objetivo dar a conhecer a estrutura da empresa e contactar com os membros cruciais que dão apoio ao Departamento de Produção, nomeadamente, a direção de obra.

### 5.5.2. Reuniões de Obra

Antes de iniciar os trabalhos, realizou-se uma primeira reunião de obra para apresentação da equipa técnica, onde estiveram presentes todos os intervenientes da obra, tanto por parte da Entidade Executante, como por parte da Fiscalização, e ainda a equipa de CSO.

Foi definido que as reuniões de obra iriam ter uma periodicidade semanal. Nestas reuniões eram abordados todas as situações relevantes decorridas anteriormente, assim como, também era estipulada a previsão dos trabalhos para a semana seguinte.

As reuniões caracterizavam-se por várias fases. Inicialmente, eram abordadas as questões de segurança, onde a coordenação de segurança expunha as situações mais relevantes dos dias anteriores, e o ponto de situação das aprovações de subempreiteiros, equipamentos e mão-de-obra, a entrar em obra. Existe um procedimento para admissão das empresas subcontratadas, que consiste em ceder toda a documentação relativa a seguros, mapas de descontos da segurança social, documentação de trabalhadores e equipamentos, horário de trabalho, que posteriormente é analisada pela CSO e caso a

documentação esteja completa e legal, terá permissão para entrar em obra. A segunda fase das reuniões era destinada às questões de Direção de Obra, onde se expunha os trabalhos realizados e o planeamento dos mesmos para os dias seguintes. Nestas reuniões era discutida a possibilidade de iniciar os trabalhos em novas frentes de obra, com base no progresso dos trabalhos e consoante o término das atuais. Tratavam-se também de reuniões de extrema importância dadas as exigências impostas por parte da Fiscalização, pelo que a discussão nestas reuniões servia para conseguir arranjar soluções para concretizar as exigências.

### 5.5.3. Início dos trabalhos

No dia 7 de Fevereiro iniciou-se os trabalhos em obra, sendo que, na primeira semana apenas se executaram trabalhos de montagem de estaleiro e receção de materiais dos diversos fornecedores.

As primeiras frentes de obra a serem autorizadas, pela fiscalização, para iniciar os trabalhos foram as frentes de obra das freguesias de Souto S. Salvador e de Gandarela. O motivo das frentes de obra iniciais serem as referidas anteriormente, prendeu-se com o facto de serem os locais onde se antecipava mais trabalhos a realizar.

À medida que a obra avançava, foram autorizados, por parte da Fiscalização, o início dos trabalhos em outras frentes de obra, evitando a acumulação de frentes em simultâneo, que resultaria num maior número de constrangimentos no trânsito da cidade.

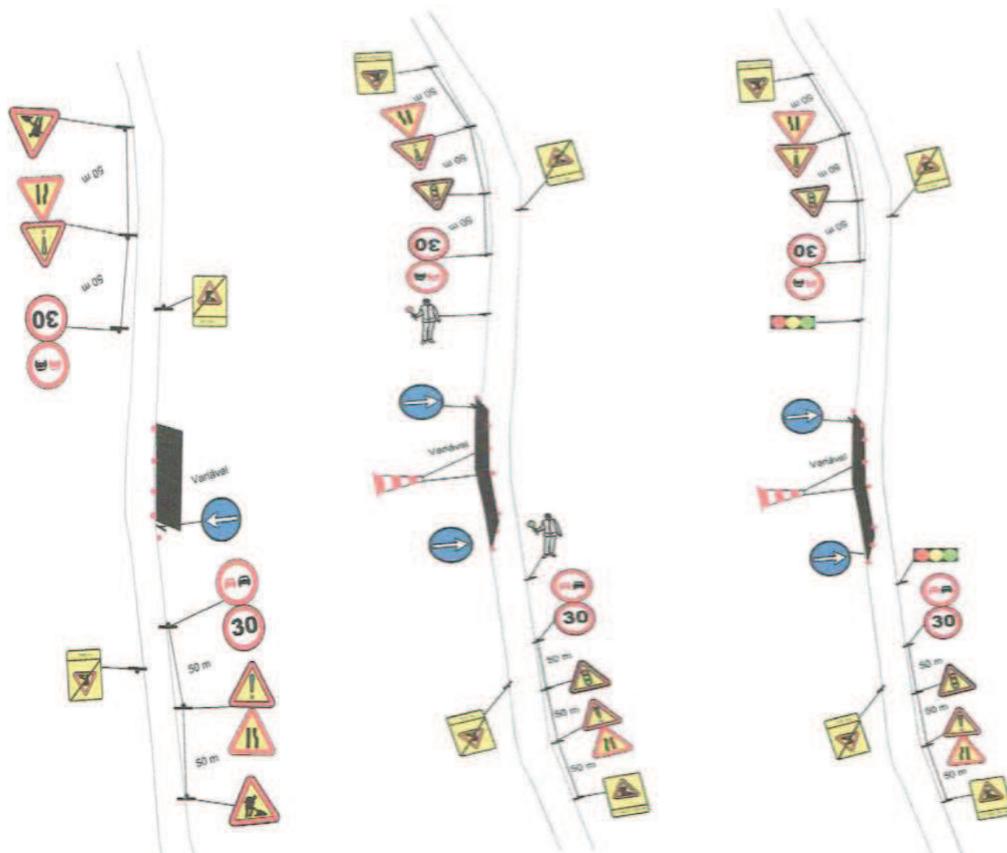
O planeamento dos trabalhos, em todas as frentes de obra, seguiu a ordenação lógica iniciando pelos trabalhos de execução da drenagem de águas pluviais e realização de muros de suporte, seguidamente, os trabalhos acessórios de realização de passeios, dando seguimento os trabalhos de pavimentação, ajardinamento e marcações rodoviárias.

### 5.5.4. Planos de sinalização

Tendo em consideração que todas as intervenções foram realizadas em arruamentos existentes, um dos principais problemas prendia-se com a necessidade de desviar o trânsito, tentando sempre minimizar o transtorno aos utentes e criando condições de trabalho.

No início dos trabalhos foram compilados dois planos de sinalização principais que abrangiam praticamente todos os casos de intervenção na via, desde que os trabalhos não obstruíssem por completo ambas as vias de circulação. Os planos mencionados previam todo um conjunto de sinalização e procedimentos para realizar um estreitamento de via, quando apenas fosse ocupada parte de uma facha de rodagem e circulação alternada, quando fosse ocupada apenas uma das vias de circulação.

Estes planos foram criados com o intuito de generalizar o processo para que, sempre que fosse necessário implementar um dos esquemas infra apresentados, não existisse a necessidade de submeter a aprovação da fiscalização.



**Figura 31.** Esquema de sinalização de estreitamento de via (esquerda) / Esquema de sinalização de circulação alternada com recurso a sinaleiros (centro) / Esquema de sinalização de circulação alternada com recurso a sinalização luminosa (direita).

No entanto, quando existia a necessidade de interromper um certo arruamento, ou outro tipo de espaço público, como estacionamento ou entradas e saídas de estabelecimentos, era necessário realizar um novo plano de sinalização e enviar para aprovação do Dono de Obra para posterior saída em Edital da Câmara Municipal de Guimarães.

### 5.5.5. Controlo de atividades

Ao longo do desenvolvimento dos trabalhos, foi indispensável a monitorização dos trabalhos, principalmente, por terem sido subcontratadas empresas para executar parte da empreitada. Tornou-se essencial um rígido controlo, tanto em questões de qualidade como de segurança, com vista ao cumprimento dos requisitos da empresa em termos destas certificações.

Este procedimento iniciava-se com o registo de todas as atividades, avaliando parâmetros de qualidade e segurança. No caso da qualidade, existia a necessidade de registar cada atividade avaliando vários parâmetros, como por exemplo, a inclinação longitudinal dos coletores, a aplicação de pó-de-pedra a revestir o tubo, as condições climatéricas aquando das pavimentações, entre outros. Estes registos apesar de não serem complexos tornavam-se complicados de completar devido à distância entre frentes de obra, o que complicava a monitorização de todas as atividades em simultâneo. Foi importante desenvolver esta atividade porque foi através da mesma que foi possível, ao Estagiário, adquirir a noção de que existe um controlo rigoroso de todas as atividades para certificar que tudo está a ser desenvolvido com garantias de qualidade. Em termos de segurança existia o mesmo tipo de avaliação de atividades monitorizando a aplicação dos planos de segurança específicos.

De mencionar também, aquando da entrada em obra de um equipamento ou trabalhador, já depois de toda a documentação ter sido verificada e aprovada, o Técnico de Segurança era responsável por conceder uma formação aos trabalhadores antes de começarem a trabalhar e era necessário proceder-se à verificação dos seus Equipamentos de proteção individual (EPI's). Apesar da ACA não ser responsável pelo fornecimento de EPI's aos trabalhadores subcontratados, estes não poderiam laborar sem possuírem todos os equipamentos necessários. Eram verificadas as condições dos equipamentos, bem como, dos dispositivos de segurança, designadamente, os extintores, a luz rotativa “pirilampo”, buzina de marcha atrás, entre outros.

#### 5.5.5.1. Rede de drenagem de águas pluviais

Os trabalhos de drenagem de águas pluviais dividiram-se em três fases principais:

- Primeira fase, com a abertura de valas;
- Segunda fase, com a execução dos órgãos de drenagem de águas pluviais;
- Terceira fase, com o tapamento de valas com a devida compactação.

### Primeira fase - Abertura de valas

Na primeira fase, a abertura de valas, existiam vários processos de execução dependendo do solo de escavação. No caso de abertura de valas em pavimentos betuminoso, existiu a necessidade de cortar o pavimento com recurso a máquinas de corte e com recurso a fresadoras de pavimento. Em solos terrosos a abertura de vala foi apenas executada com o recurso a uma escavadora, e nos casos onde se deparou com afloramentos rochosos, a utilização de martelo demolidor foi necessária.

Com as variantes do solo, alturas de escavação e as condições atmosféricas, foi necessário o recurso a sistemas de entivação para escorar as paredes das valas para se trabalhar em segurança sem risco de desmoronamento.

### Segunda fase - Execução dos órgãos de drenagem de águas pluviais

Posteriormente à abertura de vala, deu-se a realização da execução dos elementos de drenagem. Independentemente do tipo de elemento, o primeiro passo para a execução, passa por regularizar o fundo da vala, nivelando ou criando as pendentes necessárias. Os passos seguintes dependem do tipo de elemento a executar.

Na obra em questão existiam quatro tipos de elementos de drenagem:

- Coletores de drenagem de águas pluviais;
- Caixas de visita;
- Sarjetas;
- Canais drenantes.

A execução de coletores de drenagem de águas pluviais em tubo corrugado, constitui o trabalho de drenagem mais simples, mas, o mais importante em termos de rigor construtivo. Após a vala executada e o fundo regularizado com a adoção da correta pendente necessária, foram colocados os tubos com o devido vedante e acoplados sucessivamente.

As caixas de visita circulares foram realizadas inicialmente com a execução do fundo em betão, com uma dosagem de cerca de 250kg de cimento por metro cúbico de argamassa. Posteriormente eram colocadas os tubos de saídas e realizadas as paredes da caixa com blocos maciços curvos até à altura suficiente de recobrimento dos tubos de

saída. A restante elevação das caixas de visita cilíndricas era realizada com argolas e cones excêntricos em betão pré-fabricado.

Para o tapamento superficial da caixa de visita circular, foram aplicadas tampas em ferro fundido dúctil com classe de resistência D400 com vista à incorporação na via pública com tráfego intenso, respeitando a norma NP EN 124.

Para as caixas de visita quadradas o processo construtivo realizava-se de igual forma. Inicialmente com a execução do fundo, e posteriormente com a elevação da caixa executada com o recurso a um molde de cofragem com as medidas pretendidas e betonadas as paredes.

Em termos de tampas, para estas caixas, foram aplicadas tampas quadradas em ferro fundido dúctil com classe de resistência C250, mais do que suficiente para incorporação em passeios, segundo a norma NP EN 124. As mesmas possuíam um rebaixamento para acabamento superior em pedra chão, tipo paralelo em betão pré-fabricadas.

As sarjetas derivaram do processo idêntico às caixas de visita quadradas, apenas modificando as medidas do molde de cofragem. Como tapamento superficial foram aplicados aros em betão prefabricados com grelhas em ferro fundido, classificados com classe de resistência C250 para incorporação em zonas do grupo 3 (zonas ao longo de lancis a uma distância que, medida a partir da aresta do lancil, se prolongue no máximo de 0,5m na via de circulação e 0,2 m do passeio), de acordo com a norma NP EN 124.

Todos estes trabalhos de execução de caixas e sarjetas eram finalizados dando o acabamento interior com argamassa de areia fina e nos casos de elevação maiores de 1,20m a incorporação de degraus para futuros acessos.

Os canais drenantes, independentemente da sua classe, eram assentes pelo mesmo processo. Após a abertura da vala, era regularizado o fundo com as cotas necessárias, executada a fundação em betão e assentes os canaletos chumbados em betão.

### Terceira fase - Tapamento de valas com a devida compactação

O tapamento de valas procedia-se igualmente perante todos os elementos de drenagem de águas pluviais. Inicialmente, envolvidos os elementos mais frágeis com uma camada de pó-de-pedra, suficiente para impedir a danificação dos coletores. Posteriormente, dava-se a execução do aterro das valas com o material existente, selecionando homogeneamente o material disponível, evitando a deposição de materiais rochosos. A sucessiva compactação era realizada por camadas, recorrendo a diferentes

equipamentos de compactação consoante a largura da vala. As camadas superiores de sub-base e base eram realizadas com ABGE, preparando assim a estrutura de pavimento para posterior pavimentação das camadas betuminosas.

#### **5.5.5.2. Execução de passeios e vaías de estacionamento**

O processo de execução de passeios e vaías de estacionamento poderão ser divididos em três fases:

- Primeira fase, com a execução da delimitação em lancil;
- Segunda fase, com a execução das camadas de estrutura de pavimento;
- Terceira fase, com a aplicação do revestimento.

##### Primeira fase - Execução da delimitação em lancil

Para delimitar os passeios e vaías de estacionamento, utilizou-se lancis em betão pré-fabricado. O primeiro passo, para a realização deste trabalho, iniciava-se com a marcação do alinhamento e cotas do lancil para, posteriormente, realizar a fundação em betão.

##### Segunda fase - Execução de camadas de estrutura de pavimento

A estrutura de pavimento dos passeios é constituída por duas camadas de reforço do leito de pavimento. Primeiramente, com a aplicação da camada de base em ABGE e subsequente a camada de regularização em massame. Ambas as camadas eram compactadas com recurso a um cilindro apeado de forma a não existir assentamentos na fase de utilização e de modo a fornecer uma plataforma aplanada para aplicação do revestimento.

A estrutura de pavimento das vaías de estacionamento era executada com uma camada de base em ABGE, devidamente compactada e nivelada.

##### Terceira Fase - Aplicação do revestimento

No caso do assentamento de pedra chão, tipo paralelo, em passeios, iniciava-se com a execução de uma “almofada” de cimento e areia ao traço seco 1:3, e posterior assentamento do material de revestimento, finalizando com o refechamento das juntas também em traço seco. Para execução de remates, regra geral, era necessário cortar as pedras à forma desejada com o recurso a uma guilhotina de cortar *pavers* ou rebarbadora.

Em vaías de estacionamento o processo assemelha-se ao anterior descrito, no entanto o cubo de granito era assente em areia ou pó-de-pedra com o refechamento das juntas no mesmo material.

#### **5.5.5.3. Muros de betão ciclópico**

Os muros de betão ciclópico eram compostos por uma percentagem de 30% de rachão com granulometria compreendida entre 90-250mm, e 70% de betão da classe de resistência C16/20. Também foram executados os enrocamentos no tardoz e deixados, no interior dos muros, barbacãs espaçados de 1m, para permitir o escoamento das águas presentes no tardoz do muro.

Em termos de execução de trabalhos, a realização dos muros de betão ciclópico iniciava-se pela demolição dos muros existentes e posterior escavação para implantação da fundação. Com as escavações realizadas às cotas previstas e com o alinhamento definido, era regularizada a plataforma com betão de limpeza.

Respeitando as dimensões de projeto, eram iniciadas as cofragens e escoramentos da estrutura, deixando tudo pronto para a betonagem. Aquando desta fase, eram apresentados, à Fiscalização, os pedidos de autorização de betonagem, nos quais se identificava o elemento a betonar, as especificações do betão, o processo de betonagem, o volume previsto necessário, o tipo de cofragem, o tipo de descofrante, o processo de cura e data e hora prevista para a betonagem. Os elementos a betonar eram alvo de uma inspeção prévia, por parte da Fiscalização. Na eventualidade de tudo se encontrar conformidade, era autorizada a betonagem, presenciada sempre por um membro da Fiscalização.

A fase de betonagem dos muros de betão ciclópico iniciava-se pela descarga de camadas de betão com sucessiva colocação manual do rachão, por forma a ficarem, entre si, intervalos de largura suficiente para garantir o seu completo envolvimento pelo betão. Este processo replicava-se sucessivamente, na total extensão dos muros betonados.

#### **5.5.5.4. Pavimentações**

Categorizados como trabalhos de pavimentações, encontravam-se trabalhos de reforço, remoção e reconstrução dos pavimentos existentes. Estes trabalhos representam o valor mais significativo de toda a empreitada, sendo esta uma requalificação de vias de comunicação, é logicamente o trabalho fundamental da intervenção. Trata-se do trabalho mais minucioso e exigente em termos construtivos.

Perante estas contingências, e visto que a ACA possui meios especializados nesta categoria, os trabalhos de pavimentação foram inteiramente realizados com meios próprios, recorrendo apenas a um fabricante das misturas betuminosas, que neste caso era consorciado na empreitada.

Na obra em questão, foram adotadas três soluções de requalificação dos pavimentos, nomeadamente o reforço, a reabilitação estrutural e funcional de pavimentos.

Nas frentes de obra onde foi adotado o reforço do pavimento, como solução, existiu o acrescento de camadas de regularização e desgaste, em misturas betuminosas, ao pavimento existente, reperfilando e reforçando a estrutura de pavimento, de modo a devolver as condições fundamentais de circulação. Nestas frentes de obra onde foi executado apenas o reforço do pavimento, as patologias encontradas na avaliação do estado de pavimento, através de carotagem e sondagem do pavimento, resumem-se apenas a fissurações e fendilhamentos das camadas betuminosas, as quais se deviam à insuficiência ou inexistência dos órgãos de drenagem de águas pluviais.

Nos locais mais flagelados por patologias, nomeadamente fendilhações e desagregações, foram analisados o estado das camadas através de carotagem e realização de poços para avaliar o estado da fundação do pavimento. Esta avaliação do estado dos pavimentos levou à conclusão que existiam problemas nas camadas de fundação, as quais não eram homogéneas e se denotavam com espessura insuficiente, realizadas com materiais bastante terrosos. Existiu, portanto, a necessidade de proceder à reabilitação estrutural, com a reconstrução do pavimento.

De seguida, serão descritos os processos construtivos executados em cada um dos tipos de reabilitação adotados.

### Reforço de pavimentos

O reforço de pavimentos executou-se nas frentes de obra onde foi mantido o pavimento existente. Foram aplicadas camadas de regularização, sobre o pavimento existente, com o recurso a rega de colagem e posteriormente complementada com as camadas de desgaste.

Quanto à pavimentação das camadas o primeiro passo consistia em proceder à limpeza da camada subjacente e posteriormente aplicada a rega de colagem. Para isso, foi utilizado um camião dotado de caldeiras e aspersores, o qual projetava a dosagem correta de emulsão betuminosa. Nesta obra, foram utilizados três tipos de emulsões betuminosas

adequadas a cada tipo de pavimento, são elas, a Rega de Impregnação quando a camada a pavimentar era aplicada sobre a camada de base em ABGE, Rega de Colagem Normal entre camadas de misturas betuminosas e Rega de Colagem Modificada entre camadas de misturas betuminosas modificadas.



**Figura 32.** Trabalhos de aplicação de emulsão betuminosa.

Na segunda fase, iniciou-se a aplicação da camada de mistura betuminosa, a qual foi executada com recurso a uma espalhadora. Trata-se de um equipamento onde é descarregada a mistura betuminosa e, através de distribuidores, é homogeneamente espalhada, a mistura, com a largura e espessura desejada, garantindo o aplanamento da superfície.



**Figura 33.** Trabalhos de pavimentação de camada betuminosa.

A última fase da pavimentação das camadas betuminosas incidiu sobre o ato da compactação. A compactação foi realizada com recurso a dois cilindros, um de pneus que executava a compactação inicial e o cilindro de rasto liso que, apesar de ter um poder de compactação menor, é utilizado para uniformizar a superfície. No caso da compactação de camadas em misturas betuminosas modificadas apenas foi utilizado o cilindro de rasto liso devido à constituição da mistura que ficaria envolvida nos próprios pneus, do cilindro de pneus.



**Figura 34.** Trabalhos de compactação de camadas betuminosas.

### Reabilitação funcional

À semelhança do processo de reforço do pavimento, a reabilitação funcional elabora-se pelos mesmos princípios, não obstante, difere na necessidade de fresagem do pavimento existente até às camadas de fundação e respetiva repavimentação com novas camadas betuminosas, sobre o mesmo solo de fundação.

A remoção do pavimento, quando aplicada, foi executada através de um equipamento de fresagem de pavimento.



**Figura 35.** Trabalhos de fresagem de pavimento existente.

### Reabilitação estrutural

A reabilitação estrutural consistiu em remover totalmente a estrutura de pavimento para ser novamente executada. Iniciou-se a remoção das camadas betuminosas através da fresagem do pavimento. Posteriormente, foi executado o saneamento dos solos até à cota necessária para implantação das novas camadas da estrutura de pavimento.



**Figura 36.** Trabalhos de saneamento de solos.

A execução da compactação das camadas de fundação e leito do pavimento, foram realizadas, também, com o recurso a um cilindro, todavia, para esta função era utilizado um cilindro misto, com um poder de compactação mais elevado e mais indicado para o efeito.

Em termos de espalhamento e nivelamento das camadas granulares de fundação, os agregados eram depositados e posteriormente com o recurso a uma motoniveladora, foram realizadas as pendentes longitudinais e transversais da via.



**Figura 37.** Trabalhos de nivelamento da camada de base em ABGE.

À semelhança do procedimento do reforço de pavimentos, anteriormente descrito, as restantes camadas betuminosas de estrutura de pavimento, foram aplicadas pelo mesmo processo, anteriormente descrito.

#### **5.5.5.5. Ajardinamento**

Os trabalhos de ajardinamento apenas contemplaram o espalhamento de terra vegetal e a plantação de árvores. Trabalhos realizados manualmente com o apoio de uma retroescavadora.

