



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Departamento de Engenharia Civil

ISEL



Acompanhamento da Reabilitação e Reforço Estrutural da Ponte de Santa Margarida sobre o Rio Sado

Paulo Ricardo Fernandes Alves
(Licenciatura em Engenharia Civil)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na
área de especialização de Estruturas

Versão Final

Orientador (es):

Engenheiro Júlio Walter Miguel Fernandes (ISEL)

Engenheiro Victor Manuel Serras de Moura e Silva (TECNOVIA)

Júri:

Presidente: Cristina F. Xavier de Brito Machado, Prof. (ISEL)

Arguente: Doutor Paulo Jorge Henriques Mendes, Prof. (ISEL)

Março de 2011



ISEL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Departamento de Engenharia Civil



Acompanhamento da Reabilitação e Reforço Estrutural da Ponte de Santa Margarida sobre o Rio Sado

Paulo Ricardo Fernandes Alves
(Licenciatura em Engenharia Civil)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na
área de especialização de Estruturas
Versão Final

Orientador (es):

Engenheiro Júlio Walter Miguel Fernandes (ISEL)

Engenheiro Victor Manuel Serras de Moura e Silva (TECNOVIA)

Júri:

Presidente: Cristina F. Xavier de Brito Machado, Prof. (ISEL)

Arguente: Doutor Paulo Jorge Henriques Mendes, Prof. (ISEL)

Março de 2011

Resumo

O presente relatório enquadra-se no âmbito do trabalho final de Mestrado do curso de Engenharia Civil, área de especialização de Estruturas, do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

O estágio decorreu na empresa TECNOVIA – Sociedade de Empreitadas, S.A. e teve como objecto uma prestação de serviços para a Estradas de Portugal que consistiu na reabilitação e reforço estrutural da Ponte de Santa Margarida sobre o Rio Sado, na E.N.259 ao km 20+490, do Concelho de Grândola.

Após seis anos de curso, o estágio numa empresa de construção foi a opção que pareceu mais enriquecedora para conclusão do curso de Engenharia Civil e para o futuro da minha vida profissional. Esta opção deve-se ao desejo de verificar na prática a aplicação dos conhecimentos obtidos ao longo do curso, de conhecer a vivência de trabalhar numa obra e inserido numa equipa profissional, lidando com as responsabilidades inerentes à profissão.

A estrutura do relatório encontra-se dividida em quatro partes, respeitantes à reabilitação e reforço da Ponte.

Uma introdução que aborda os objectivos do presente relatório. Um capítulo que descreve a obra e os principais trabalhos de reabilitação e reforço de que será alvo. Um capítulo que descreve os procedimentos dos trabalhos acima descritos na Ponte, complementado com fotografias. Um outro capítulo que integra os aspectos mais importantes sobre a Higiene e Segurança em Obra.

Palavras-chave

Ponte; Reabilitação; Reforço

Abstract

This report falls under the final work of the Masters course in Civil Engineering, specialization of Structures, in the Institute of Engineering of Lisbon.

The traineeship took place in the company TECNOVIA - Sociedade de Empreitadas S.A and had as its object the provision of services to Estradas de Portugal, which consisted in the rehabilitation and structural strengthening of the bridge over the Santa Margarida sobre o Rio Sado, at km 20+490 to EN259 , the Municipality of Grândola.

After six years of study, the traineeship in a construction company was the option that seemed more enriching for completing the civil engineering course and for my future in my professional life. This option should be the desire to see the practical application of knowledge gained throughout the course, knowing the experience of working on a construction site and inserted in a professional team, dealing with the responsibilities in this profession.

The report's structure is divided into four parts, relating to the rehabilitation and strengthening of the Bridge.

An introduction that addresses the objectives of this report. A chapter describing the work and the main rehabilitation and strengthening will target. A chapter describing the procedures to the above work of the Bridge, completed with photos. Another chapter that integrates the most importante aspects of the Health and Safety at work.