#### 5.5.5.6. Marcações rodoviárias

As marcações rodoviárias consistiram em três processos diferentes, são eles, a pré-marcação, a marcação manual e a marcação por projeção.

Inicialmente, com o auxílio do Departamento de Mobilidade da Câmara Municipal de Guimarães, era definido o traçado a executar. A pré-marcação, realizada manualmente, apenas com uma lata de tinta e uma corda, consistia na delineação do traçado das linhas definitivas.

As marcações de linhas definitivas eram executada com dois equipamentos de projeção. Para marcações extensas era utilizado um veículo motorizado com aspersores, que mecanicamente realizava todo o tipo de linhas. Um segundo equipamento, de menor dimensão, era utilizado quando a quantidade de linhas a realizar era menor, este era manualmente deslocado e, da mesma forma, ativados e desativados os aspersores, consoante a marcação desejada. A largura das linhas era ajustada com o aumento ou diminuição da altura do aspersor. As marcas transversais, como setas de seleção, marcações de “STOP”, passadeiras, entre outras, eram executadas manualmente com o recurso a moldes em chapa, vertendo a tinta e espalhando com recurso a um rodo.



Figura 38. Trabalhos de marcação horizontal manual.

As tintas utilizadas foram tintas termoplásticas aplicadas a quente. Derivavam do aquecimento de materiais termoplásticos e são ideais para marcações de maior espessura. Um dos componentes das tintas são as esferas de vidro, as quais são utilizadas para dar uma capacidade retrorrefletora à tinta. Estas esferas eram incorporadas na mistura de tinta, quando o método de aplicação era por projeção, ou aplicadas à posterior, no caso das marcações manuais.

### 5.5.6. Situações de direção de obra

No presente capítulo serão apresentadas situações e decisões decorrentes da atividade de direção de obra, que marcaram o estágio curricular.

#### 5.5.6.1. Programação de cortes de trânsito

Uma das complicações existentes, durante esta obra, ocorreu na frente de obra de Azurém. A rua a intervir situa no centro da cidade de Guimarães, junto da Universidade do Minho, trata-se de um dos acessos mais movimentados da cidade. Para executar os trabalhos foi necessário interditar a zona de intervenção, para isso foi necessário implementar desvios de trânsito e vedar toda a área de intervenção. Decidiu-se dividir esta intervenção em duas fases para minimizar o transtorno no trânsito, assim, numa primeira fase foi intervencionada apenas o trecho central da rua, evitando o corte total do trânsito, encaminhando os veículos pelas zonas de estacionamento, tal como está representado na seguinte imagem.



Figura 39. Plano de sinalização temporário – Primeira fase Azurém.

Na segunda fase, foram intervencionados os topos da rua, assim existiu a necessidade de implementar um desvio total do trânsito. Foram desenvolvidos os planos de desvio temporário e sujeitos a aprovação da Fiscalização. O plano foi posteriormente aprovado pelo Presidente da Câmara Municipal de Guimarães e seguiu para Edital da Câmara, com antecedência imposta de 5 dias úteis, previamente à implementação. As

imagens que se seguem, retratam o corte e os desvios implementados bem como a zona criada para acesso às garagens.



Figura 40. Plano de sinalização temporário – Segunda fase Azurém.

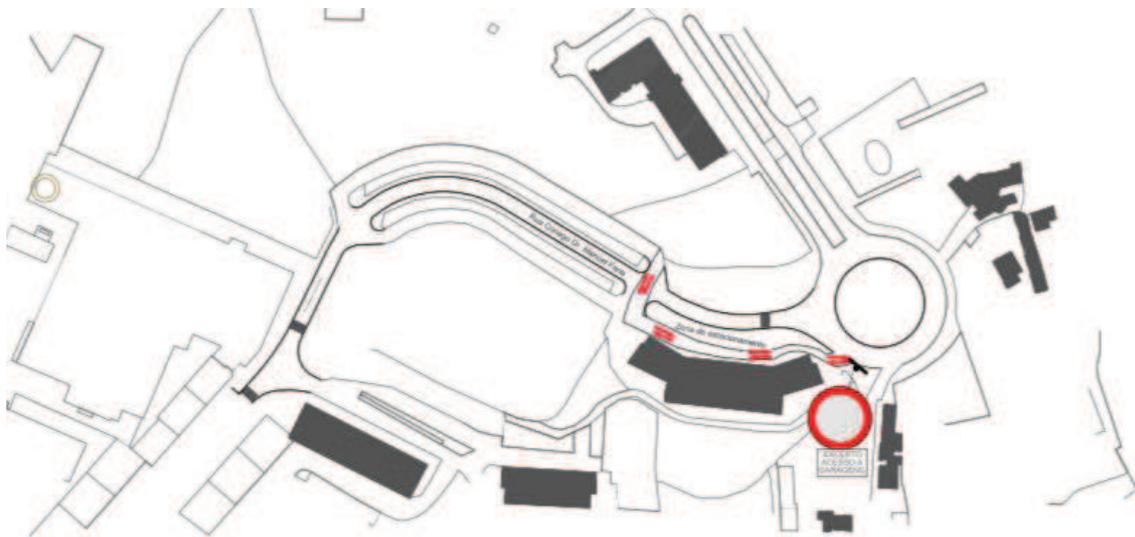


Figura 41. Desvio temporário para acesso a garagens.

Pelo facto de a rua ser central na cidade e muito solicitada, foi atribuído um prazo máximo de intervenção de 15 dias corridos de calendário.

Os trabalhos a desenvolver nesta zona de intervenção, previam-se ser apenas de saneamento do solo existente, até uma profundidade de solo de 63cm e posterior repavimentação da zona, com um pavimento redimensionado, constituído por uma

camada de sub-base e base granular em ABGE, e posteriores camadas de base regularização e desgaste em misturas betuminosas. Em termos de rede de drenagem de águas pluviais apenas estava previsto a substituição dos aros e grelhas de sarjeta. Todavia, aquando do início dos trabalhos verificou-se que as condutas de águas pluviais estavam completamente obstruídas por terra vegetal e raízes das árvores circundantes. As mesmas encontravam-se neste estado devido a falta de manutenção e do erro de construção, onde não foram seladas as juntas entre as manilhas de betão que constituíam os coletores, o que permitiu às raízes penetrarem dentro das condutas. Perante isto, a Fiscalização decidiu refazer a rede de drenagem de toda a rua.

Perante este trabalho a mais, e visto que o prazo de intervenção não sofreu alterações, foi necessário o aumento de equipamento e mão-de-obra presente, como também a requisição dos materiais a mais necessários.

Após a conclusão dos trabalhos de drenagem, surgiu outro imprevisto, causado pelas condições climatéricas, isto é, o solo do leito de pavimento estava instável, com um índice de humidade bastante superior ao ótimo, o que nos impedia de continuar com os trabalhos de pavimentação. Aguardou-se que as condições climatéricas favorecessem a estabilização do solo, e, posteriormente, foi compactado o solo e realizados os ensaios de compactação. Nesta fase foi possível aplicar as camadas granulares, inicialmente a camada de sub-base, posteriormente realizados novamente os ensaios de compactação da nova camada, seguidamente a camada de base e novamente os ensaios de compactação.

Devido, novamente, a más condições climatéricas, foi necessário adiar a pavimentação. Estes inconvenientes climatéricos originaram um atraso relativamente ao prazo imposto para a sua execução. Já com as condições favoráveis, retirou-se parte da camada granular, uma vez que apresentava um índice de água excessivo, e repôs-se com material seco. Iniciou-se a pavimentação da camada de base em macadame betuminoso, seguida da pavimentação da segunda camada betuminosa em mistura betuminosa densa. Nesta última fase de pavimentação supra mencionada, os trabalhos tiveram de ser cancelados tendo em consideração as condições impróprias para pavimentar.

Por todos os sucessivos atrasos, derivados das condições adjacentes, surgiram queixas, por parte dos utentes, na Câmara de Guimarães, devido ao prazo de obra estar a ser excedido. Perante isto e havendo previsão de boas condições climatéricas para o fim-de-semana seguinte, foi assente executar a pavimentação das duas camadas betuminosas

em falta, durante o fim-de-semana que se seguia. De notar, que ainda foi necessário requerer uma licença especial de ruído por os trabalhos decorrerem no fim-de-semana.

#### **5.5.6.2. Pavimentação noturna**

Outra das complicações existentes durante o estágio, em específico de gestão de obra, foi a frente de obra do Largo Navarro de Andrade. Nesta frente de obra foi apenas prevista a repavimentação das camadas betuminosas, não obstante, pelo facto de ser uma rotunda no centro da cidade, existiam as condicionantes do trânsito. Para atenuar as condicionantes, foi delineado executar-se os trabalhos durante a noite, de modo a ser possível o desvio do trânsito e minimizar assim, o transtorno provocado. Para efetuar este procedimento foi necessário uma programação pormenorizada, pois a margem de execução era de apenas uma noite. De notar ainda que, foi novamente necessário o requerimento de licença de ruído, de modo a que esta autoriza-se os trabalhos noturnos.

A primordial condicionante na frente de obra em causa, tratava-se apenas da gestão dos trabalhos, equipamentos e mão-de-obra. Foi-nos permitido implementar o desvio apenas às 20:00h, e portanto, foi necessário programar a chegada de todos os equipamentos para que se desse, de imediato, a fresagem do pavimento existente e posteriormente, começasse a repavimentação.



**Figura 42.** Pavimentação do Largo Navarros de Andrade.

#### **5.5.6.3. Desistência por parte de um subempreiteiro**

Outro dos casos particulares, experienciados em obra, aconteceu na frente de obra na freguesia de Tabuadelo. Para esta frente de obra, estava previsto aplicar-se a camada de base em macadame betuminoso, e de seguida, realizarem-se as valetas de plataforma para drenagem das águas pluviais. Como era comum na restante obra, os trabalhos de

pavimentação era realizada pela ACA e os trabalhos de drenagem de águas pluviais adjudicados a um subempreiteiro.

A empresa subcontratada mostrou falta de experiência neste tipo de trabalhos e falta de capacidade em termos de mão-de-obra e equipamentos, sendo que decorreram três semanas de trabalho e ainda só estavam realizadas as escavações para implantação das valetas. Após uma reunião entre a direção de obra e os responsáveis da empresa subcontratada, foi estabelecido um prazo máximo para a realização da atividade. Esta demora estava a impor um atraso na pavimentação da camada de desgaste e conseqüentemente, a adiar o começo de outras frentes de obra. Assim, foi agendada a primeira betonagem das valetas, a qual ia ditar a permanência do subempreiteiro em obra, consoante o aspeto final das valetas e o rendimento conseguido. Concluiu-se no final da primeira betonagem que o produto final não agradava à Fiscalização. Dada a presente situação, ambas as partes concordaram que a empresa subcontratada não tinha capacidade para continuar o trabalho, pelo que, o Subempreiteiro acordou em desistir da empreitada.

Por parte da Direção de Obra foi necessário, de imediato, programar uma equipa, providenciar um fornecedor de betão pronto e orientar todos os trabalhos para serem os colaboradores ACA a realizar o trabalho. Mais uma vez, foi necessária uma rápida solução de gestão, desta vez devido a um erro de adjudicação de um trabalho a uma empresa com pouca experiência, que se contratualizou com uma proposta competitiva comparando com as restantes empresas consultadas.

#### **5.5.6.4. Não Conformidade**

Em termos de segurança, o problema mais grave verificado em obra foi a não conformidade formulada pela CSO, numa situação em que um subempreiteiro não respeitou as indicações anteriormente dadas pela Direção de Obra. O subempreiteiro em causa, após várias chamadas de atenção, deixou uma vala aberta sem estar vedada durante a paragem, na hora de almoço, abandonou também materiais na via sem estarem sinalizados/balizados, a zona de passagem pedonal estava demolida e com materiais espalhados, obrigando os peões a circular pelo interior da obra. Outra situação, documentada na não conformidade, deu-se quando surgiu a necessidade de se ocupar parte da via principal da estrada subjacente à obra, onde o subempreiteiro em causa colocou apenas um dos colaborador a interromper o trânsito sem qualquer tipo de sinalização ou aviso.



**Figura 43.** Situações em não conformidade.

Os riscos associados a esta não conformidade eram vários, nomeadamente, o risco de acidente rodoviário, risco de atropelamento, risco de choque, risco de queda em altura/ao mesmo nível, entre outros. É de denotar que, o subempreiteiro em causa já teria sido alertado para corrigir parte das situações descritas anteriormente. Trata-se de uma situação que seria praticamente impossível sanar, devido à dificuldade de verificar todas as frentes de obra ao mesmo tempo. Por parte da ACA foram alertados os colaboradores subcontratados, reforçada a formação aos mesmos e informada a administração do subempreiteiro do sucedido, com o risco de expulsão na eventualidade de alguma situação se verificar novamente.

## 5.6. Conclusões técnicas dos trabalhos realizados

No que concerne a reabilitação de pavimentos flexíveis, conclui-se que a intervenção realizada foi de encontro às soluções indicadas para o tipo de patologias presentes anteriormente. Foi possível verificar que o estado de degradação dos pavimentos existentes, seria derivado da má formação das camadas de base e sub-bases, o que naturalmente, não garantia uma capacidade mecânica suficiente para suportar o tráfego a que estes estariam sujeitos. Em todos os casos, os saibros existentes não estavam isentos de matéria orgânica e em alguns dos casos possuíam raízes, terras, detritos orgânicos e argilas em excesso. Com isto, e tendo sido respeitadas as indicações do projeto, nas zonas em que assim o exigia, procedeu-se ao saneamento de solos de forma a construir “de raiz” um novo pavimento, para evitar o reaparecimento de patologias desta natureza.

A nível económico, e no que se refere à defesa do interesse superior do erário público, deverão ser utilizadas misturas betuminosas com betume modificado em reabilitações urbanas, o que, teoricamente, garantirá um período de vida útil superior quando comparado com misturas betuminosas convencionais. Além disto, os betumes modificados permitem aligeirar a espessura das camadas, o que, perante um cenário usual neste tipo de reabilitações, onde as cotas finais do pavimento se restringem com as profundidades das infraestruturas e as cotas das soleiras existentes, torna esta, a mistura a mais indicada para espessuras diminutas.

O papel da Direção de Obra, numa empreitada desta natureza, é fundamental no que diz respeito ao planeamento e cumprimento de prazos, dadas as restrições que a mesma exige. A não interrupção do tráfego nas vias e as datas assumidas para a conclusão das mesmas, exigem que nenhum recurso falhe, quer em termos de mão-de-obra, materiais, equipamentos. Um outro aspeto relevante e de mencionar na execução da obra, prende-se com as condições atmosféricas. Trata-se de um agravante ao planeamento e aos custos da obra, uma vez que os equipamentos presentes neste tipo de obra são extremamente dispendiosos, e a cada dia de condições atmosféricas adversas, significa a interrupção nos trabalhos e conseqüente, prejuízo na empreitada.

O processo da Gestão de Obra requer especial atenção, por todos as variantes mencionadas. As paragens na execução da obra refletem-se negativamente, no que ao Dono de Obra diz respeito. Além do desagrado evidente, é de referir o aumento dos custos da empreitada, essencialmente nos custos indiretos.

Em termos gerais a empreitada ficou concluída com sucesso, tendo sido atingido o principal objetivo da mesma, ficando marcada pelo elevado grau de satisfação por parte da Fiscalização/Dono de Obra, quer em termos de qualidade do trabalho executado, como também, em termos de prazos de execução da mesma, conforme retrata o inquérito de satisfação a clientes apresentado de seguida.

|   |  | <b>INQUÉRITO A CLIENTES<br/>RECEÇÃO DEFINITIVA OBRA</b> |                          |                          |                                     | Pág. 1 / 1               |  |
|--|--|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--|
| <b>EMPRESA:</b>  | Alberto Couto Alves  |   |                          |                          |                                     |                          |  |
| <b>IDENTIFICAÇÃO DO CLIENTE</b>  |  |   |                          |                          |                                     |                          |  |
| <b>CLIENTE:</b>  | Câmara Municipal de Guimarães  |   |                          |                          |                                     |                          |  |
| <b>IDENTIFICAÇÃO DA OBRA:</b>  | Requalificação e Beneficiação de Arruamentos da Rede Viária Municipal de Guimarães |   |                          |                          |                                     |                          |  |
| <b>RESPONSÁVEL PELO PREENCHIMENTO:</b>   | Eng. Margarida Pereira   |   |                          | <b>CONTACTO:</b>         |                                     |                          |  |
| <b>QUESTIONÁRIO</b>  |  |   |                          |                          |                                     |                          |  |
| Classifique a nossa empresa, assinalando na coluna correspondente o seu grau de satisfação tendo em atenção:<br><b>1- Mau; 2- Insuficiente; 3-Suficiente; 4- Boa e 5- Muito Boa.</b> |  |   |                          |                          |                                     |                          |  |
| <b>Como considera o desempenho da nossa empresa, avaliando os seguintes aspetos:</b>   | <b>1</b>   | <b>2</b>  | <b>3</b>                 | <b>4</b>                 | <b>5</b>                            | <b>Sem opinião</b>       |  |
| Cumprimento dos prazos   | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/>                                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |
| Capacidade de resposta   | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/>                                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |
| Qualidade dos trabalhos  | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/>                                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |
| Tratamento das reclamações   | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/>                                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |
| Relacionamento com os representantes da ACA  | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/>                                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |
| <b>De uma forma geral, qual o seu grau de satisfação:</b>  | <b>1</b>   | <b>2</b>  | <b>3</b>                 | <b>4</b>                 | <b>5</b>                            | <b>Sem opinião</b>       |  |
|  | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/>                                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |
| <b>Recomendaria a ACA?</b>   | <b>Sim</b>   |   |                          | <b>Não</b>               |                                     |                          |  |
|  | <input checked="" type="checkbox"/>  |   |                          | <input type="checkbox"/> |                                     |                          |  |
| <b>SUGESTÕES:</b>  |  |   |                          |                          |                                     |                          |  |
| Equipa muito sólida com grande capacidade de resposta, cumpridora de indicações e antecipando prazos parciais e totais.  |  |   |                          |                          |                                     |                          |  |
| <b>ASSINATURA:</b>   | Margarida Pereira  |   |                          | <b>DATA:</b>             | 13/09/2016                          |                          |  |

**Figura 44.** Inquérito de receção definitiva da obra “Requalificação e Beneficiação de Arruamentos da Rede Viária Municipal”

## 6. “AMPLIAÇÃO DE EDIFÍCIO INDUSTRIAL – SEARA – INDÚSTRIA DE CARNES, LDA.”

### 6.1. Enquadramento

A obra consiste na implementação de um novo edifício industrial, para ampliação das instalações da “Indústria Seara”, localizado em Vila Nova de Famalicão, sede da unidade de abate e transformação de carnes - Seara. O projeto prevê a implantação de um edifício constituído por uma estrutura metálica, assente em maciços de fundação e muros de suporte em betão armado, com recurso a fundações especiais em estacas de trado contínuo. O local de implantação, constituído anteriormente por um espaço ajardinado, contíguo a um dos edifícios já existentes da unidade de transformação de carnes e delimitado também, pela via de acesso ao cais de descarga dos produtos já transformados. Os trabalhos de construção civil, desta empreitada, foram adjudicados à ACA Engenharia com um prazo de execução de 4 meses.



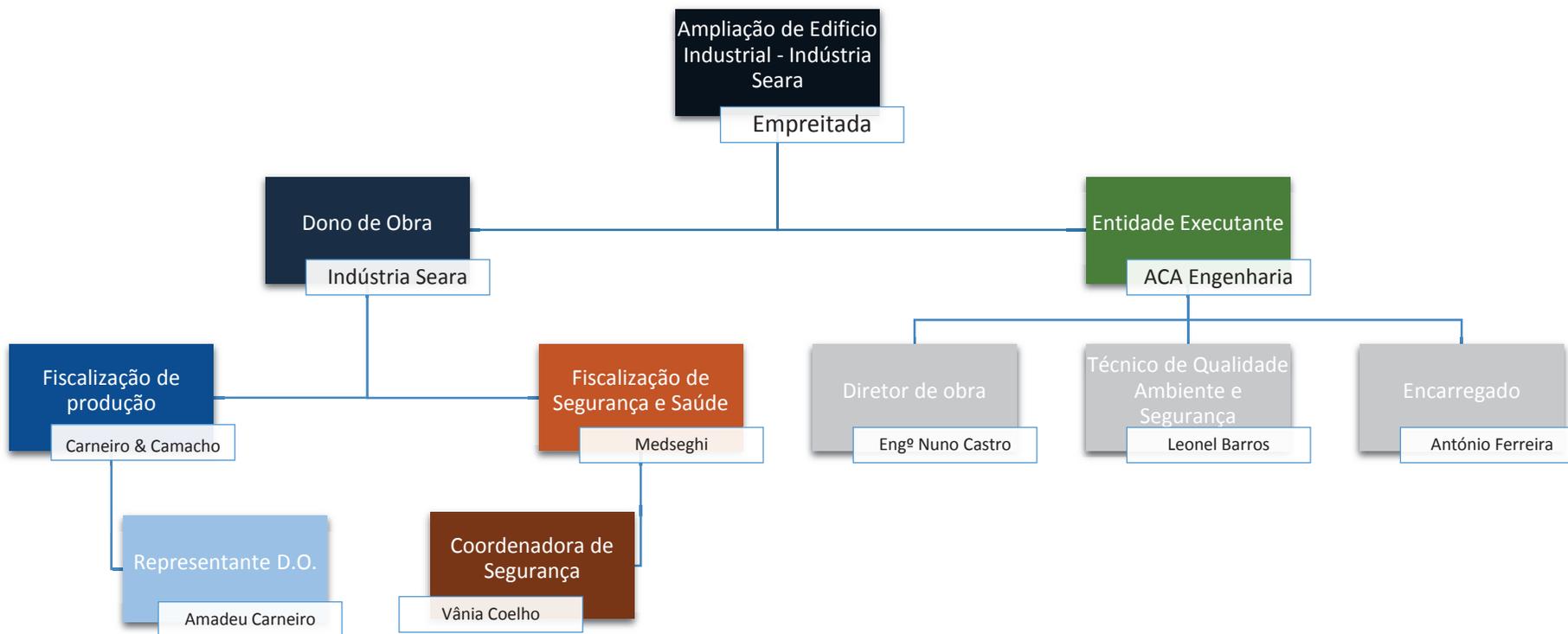
## **6.2. Estrutura técnica em obra**

O Dono de Obra, na empreitada em questão, é a empresa “Seara – Indústria de Carnes Lda.” a qual adjudicou a execução dos trabalhos ao Empreiteiro ACA Engenharia.

Para a realização da empreitada, a ACA Engenharia, nomeou como estrutura diretamente afeta em obra o Diretor de Obra, Engenheiro Nuno Castro, o Adjunto de Diretor de Obra, Hélder Freitas, o Técnico Qualidade, Ambiente e Saúde, Leonel Barros e o Técnico Administrativo, Ivo Sousa.

Como representantes do Dono de Obra, encontraram-se o Responsável pela Fiscalização, o Sr. Amadeu Carneiro, Administrador da empresa de projeto e fiscalização. Também como representante do Dono de Obra, mas em questões de Segurança e Saúde em Obra, encontrava-se a Técnica Vânia Coelho pela empresa “Medseghi”, a qual foi incumbida da função de Coordenação de Segurança e Saúde em obra.

O seguinte organograma representa os intervenientes, em obra, bem como a função que exercem.



### 6.2.1. Função de cada interveniente representante do Adjudicatário

As funções dos intervenientes representantes do Empreiteiro, não alteraram em relação à empreitada anteriormente descrita. Contudo, neste presente capítulo serão apontadas as principais alterações no modo de realizar as funções já descrita no capítulo 5.2.1.

#### 6.2.1.1. Diretor de Obra

De acordo com o já referenciado no capítulo 5.2.1.1, as funções desempenhadas pelo Diretor de obra mantêm-se para a obra abordada no presente capítulo. No entanto, existe a necessidade de adaptação, devido às diferenças do tipo de obra, passando de uma obra pública de vias de comunicação para uma obra privada de construção civil.

#### 6.2.1.2. Encarregado

À semelhança do capítulo 5.2.1.2, as funções do Encarregado mantêm-se. No entanto, sendo obras distintas em diferentes áreas da Engenharia civil, existe a necessidade de nomear um encarregado adequado ao tipo de obra em questão. Existe uma divergência dos conhecimentos aplicados em obras de construção civil e vias de comunicação, por isso, existe uma tendência de nomeação dos Encarregados para os mesmos campos de conhecimento, especializando-se cada vez mais nas suas áreas de conforto.

#### 6.2.1.3. Técnico de Qualidade Ambiente Segurança e Saúde

Para a ampliação do edifício industrial, apenas existiu a necessidade da existência de um técnico QAS para as questões de qualidade, ambiente e segurança.

Sendo a ACA Engenharia uma empresa com certificação de qualidade, ambiente e segurança necessita de existir o controlo e registos, mencionados no capítulo 5.2.1.3, em todas as empreitadas. Portanto, as funções desempenhadas por o técnico QAS são aplicadas em todas as empreitadas, diferenciando-se apenas a legislação aplicada a obras privadas e públicas.

#### 6.2.1.4. Técnico Administrativo

As funções de um técnico administrativo vão de encontro ao já referenciado no capítulo 5.2.1.4, a única distinção a ressaltar nos dois tipos de obra em análise, parte da existência de um consórcio na primeira e no caso da empreitada abrangida neste capítulo ser a ACA Engenharia o único empreiteiro geral. Portanto, deixa de existir a necessidade de realizar fechos de contas entre consorciados.

## 6.2.2. Função de cada interveniente representante do Adjudicante

Sendo esta uma obra de cariz privado, o Dono de Obra está diretamente envolvido no processo, no entanto, neste caso em específico devido ao Dono de Obra não possuir os conhecimentos necessários de Engenharia Civil, recorreu a uma empresa de projeto e fiscalização, estando os mesmos responsáveis pela realização do projeto e, posteriormente, a fiscalização na fase de obra.

### 6.2.2.1. Projetista

É responsável pela elaboração do projeto das várias especialidades incluindo na área arquitetónica. O projeto engloba não só a realização das peças desenhadas mas também o dimensionamento das diversas estruturas e infraestruturas a implementar. O projetista baseia-se em Eurocódigos ou outros regulamentos aplicáveis a cada especialidade, de forma a dimensionar as soluções adequadas a cada situação. Quanto à área arquitetónica incute ao Arquiteto a projeção das soluções desta área.

A função de projetista encontra-se associada a várias áreas, tais como, estruturas, rede de drenagem, redes de abastecimento de águas, redes de incêndio, acústica, elétrica, mecânica, ventilação, bem como arquitetónica. Apesar do conceito e função de projetista ser comum a todos, cada área costuma ser projetada por técnicos da especialidade.

Para que um projeto obtenha o licenciamento legal para a execução de uma empreitada, é necessário que o mesmo seja realizado por Engenheiros Cíveis e Arquitetos qualificados, sendo os mesmos postos a aprovação da entidade competente, neste caso à Câmara Municipal.

### 6.2.2.2. Fiscalização

A Fiscalização é o órgão responsável pela supervisão da execução da empreitada. É o representante do Dono de Obra em fase de obra, o qual zela pela perfeita execução dos trabalhos, verificando e aprovando todos as questões inerentes à empreitada. Normalmente composto por um conjunto de Engenheiros Cíveis e Arquitetos, que poderão ou não ser os próprios projetistas da empreitada.

Neste caso em específico a Fiscalização era composta pelo Gerente da empresa de Projeto e Fiscalização da empreitada, o Engenheiro Civil e o Arquiteto que colaborou na execução do projeto.

Todas as decisões são submetidas ao consentimento da Fiscalização a qual optará sempre por zelar pelo cumprimento do projeto, de encontro às melhores soluções para servir o Dono de Obra.

### **6.2.2.3. Coordenação de Segurança em obra**

Para além do referido já no capítulo 5.2.2.3, importa reforçar que durante a fase de projeto existe a necessidade da elaboração do PSS de projeto que tem como objetivo estabelecer as regras a adotar durante a realização das diversas atividades que se irão desenvolver durante a execução da obra, a fim de limitar os riscos de ocorrência de acidentes e garantir a proteção da saúde e o bem-estar dos trabalhadores. Para isso existe a necessidade da realização do PSS de projeto o qual terá de ser avalizado para efeitos de licenciamento da construção e serve como modelo para a fase de execução da obra.

## **6.3. Descrição dos trabalhos**

O projeto subdivide-se nas seguintes especialidades:

- Demolições e desvio de infraestruturas existentes;
- Movimentos de terra;
- Fundações;
- Estruturas em betão armado;
- Estrutura Metálica;
- Rede de Abastecimento de águas;
- Rede de drenagem de águas pluviais;
- Rede de drenagem de águas residuais;
- Alvenarias;
- Coberturas e Impermeabilizações;
- Revestimentos;
- Serralharias;
- Pinturas;
- Segurança contra incêndios;
- Rede de incêndio armada;
- Monta-cargas;
- Diversos trabalhos exteriores.

Os trabalhos de demolições aplicavam-se a um edifício existente na área de implantação do novo edifício, como também, a demolição da plataforma de fundação dos depósitos de dióxido de carbono existentes. Existia, também, a necessidade de proceder ao desvio das infraestruturas existentes de drenagem de águas pluviais, drenagem de águas residuais e, também, do depósito de separação de gorduras que se encontravam dentro da área a intervir.

Em termos de movimentação de terras, os trabalhos consistiam na escavação para implementação das fundações e substituição do solo de fundação, devido às más características do mesmo. Posteriormente, os trabalhos supra mencionados, compreendiam a reposição do solo de fundação com recurso a aterro controlado com um solo de características pretendidas, bem como, uma estrutura de pavimento com recurso a bases granulares.

Os trabalhos de fundações abarcavam a execução de fundações especiais, nomeadamente, estacas de trado contínuo, baseadas no estudo geotécnico realizado em fase de projeto. No topo das estacas de trado contínuo, dava-se lugar aos maciços de fundação, agrupados por um lintel de fundação periférico ao edifício que por sua vez garantia a fundação do muro de suporte.

As estruturas de betão armado, presentes neste projeto, compreendiam, maioritariamente, um muro de suporte que tinha a função de conter a estrutura do pavimento, como também, suportava os solos exteriores ao edifício. O muro de suporte circundava perifericamente o edifício e terminava interligando, o mesmo, ao edifício contiguamente existente. Existiam também, contemplados neste tipo de trabalhos, três lajes maciças em betão armado, das quais uma seria em consola para realização da “área técnica”, local onde se destinam os equipamentos de climatização.

A solução estrutural compreendia uma estrutura metálica, resistente através de pórticos simples, constituídos por pilares e vigas que formam uma estrutura reticulada, formando uma estrutura hiperstática. A estrutura é composta estruturalmente por pilares em perfis HEA 300 e 180 e vigas em perfis IPE 330 e HEA 260 com recurso a perfis tubulares redondos para realização dos travamentos dos pórticos e um conjunto de madres em perfis C’s e Z’s.

A rede de abastecimento de água previa-se em Polipropileno Copolímero Random (PP-R) para a rede interior e no caso da rede exterior para ligação do marco de incêndio, em PEAD. Estas redes ligariam diretamente às condutas existentes do edifício confinante. Após a concretização das redes, as mesmas serviam apenas para abastecer os equipamentos de climatização e as torneiras de serviço, visto ser uma indústria alimentar e necessitar de constante limpeza do pavimento e dos equipamentos industriais.

Os trabalhos de drenagem de águas pluviais compreendiam a drenagem periférica do edifício com recurso a tubo geodreno, que ligaria à rede existente de águas pluviais. A execução das novas sarjetas devia-se à localização das sarjetas existentes que se encontravam na área de implantação do novo edifício e daí resultar a necessidade de demolição e reconstrução em novo local. Também em termos de drenagem de águas pluviais, seriam aplicados ralos de pinha para drenagem das águas provenientes da cobertura e conseqüentemente os necessários caleiros, tubos de queda e caixas de brita, para recolha dessas águas.

Quanto à rede de drenagem de águas residuais, os trabalhos consistiam apenas na execução de uma caixa de visita que receberia as águas provenientes da limpeza do pavimento que seriam encaminhadas pelo canal drenante em aço inoxidável projetado na extensão do edifício.

Os trabalhos de alvenaria compreendiam apenas o refechamento de um vão de caixilharia a demolir, previsto ser realizado em alvenaria de tijolo. Os restantes trabalhos seriam paredes interiores em alvenaria seca composta por placas de gesso cartonado e estrutura metálica simples de aço com perfis ociosos.

A cobertura do edifício encontrava-se projetada em dois tipos de revestimento, sendo que, o edifício principal seria impermeabilizado com painéis de revestimento do tipo “PC3 1000”, painéis “*sandwich*” de 60mm de espessura. Quanto ao segundo tipo de cobertura, passa pelo revestimento da laje de cobertura da zona técnica e que consistia na execução de pendente com cimento leve, tela dupla cruzada de impermeabilização, camada de geotêxtil e proteção com recurso a pedra de godó do rio.

Os revestimentos de parede, a aplicar, consistiam em quatro tipos. Em termos de revestimentos das paredes exteriores as fachadas seriam revestidas a painel do tipo “PF1000 L” do mesmo género do existente nos restantes edifícios da indústria, no entanto, com estereotomia diferente, neste caso seriam aplicados verticalmente. Em termos de revestimentos interiores apenas estava contemplado, nesta empreitada, o revestimento de pavimentos. E dado que se trata de uma indústria alimentar, os pavimentos projetaram-se revestidos com um acabamento antiderrapante do tipo “Sikafloor – 264”, revestimento à base de resinas epóxi.

Os acabamentos das paredes interiores seriam ao encargo do Dono de obra, estando apenas contemplado o emboço e reboco da parede de alvenaria de tijolo para refechamento do vão demolido. Em termos de tetos, apenas seria rebocada a laje maciça a realizar no vão de escadas.

No que concerne a trabalhos de serralharia encontravam-se as portas corta-fogo e as portas automáticas de seccionamento. Neste tipo de trabalhos incluíam-se os revestimentos exteriores das fachadas da caixa de escadas e da zona técnica com sistemas de lâminas tubulares e lâminas para-sol em alumínio. Também na categoria de serralharias compreendia a execução de um vão de escadas realizada em perfis metálicos e a respetiva guarda das escadas em perfis tubulares ocos.

Tanto nas paredes de alvenaria seca como o teto areado seriam alvo de pinturas. Quanto a paredes exteriores, seria intervencionada apenas a parede da caixa de escadas e os vãos aí existentes, sendo repintados e se necessário, tratados para obter um perfeito acabamento.

Em termos de segurança contra incêndio, os trabalhos consistiam na colocação da sinalética, extintores, detetores óticos de fumo, botoneiras de alarme, sirene de alarme e execução de todas as ligações elétricas à central de deteção de incêndio existente.

A ligação da rede armada contra incêndios dá continuidade, há já existente no edifício adjacente, e projetava-se com recurso a tubagem em aço galvanizado fazendo a ligação desde a rede enterrada em PEAD até ao marco de incêndio e o carretel basculante.

A empreitada compreendia a execução de um monta-carga com o intuito de realizar a ligação entre a cave do edifício existente e o piso térreo do novo edifício.

Os arranjos exteriores abarcavam os trabalhos reparação do pavimento betuminoso na delimitação do novo edifício, a substituição de lancis e colocação de novos no perímetro do mesmo, espalhamento de terra vegetal nas zonas ajardinadas, entre outros.

Por fim, existia um artigo que não se enquadrava nas diversas especialidades supra mencionadas, referente à implementação das redes de ventilação do edifício existente. Perante a presença de patologias no edifício contíguo, existiam aberturas no muro da cave para realizar a devida ventilação deste espaço. Deste modo, e devido à implementação do novo edifício, surgiu a necessidade de criar uma rede de ventilação em tubo corrugado enterrado, ligando estes carotes, presentes na cave do edifício existente, ao limite do novo edifício, garantindo assim a continuidade da ventilação da cave.

## **6.4.Estado da arte**

### **6.4.1. Pavimentos térreos industriais**

Nos edifícios industriais o pavimento é um dos elementos estruturais mais importantes, tendo este um peso considerável no valor das empreitadas e onde são cometidos vários erros, gerando patologias graves e de difícil resolução.

Os pavimentos térreos industriais são dimensionados para suportar cargas elevadas, executados de forma a ficarem diretamente apoiados no solo de fundação e desassociados das estruturas do edifício. As exigências funcionais diferem no tipo de utilização a que se destina, modificando a sua estrutura e acabamento.

#### **6.4.1.1. Constituição da estrutura de pavimento**

O sistema de suporte dos pavimentos caracterizam-se pela seguinte estrutura de pavimento:

- Solo de fundação, também designado por leito de pavimento;
- Camada de sub-base;
- Camada de base;
- Betão de limpeza/regularização;
- Revestimento térmico;
- Barreira de vapor;
- Laje de betão;
- Acabamento de proteção e desgaste.

As camadas enunciadas anteriormente são de carácter opcional, dependendo de vários fatores, tais como, a qualidade do solo de fundação, necessidade de isolamento térmico e de acabamento. Tratam-se de camadas dispensáveis, em certas situações, ou substituídas conforme a finalidade do pavimento.

Tal como na estrutura de pavimento das vias de comunicação, cada camada tem a sua função e, neste caso, existem várias semelhanças entre as funções das camadas constituintes destes dois tipos de pavimentos.

O solo de fundação, regra geral, tende a ser o solo existente na área de construção. Quando as suas características o permitem, apenas é reforçado com as camadas seguintes de sub-base, base e laje de betão. No entanto, quando o solo de fundação tem parâmetros indesejados que o

torna um solo de fundação débil, o mesmo é alvo de escavação e reposição com solo de aterro controlado. Em ambas as situações, o leito de pavimento deverá ser compactado e alvo de ensaios, garantindo sempre a resistência desejada para a vida útil do edifício.

A camada de sub-base e base, assim como nos pavimentos de vias de comunicação, têm como funções dissipar a transmissão das cargas das camadas sobrejacentes, a drenagem das águas circundante e proporcionar o nivelamento necessário para o assentamento da laje de betão. Estas camadas são normalmente constituídas por ABGE ou pela mistura de materiais granulares com cimento, (ANAPRE).

De carácter opcional, dependente da finalidade do edifício, existe a camada de isolamento térmico, com a finalidade de diminuir as transferências de temperatura por condutividade com o solo. Estas camadas são, normalmente, compostas por placas de poliestireno extrudido, caracterizadas por uma condutividade térmica muito baixa e, neste caso, elevada resistência à compressão para suportar as cargas impostas na estrutura do pavimento.

A colocação da barreira de vapor no pavimento surge devido à necessidade da diminuição do atrito existente entre a laje do pavimento e a camada de base ou sub-base. As barreiras também protegem em relação a outros fatores, como por exemplo na diminuição da probabilidade de ocorrência de fenómenos de humidade ascensional. Usualmente as barreiras utilizadas neste tipo de pavimento são realizadas em plástico de polietileno mas podem apresentar outra composição dependendo dos requisitos a que o pavimento deve obedecer, (Pacheco, 2015).

A laje de betão é o elemento estrutural mais importante pois absorve todos os carregamentos do piso, transferindo-os para a fundação, de modo a que esta trabalhe sempre no regime elástico, isto é, sem deformações permanentes. Pode ser composta por betão simples ou reforçada com outros materiais. Os reforços podem ser com armaduras de aço, tipo as malhas eletrossoldadas ou fibras. Tendo em consideração que o betão é um material que apresenta variações dimensionais causadas pela retração hidráulica e de outros tipos, estas ações devem ser consideradas no dimensionamento e comportamento da laje em serviço, (ANAPRE).

Com vista a diminuir a probabilidade de existir fissurações aleatórias, devido à retração do betão, devem ser sempre considerada a execução de juntas de controlo.

Além do aumento da resistência ao desgaste superficial por abrasão, o acabamento superficial bem especificado e executado confere ao piso a compactação superficial e remoção das imperfeições, controlo do nivelamento de acordo com os critérios de projeto, (Cristelli, 2010).

#### 6.4.1.2. Processo evolutivo das soluções de pavimentos industriais

O processo evolutivo de pavimentos industriais iniciou-se com a Revolução Industrial, no termo do século XVIII. Desde então, os pavimentos industriais tem sofrido alterações quanto ao seu conceito, uma vez que ao longo da história da construção houve necessidade de sanar pequenas lacunas que surgiam com o aparecimento de novos materiais e distintas necessidades de construção.

A indústria têxtil, uma das primeiras indústrias a surgir, necessitava de áreas amplas para a instalação de equipamentos de fiação e tecelagem, e para a elevada mão-de-obra. Assim sendo, foram adotadas soluções de pavimentação simples com os materiais disponíveis à época, tais como a madeira e os mosaicos cerâmicos, (João, 2014).

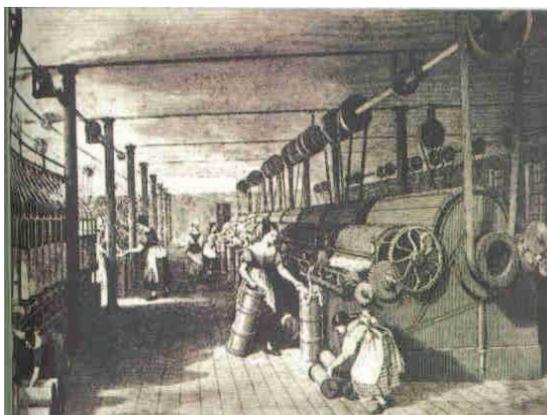


Figura 46. Interior de uma Indústria Têxtil.

Todavia, com o evoluir dos tempos, foram surgindo outras indústrias como a metalomecânica ou a siderurgia, as designadas indústrias pesadas, que tinham exigências mais específicas em relação às suas instalações, principalmente quanto à área de implantação dos seus equipamentos, sendo que o pavimento deveria respeitar determinadas características como a resistência mecânica, resistência à abrasão e a resistência ao choque, (Pacheco, 2015).

Os pavimentos supra mencionados, foram, posteriormente, substituídos por betonilhas pobres e já nos finais do século. XIX, por massames de cimento.

Já no início do século XX os pavimentos eram construídos à base de betonilha ou betão simples. Este tipo de pavimentos caracterizavam-se por possuírem espessuras consideráveis e serem superfícies com um bom nível de acabamento, no entanto, as superfícies, ficavam aquém no que diz respeito à sua durabilidade, devido a fenómenos físicos do betão, tais como a retração e a fendilhação. Em termos de pavimentos para indústrias, os mesmos eram construídos através de betão, uma forma relativamente económica para os trabalhos pesados. Mais tarde, já durante e após a 2ª Guerra Mundial, o mesmo pavimento utilizado nas instalações industriais já não

correspondia às necessidades apresentadas pelo aumento de cargas movimentadas e armazenadas, e pelo aumento do tráfego pesado. Iniciou-se assim, e principalmente nas instalações industriais com áreas de pavimento sujeitas a maior desgaste, a utilização de paralelepípedos de pedra e revestimentos com chapas metálicas, (João, 2014).

A partir dos anos 60 as centrais de betão pronto e os seus meios de transporte foram alvo de maior avanço tecnológico, o que permitiu o fornecimento de betão nas obras de construção e por conseguinte, a construção de grandes áreas. Assim, com as novas capacidades produtivas e por conseguinte de execução, foram introduzidas novas exigências no processo construtivo, nomeadamente, o controlo da fendilhação. Estas novas exigências geraram inevitavelmente a colocação de armadura e serragem de juntas no pavimento em intervalos regulares, (João, 2014).

Com a crise do petróleo ocorrida na década de 70, iniciou-se a prática de produção de betão recorrendo a diferentes tipos de cimentos ou misturas de ligantes, que poderiam ser constituídas por cimento Portland e outros materiais inorgânicos, designados por adições. As adições são utilizadas com o objetivo primordial de melhorar as características do betão, tais como a trabalhabilidade, tempos de presa, resistência e durabilidade, bem como procurar alcançar soluções mais económicas. A utilização desta composição possui ainda vantagens a nível ambiental, uma vez que, não só, permite uma reutilização de resíduos de outras indústrias, como também permite uma redução das emissões de CO<sub>2</sub> associadas ao consumo de elevadas quantidades de betão. Os produtos mais utilizados são as cinzas volantes, as escórias de alto-forno e o filer calcário (Gomes, Pinto, & Pinto, 2013)

Em 1970 começaram a desenvolver-se métodos de dimensionamento e execução de pavimentos térreos de betão em edifícios. Os avanços ao nível dos pavimentos rodoviários contribuíram para o progresso de métodos de dimensionamento e a adoção de processos construtivos diferentes dos utilizados em pavimentos térreos industriais. O tipo de pavimento rodoviário rígido, foi aquele que apresentou maior semelhança de comportamento em relação aos pavimentos térreos, ao nível do da constituição da laje e dos efeitos das ações sobre o pavimento, (João, 2014).

O aumento de produção a nível global originou a criação de estratégias que garantissem a qualidade e a segurança no trabalho. Constatou-se um maior interesse e investimento na área da construção industrial, o que permitiu o desenvolvimento em termos de tecnologias mecânicas e informáticas proporcionando assim uma melhoria nos processos construtivos e na durabilidade e desempenho dos pavimentos, (João, 2014).