Keywords

Bridge; Rehabilitation; Strengthening

Agradecimentos

Em primeiro lugar aos meus orientadores Eng.^{os} Júlio Walter e Victor Silva, quero agradecer a constante disponibilidade e apoio, bem como a compreensão e paciência relativamente às dificuldades de orientar um estágio à distância.

Aos excelentes colegas do grupo de trabalho da Tecnovia, pela amizade e companheirismo transmitidos durante o meu programa de estágio.

Agradeço à minha família, pilares fundamentais da minha vida, que me transmitiram segurança e força para continuar, apoio, compreensão e conforto. A eles dedico esta dissertação.

Um agradecimento especial à minha namorada, que viveu e sentiu comigo todos os momentos difíceis, principalmente nos momentos de maior trabalho. Escutou as minhas preocupações, transmitindo-me sempre a calma e a tranquilidade necessárias para continuar em frente. A ela dedico esta dissertação.

Índice

RESUMO	II
ABSTRACT	III
AGRADECIMENTOS	IV
ÍNDICE.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABELAS E ESQUEMAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REABILITAÇÃO E REFORÇO DA PONTE DE SANTA MARGARIDA SOBRE O RIO SADO – EN259 AO KM 20+490	2
2.1 CLASSIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO BUROCRÁTICA DA OBRA.....	2
2.2 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA OBRA E ESTALEIRO DE OBRA	4
2.3 DESCRIÇÃO E PORMENORES DO PROJECTO	5
2.3.1 DESCRIÇÃO DA OBRA	7
2.3.2 TRABALHOS DE REABILITAÇÃO E REFORÇO A REALIZAR	9
2.4 ORGANIZAÇÃO E PLANEAMENTO DA OBRA	17
2.4.1 PLANOS DE TRABALHOS.....	17
2.4.2 MÃO-DE-OBRA	18
2.4.3 MATERIAIS UTILIZADOS EM OBRA.....	19
2.4.4 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS EM OBRA	22
3 TRABALHOS E ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE A OBRA	25
3.1 MONTAGEM DE PLATAFORMAS MÓVEIS, PLATAFORMA FIXA E ANDAIMES MÓVEIS	25
3.2 SUBSTITUIÇÃO E REFORÇOS DA ESTRUTURA METÁLICA.....	27
3.2.1 SUBSTITUIÇÃO DAS BARRAS NAS GUARDAS INTERIORES DO PASSEIO.....	27
3.2.2 REFORÇOS SUPERIORES E INFERIORES DAS DIAGONAIS E MONTANTES	29
3.2.3 REFORÇO DA LIGAÇÃO DAS CARLINGAS AOS MONTANTES	33
3.3 REABILITAÇÃO E REPARAÇÃO DAS ZONAS COM CORROSÃO DE ARMADURAS E BETÃO DETERIORADO.....	36
3.4 REFORÇO DO ESTRIBO DO PILAR.....	40
3.5 REPARAÇÃO / REABILITAÇÃO DAS VIGAS-LANCIL.....	48
3.6 SISTEMA DE PROTECÇÃO DA ESTRUTURA METÁLICA	50
3.7 SISTEMA DE PROTECÇÃO DOS ELEMENTOS DE BETÃO.....	55
3.8 DEMOLIÇÃO DO PAVIMENTO DE BETÃO.....	57
3.9 PREPARAÇÃO E APLICAÇÃO DO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO.....	61
3.10 JUNTAS DE DILATAÇÃO NOS ENCONTROS	64
3.11 JUNTAS COM BETUME ELASTÓMERO	70

4	HIGIENE E SEGURANÇA NA OBRA	73
4.1	EQUIPAMENTOS DE PROTECÇÃO COLECTIVA E INTEGRADA	74
4.2	EQUIPAMENTOS DE PROTECÇÃO INDIVIDUAL	76
4.3	ORGANIZAÇÃO DO ESTALEIRO E TRANSPORTES DE CARGAS	80
4.4	CONCLUSÕES GERAIS DA SEGURANÇA EM OBRA	82
5	CONCLUSÃO	83
	BIBLIOGRAFIA	84
	ANEXOS	85