Na década de 80 surge o conceito de grandes betonagens, fruto de todas as inovações dessa época. A título meramente exemplificativo, refere-se os betões com características especiais a nível de trabalhabilidade. Mais tarde, o conceito de grandes betonagens foi alvo de uma evolução, consequência direta de processos mecanizados, que utilizavam equipamentos de nivelamento e compactação mecânica, equipamentos automáticos de aplicação de endurecedores de superfície e equipamentos mecânicos de acabamento, talochas mecânicas, (João, 2014).

#### **6.4.1.3. Tipos de pavimentos industriais**

Existem vários tipos de pavimentos industriais térreos que são utilizados nos diversos projetos construtivos, e quando adequados, garantem uma maior durabilidade e qualidade do pavimento. De seguida, apresentar-se-á uma análise sobre cada tipo de pavimento.

##### Pavimentos de betão simples

Este tipo de pavimentos de betão simples são caracterizados por numa camada de betão que não possui qualquer tipo de reforço, sendo esta camada de betão responsável por resistir, principalmente, aos esforços de flexão. Trata-se da solução mais simples no que diz respeito a pavimentos térreos industriais, e é utilizada quando os requisitos do pavimento não carecem de cargas industriais elevadas e situações de desgaste extremas, (João, 2014).

A espessura deste tipo de pavimentos é necessariamente elevada, tendo em consideração a inexistência de reforço e o facto da camada de betão apresentar uma fraca resistência aos esforços de tração, (Passos, 2011).

Torna-se necessário, além da elevada espessura da camada de betão, utilizar um maior número de juntas para controlar a fendilhação, aumentar a quantidade de cimento e colocar elementos de transferência de carga em locais onde existe uma maior probabilidade de passagem de veículos ou contacto com cargas, (João, 2014).

##### Pavimentos de betão armado com armadura convencional ou malha eletrossoldada

Este tipo de pavimentos de betão armado são caracterizados por numa camada de betão simples e uma ou duas armaduras ou malhas eletrossoldadas. Ao contrário dos pavimentos de betão simples, este tipo de pavimento agora mencionado, necessita de um menor número de juntas, dada a utilização de malhas, que permite a construção de placas retangulares, (João, 2014).

A incorporação de armadura neste tipo de pavimentos permite o dimensionamento de lajes mais delgadas, devido ao aumento de resistência completada com o uso dos dois materiais.

A diminuição da necessidade de juntas deve-se à resistência à tração incutida pelo uso de armadura, diminuindo os esforços de tração à superfície e consecutivamente diminuindo a probabilidade de existir fendilhação.

Os pavimentos de betão com armadura distribuída continuamente devem possuir, em determinadas zonas, interrupções na armadura para a disposição de juntas serradas no pavimento para o controlo de fendilhação, devido aos fenómenos de retração. Nestas zonas, onde são executadas estas juntas serradas, são instalados elementos de transferência de carga na camada de betão e um selante de juntas apropriado, (João, 2014).

#### Pavimento de betão pré-esforçado com armadura pós-tencionada

Nos pavimentos de betão pré-esforçado são embebidas malhas de cordões de aço plastificados, as quais posteriormente serão alvo de tensionamento.

O pré-esforço consiste em conferir um estado de compressão no betão, antes deste ser sujeito a cargas exteriores. Esta ação vai incrementar a resistência à tração do betão pois o carregamento necessário para fendilhar o betão terá de ser a soma do valor da compressão imposta mais a resistência à tração do betão. Em termos de tecnologia, um betão pré-esforçado pode ser executado deixando uma bainha no eixo da camada de betão, durante a betonagem. Nessa bainha será inserido um cabo, fixado às extremidades da placa por meio de uma placa de ancoragem. O cabo será posteriormente tracionado por meio de um macaco hidráulico. De seguida retira-se o macaco fixando o cabo tracionado nas extremidades, comprimindo, assim, o betão, (Passos, 2011).

Este processo incrementa a resistência à tração, proporcionada pelo seu pós-tensionamento, permitindo reduzir o número de juntas, a sua manutenção e a espessura da laje. Não obstante, este pavimento requer um custo muito elevado, (João, 2014).

#### Pavimentos de betão reforçado com fibras

Este tipo de pavimento de betão reforçado com fibras provém de um processo no qual há a junção do betão, com fibras dispersas de forma aleatória, adicionadas na central de betão ou na autobetoneira. As fibras são elementos finos, com diâmetros inferiores a 1 mm, e longos, com comprimentos máximos até 76mm, e existem vários tipos de fibras utilizadas na mistura com o betão, as que são mais utilizadas são as fibras de aço, não obstante, existem outras,

designadamente, fibras de vidro, de polipropileno, de carbono, de celulose ou de amianto, (João, 2014).

Além das fibras adicionadas concederem características diferentes ao betão, designadamente, no controlo de fendas, também proporcionam benefícios, tais como, aumento da resistência às ações de fadiga e de impacto, aumento da resistência à flexão, o que permite diminuir a espessura dos pavimentos ou aumentar o ciclo de vida destes, supressão da etapa de colocação de armaduras e correspondente redução do número de horas de trabalho e de mão-de-obra, aumento e otimização do espaço em estaleiro, simplificação do processo de betonagem devido ao acesso facilitado dos equipamentos de betonagem, sem a presença de armaduras, entre outros, (João, 2014).

Tal como os pavimentos de betão armado, também este tipo de pavimentos não necessita de um maior número de juntas, como carece o betão simples. De notar que, este tipo de pavimento requer uma boa mistura do composto, de modo a garantir uma homogeneidade de fibras no betão, caso contrário, ocorrerá a formação de “ouriços”, (Passos, 2011).

**Tabela 4.** Características dos tipos de pavimentos industriais térreos.

| <b>Tipo de pavimento</b>  | <b>Características</b>         |
|---|--------------------------------|
| Betão Simples   | Maior número de juntas         |
|   | Menor Custo                    |
|   | Menor Complexidade na Execução |
|   | Maior Manutenção               |
|   | Maior Consumo de Betão         |
| Betão Armado<br>Betão Pré-Esforçado<br>Betão Reforçado com Fibras | Menor número de juntas         |
|   | Maior Custo                    |
|   | Maior Complexidade na Execução |
|   | Menor Manutenção               |
|   | Menor Consumo de Betão         |

Fonte: Elaborada pelo Estagiário.

Segundo (Cristelli, 2010), os tipos de pavimento mais benéficos são os que utilizam a menor quantidade de matéria-prima e os pavimentos que não carecem de um elevado número de juntas, uma vez que a utilização de juntas é responsável por várias patologias quando se verifica o mau funcionamento.

#### **6.4.1.4. Juntas de controlo**

Os pavimentos térreos industriais estão sujeitos a tensões em consequência das deformações provocadas pelas variações de temperatura e humidade, assim como pelas sobrecargas a que as construções estão submetidas. Uma forma de aliviar ou absorver estes esforços, reduzindo a probabilidade do surgimento de fissuras ou descolamentos, é prever juntas no pavimento a executar. As juntas são indispensáveis à perfeita execução de um pavimento térreo de betão. Existem vários fatores que levam à existência de esforços de tração nestes pavimentos, tais como as suas grandes áreas contínuas de betão, assente sobre o solo de fundação e sem ligação às restantes estruturas do edifício, em conjunto com assentamentos diferenciados das camadas de base e devido à retração plástica do betão, retrações e dilatações causadas por variações térmicas ou higrométricas.

Sendo o betão um material cuja resistência à tração é cerca de um décimo da sua resistência à compressão, impedimentos ao livre movimento do pavimento introduzem tensões de tração no betão superiores à sua tensão resistente, ocorrendo assim fendilhação descontrolada, o que pode comprometer, de forma definitiva, a operacionalidade do pavimento. Existe assim a necessidade de criar juntas para que, em qualquer ponto do pavimento, a tensão máxima de tração não ultrapasse a resistência à tração do betão, (Antunes & Barros, 2003).

As juntas são um detalhe construtivo que deve permitir as movimentações de retração, a dilatação do betão, uma adequada transferência de carga entre placas contíguas do pavimento e garantindo o nivelamento, assegurando a qualidade do pavimento, (Rodrigues & Gasparetto, 1999).

Existem três tipos de juntas fundamentais para a perfeita execução de um pavimento industrial:

##### Junta estrutural ou de construção

Espaço regular entre duas estruturas, prevista no projeto, para aliviar as tensões provocadas pelo seu movimento. Esta junta deverá ser sempre respeitada, se possível tratada com cordão de espuma de polietileno e proteção superior.

Sempre que possível a execução de juntas de construção deve ser evitada, uma vez que este tipo de juntas introduz pontos de fragilidade no pavimento. Normalmente, este tipo de juntas existem devido a não ser possível executar, de uma só vez, todo o pavimento ou por qualquer motivo em que a betonagem do pavimento não pode ser efetuada de forma contínua, também pode existir contingências ao nível do processo construtivo que impeça a betonagem contínua da laje. Com a execução deste tipo de juntas cria-se uma descontinuidade estrutural

entre painéis contíguos do pavimento que, quando sujeitos a tráfego intenso de veículos, pode permitir assentamentos diferenciais entre os painéis em causa, (Antunes & Barros, 2003).

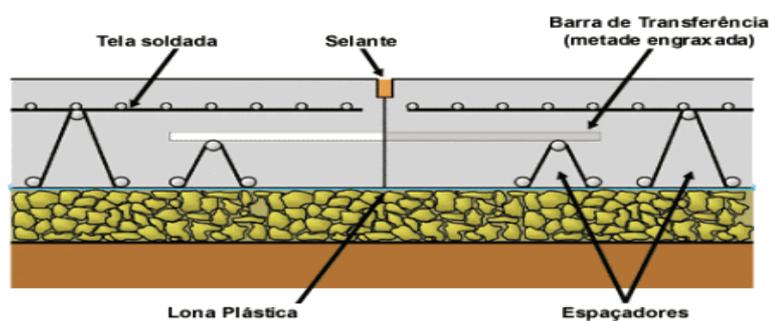


Figura 47. Pormenor de junta de construção.

### Juntas de dessolidarização ou de expansão

Encontra-se na mudança de planos, no encontro entre paredes e pavimentos.

De forma a criar a descontinuidade estrutural necessária, recorre-se à criação de juntas de dessolidarização (ou expansão), as quais consistem na aplicação de uma folha de polietileno expandido entre o pavimento e os elementos citados, à exceção dos pilares, permitindo assim a acomodação dos movimentos da laje, (Antunes & Barros, 2003).

A sua função é de delimitar os planos de pavimento, aliviando as tensões geradas pelo movimento do suporte ou do próprio pavimento.

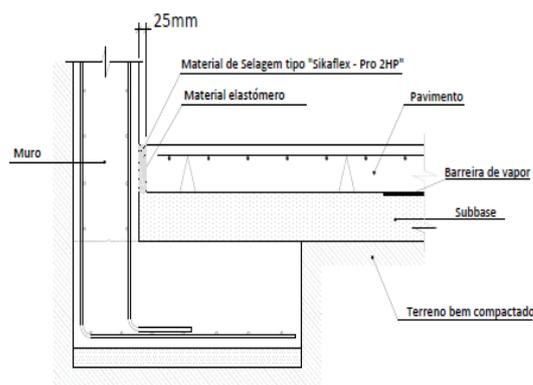


Figura 48. Pormenor de junta de expansão.

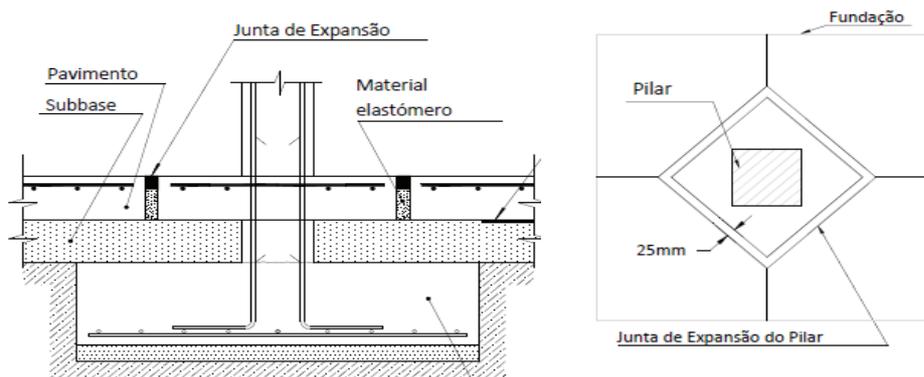


Figura 49. Pormenor de junta de expansão em pilares.

### Junta de controlo de fendilhação ou serradas

Subdivide o revestimento em áreas mais pequenas, aliviando as tensões geradas. Quando mal executados poderão dar grandes problemas *A posteriori*, daí existe uma preocupação com a eliminação destas juntas recorrendo ao aumento da quantidade de fibras, à utilização de diferente tipos de fibras e até com recurso a pré-esforço do pavimento.

Logo após o processo de acabamento da laje de betão, deve-se iniciar o corte das juntas transversais de retração. Em geral, este tempo é cerca de 10 horas após o espalhamento do betão, porém, existe uma grande variação de acordo com o tipo de ligante, temperatura ambiente, relação água/cimento, tipos e dosagem de aditivos, ventos e outros fatores externos, (Rodrigues & Gasparetto, 1999).

Segundo (Antunes & Barros, 2003), “este período poderá ser prolongado, principalmente quando o betão é reforçado com fibras metálicas ou quando se utiliza endurecedor de superfície de partículas minerais ou metálicas no acabamento superficial do pavimento, de forma a evitar-se desagregação do endurecedor ou deficiente aderência fibra-matriz nas zonas influenciadas pelo processo de abertura da junta”.

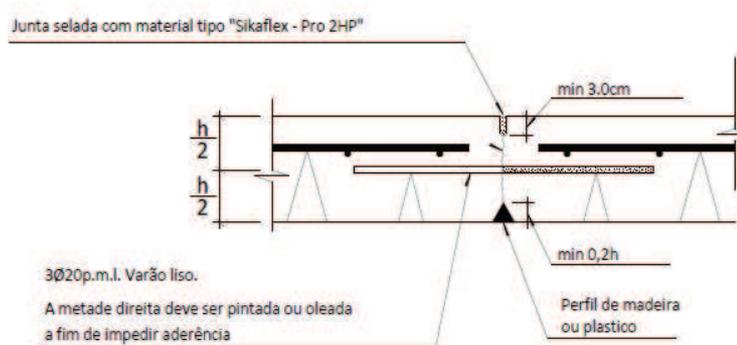


Figura 50. Pormenor junta de controlo de fendilhação.

#### **6.4.1.5. Revestimento em resinas epóxis**

As resinas sintéticas possuem propriedades muito similares às das resinas naturais (líquido viscoso com capacidade de endurecer). Estas são compostas pela matéria-prima chamada resina, uma secreção natural de algumas plantas, mas que através do processo de polimerização (plastificação) obtêm excelentes propriedades para o universo da construção. As resinas sintéticas podem ser divididas em classes conforme o seu composto molecular: existem resinas de linóleo, epóxis, vinílicas, acrílicas, de poliuretano e de metil-metacrilato, (Azevedo, 2010).

Neste relatório serão abordadas apenas as resinas epóxis, sendo este o revestimento adotado para o pavimento térreo da obra em questão, neste capítulo.

Os revestimentos à base de resinas epóxis são compostos geralmente por dois componentes principais. O ligante, ou seja, a resina base, e o endurecedor. A reação química entre os dois componentes cria uma resina resistente e impermeável, após o período de cura, ficando os componentes interligados.

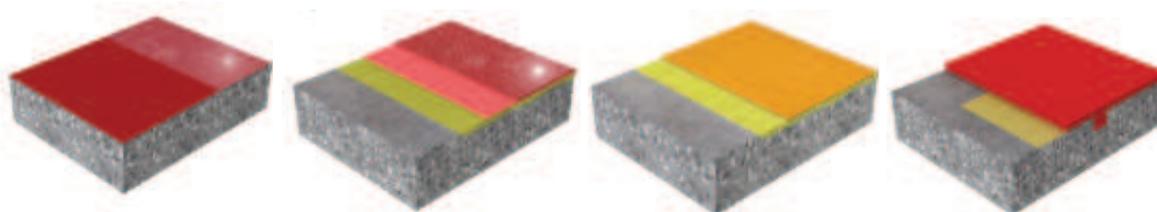
As resinas epóxis são dotadas de um elevado poder de aderência e passaram a ser utilizadas genericamente em aplicações diversificadas como, por exemplo, adesivos para colagens, união entre betão antigo e novo, revestimentos de depósitos destinados a produtos agressivos, membranas impermeabilizantes, pinturas anticorrosivas, argamassas de reparação, consolidação e reforço de betão e ainda como revestimentos de piso comerciais e industriais, (Garcia & Brito, 2006).

As principais vantagens deste tipo de revestimentos são a sua elevada aderência à estrutura, características impermeáveis, espessuras reduzidas, aumento da resistência superficial, resistência química e higienização devido às características fornecidas à superfície.

Em termos de aplicação, existem diferentes métodos, conforme a finalidade a que se destina o pavimento. Apesar de existirem diferentes sugestões de aplicação, de cada fabricante do produto, existem 4 modos de aplicação generalizados:

- Pintura, (espessuras até 1mm) que se torna a aplicação mais rápida e económica, no entanto, a menos resistente, portanto indicadas para trânsito de cargas leves.
- Multicamada, (espessuras de 2 a 4mm) também de aplicação rápida e com possibilidade de executar acabamento antiderrapante. Possibilita uma resistência elevada, indicada para trânsito de cargas médias a pesadas.

- Revestimentos, (espessuras de 2 a 4mm) acabamento liso, com uma resistência mecânica elevada que possibilita o trânsito de cargas pesadas e uma boa resistência química.
- Argamassas epóxis, (espessuras de 3 a 8mm) caracterizadas por uma textura antiderrapante e uma resistência superior em todos os aspetos, no entanto, é a solução mais dispendiosa.



**Figura 51.** Soluções de aplicação de resinas epóxi: pintura; multicamada; revestimento; argamassa.

A FerFA, associação britânica de revestimentos de resina, organização dedicada apenas a revestimentos de pavimento em resina, representante dos principais fabricantes, empreiteiros e empresas associadas envolvidos em sistemas de revestimento de resina, sugere que deverá existir um estudo prévio, em fase de projeto, de forma a adequar a melhor solução para a finalidade específica de cada pavimento, (FeRFA, 2016).

De seguida enumeram-se os diversos aspetos a considerar para a escolha da solução:

- Tipo de utilização prevista para o pavimento de resina sintética, incluindo grandeza e frequência do tráfico;
- Tipo de carregamento, estático ou dinâmico, e gravidade do impacto;
- Pormenores sobre todos os produtos químicos, incluindo os utilizados para limpeza ou esterilização, que possam entrar em contacto com o pavimento, a quantidade, a frequência e a temperatura do derrame;
- Temperaturas que o pavimento deve suportar em serviço normal ou como parte das operações de limpeza. E se a exposição é por calor radiante ou condutor, ou por contacto direto;
- Cor, uniformidade, estética e efeitos decorativos;
- Extensão em que o pavimento será exposto à luz direta do sol ou à luz ultravioleta;
- Cumprimento das exigências da higiene ou da indústria alimentar;
- Requisitos especiais, tais como resistência ao deslizamento ou características de estática controlada;
- Expectativa de vida útil do pavimento;

- Espessura do pavimento a ser instalado;
- Tempo disponível para aplicação e cura do pavimento;
- Idade, especificação quando conhecida e natureza da base, incluindo informações sobre qualquer uso prévio do piso que possam afetar a adesão e qualquer tratamento preparatório necessário;
- Saúde e segurança e questões ambientais durante a aplicação e em serviço.

Devido ao contacto direto com a estrutura de pavimento subjacente, o acabamento dos revestimentos de resina sintética, depende diretamente do substrato subjacente. Para que se obtenha um perfeito acabamento superficial, a camada de betão de base ou betonilha de nivelamento deverá estar perfeitamente nivelado previamente.

O plano de referência para a maioria dos pisos será horizontal, mas, por vezes, inclinado. Aquando da necessidade de existir pendentes neste tipo de pisos, a mesma deverá ser realizada previamente na camada de base, garantindo que toda a área seja preenchida com a mesma espessura de revestimento e mantendo a sua resistência em toda a área.

### **Preparação da superfície de suporte**

Após a determinação da solução adequada e da realização da estrutura do pavimento, existe ainda a necessidade de preparar a superfície de suporte, preenchimento de eventuais fendas e tratamento das juntas. Com base nas fichas técnicas de resinas sintéticas, os processos de preparação da superfície são descritos de seguida, fazendo referência aos casos de aplicação de cada método.

#### **Lixagem**

A lixagem realiza-se através de uma máquina rotativa na qual são aplicados discos de abrasivo mineral. Emprega-se em pavimentos de betão liso ou sobre superfícies já pintadas, para abrir o poro e obter o grau de rugosidade desejado para posterior aplicação do revestimento.

#### **Fresagem**

A fresagem efetua-se mediante uma máquina equipada com um tambor giratório com segmentos de carbono e tungsténio. Utiliza-se quando a superfície do betão está em mau estado, com pouca consistência, contaminada, com irregularidades ou quando se necessita de eliminar o revestimento previamente aplicado ou mal aderente. A superfície tratada fica visualmente

marcada com umas estrias, pelo que é necessário o uso de uma argamassa de regularização antes de aplicar o revestimento final.

### Granalhagem

A granalhagem realiza-se através de uma máquina que projeta partículas de aço contra a superfície de betão. Esta máquina está ligada a um equipamento de grande potência que trabalha em circuito fechado, reciclando as partículas metálicas num equipamento de aspiração e filtragem das partículas de pó, impurezas, cimento e tintas velhas do pavimento de betão.

É o melhor tratamento de preparação possível para um pavimento e utiliza-se para eliminar tintas previamente aplicadas e para dar ao pavimento alguma rugosidade, deixando uma textura de poro aberto. O pavimento fica também marcado, pelo que se requer a aplicação de produtos de camada espessa ou da aplicação de uma argamassa fina de regularização.

### Água a alta pressão

A água a alta pressão é um processo que consiste em projetar água sobre o suporte com um equipamento de pressão especial. Utiliza-se para eliminar as leitadas de cimento e contaminantes superficiais ou para eliminar gorduras combinando com detergentes adequados.

Quando o betão é recente, existe a necessidade de eliminar a leitada do cimento, partículas soltas e outras impurezas ou contaminantes que possam prejudicar a aderência do sistema.

No caso do betão existente ser já antigo, devem ser eliminadas gorduras e sujidades.

Para a aplicação do revestimento, o betão deve ter um tempo de cura de pelo menos 28 dias. O substrato deve encontrar-se firme, seco e totalmente curado antes de se iniciar a aplicação do revestimento. A percentagem de humidade deve ser controlada conforme a ficha técnica do produto, a aplicar, e durante a aplicação e secagem a temperatura e humidade relativa deve obedecer aos intervalos exigidos pelo fabricante.

#### **6.4.1.6. Patologias**

Algumas das principais anomalias ocorrem, numa fase primária, em pontos singulares do revestimento como sejam remates com elementos descontínuos, juntas, pontos de evacuação de águas, entre outros, pelo que a especificação e execução destas áreas deve merecer atenção redobrada, de forma a minimizar a ocorrência de anomalias nestas circunstâncias e a consequente progressão à zona corrente do revestimento.

O investimento deve igualmente ser valorizado nas fases de projeto e execução, tanto a nível da seleção da tipologia mais adequadas às exigências funcionais do espaço, como do

controlo de qualidade dos materiais e cuidados na aplicação, sobretudo nos pontos singulares do revestimento. O custo envolvido na obtenção da melhor solução de reparação é, em geral, consideravelmente superior ao valor da economia inicial correspondente ao não cumprimento das normas, das especificações ou das boas práticas construtivas. As técnicas de reparação deverão ser selecionadas em função do nível de gravidade das anomalias e poderão implicar a remoção do revestimento existente e a substituição por revestimento da mesma natureza ou alternativo, caso se conclua a sua inadequabilidade às condições de utilização; o investimento em ações de manutenção e prevenção poderá diminuir consideravelmente os custos de eventuais reparações, (Garcia & Brito, 2006).

Do ponto de vista estrutural do substrato, quer seja a laje de betão ou betonilha de regularização, a única função do revestimento de resina sintética é fornecer um revestimento protetor. O substrato deve, portanto, suportar todas as tensões estruturais, térmicas e mecânicas e cargas que ocorrerão durante o serviço, deve permanecer estável enquanto protegido pelo revestimento de resina sintética e ser provido com toda a expansão necessária, contração e juntas de fissuração para permitir que esses fenómenos aconteçam. Qualquer falha no substrato afetará, conseqüentemente, a estabilidade do acabamento. Em particular, a fissuração do substrato, por mais que seja causada, é suscetível de refletir-se no acabamento, (FeRFA, 2016). As patologias mais frequentes associadas a este tipo de pavimentos são, (Pacheco, 2015):

- Delaminação;
- Desgaste superficial;
- Humidade ascensional;
- Manchas;
- Destacamento do betão;
- Fissuração;
- Formação de bolhas;
- Descolamento da camada superficial;
- Falta de nivelamento;
- Empolamento da superfície;
- Perda de cor.

Como já referido anteriormente, o pavimento da obra em questão prevê-se como uma laje de betão com o revestimento por resina epóxi. Assim, serão de seguida abordadas as patologias mais frequentes neste tipo de solução.

### Fissuração

A fissuração é provavelmente a patologia mais frequente neste tipo de pavimentos. Devido à existência de elementos de betão, existe uma elevada força de retração resultante da redução de volume que ocorre na cura do betão, aquando da eliminação da água por exsudação. Este processo de redução de volume em conjunto com as variações térmicas cria esforços de tração. Sendo o betão um material pouco resistente a esforços de tração dá-se o aparecimento de fissuras à superfície.

Uma rápida perda de água, devido a temperaturas do ar, humidade ou ventos, pode provocar fissuras de retração plástica, (Chodounsky, 2010).



**Figura 52.** Fissuras de retração plástica, (Chodounsky, 2010).

Por outro lado poderão dar-se fissuras de retração hidráulicas devido a serem utilizados betões com características de elevada retração, inadequada quantidade ou posicionamento das juntas, armadura insuficiente ou mal posicionada, ou até, uma demora excessiva na realização do corte das juntas (Chodounsky, 2010).



**Figura 53.** Fissuras de retração hidráulica, (Chodounsky, 2010).

Apesar das resinas epóxis serem um material com superior capacidade de resistência à tração, o aparecimento de fissuras no revestimento, resulta das fissuras da estrutura subjacente.

Este fenómeno cria pontos frágeis no revestimento do pavimento, criando potenciais infiltrações e conseqüentemente, descolamento da área contígua.

### Descolamento

Apesar da elevada característica de aderência das resinas epóxi, existe frequentemente fenómenos de descolamento do revestimento devido a uma má preparação do suporte. O descolamento deriva também de infiltrações de produtos quimicamente agressivos que retiram a aderência ao suporte. Também as variações bruscas de temperatura promovem o empolamento do revestimento e conseqüente descolamento do suporte, (Azevedo, 2010).



**Figura 54.** Descolamento do revestimento, (Azevedo, 2010).

### Empolamento

O empolamento deriva normalmente da exposição do revestimento a temperaturas demasiado elevadas, em disparidade com as fichas técnicas dos produtos. Normalmente verifica-se o empolamento nas extremidades e cantos do revestimento alastrando-se progressivamente nas zonas mais próximas.



**Figura 55.** Empolamento do revestimento, (Azevedo, 2010).

### Humidade ascensional

A humidade ascensional deriva da permeabilidade do betão, juntamente com o teor de humidade do solo e as diferenças de temperatura, criando um fluxo de ascensão da humidade e resultando num descolamento do revestimento epóxi. Este fenómeno poderá ser mitigado com a implementação de uma barreira para-vapor, normalmente em polietileno, a qual não permite a ascensão da humidade do solo para as camadas de betão.



**Figura 56.** Descolamento do revestimento.

### Desgaste superficial

A durabilidade dos revestimentos em resinas sintéticas é normalmente proporcional à espessura da camada de revestimento. Pelo contrário, existem fatores que diminuem a vida útil do revestimento devido, tais como, intensidade do tráfego, frequência da limpeza, entre outros. Fatores esses que deverão ser acautelados no dimensionamento da solução, para que a solução cumpra com os requisitos de utilização, (Azevedo, 2010).



**Figura 57.** Pavimento em resina sintética desgastado, (Azevedo, 2010).

## 6.5. Trabalhos realizados

No seguimento deste capítulo, serão abordados todos os trabalhos realizados, bem como, as funções e tarefas desempenhadas durante o estágio curricular, na obra em questão, focando especialmente no pavimento industrial, sendo este o tema mais aprofundado no presente capítulo.

### 6.5.1. Trabalhos de preparação de obra

Previamente ao início da obra, foram realizados trabalhos de preparação de obra, consistindo nas tarefas prévias de organização dos recursos necessários à obra.

Inicialmente, foram organizados os processos de consulta de subempreitadas, com intuito de fornecer elementos ao Departamento de Aprovisionamentos, para solicitar cotações a empresas especializadas e negociar os preços para realização dos vários trabalhos. Devido a critérios de organização impostos pela certificação de qualidade, os pedidos de consulta de subempreitadas consistiam em 4 documentos distintos:

- Processo da obra com todos os documentos, caderno de encargos e peças desenhadas e escritas necessárias à execução de cada especialidade;
- Mapa de quantidades dos trabalhos e materiais a solicitar cotação;
- Mapa comparativo com preços de venda e preços de reorçamento dos trabalhos, com intuito de estabelecer objetivos nas negociações e comparar as propostas recebidas;
- Plano de necessidades, com os tipos de especialidades a consultar, empresas consultadas em processo de orçamentação, data para adjudicação, data para entrada em obra e data para conclusão dos trabalhos.

Por uma questão de estratégia de redução de custos nesta empreitada, foram consultados subempreiteiros, para a realização de praticamente todos os trabalhos da empreitada à exceção dos trabalhos de movimentação de terras, demolições e desvios de infraestruturas, sendo estes realizados com os próprios meios da ACA Engenharia.

Seguidamente, foi realizado o Reorçamento com base nas cotações recebidas e arbitrando custos de materiais e rendimentos dos trabalhadores. O objetivo do Reorçamento foi delimitar um objetivo do lucro da empreitada, prevendo as carências de cada atividade, criando um mapa

de necessidades de materiais, mão-de-obra e equipamentos, bem como, estabelecendo o máximo de custos afetos.

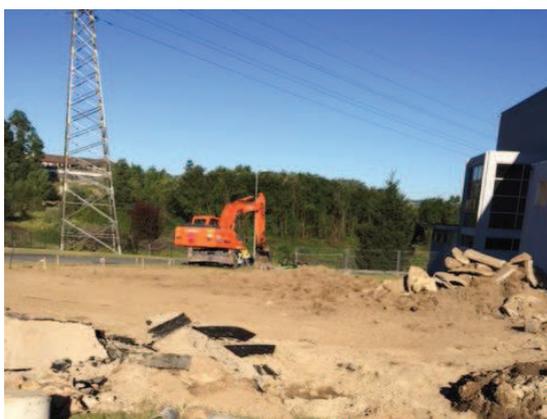
Deu lugar a uma reunião de arranque de obra, onde estiveram presentes a Direção de obra juntamente com a Fiscalização e o Dono de Obra, com a apresentação dos vários intervenientes e de forma a estabelecer o planeamento dos trabalhos.

### 6.5.2. Demolições e trabalhos preparatórios

Os trabalhos iniciais, da empreitada, deram-se com a deslocação dos depósitos de dióxido de carbono que se encontravam dentro da área de intervenção. Por este motivo, foi necessário construir uma nova plataforma, num espaço contíguo.

Sendo a empresa Linde, responsável pelas instalações deste tipo de equipamentos, foi solicitado um projeto para a realização das fundações. Neste caso, a solução passou por realizar um ensoleiramento para a implantação dos depósitos no novo local. Para isso, foi necessário a abertura da secção no pavimento betuminoso, com a posterior execução da camada de base em ABGE e ensoleiramento em betão pronto.

Foram assim criadas condições para iniciar as demolições das construções existentes e o desvio das infraestruturas, nomeadamente, a rede de drenagem de águas pluviais que atravessava a área de implantação, rede de abastecimento de águas, e o depósito de separação de gorduras proveniente da bomba de abastecimento de combustível. Para o desvio destas infraestruturas foi necessária a execução de novas caixas de visita e novo traçado dos coletores.

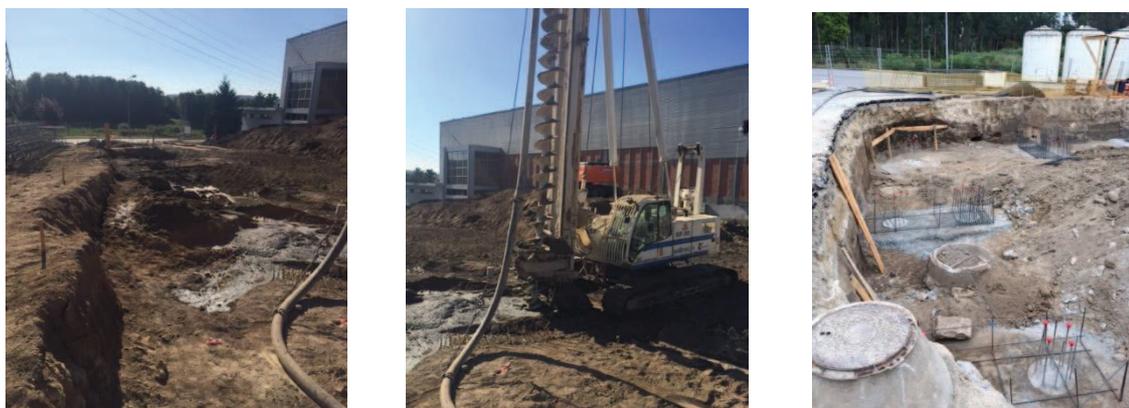


**Figura 58.** Trabalhos de demolição.

### 6.5.3. Fundações Especiais

Após a criação da plataforma de trabalho, com as decapagens, demolições e desvios de infraestruturas, existiu a necessidade de assinalar o local de implantação do edifício, mais precisamente, o local a implantar cada uma das 29 estacas de trado contínuo.

Com o apoio da Topografia foi marcada a localização de cada estaca, bem como, a profundidade a que iria resultar a cota superior dos maciços de fundação. Esta profundidade determinada para ser possível avaliar a necessidade de realizar previamente movimentações de terra de forma a realizar as estacas com o mínimo de cota em excesso possível, diminuindo o desperdício de material, e minimizando as demolições das “cabeças” das estacas. Conforme o estudo geotécnico realizado em projeto, as profundidades a que foram realizadas as estacas foi na média dos 12m a partir da cota do terreno existente, para alcançar o solo resistente. Não obstante, como o terreno existente teria de ser, em parte, desaterrado, optou-se por realizar as escavações anteriormente à execução das estacas, de modo a otimizar tanto o comprimento de estacas, como também o da demolição do excesso das mesmas.



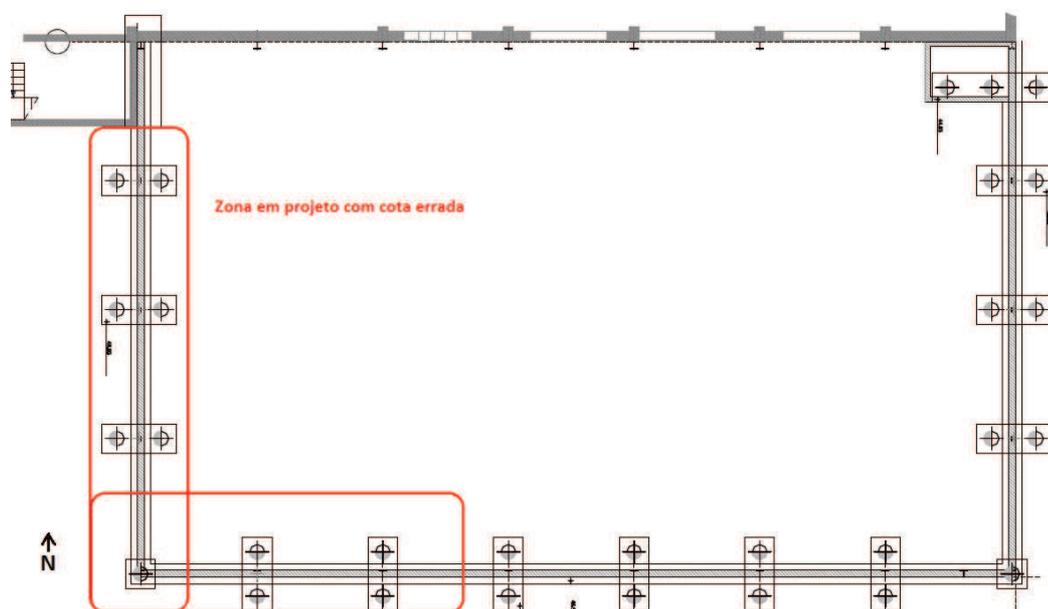
**Figura 59.** Execução de estacas de trado contínuo.

Para a realização das estacas de trado contínuo, optou-se por adquirir as armaduras já moldadas com as disposições de projeto, agilizando todo o processo.

Deu-se início à realização das estacas de trado contínuo, tarefa desempenhada pela empresa “Tecnasol”, à qual foi adjudicada a furação, colocação de betão e armadura nas estacas de trado contínuo.

No final da realização das estacas deu lugar a demolição das “cabeças” das estacas. Foi portanto subcontratada uma empresa especializada em demolições, que ficou encarregue da demolição da cota em excesso das estacas.

Aquando do final da demolição dos excessos das estacas, surgiu uma dúvida de projeto, relacionada com as cotas previstas para a face superior dos maciços. Segundo o projeto, todas os maciços iriam ser realizados à mesma cota, no entanto, concluiu-se que devido ao erro de digitação das peças desenhadas, os maciços da fachada Oeste iriam ficar superficiais, e consequentemente, visto que o lintel de fundação do muro de suporte ficaria à mesma cota, a fundação de todo o muro ficaria, também, à superfície. Dado que, existiria um aterro de terras com altura considerável no interior do muro e a laje térrea, a implantar, iria ficar apoiada no solo de aterro, existia também a probabilidade de ao longo da vida útil do edifício, o solo começasse a escapar por baixo das fundações dessa fachada e consequentemente, surgir abatimentos na laje a qual iria por sua vez deformar, ou até no pior dos cenários, colapsar.



**Figura 60.** Planta de fundações com delimitação da zona com cota errada.

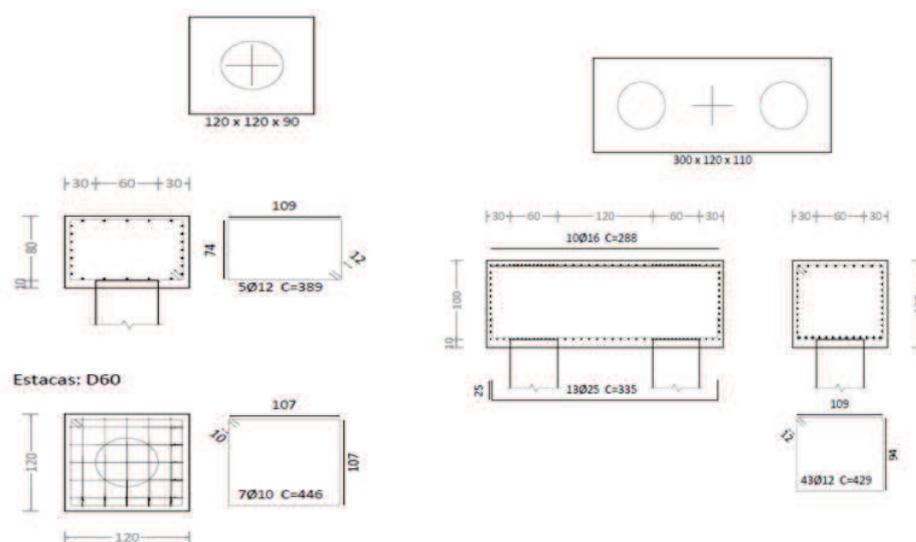
Ulteriormente, os projetistas foram confrontados com a situação e denotaram o erro do projeto. Posto isto, optou-se por baixar a cota dos maciços e do lintel da fachada Oeste e assim aumentar a altura do muro para atingir, igualmente, a cota da laje térrea. Já com as alterações esclarecidas, foi necessário definir a nova disposição das armaduras na transição entre o maciço a rebaixar e o maciço anterior, dando seguimento ao lintel de fundação e interligando toda a estrutura garantindo a transmissão de cargas entre a estrutura.

### 6.5.4. Estruturas de betão armado

O edifício existente possuía uma cota mais elevada que o terreno destinado à implantação do novo edifício, deste modo, foi necessário construir uma estrutura de contenção de terras para suportar o aterro e estrutura de pavimento, de forma a uniformizar as cotas de ambos os edifícios. Esta estrutura foi projetada em betão armado servindo não só, a contenção de terras mas também, como estrutura de suporte de fundação para a estrutura metálica. A estrutura consistiu num muro periférico em toda a área do novo edifício à exceção da fachada contígua ao edifício existente.

Os trabalhos deste tipo de estrutura dividiam-se em maciços de fundação, vigas lintel, muros de suporte e lajes maciças.

Em termos de maciços de fundação existiam duas secções distintas, os maciços simples que apoiavam apenas em uma estaca de fundação e os maciços duplos que acoplaram duas estacas de fundação.



**Figura 61.** Pormenor construtivo dos maciços de fundação simples/duplos.

Os maciços de fundação estavam interligados por uma viga lintel periférica, com secção mais reduzida, que dava continuidade à fundação.



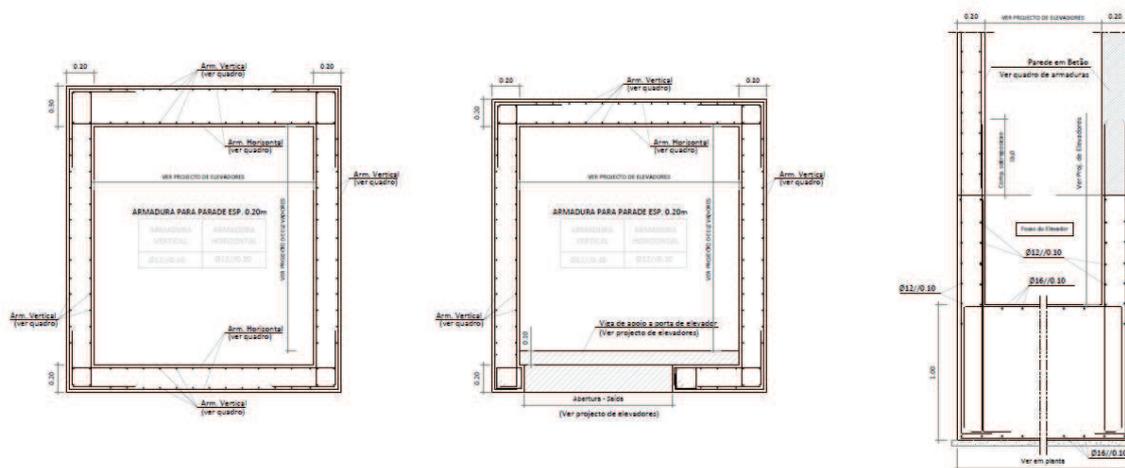
As bocas de lobo foram realizadas em betão armado, constituídas por a laje superior e inferior e dois muretes amarrados ao edifício existente conforme a planta presente da seguinte figura.



**Figura 64.** Planta de representação das bocas de lobo e tubo de ventilação.

No muro Sul, devido a uma estratégia de facilidade construtiva, foram deixados aquando da betonagem, os negativos para a posterior colocação do tubo sem necessidade de demolições.

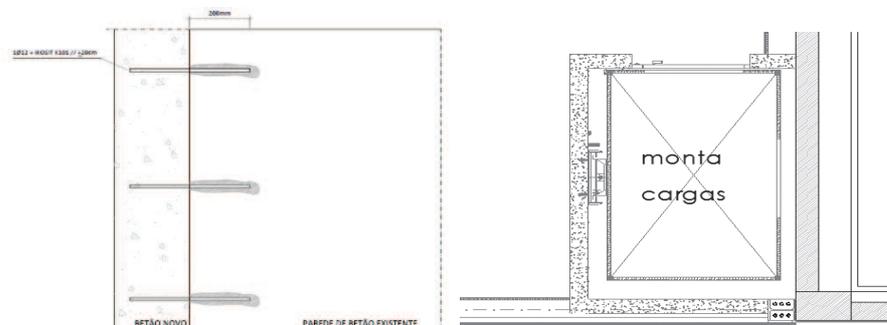
Também em betão armado, foi projetada a caixa de elevador, dividida em três secções com diferentes disposições construtivas com uma altura total de 11,45m. Inicialmente a caixa de elevador era composta por a fundação, com uma secção maciça apoiada em duas estacas de fundação.