Lista de símbolos e abreviaturas

Art.^o - Artigo

ARH – Administração das Regiões Hidrográficas

cm – Centímetro

Dr.^o - Doutor

Dr.^a – Doutora

Eng.^o - Engenheiro

ISEL – Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

kg - Quilograma

kN – Quilonewton

kN/m – Quilonewton por metro

kN/m² - Quilonewton por metro quadrado

mm – Milímetro

m – Metros

m² - Metros Quadrados

N^o - Numero

RSA – Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes

REBAP – Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado

Sta – Santa

°C - Grau Celsius

Ø – Diâmetro

µm – Micrômetro

± - Mais ou menos

Índice de Tabelas e Esquemas

Esquema 1: Fases de um Projecto de Engenharia.....	6
Tabela 2: Tabela de pormenor do betão utilizado.....	44
Tabela 3: Momentos de apertos a realizar nos parafusos	68

Índice de Figuras

Figura 1: Localização da Ponte de Sta Margarida	4
Figura 2: Enquadramento da Ponte de Sta Margarida sobre o Rio Sado (Fonte: Google Earth).....	4
Figura 3: Localização do Estaleiro de Obra e Estaleiro Social	5
Figura 4: Alçado Longitudinal (Fonte: Estradas de Portugal).....	7
Figura 5: Secção Transversal (Fonte: Estradas de Portugal)	8
Figura 6: Planta da secção inferior do tabuleiro (Fonte: Estradas de Portugal)	8
Figura 7: Alçado Longitudinal das treliças (Fonte: Estradas de Portugal).....	9
Figura 8: Empolamento da chapa metálica do passeio	10
Figura 9: Corrosão da chapa metálica do passeio.....	10
Figura 10: Pormenor da corrosão das cantoneiras de ligação das guardas do passeio	10
Figura 11: Rede metálica da Guarda Interior	10
Figura 12: Corrosão da secção inferior da laje do tabuleiro.....	11
Figura 13: Delaminação do betão dos guarda corpos dos encontros	11
Figura 14: Inexistência de juntas de dilatação	12
Figura 15: Cobre juntas bastante danificados e corroídos.....	12
Figura 16: Pilar central em pedra.....	12
Figura 17: Cordas inferiores das vigas principais sem batentes nos encontros	13
Figura 18: Betão do pavimento obstruído com asfalto.....	13
Figura 19: Fendas e quebras na junta de dilatação	13
Figura 20: Barra de fixação da rede metálica	14
Figura 21: Corrosão generalizada da cantoneira de apoio à chapa metálica do passeio	14
Figura 22: Armadura da Viga-Lancil fortemente corroída	14
Figura 23: Superfície da Viga-Lancil bastante degradada	15
Figura 24: Inexistência de mástique nas justas das chapas	15
Figura 25: Corrosão nas consolas de apoio das chapas do passeio.....	15
Figura 26: Reforço das ligações superiores do 1º Montante (Fonte: Estradas de Portugal)	16
Figura 27: Reforço das ligações superiores das diagonais do 3º Módulo (Fonte: Estradas de Portugal)	16

Figura 28: Reforço das ligações inferiores das diagonais do 3º Módulo (Fonte: Estradas de Portugal)	17
Figura 29: Reforço das ligações das carlingas (Fonte: Estradas de Portugal) 17	
Figura 30: Blocos de betão 20x20x50cm	19
Figura 31: Areia e Brita	19
Figura 32: Argamassas de reparação Sika Monotop	19
Figura 33: Espaçadores de betão feitos em obra	20
Figura 34: Argamassa de elevada resistência Sika Grout 218	20
Figura 35: Chapa de aço galvanizada tipo “gota” de 5/7mm	20
Figura 36: Varões de aço A500 NR, Ø entre 12 a 35mm	20
Figura 37: Parafusos e Porcas M16 para fixação das barras dos passeios ...	20
Figura 38: Areia seca para decapagem	20
Figura 39: Tábuas de solho para execução de gabarites	21
Figura 40: Painel de contraplacado marítimo de 21mm.....	21
Figura 41: Viga H20 da Doka para apoio do contraplacado	21
Figura 42: Emulsão betuminosa de impermeabilização Proalastic	21
Figura 43: Rolo de fibra de vidro com geotextil Glasphat GS	21
Figura 44: Revestimento de aderência / protecção de armaduras Sika Monotop 910.....	22
Figura 45: Tintas para aplicação do sistema de protecção na estrutura da Cin	22
Figura 46: Caixas sumidouras com tubo de queda.....	22
Figura 47: Empilhador multifunções JCB 540	23
Figura 48: Bobcat com fresadora e vassoura mecânica	23
Figura 49: Miniescavadora com martelo hidráulico Volvo EC25	23
Figura 50: Camião-Grua de 4 eixos	23
Figura 51: Bomba de Betão	23
Figura 52: Giratória Volvo EC290 com balde britador.....	23
Figura 53: Compressor 5m³ Atlas Copco XAS90.....	24
Figura 54: Gerador Diesel de 30 kva STET	24
Figura 55: Serra eléctrica para pavimento de betão	24
Figura 56: Equipamento de lavagem a alta pressão.....	24
Figura 57: Equipamento de decapagem	24
Figura 58: Forja a gás.....	24

Figura 59: Fresadora de base magnética Magpro	25
Figura 60: Martelo pneumático Chicago Penumatics.....	25
Figura 61: Plataforma móvel para acesso à face inferior e lateral do tabuleiro	26
Figura 62: Plataforma fixa de acesso ao pilar	26
Figura 63: Andaime de serviço para acesso aos encontros	26
Figura 64: Andaime móvel interior de acesso à estrutura metálica.....	26
Figura 65: Bancada para realização dos furos nas barras metálicas.....	28
Figura 66: Bancada para aplicação do sistema de protecção	28
Figura 67: Barras rectangulares 60x6mm furadas com pintura de acabamento	28
Figura 68: Rede de metal distendido L62T2025 galvanizada	28
Figura 69: Aspecto final da guarda interior do passeio	29
Figura 70: Aspecto visual da soldadura do reforço inferior ao perfil da diagonal	30
Figura 71: Aspecto final da soldadura no reforço inferior na diagonal após limpeza e aplicação da protecção anticorrosiva.....	30
Figura 72: Diâmetros e dimensões dos rebites (Fonte: Tabelas Técnicas)	31
Figura 73: Realização da furação nos banzos do perfil da diagonal.....	31
Figura 74: Aspecto final da furação realizada no perfil da diagonal.....	31
Figura 75: Forja a gás.....	32
Figura 76: Fixador mecânico.....	32
Figura 77: Adaptador de metal sólido para formar as cabeças dos rebites	33
Figura 78: Aspecto final das cabeças dos rebites após a sua instalação	33
Figura 79: Aspecto final dos rebites após aplicação do sistema de protecção	33
Figura 80: Aspecto da ligação da carlinga ao montante da viga principal	34
Figura 81: Pormenor do cordão de soldadura a realizar	34
Figura 82: Aspecto da superfície após limpeza e preparação	34
Figura 83: Espessura do cordão (Fonte: Tabela Técnicas)	34
Figura 84: Aspecto final do cordão de soldadura.....	34
Figura 85: Conjunto de líquidos de limpeza, penetrantes e revelador	35
Figura 86: Aplicação do liquido penetrante corante	35
Figura 87: Limpeza do excesso de liquido penetrante.....	35
Figura 88: Aplicação do liquido revelador	36