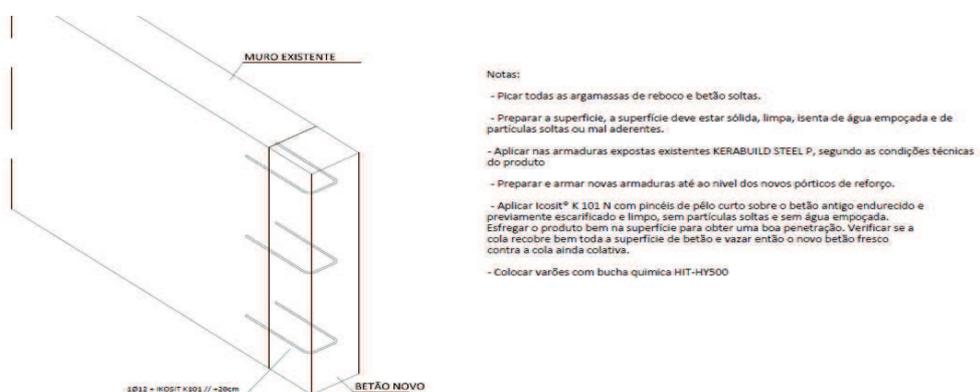
**Figura 65.** Pormenor construtivo das secções da caixa de elevador.

Superiormente, dava arranque às paredes da caixa de elevador, a cota de arranque destas paredes coincidia com a cota da cave do edifício contíguo, sendo que a finalidade do elevador seria fazer a ligação entre a mesma cave e o piso térreo do novo edifício. Sendo assim, desde a sapata de fundação até à cota do piso térreo, a secção da caixa de elevador era composta por uma parede de secção igual ao restante muro de suporte, e as restantes duas paredes de espessura mais delgada. As paredes eram ligadas ao edifício existente através de varões de aço em forma

de “U” cravados na parede com recurso a bucha química, com vista a interligar as duas estruturas, dado que uma das paredes da caixa do elevador seria a parede existente do edifício vizinho, como se pode observar na seguinte imagem.

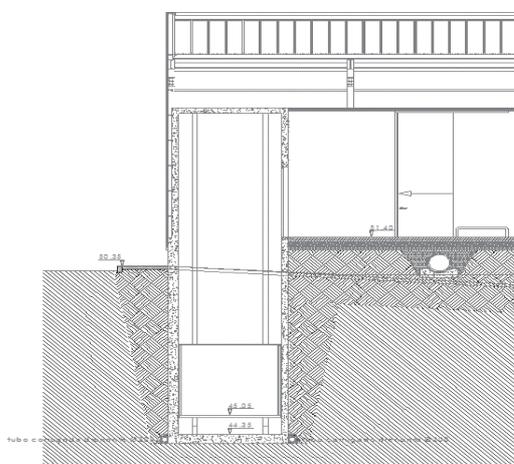


**Figura 66.** Pormenor construtivo de amarração da nova estrutura à já existente.



**Figura 67.** Pormenor construtivo da solução de amarração.

Atingindo a cota da laje térrea, a secção da caixa passava a ser composta por todas as paredes com 0,20m de espessura e com o negativo aberto para posterior colocação da porta no piso térreo, tal como a imagem seguinte sugere.



**Figura 68.** Corte representativo da caixa de elevador.

Tendo em vista a necessidade de lavagem do elevador, foi construída uma caixa de visita no fundo do fosso do elevador, onde posteriormente foi colocada uma bomba elevatória para eliminar as águas depositadas, encaminhando-as para a rede de drenagem de águas pluviais.

Também os tubos drenantes foram ligados a esta caixa, de forma a escoar as águas do nível freático. Este tubo drenante foi ligado a esta caixa devido à cota do mesmo ser muito profunda e não existir possibilidade de ligar diretamente à rede de águas pluviais.

As restantes estruturas de betão armado consistiam nas lajes colaborantes e maciças. No caso das lajes colaborantes, existia dimensionada a cobertura da zona técnica onde a solução definida foi uma laje colaborante com recurso a chapa de 8mm e o enchimento com betão armado com uma malha de ferro de 8mm espaçado de 15cm em ambas as direções.

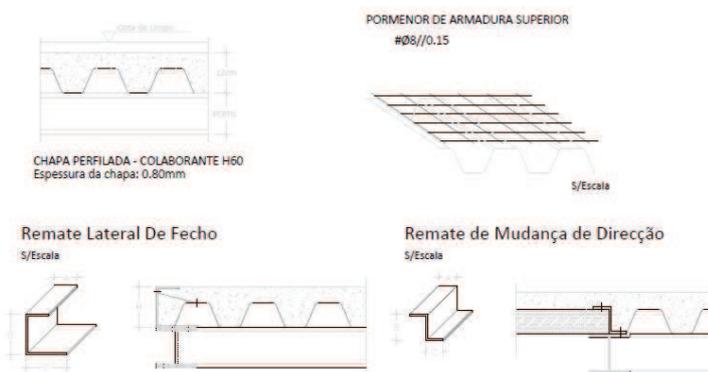


Figura 69. Pormenor construtivo da laje colaborante.

Em termos de lajes maciças existiam duas pequenas lajes bidirecionais, ambas com 0,25m de espessura e com malhas superior e inferior em ferro de 12mm espaçado de 10cm em ambas as direções. No caso da laje LM1 existia o ferro de contrabalanço que fazia a ligação da laje com o muro construído e com a laje térrea.

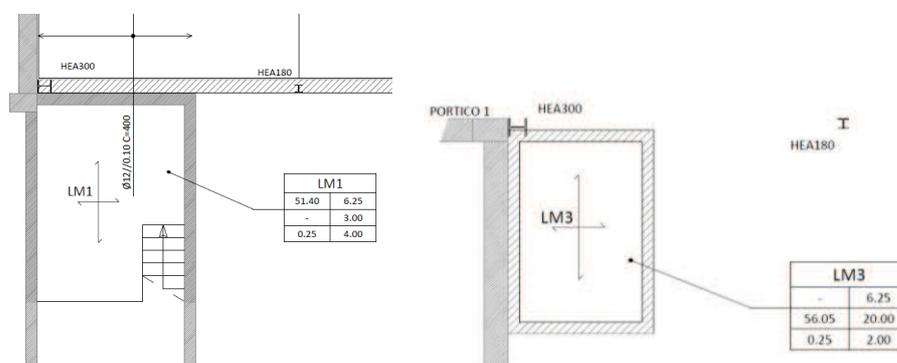
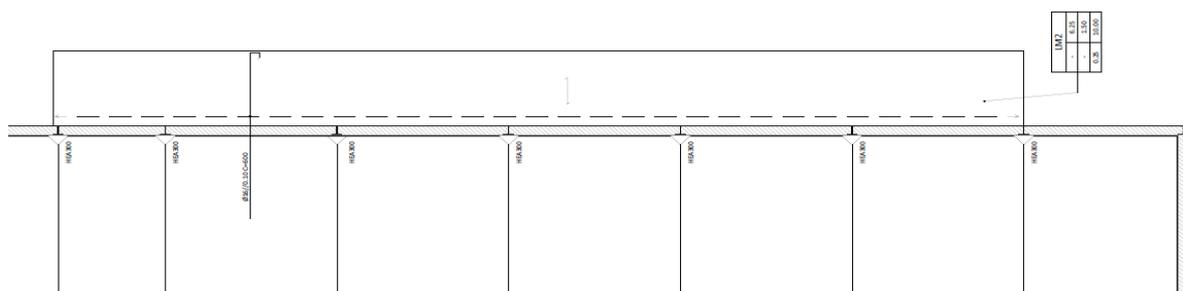


Figura 70. Planta representativa das lajes maciças.

A laje em consola localizava-se em praticamente toda a fachada sul, possuía uma espessura de 0,25m, armada com ferro superior e inferior de 12mm espaçado de 10cm e superiormente reforçada com ferro de 16mm espaçado de 10cm com um comprimento total de 6m, distribuído na largura da laje e com o restante comprimento do ferro embebido na laje térrea, trabalhando como contrabalanço, tal como pormenorizado nas seguintes figuras.



**Figura 71.** Planta representativa da laje em consola (LM2).

Todos estes trabalhos de betão armado foram adjudicados a uma empresa subcontratada responsável pelo corte, moldagem e aplicação do aço, como também, pela realização da cofragem, descofragem e aplicação do betão. Devido a uma questão de responsabilidade de qualidade dos materiais empregues, a ACA Engenharia opta por normalmente fornecer tanto o aço como o betão. Para tal, no início do estudo da obra foram determinadas as quantidades a fornecer de cada tipo de betão, a estimativa da quantidade de betão com necessidade de bombagem e a periodicidade dos ensaios a serem realizados conforme o Caderno de Encargos, para, deste modo, ser possível averiguar as propostas de cada fornecedor e optar pela mais vantajosa. No caso desta empreitada, a proposta mais económica seria do mesmo fornecedor de betão adjudicado na anterior empreitada dos “Arruamentos de Guimarães”, no entanto, devido às falhas e atrasos consecutivos nessa empreitada por parte deste fornecedor, optou-se por outra alternativa, por forma a ser mais vantajoso, não em termos económicos, mas em termos de prazos de fornecimento. Foi também requisitado o aço na totalidade, devido a ser um material com variâncias de preço frequentes. Assim foi medido todo o aço necessário, convertido para a unidade de peso por diâmetro e feita a requisição na totalidade, com vista a serem negociados os valores do material em questão.

Em termos de decisões e complicações em obra, foi nesta subempreitada que surgiram mais dificuldades, nomeadamente, com a falta de mão-de-obra e falta de conhecimento por parte do subcontratado, aliada com uma má gestão das atividades, falta de equipamentos e materiais de cofragem específicos. Este conjunto de fatores negativos contribuíram para um atraso significativo na empreitada, visto ser esta uma atividade crítica, que incutiu um atraso

consecutivo prejudicando o prazo final. Também o produto final ficou aquém do esperado, nomeadamente, os muros que ficaram à vista, estando em parte desalinhados e com vários vazios e imperfeições. Estes problemas derivaram de um mau escoramento, aliado a um tipo de cofragem pouco própria para o trabalho em questão. Grande parte das situações que levaram a estes defeitos foram derivados a um deficiente escoramento que permitiu a cofragem ceder aquando da betonagem e vibração. Também a falta de experiência em termos da vibração do betão contribuiu para a falta de homogeneidade das estruturas, ficando vários vazios em sítios mal vibrados.

A direção de obra tentou tomar todas as ações possíveis para evitar estas situações. Após várias reuniões com responsáveis da empresa subcontratada, onde foram estabelecidos prazos parciais, requerido o aumento a mão-de-obra, solicitado equipamentos e materiais de cofragem adequados, e até solicitada a alteração do responsável em obra. Não obstante, o acordo relativo aos ajustes e alterações referenciados entre a Direção de Obra e a empresa subcontratada, nunca se chegou a efetivar, tendo mesmo implicado atrasos consecutivos na obra e má qualidade do produto final.

Perante tal conjuntura, a Direção de Obra optou por procurar outras empresas, de modo a proceder-se à substituição da empresa que, até então, mostrou não ter capacidade para executar a empreitada. Dada a indisponibilidade de todas as outras empresas consultadas, foi necessário prosseguir os trabalhos com meios próprios da ACA Engenharia. O problema aludido com a empresa subcontratada infundiu num atraso de, aproximadamente, 20 dias em toda a empreitada.

#### 6.5.5. Estrutura metálica

A ACA Engenharia não possui, no seu vasto lote de especialidades, meios de produção, designadamente, em metalomecânica. Assim, tornou-se necessário adjudicar os trabalhos à empresa “JF Metal”, uma vez que se trata de uma empresa especializada em metalomecânica.

Numa primeira fase foram reunidos os técnicos da empresa subcontratada juntamente com a Direção de Obra, de forma a calendarizar os trabalhos e a demarcar as necessidades para implantar a estrutura. Os mesmos técnicos começaram a trabalhar na preparação da fabricação da estrutura e deste modo, a acertar os erros de projeto que não eram exequíveis. Desta preparação resultou um conjunto de alterações que foram propostas à fiscalização com vias a resolver esses erros.

Num primeiro ponto, existiu a proposta de ligação entre as vigas das palas (cobertura da zona técnica), solução essa que em projeto dispunha de uma solução que não era exequível, sendo a proposta de alteração conforme o detalhe A e B presentes nas seguintes imagens.

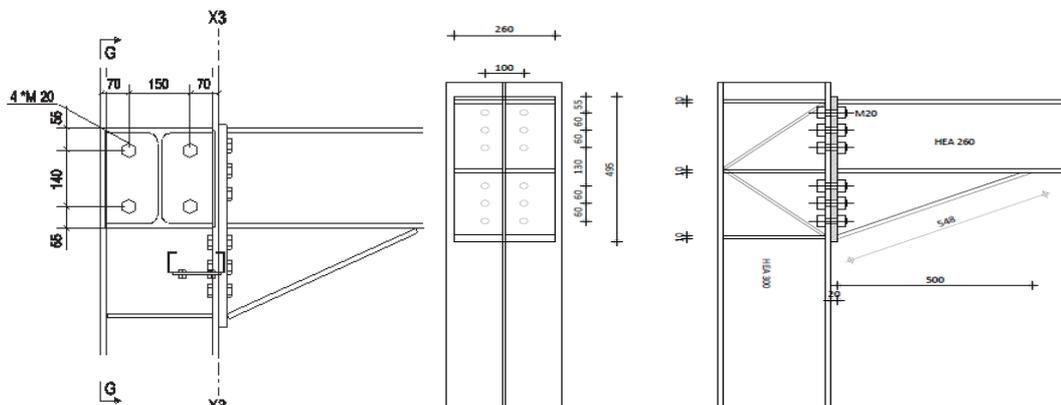


Figura 72. Pormenor de ligação entre as vigas das palas previsto em projeto.

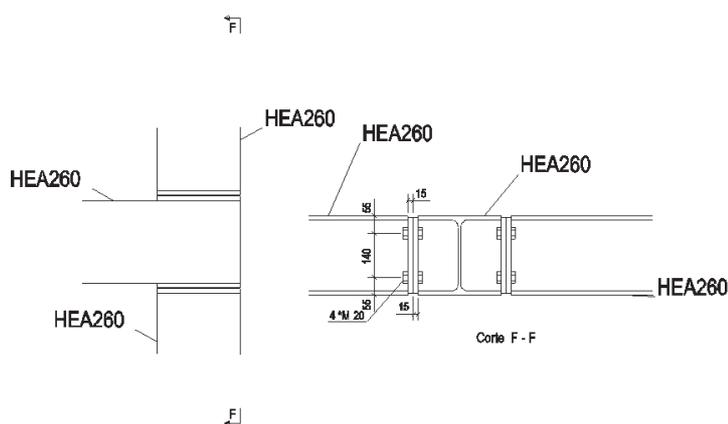


Figura 73. Proposta de alteração da ligação entre as vigas das palas.

Existiu também a necessidade de alterar a ligação entre os pilares da empena e as asnas, ou seja, as ligações entre os perfis HEA 180 e os IPE330, conforme o detalhe presente na seguinte imagem.

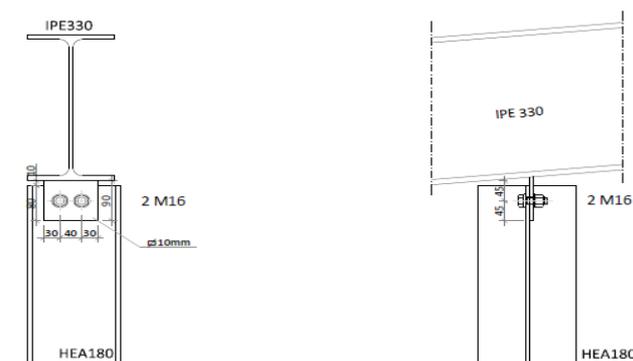


Figura 74. Pormenor de ligação entre os perfis HEA 180 e IPE 330 de projeto.

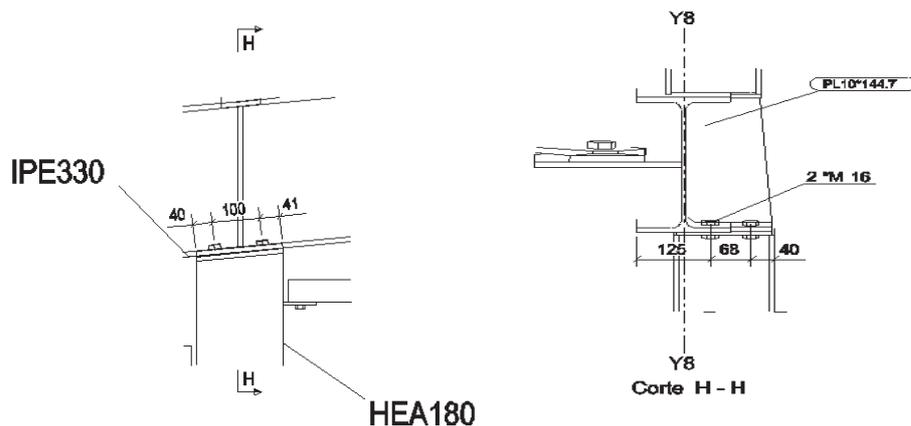


Figura 75. Proposta de alteração da ligação entre os perfis HEA 180 e IPE 330.

A alteração da ligação do contraventamento entre pórticos conforme o detalhe presente na seguinte imagem.

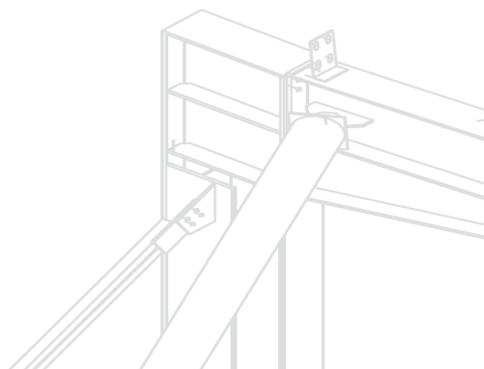


Figura 76. Pormenor de ligação de contraventamento entre pórticos de projeto.

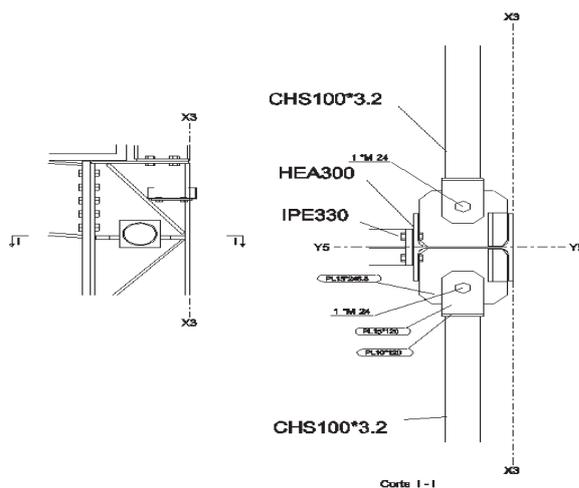


Figura 77. Proposta de alteração da ligação de contraventamento entre pórticos.

Solicitou-se o recuo do alinhamento do pórtico Y1, para aplicação do revestimento exterior de forma a ficar alinhado com a fachada do edifício contíguo.

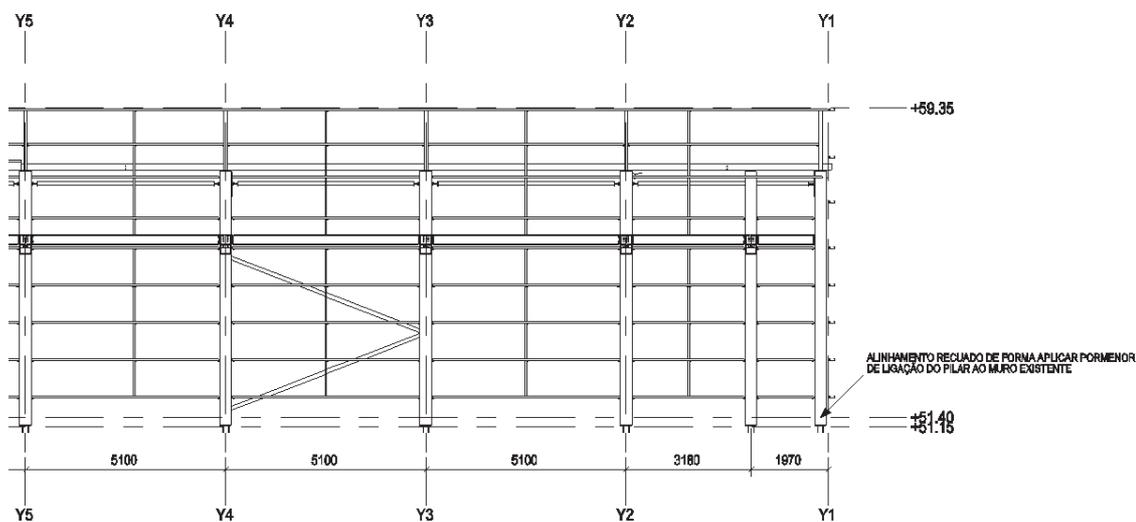


Figura 78. Proposta de recuo do alinhamento do pórtico Y1.

Solicitou-se também o reposicionamento da chapa enrijecedora, permitindo o aperto dos parafusos da linha superior, conforme o pormenor presente na imagem *infra* apresentada.

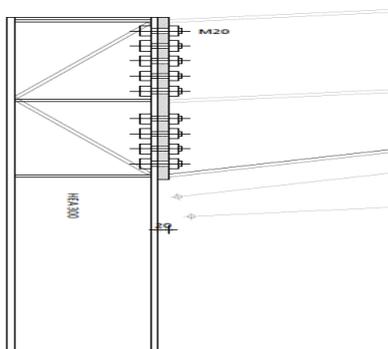


Figura 79. Pormenor de posicionamento da chapa enrijecedora de projeto.