Figura 89: Localização do reservatório e das zonas de reparação	36
Figura 90: Pormenor da zona de reparação da face inferior do tabuleiro (Fonte: Estradas de Portugal)	37
Figura 91: Demolição do betão deteriorado após o corte com disco diamantado	37
Figura 92: Pormenor da zona de reparação dos Guarda-Corpos de betão (Fonte: Estradas de Portugal)	37
Figura 93: Aspecto final após o corte e remoção do betão deteriorado	38
Figura 94: Aplicação do Sika Monotop 910 nos Guarda-Corpos de betão	38
Figura 95: Aspecto final da protecção na face inferior do tabuleiro	39
Figura 96: Aplicação manual do Sika Monotop 612 nos Guarda-Corpos	39
Figura 97: Aspecto da argamassa antes do acabamento final	39
Figura 98: Aspecto da argamassa após acabamento final	40
Figura 99: Pormenor dos conectores de Ø12 (Fonte: Estradas de Portugal) .	40
Figura 100: Conectores de Ø12 no estribo do pilar	40
Figura 101: Amarração dos conectores à armadura de aço	41
Figura 102: Amarração dos estribos à armadura longitudinal.....	42
Figura 103: Armadura longitudinal e transversal do reforço do pilar.....	42
Figura 104: Espaçadores de betão para garantir o recobrimento desejado ...	42
Figura 105: Geometria do reforço do pilar	43
Figura 106: Execução do cavalete de apoio da cofragem	43
Figura 107: Aplicação do molde inferior em painéis de contraplacado marítimo	43
Figura 108: Aspecto final da cofragem	43
Figura 109: Enchimento dos cubos com betão para serem encaminhados para o laboratório.....	45
Figura 110: Recepção do betão pronto no Camião Bomba	46
Figura 111: Lançamento do betão pronto	46
Figura 112: Espalhamento e respectiva vibração do betão	46
Figura 113: Talochamento da superfície do betão.....	46
Figura 114: Quadro XVIII – Prazos mínimos de descofragem (Fonte: REBAP)	47
Figura 115: Aspecto final da superfície após descofragem	47
Figura 116: Superfície do betão após barramento geral com argamassa	48

Figura 117: Corte e demolição da secção inferior da viga-lancil.....	49
Figura 118: Aplicação de moldura com gabarito antes do enchimento com argamassa	49
Figura 119: Enchimento com Mapegrout Tissotropico	50
Figura 120: Viga-lancil após reabilitação com argamassa de elevada resistência.....	50
Figura 121: Lavagem das superfícies a alta pressão.....	51
Figura 122: Diferença da superfície após a lavagem	51
Figura 123: Escovagem da superfície.....	51
Figura 124: Superfície após aplicação do primário	52
Figura 125: Sistema de protecção aplicado por secções.....	52
Figura 126: Diferentes materiais usados na protecção da estrutura metálica	52
Figura 127: Mistura dos diferentes componentes das tintas	53
Figura 128: Aspecto final da face inferior do tabuleiro	54
Figura 129: Aspecto geral do sistema de protecção aplicado na estrutura.....	55
Figura 130: Aspecto geral da superfície dos elementos de betão, antes das limpeza	55
Figura 131: Aspecto geral da face exterior dos guarda-corpos de betão.....	56
Figura 132: Aspecto geral da superfície dos guarda-corpos.....	56
Figura 133: Aspecto geral da face exterior da viga-lancil	57
Figura 134: Pormenor da camada de enchimento a demolir	57
Figura 135: Realização da carotagem no tabuleiro da Ponte	58
Figura 136: Carote realizado no tabuleiro da Ponte.....	58
Figura 137: Serra eléctrica para corte de pavimento de betão	58
Figura 138: Remoção das placas do pavimento após os cortes transversais e longitudinais.....	59
Figura 139: Demolição da argamassa com o martelo hidráulico	59
Figura 140: Detritos provenientes da camada de argamassa.....	59
Figura 141: Sequência da remoção dos detritos no tabuleiro da Ponte.....	60
Figura 142: Placas de betão armado provenientes do tabuleiro.....	61
Figura 143: Zona de deposito temporário	61
Figura 144: Giratória EC290 com balde britador.....	61
Figura 145: Bobcat com vassoura mecânica	61
Figura 146: Limpeza dos detritos resultantes da demolição	62

Figura 147: Superfície do pavimento isenta de detritos e matérias soltas	62
Figura 148: Máquina de projecção de rega	62
Figura 149: Aplicação manual da emulsão betuminosa Proalastic	62
Figura 150: Aspecto final do tabuleiro após impermeabilização	63
Figura 151: Aplicação da grelha em fibra de vidro	63
Figura 152: Aspecto final do tabuleiro após aplicação da grelha em fibra de vidro	63
Figura 153: Pormenor da junta de neopreme simples (Fonte: Estradas de Portugal)	64
Figura 154: Marcação da guias de corte	64
Figura 155: Equipamento de corte de pavimento betuminoso	65
Figura 156: Remoção do betuminoso compreendido entre os cortes	65
Figura 157: Destroços provenientes da remoção do betuminoso	65
Figura 158: Plano da mesa de suporte da junta de dilatação	66
Figura 159: Corte da junta de dilatação	66
Figura 160: Furação na mesa para posterior colocação dos pernos de fixação	66
Figura 161: Limpeza dos furos e do plano da mesa	66
Figura 162: Instalação da membrana de drenagem de águas	67
Figura 163: Pernos de fixação com anilhas e porcas com freio	67
Figura 164: Colocação da resina epoxica e pernos de fixação	67
Figura 165: Aplicação do momento de aperto nas porcas	68
Figura 166: Aspecto da porca com freio após aplicação do momento de aperto	68
Figura 167: Aplicação do “grout” nas bandas de transição	69
Figura 168: Selagem das cavidades de aperto	69
Figura 169: Aspecto final da junta de dilatação	69
Figura 170: Aquecimento com lança térmica	70
Figura 171: Aplicação da rega de colagem	70
Figura 172: Colocação das chapas metálicas	71
Figura 173: Aplicação da rega de colagem sobre as chapas metálicas	71
Figura 174: Aquecimento dos inertes misturado com o ligamento betuminoso	71
Figura 175: Placas de ligamento betuminoso	71

Figura 176: Equipamento para aquecimento das placas de betuminoso.....	72
Figura 177: Aplicação dos inertes com a mistura betuminoso na caixa da junta	72
Figura 178: Diferença de dimensão dos inertes na ultima camada	72
Figura 179: Compactação ultima camada com cilindro de rolo.....	72
Figura 180: Aplicação da camada de selagem	73
Figura 181: Aplicação de areia siliciosa para dar textura à superfície	73
Figura 182: Plataforma de acesso ao pilar central.....	74
Figura 183: Escadas de acesso à plataforma em redor do pilar	74
Figura 184: Plataforma móvel para acesso à secção inferior do tabuleiro.....	74
Figura 185: Andaime móvel de acesso à estrutura metálica	75
Figura 186: Escadas para acesso ao encontro do lado de Grândola	75
Figura 187: Rede de segurança nos taludes encontros.....	75
Figura 188: Carros para movimentação das vigas carril das plataformas móveis	75
Figura 189: Diferenciais para elevação das vigas carril.....	75
Figura 190: Guincho de alavanca “Tirfor” para movimentação dos andaimes móveis	75
Figura 191: Lombas na faixa rodoviária.....	76
Figura 192: Capacete de protecção.....	76
Figura 193: Capacete de Soldador com viseira estanque	77
Figura 194: Capuz de tecido com viseira facial e máscara para protecção de materiais abrasivos.....	77
Figura 195: Óculos, máscaras filtrantes e auriculares de silicone de protecção	78
Figura 196: Botas de protecção	78
Figura 197: Luvas de couro	79
Figura 198: Luvas de têxteis ignifugados com fibra de vidro	79
Figura 199: Cinto e Arnês de segurança	79
Figura 200: Arnês multiusos da Lusotractel utilizado para a desmobilização da plataforma do pilar	80
Figura 201: Pormenor dos sistemas de fixação e acessórios do arnês multiusos.....	80
Figura 202: Palete de material devidamente embalada e protegida	80