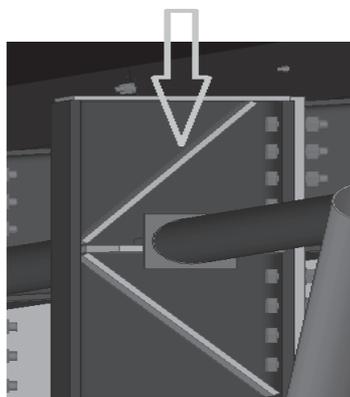
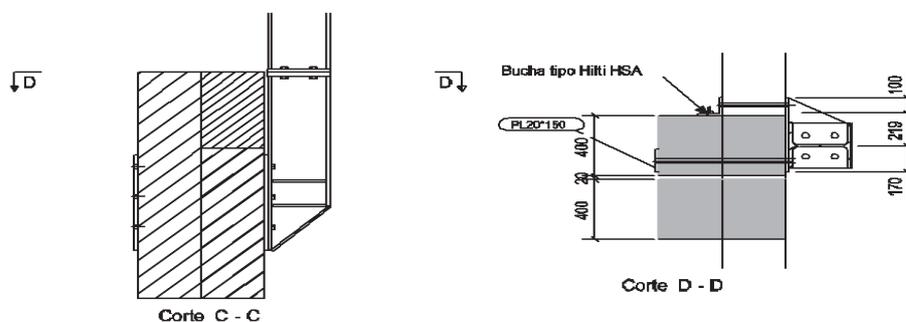


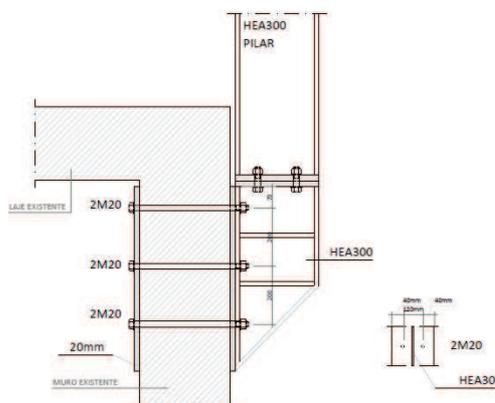
Figura 80. Proposta de alteração do posicionamento da chapa enrijecedora.

Devido à existência de uma junta de dilatação entre dois pilares consecutivos, existiu a necessidade de adotar por uma das fixações ficar descentrada, de forma a não coincidir com a junta. Assim, adequou-se a solução com recurso a uma cantoneira e uma contrachapa amarradas apenas em um dos pilares existentes, tal como indica a seguinte imagem.

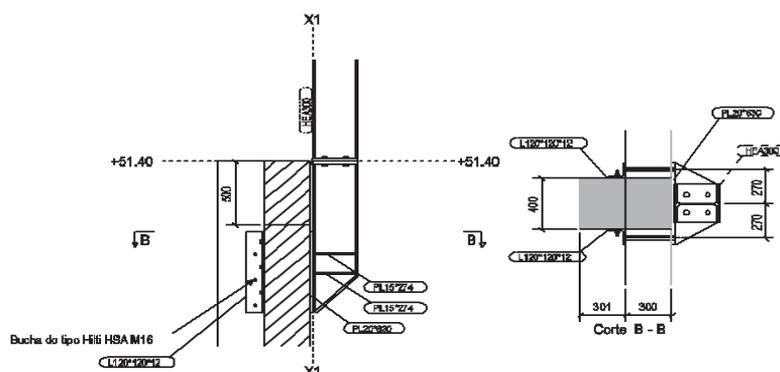


**Figura 81.** Pormenor de ligação do pilar com excentricidade para evitar coincidir com a junta de dilatação do edifício existente.

Alteração do pormenor de fixação do pilar ao muro existente com substituição da contrachapa por duas cantoneiras, conforme apresentada no pormenor da seguinte imagem.



**Figura 82.** Pormenor de fixação dos pilares no edifício existente conforme projeto inicial.



**Figura 83.** Proposta de alteração da fixação dos pilares no edifício existente.

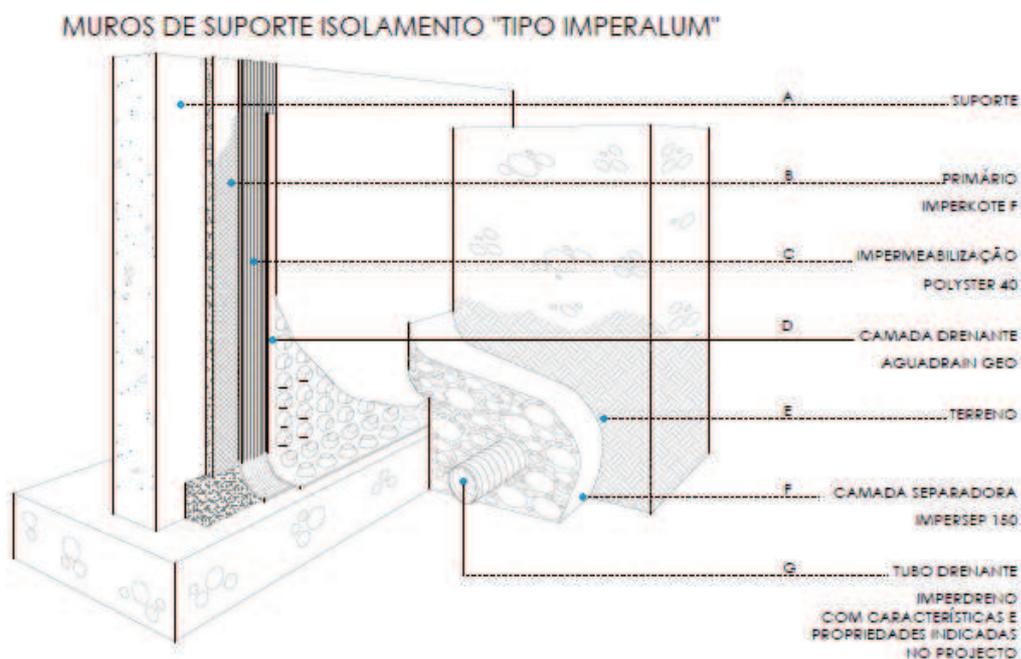
Para se dar o início à produção da estrutura metálica definiu-se a cota de arranque dos pilares, considerando a cota do pronto dos muros de suporte sendo +51.40m.

Uma vez que o muro sul possuía uma laje maciça em consola no seu topo, existiu a necessidade de betonar o muro em duas fases. Inicialmente a betonagem atingiu a altura de 1,80m, com vista a realizar o aterro de solo até essa cota e, posteriormente, betonado o restante muro em conjunto com a laje, de forma a deixar os comprimentos de amarração da consola presentes no muro e o contrabalanço presente na laje térrea. Daí, devido à necessidade de cumprimento de prazos, surgiu a necessidade de serem colocados os chumbadouros da estrutura metálica, anteriormente à betonagem final do muro. Assim, surgiu o problema que os chumbadouros dimensionados no projeto apenas previam um varão em bengala com cerca de 40cm, o qual não iria ficar embebido na primeira betonagem. Desta forma, foi proposto substituir o varão em forma de bengala por um varão roscado linear com 1m de comprimento, dando, deste modo, comprimento suficiente para aquando da primeira betonagem ser possível começar a implantar a estrutura metálica e prosseguir com ambas as atividades em simultâneo.

#### 6.5.6. Drenagem de águas pluviais

Sendo esta obra de cariz de ampliação, em termos de drenagem de águas pluviais não existiu grande quantidade de trabalhos a realizar. A rede de drenagem de águas pluviais já se encontrava estabelecida sendo que os trabalhos necessários foram apenas de desvio das redes que interferiam na área de implantação e criação de elementos de drenagem na área a construir. Assim os primeiros trabalhos a realizar desta especialidade foram os desvios das redes existentes. Neste caso, existia uma sarjeta que foi necessário demolir e um coletor proveniente do pequeno edifício demolido. Foi interceptado o coletor de águas pluviais fora da área de construção e providenciadas as ligações para os novos elementos de drenagem a construir, nomeadamente novas sarjetas e ligações dos tubos de queda.

Precavidos com as patologias existentes no edifício existente devido ao elevado nível freático e deficiências nas impermeabilizações, foram acauteladas todas as medidas para não existirem os mesmos problemas nas novas construções. Para prevenir estes problemas foi optado por construir um dreno perifericamente em todo o edifício, nomeadamente entre as fundações e o início dos muros de suporte. Esta impermeabilização e drenagem dos solos era realizada conforme o seguinte pormenor de isolamento de muros de suporte “tipo *Imperialum*”.

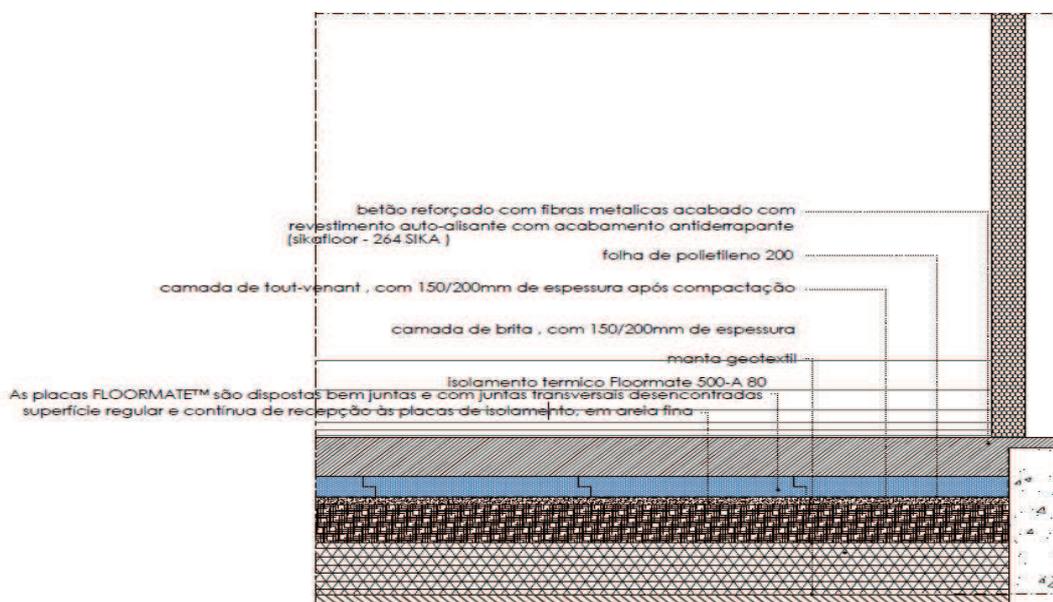


**Figura 84.** Pormenor da solução construtiva de isolamento “tipo *Imperialum*”.

Esta solução é composta por uma camada inicial de primário “*Imperkote*” que consiste numa emulsão betuminosa. Numa segunda fase, é colada a tela asfáltica, que é a principal camada impermeabilizante. Com função drenante, segue-se a camada de tela pitonada com geotêxtil que por sua vez drena todas as águas para o fundo da fundação onde existe o tubo geodreno, composto por um tubo em PEAD com paredes corrugadas perfuradas, envolto em geotêxtil, permitindo apenas a água passar para a conduta e ser escoada para a rede de drenagem. Este tubo é também revestido, em sua volta, por uma camada de brita para aumentar a capacidade drenante e a mesma separada por mais uma camada de geotêxtil, para impossibilitar os solos naturais de entrar entre os vazios da brita, causando abatimentos e obstruindo o tubo geodreno.

### 6.5.7. Pavimento térreo

Como supra referenciado, o pavimento térreo foi projetado para que a cota do pronto coincide-se com a cota do pavimento do edifício contíguo, já existente. A solução adotada passou por desaterrar o terreno existente, devido à má qualidade do solo, e posteriormente, realizar um aterro controlado com cerca de 1500 m<sup>3</sup>. Em termos de estrutura de pavimento após a sub-base do aterro dava-se início às camadas de base granular, inferiormente uma camada de brita e de seguida uma camada de ABGE, ambas marginalizadas com um elemento de separação em manta geotêxtil. Visto ser este edifício para a implantação de câmaras de climatização foi adotada uma solução de isolamento térmico composto por uma camada de 8 cm de “*floormate*” protegido inferiormente por uma barreira de vapor em folha de polietileno e ambas assentes numa camada de areia fina para regularizar a camada de base. Posteriormente à camada de isolamento térmico, dá lugar a laje em betão reforçada com fibras metálicas com um acabamento em resina epóxi autoalisante com acabamento antiderrapante. Esta solução vem de acordo com o pormenor presente na seguinte imagem.



**Figura 85.** Pormenor da solução construtiva da laje térrea.

Não possuindo mão-de-obra especializada neste tipo de trabalhos, a ACA, optou por adjudicar este trabalho a uma empresa especializada em realização de pavimentos industriais. Sendo o aterro controlado realizado pela ACA, bem como a colocação das placas de “*floormate*” e a primeira camada de manta geotêxtil.

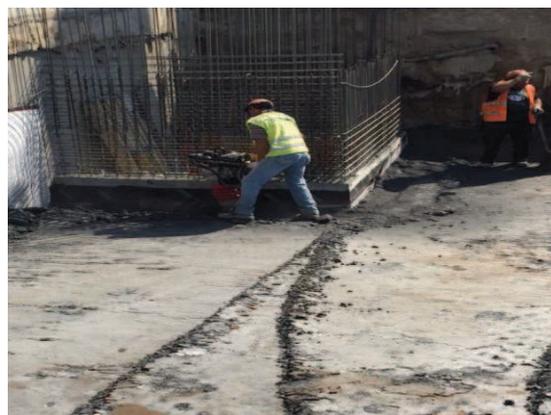
### 6.5.7.1. Aterro controlado

Na fase inicial foram avaliadas as soluções mais vantajosas para fornecimento de solos para aterro. Tendo em vista a diminuição dos custos, foram pesquisadas as obras de desaterros nas proximidades de forma a tentar utilizar o solo proveniente de outras obras. Por coincidência, existia uma empreitada na proximidade, a ser realizada por uma empresa que já havia realizado diversos consórcios em conjunto com a ACA, na qual o solo desaterrado possuía características favoráveis para aterro e, existia em quantidade suficiente para a nossa necessidade. Foi negociadas as condições para beneficiar ambas as empresas, tendo sido apenas o transporte da competência da ACA. Assim foram avaliados os custos, perante a distância de transporte comparando com outros locais onde existiam fornecimentos de solos, sendo esta opção a que menor distância média de transporte nos incutia, e por isso a opção mais viável.

Foi realizada a caracterização do solo para verificação das capacidades necessárias e, posteriormente, possibilitar a realização dos ensaios de compactação necessários para a monitorização ao longo do processo de aterro.

O aterro foi realizado por camadas, evitando a deposição excessiva sem compactar, optando pela compactação sucessiva de camadas de 0,20m.

A compactação foi realizada, em praticamente toda a área, com o recurso a um cilindro misto de 18 Ton. Nos locais de difícil acesso e junto aos elementos estruturais recorreu-se a um martelo compactador e um cilindro apeado.



**Figura 86.** Trabalhos de compactação do solo de aterro.

Foram realizados os ensaios de compactação para garantir que o grau de compactação se encontrava nos valores necessários. De seguida apresenta-se o relatório de ensaios de compactação realizados pela técnica especializada.

| ACA ENGENHARIA  |             | ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO RELATIVA COM O GAMADENSIMETRO |             |       |                              |                 |       |       |       |       |              |
|---|-------------|--|-------------|-------|------------------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| Obra: Ampliação do edifício industrial Carnes Seara         |             |  |             |       |                              |                 |       |       |       |       | Cliente: ACA |
| Calibração do Trozler                                       |             |  |             |       | Amostras de referência       |                 |       |       |       |       |              |
| Calibração Standard   |             | Calibração do dia                                    |             |       | Amostra n.º                  |                 | SL 7  |       |       |       |              |
| Baridade Dd   | Humidade Ms | Baridade Dd  | Humidade Md |       | Baridade Seca Máxima (g/cm³) | $\gamma_{dmax}$ | 1,920 |       |       |       |              |
| 1716  | 1163        |  |             |       | Teor em Água Optimo (%)      | $W_{opt}$       | 11,0  |       |       |       |              |
| Amostras de referência                                      |             |  |             |       |                              |                 |       |       |       |       |              |
| Quilómetro  | SL 7        | SL 7   | SL 7        | SL 7  | SL 7                         | SL 7            | SL 7  | SL 7  | SL 7  | SL 7  | SL 7         |
| Sentido / Local   | 1           | 2  | 3           | 4     | 5                            | 6               | 7     | 8     | 9     | 10    |              |
| Profundidade (cm)   | 0           | 0  | 0           | 0     | 0                            | 0               | 0     | 0     | 0     | 0     | 0            |
| Baridade humida $\gamma_b$ (g/cm³)                          | 2,066       | 2,191  | 2,048       | 2,079 | 2,072                        | 2,048           | 2,089 | 2,188 | 2,099 | 2,112 |              |
| Humidade W (%)  | 9,3         | 13,7   | 11,1        | 14,4  | 13,6                         | 10,3            | 12,9  | 15,3  | 11,6  | 12,5  |              |
| Baridade seca $\gamma_d$ (g/cm³) ( $\gamma_b/100/(100-W)$ ) | 1,890       | 1,927  | 1,843       | 1,817 | 1,824                        | 1,857           | 1,850 | 1,898 | 1,881 | 1,877 |              |
| Densão da humidade $W_{opt}-W$                              | 1,7         | -2,7   | -0,1        | -3,4  | -2,6                         | 0,7             | -1,9  | -4,3  | -0,6  | -1,5  |              |
| Grau de compactação (%) $\gamma_d/\gamma_{dmax} \times 100$ | 98,4        | 100,4  | 96,0        | 94,7  | 95,0                         | 96,7            | 96,4  | 98,8  | 98,0  | 97,8  |              |
| Amostras de referência                                      |             |  |             |       |                              |                 |       |       |       |       |              |
| Quilómetro  | SL 7        | SL 7   | SL 7        | SL 7  | SL 7                         |                 |       |       |       |       |              |
| Sentido / Local   | 11          | 12   | 13          | 14    | 15                           |                 |       |       |       |       |              |
| Profundidade (cm)   | 0           | 0  | 0           | 0     | 0                            |                 |       |       |       |       |              |
| Baridade humida $\gamma_b$ (g/cm³)                          | 2,016       | 2,088  | 2,081       | 2,14  | 2,074                        |                 |       |       |       |       |              |
| Humidade W (%)  | 9,2         | 9,3  | 8,2         | 14,3  | 12,9                         |                 |       |       |       |       |              |
| Baridade seca $\gamma_d$ (g/cm³) ( $\gamma_b/100/(100-W)$ ) | 1,846       | 1,910  | 1,923       | 1,872 | 1,837                        |                 |       |       |       |       |              |
| Densão da humidade $W_{opt}-W$                              | 1,8         | 1,7  | 2,8         | -3,3  | -1,9                         |                 |       |       |       |       |              |
| Grau de compactação (%) $\gamma_d/\gamma_{dmax} \times 100$ | 96,2        | 99,5   | 100,2       | 97,5  | 95,7                         |                 |       |       |       |       |              |
| Observações:  |             |  |             |       |                              |                 |       |       |       |       |              |

Figura 87. Valores obtidos nos ensaios de compactação relativa.

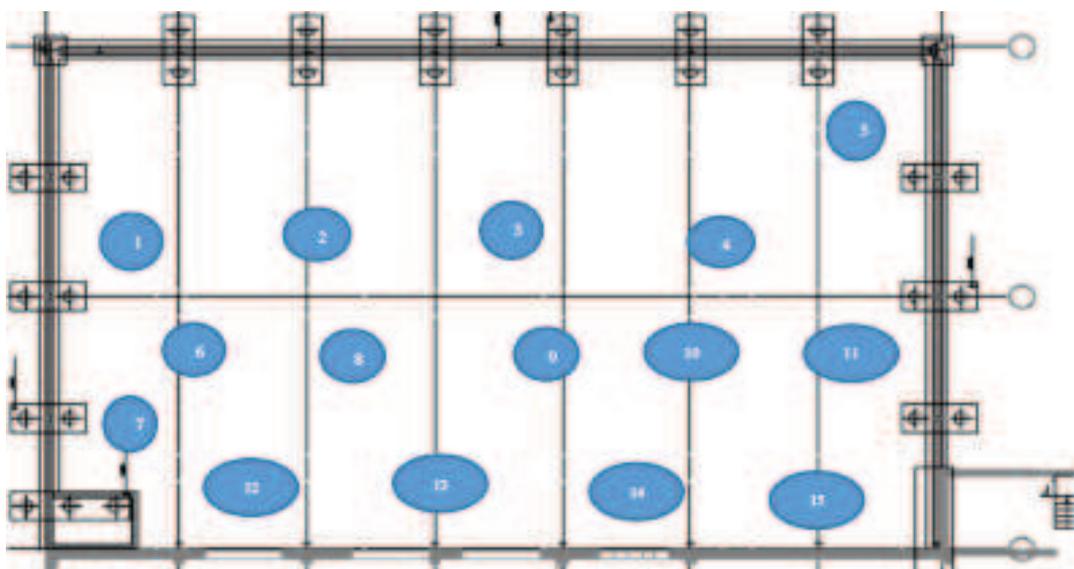


Figura 88. Planta de localização dos ensaios de compactação relativos efetuados.

### 6.5.7.2. Execução de camadas granulares

Deu-se início à elaboração da estrutura do pavimento, após o aterro estar definitivamente compactado e nivelado, foi colocada a primeira camada de manta geotêxtil de 200gr/m<sup>2</sup>, com vista a manter a separação entre o solo de aterro e a camada de brita, impedindo a brita de se misturar com o solo de aterro e criar abatimentos.

De seguida, foi depositada a brita com granulometria compreendida entre 20/40mm, classificada para utilização como material não tratado com hidráulico para utilização em engenharia civil e construção de estradas, segundo a NP EN 13242:2002+A1:2010, com um sistema de avaliação e verificação da regularidade de desempenho 2+. O material foi então espalhado e nivelado, garantindo a espessura de 0,20m, dimensionado em projeto.

Anteriormente à execução da camada de base em ABGE, existiu a colocação da segunda camada de manta geotêxtil, que neste caso, destina-se a reter os agregados mais finos da camada superior, não permitindo que passem para a camada de brita, evitando assim futuros assentamentos no pavimento.

A camada de base foi realizada com 0,15m de agregado britado com granulometria 0/40mm classificado igualmente segundo a NP EN 13242:2002+A1:2010, com um sistema de avaliação e verificação da regularidade de desempenho 2+. Na execução desta camada existiu a monitorização do teor de humidade, adicionando-se água à medida que era realizado o nivelamento e a compactação, para que o teor ótimo de humidade e o grau de compactação mínimo fossem atingidos.



**Figura 89.** Finalização da compactação da camada de base.

### **6.5.7.3. Execução de camada de regularização**

Seguia-se a camada de regularização para posterior assentamento do revestimento térmico. A solução definida em projeto solicitava, segundo os pormenores construtivos, apenas uma camada de areia com cerca de 3cm para regularização. Já segundo o mapa de quantidades, a camada de regularização era solicitada com 3cm de betonilha. No entanto, segundo sugestão por parte da direção de obra, foi acordado a realização de uma camada de 5cm em betão C16/20 acabado com régua vibradora possibilitando o assentamento regular do revestimento térmico e assegurando uma melhor resistência da camada. Apesar de ser apenas uma camada de

regularização, existia a elevada probabilidade de resultarem fissurações nesta camada delgada com apenas 3cm, optando-se assim por uma solução mais segura de forma a não prejudicar a estrutura de pavimento.



**Figura 90.** Trabalhos de betonagem e nivelamento da camada de regularização.

#### **6.5.7.4. Execução de camada de revestimento térmico e barreira de vapor**

Como camada de revestimento térmico, deu lugar a colocação de placas rígidas de espuma de poliestireno extrudado apropriadas para pavimentos, neste caso, adaptadas para a resistirem a subcargas de compressão superiores a 500Kpa e com uma condutividade térmica de 0,037W/m\*k para a espessura de 80mm requerida. Esta camada era fundamental para a finalidade do edifício, sendo este destinado a câmaras climatizadas com tráfego de cargas médias. Aquando da colocação do revestimento, foi prevenida a perfeita execução desta camada, garantindo a inércia térmica requerida ao pavimento, evitando a existência de pontes térmicas devido a problemas de execução. Conscientemente que qualquer perda de temperatura detetada por falha do pavimento seria imputada diretamente ao empreiteiro geral, ACA.



**Figura 91.** Trabalhos de aplicação de camada de revestimento térmico e barreira de vapor.

De acordo com o pormenor de projeto seria apenas prevista a aplicação de uma camada de folha de polietileno inferiormente à camada de revestimento térmico. No entanto, como já referido no capítulo 6.4.4.1, a função da barreira de vapor também contempla a diminuição do atrito entre a laje de betão e a camada de suporte, neste caso, as placas de poliestireno extrudido. Assim, foi colocada uma camada adicional de folha de polietileno entre a laje de betão e o revestimento térmico, diminuindo o atrito entre as camadas e assim mantendo o revestimento térmico constantemente unido sem interação com os movimentos da laje.

#### **6.5.7.5. Execução da laje de betão reforçado com fibras metálicas**

O paço inicial para a execução da laje foi a preparação da betonagem. Foi realizada a cubicagem prevista e prevenida a tubagem necessária devido à bombagem requerer a realização através do exterior, com via a não danificar o isolamento térmico.

Devido ao tipo de trabalho foram programados o uso de adjuvantes do tipo plastificante e superplastificante. A utilização destes adjuvantes permite a redução da quantidade de água no betão, melhorando as características do betão fresco e endurecido.

O processo de betonagem iniciou-se então precavendo-se o nivelamento da estrutura com recurso a um nível laser rotativo autonivelante. O espalhamento foi realizado manualmente, marcando vários locais nivelados para servirem de referência para o sarrafamento, também manual. De seguida foi aplanada a superfície com uma régua vibratória e deixado curar ligeiramente o betão.

O acabamento da laje de betão foi realizado com talochamento mecânico, com equipamentos do tipo “helicóptero”.



**Figura 92.** Trabalhos de talochamento mecânico com equipamento “helicóptero”.

#### **6.5.7.6. Execução das juntas de controlo**

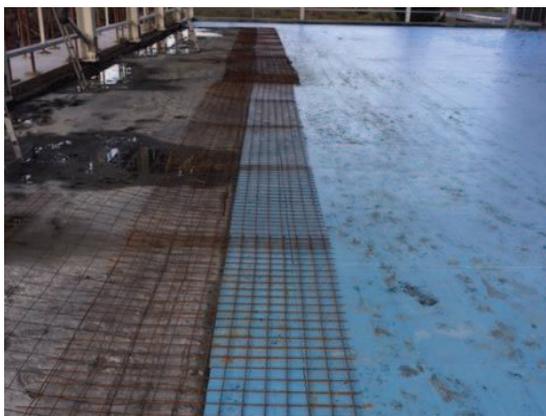
A execução das juntas de controlo deu-se aproximadamente 20 horas após o término da betonagem da laje.

A marcação, dos alinhamentos das juntas, foi executada com recurso a “fio blue”, com estereotomia de acordo com o projeto execução, que contemplava juntas longitudinais e transversais distanciadas de 5m. Foram executadas juntas adicionais, estipuladas pela Direção de Obra, com vista a prevenir fissurações em pontos frágeis. No próximo subcapítulo serão detalhados os cortes não previstos em projeto e o motivo da sua execução.

As juntas foram executados através uma serra circular para cortes de pavimentos, ideal para este tipo de trabalhos devido à capacidade de definir a profundidade do corte.

#### **6.5.7.7. Soluções adotadas para evitar patologias**

Estando o contrabalanço da laje LM2 betonado anteriormente à realização da restante laje térrea, existiu a necessidade de precaver um elemento de ligação entre o betão a colocar sobre o contrabalanço e o restante betão aplicado sobre a folha de polietileno.



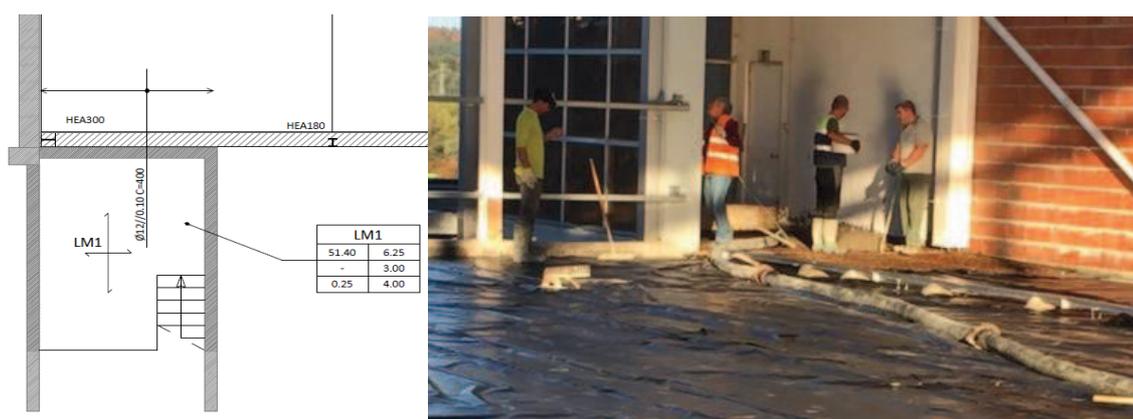
**Figura 93.** Malha eletrosoldada para ligação entre camadas.

Para combater o diferente comportamento do betão aplicado nestas secções distintas, foi optado por colocar malhas de aço eletrosoldado. O fundamento desta solução prende-se com os diferentes comportamentos previstos para a laje térrea neste local, precavendo a existência de fissurações devido às diferentes retrações do betão (em contacto com a laje de contrabalanço e em contacto com a folha de polietileno), como também, devido aos diferentes assentamentos previstos para as duas zonas. Foi também decidido realizar uma junta de controlo de fendilhação exatamente coincidente com a junta destes dois materiais ajudando a controlar eventuais fissurações nesta zona.



**Figura 94.** Junta de controlo de fendilhação na zona de contrabalanço.

Todo o pavimento térreo foi betonado no mesmo dia, no entanto, dada a sua extensão, a betonagem foi executada durante todo o dia, o que poderá ter ditado o aparecimento de fissuras precoces. A zona mais crítica onde não foi possível precaver a fissuração deu-se na zona de encontro entre duas lajes.



**Figura 95.** Trabalhos de betonagem da laje (LM1).

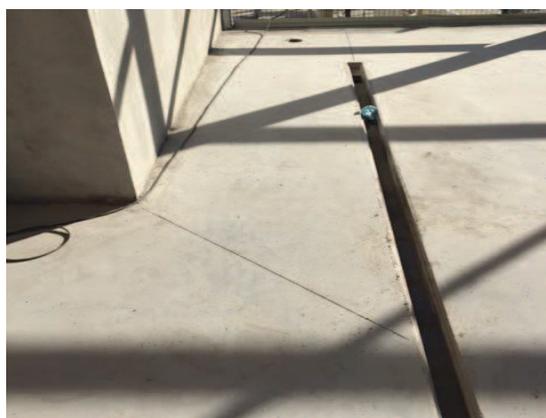
Posta a existência da ligação de contrabalanço da laje LM1 e do canal em aço inoxidável, presentes no pavimento, previa-se que estas zonas frágeis poderiam ser alvo de fissuração devido a duas situações distintas. No final da armadura de contrabalanço, era prevista a fissuração devido à ligação estrutural entre o pavimento e a laje maciça, que nunca deverá ser feita sem uma junta de construção, devido aos comportamentos distintos entre as duas estruturas diferentes. No entanto, estava prevista a realização de uma junta de controlo de fendilhação, neste local, ajudando a aliviar as tensões de tração à superfície. Também nesta zona, existia outro ponto frágil resultante do final do canal de drenagem, o qual induz praticamente uma divisão na laje, porém, visto o mesmo não se prolongar até ao final do pavimento, a restante área resultante, estará sujeita a diferentes esforços que proporcionam o aparecimento de fissuras.



**Figura 96.** Fissuração em zonas frágeis.

Devido, provavelmente, a esta zona do pavimento possuir estes pontos frágeis e ter sido a primeira área a ser betonada, surgiram fissuras na manhã seguinte, anteriormente à realização das juntas previstas. De qualquer forma, foram realizadas as juntas a interceptar esses pontos, de forma a não se propagarem as fissurações.

Pela mesma lógica, foi executada uma junta na extremidade oposta do canal de forma a evitar o sucedido, anteriormente.



**Figura 97.** Juntas de controlo de fendilhação em pontos frágeis.

## 6.6. Conclusões técnicas dos trabalhos realizados

Aquando do término do estágio curricular, a obra em questão encontrava-se ainda em execução, por esse motivo, abordaram-se apenas os trabalhos realizados até à data. Relacionado com a obra em análise, várias especialidades e temas mereciam a sua aprofundada abordagem nesta dissertação, não obstante, foi abordado, em especial, os pavimentos industriais térreos, devido à importância funcional na fase de utilização e devido à percentagem do valor contratual que acarretava para a empreitada. Infelizmente, não foi possível a documentação da aplicação do revestimento de pavimento em resina epóxi, uma vez que a mesma não se encontra concretizada aquando do término do estágio curricular. Contudo, o presente estudo contempla uma preparação prévia, com as informações necessárias para a execução desta tarefa, bem como as patologias frequentes neste tipo de revestimento.

A solução adotada para a estrutura do pavimento térreo contempla as inovações registadas neste tipo de construção, e enquadra-se na finalidade do edifício. Apesar do seu adequado dimensionamento, discorda-se das ligações construtivas entre a laje térrea e os contrabalanços das lajes maciças, os quais resultaram em patologias com risco de agravamento, pelo facto de se verificar a interligação de duas estruturas com comportamentos distintos.

Em síntese, acerca da estrutura do edifício, a solução mostra-se adequada às necessidades, e de acordo com o usual em estruturas metálicas hiperstáticas, através de pórticos simples. A estrutura revelou-se simples construtivamente e bem dimensionada, apenas com necessidades pontuais de retificações construtivas. Relacionado com este tema, apenas se discorda, da utilização de amarração dos pilares ao edifício contíguo, o qual poderia ter sido facilmente substituído pela criação de fundações próprias, não inculindo cargas no edifício anteriormente dimensionado e construído. Por antemão, já eram conhecidos as graves patologias encontradas neste edifício, nomeadamente de assentamentos e infiltrações, surgindo a discórdia de interligar a estrutura a um edifício problemático.

Nos casos da Gestão e Direção de Obra o planeamento dos trabalhos foi a tarefa mais difícil de cumprir, devido principalmente, aos atrasos incultidos pelas empresas subcontratadas. Todavia, a gestão das atividades foi simples de conciliar. A simplicidade e facilidade foram fruto da boa conceção do projeto de construção, mas também, devido à existência de poucas especialidades na própria empreitada.

## 7. CONCLUSÕES

Com a experiência vivida ao longo do período de estágio curricular, foi possível observar a função de cada um dos elementos constituintes do corpo técnico das obras de Construção Civil, e, portanto, conclui-se que cada um dos intervenientes se torna preponderante para o bom desenrolar dos trabalhos. A Engenharia Civil sofre constantemente um aumento dos requisitos de organização, controlo, e parâmetros de qualidade e segurança no trabalho. Sendo a atividade, uma atividade primária, que envolve a construção de todas as infraestruturas para todas as atividades do ser humano, é necessária esta organização, não só em parâmetros construtivos, mas também na própria segurança e funcionalidade durante a construção e na fase de utilização.

O Diretor de Obra, como líder da equipa técnica em obra, assume um papel não só de controlo e gestão da empreitada a nível financeiro e produtivo, mas também, a nível psicológico junto dos elementos que com este trabalham. Através das funções desempenhadas, pelo Estagiário, conclui-se que a função de Diretor de Obra resulta da necessidade de existir um responsável pelo provisionamento de todas as carências da elaboração da obra, controlando e gerindo todos esses recursos, com intuito de diminuir as despesas e maximizar o lucro, sem comprometer a qualidade de construção.

As atividades desempenhadas passaram pela providência dos recursos necessários, desde materiais, equipamentos, até mesmo a necessidade de subempreitar trabalhos. Também é da sua competência, a instrução dos demais intervenientes, explicando os métodos construtivos de acordo com o projeto de execução, bem como, todas as questões inerentes à perfeita execução com cuidados de qualidade e segurança. O planeamento é outra das principais atividades realizada, através de cronogramas e gráficos de Gantt, é possível organizar a sequência dos trabalhos, assim como a simultaneidade de especialidades para cumprimento dos prazos. Incute também à Direção de Obra, a interação plena e direta com a Fiscalização, com finalidade de resolver todas as questões da construção. A favorável relação com a Fiscalização conclui-se fundamental para que sejam criadas facilidades na resolução de problemas, alterações e até mesmo em questões de faturação.

As atividades mais desenvolvidas prenderam-se com a gestão de obra, nomeadamente, a faturação através da realização de autos de medição, planeamento através de gráficos de Gantt, cronograma de equipamentos, mão-de-obra e financeiro, produção mensal e consequente previsão para o mês seguinte, bem como, balancetes de custos e receitas inerentes ao mês em análise, na obra.

Impreterivelmente, o que ditará a capacidade de um Diretor de Obra, internamente na Entidade Empregadora, será o cumprimento das produções mensais arbitradas, o resultado da empreitada em termos de prazos, lucros, trabalhos a mais e uma perfeita execução sem necessidade de retificações.

Os principais instrumentos de *software* utilizados em Direção de Obra, são a ferramenta de desenho auxiliado “*Autocad*”, o *software* de planeamento e gestão de projetos - “*Microsoft Project*”, o *software* de gestão e contabilidade “*SAP*”, sendo as comunicações realizadas, maioritariamente, via *e-mail*, o qual se encontra globalmente estandardizado para esta finalidade. Instrumentos estes, que vão de encontro com a inovação informática e tecnológica em todos os sectores, desenvolvidos para auxiliarem no desenvolvimento das tarefas principais da Direção de Obra. As ferramentas do *Microsoft Office* são muito importantes, principalmente, o *Microsoft Excel*, uma vez que é a base para apresentação de vários documentos, designadamente, contabilísticos e orçamentistas.

Em termos da Entidade Acolhedora, de notar que, a ACA é uma empresa extremamente organizada, com uma distribuição de tarefas por departamentos diversificados, com um controlo rigoroso em todos os aspetos. A certificação obtida pela norma ISO 9001 no que diz respeito à qualidade, ambiente e segurança é um marco que explica bem o carisma da organização, sendo que, este título já se revalida por mais de 6 anos prometendo um “Plano de melhoria contínua”. Estes aspetos refletem o trabalho exigente desencadeado por todos os colaboradores ao longo dos anos, os quais respondem com um *feedback* positivo, posicionando a empresa, durante vários anos consecutivos, como uma das “100 melhores empresas para trabalhar”, iniciativa promovida pela EXAME, EVERIS e AESE.

O Grupo ACA é constituído por diversas outras empresas, mencionadas anteriormente, e em todas elas, esta implantada a subdivisão por departamentos. Existem determinados departamentos de serviços partilhados, os quais são gerais a todo o grupo, isto é, servem todas as empresas do Grupo. A título exemplificativo, enuncia-se os departamentos de administração, financeiro, contabilidade, controlo de gestão, recursos humanos, sistemas de informação, aprovisionamentos, logística e compras e gestão de equipamentos. O controlo e gestão de cada departamento é independente e supervisionado pela Direção de cada setor.

Em termos de segurança no trabalho, foi possível, o Estagiário, acompanhar ambas as fases de intervenção dos Técnicos de Segurança, tanto na realização do projeto como durante a fase de execução, providenciando a sua função com o intuito da realização das atividades em segurança, através de procedimentos de segurança específico, controlo de elementos de

proteção individuais e coletivos e verificando as condições de cumprimento legislativo que salvaguardam os trabalhadores e terceiros no caso da ocorrência de acidentes. Mediante a verificação do mau exemplo apurado pela não conformidade estabelecida, como documentado anteriormente, concluindo-se que existem consequências no incumprimento destes princípios, as quais poderão ditar a expulsão do empreiteiro da obra, ou até no pior dos casos, na ocorrência de um acidente, a Direção de Obra e o Técnico de Segurança terão de responder pelo sucedido.

Este estágio contribuiu positivamente para o processo curricular e profissional do Estagiário. Foi fundamental a confiança depositada no Estagiário por parte da equipa técnica, possibilitando o desenvolvimento nas várias atividades de gestão de obra e lidar com a pressão, de tomar várias decisões durante as empreitadas. Com esta experiência, além de conhecimentos específicos da área da engenharia, foi também experienciada a carga horária e o desgaste físico e mental que um Diretor de Obra acarreta. Com desenvolvimento prático da função de adjunto, do Diretor de Obra, foi adquirida a noção das responsabilidades que acarreta esta função e as qualificações necessárias para as desenvolver.

Analisando cada empreitada em particular, conclui-se que a “Requalificação e Beneficiação de Arruamentos da Rede Viária Municipal” foi uma empreitada menos complexa em aspetos técnicos, mais repetitiva e com pouca diversificação de trabalhos. Todavia, a obra foi mais árdua logisticamente, devido ao número de frentes de obra a decorrer em simultâneo, às intervenções com vias em funcionamento, às precauções de questões de segurança, falta de definições em projeto e aos prazos parciais reduzidos para cada frente de obra.

Já no caso da empreitada “Ampliação de Edifício Industrial – Seara – Indústria de Carnes, Lda.”, surgiram menos dificuldades em termos logísticos, planeamento de obra, organização de trabalhos e segurança, no entanto, sendo uma obra de construção civil, o grau de exigência técnica em termos de conhecimento denotou-se mais elevado, necessitando de mais apoio com dúvidas específicas e houve a necessidade de se efetuar mais pesquisa sobre atividades em específico.

A conclusão resultante do estágio curricular frequentado é definitivamente positiva e aconselhável. Tratou-se de uma experiência indispensável para aplicar os conhecimentos teóricos adquiridos e possibilitou o contacto com a realidade do mundo profissional, sendo uma mais-valia, aquando do início da vida profissional.

## Referências

ANAPRE. (s.d.). *Artigo técnico n.º1*.

Antunes, A., & Barros, J. (2003). *Juntas em pavimentos de edifícios industriais*. Portugal.

Azevedo, A. M. (2010). *Guião para a execução e reabilitação de pavimentos à base de resinas sintéticas*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Cabeças, H. J. (2014). *Reciclagem de Pavimentos na Engenharia Rodoviária*. Évora: Universidade de Évora.

Casarotto, R. M. (2002). *Redes de empresas na indústria da construção civil: Definição de funções e atividades de cooperação*. Florianópolis.

CEPSA. (2016). *ELASTER 13/60 (PMB 45/80-60) (Ficha técnica)*.

Chodounsky, M. A. (2010). *Patologias em pisos industriais*. ANAPRE.

Cristelli, R. (2010). *Pavimentos industriais de concreto: Análise do sistema construtivo*. Escola de Engenharia da UFMG.

Eugénio, B. M. (2008). *Reforço de Pavimentos*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Faria, J. A. (2014). *11 - Segurança e saúde na construção*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Felix, J. (2013). *Reciclagem de Pavimentos Flexíveis*. Universidade Fernando Pessoa.

FeRFA, R. F. (2016). *Guide to the specification and application of synthetic resin flooring*.

Francisco, A. P. (2012). *Comportamento Estrutural de Pavimentos Rodoviários Flexíveis*. Bragança: Instituto Politécnico de Bragança.

Garcia, J., & Brito, J. d. (Janeiro de 2006). *Anomalias em pavimentos industriais*.

Gomes, A., Pinto, A. P., & Pinto, J. B. (2013). *Cimento Portland e Adições*. Lisboa: Instituto Superior Técnico.

IP, I. d.-E. (2009). *Construção e Reabilitação de Pavimentos - Ligantes betuminosos*.

IP, I. d.-E. (2009). *Directivas Para a Concepção de Pavimentos - Critérios de Dimensionamento*. Lisboa.

João, C. D. (2014). *Pavimentos Têrreos Industriais - Aspetos relevantes ligados à conceção, dimensionamento e às tecnologias de execução*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

- Leonardo, M. F. (2012). *Aplicação do plano de prevenção e gestão de resíduos de construção e demolição numa obra de construção civil*. Angra do Heroísmo.
- Maia, I. M. (2012). *Caracterização de Patologias em Pavimentos Rodoviários*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Miranda, R. F. (2014). *Estudo da Modificação de Betumes*. Guimarães: Universidade do Minho.
- Pacheco, R. H. (2015). *Pavimentos Têrreos Industriais. Tipificação de soluções construtivas e acabamentos*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Pais, J. (2006). *Reabilitação de Pavimentos Utilizando Misturas Betuminosas com Betumes Modificados*. Guimarães: Universidade do Minho.
- Passos, M. T. (2011). *Pavimentos Têrreos Industriais em Betão Reforçado com Fibras de Aço*. Porto: Faculdade de Engenharia de Universidade do Porto.
- Reis, N. F. (2009). *Análise Estrutural de Pavimentos Rodoviários - Aplicação a um Pavimento Reforçado com Malha de Aço*. Lisboa: Universidade técnica de Lisboa.
- Rodrigues, P. P., & Gasparetto, W. E. (1999). *Juntas em pisos industriais*. São Paulo.
- Seixas, P., Almeida, V., & Afonso, J. (s.d.). *A6 - Montemor-O-Novo Nascente/Évora Poente - Desempenho de Betumes Modificados com Polímeros*.
- Souza, M. J. (2004). *Patologias em Pavimentos Flexíveis*. São Paulo.
- Souza, N. d. (1991). Considerações sobre a dissertação de mestrado. *Análise Económica*, 153-165.
- Torrão, H. C. (2015). *Reabilitação de Pavimentos Rodoviários Flexíveis*. Bragança: Intituto Politécnico de Bragança.
- Videira, F. I. (2014). *Manual de Conservação de Pavimentos para Pequenas Redes Rodoviárias Municipais: Bases para a sua elaboração*. Coimbra: Instituto superior de Engenharia de Coimbra.