Figura 203: Acondicionamento de materiais de andaime	80
Figura 204: Acondicionamento de materiais de andaime para transporte	81
Figura 205: Correcta limpeza e arrumação do local do trabalho.....	81
Figura 206: Elevação de cargas com meios mecânicos	81

1 Introdução

O presente documento consiste no Relatório de Estágio do Trabalho Final de Mestrado correspondente ao trabalho desenvolvido no grupo Tecnovia pelo estagiário Paulo Ricardo Fernandes Alves, aluno nº 29601 do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, com vista à conclusão do curso de Engenharia Civil, no perfil de Estruturas.

O âmbito do Estágio incidiu na área de Direcção de Obra, tendo sido desempenhadas funções de Adjunto de Direcção de Obra, com ênfase na Qualidade, Projectos, Planeamento e Controlo de Produção.

O estágio consistiu no acompanhamento da Reabilitação e Reforço Estrutural da Ponte de Santa Margarida sobre o Rio Sado.

A duração do estágio foi de aproximadamente 5 meses tendo início a 1 de Maio de 2010 e fim no dia 03 de Outubro de 2010.

O objectivo da Reabilitação da Ponte de Santa Margarida incidiu principalmente na melhoria das condições do uso inicial, não existindo qualquer mudança ou modernização estrutural.

A intervenção a nível estrutural teve o objectivo de repô-la em condições de cumprir com segurança as funções para que foi destinada.

No presente relatório irei apresentar a metodologia e tipo de intervenções realizadas na Ponte, descrevendo sucintamente, o tipo de trabalhos de reforço, reabilitação e manutenção executados durante o decorrer da Obra.

A escolha pelo estágio em obra surgiu do pouco ênfase do meu curso na área da construção e gestão de obra. Assim, o meu principal objectivo era melhorar a minha formação nessa área, de modo a compreender as dificuldades sentidas pelos seus executantes.

No decorrer do estágio realizei várias tarefas durante a execução da Obra, nomeadamente os dimensionamentos de Plataformas e Andaimos móveis e os seus procedimentos de realização, elaboração de Planos de Trabalhos, envio de consultas e posteriores adjudicações a diversas Empresas, os boletins de aprovação de materiais bem como as fichas de inspecção e recepção de materiais, os autos de medições mensais das diferentes actividades da Obra, realização das telas finais e outras tarefas.

2 Reabilitação e Reforço da Ponte de Santa Margarida sobre o Rio Sado – EN259 ao km 20+490

2.1 CLASSIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO BUROCRÁTICA DA OBRA

- Classificação da obra em função de:
 - Tipo – Reabilitação e Reforço – Ponte de Santa Margarida sobre o Rio Sado;
 - Natureza – Ponte em viga;
 - Prazo – 150 dias de calendário;
- Data de celebração do contrato: 07/05/2010;
- Entidade Empreendedora – Estado, Obra Pública por empreitada no valor de 510.782,02€ (Quinhentos e dez mil setecentos e oitenta e dois euros e dois cêntimos).

- Tipo de Contrato:

O Processo utilizado na adjudicação foi Empreitada por série de Preços.

O tipo de empreitada por série de preços a empreitada é quando a remuneração ao empreiteiro resulta da aplicação dos preços unitários previstos no contrato para cada espécie de trabalho a realizar às quantidades desses trabalhos executados.

- Fases a que a Obra esteve sujeita:

- Abertura do concurso e apresentação da documentação;
- Qualificação dos concorrentes;
- Análise e apreciação das Propostas;
- Adjudicação;
- Consignação;
- Preparação e Montagem do Estaleiro;
- Execução;
- Recepção provisória

- Relativamente aos intervenientes na obra referenciam-se os seguintes:

- Autor do Projecto – A2P – Estudos e Projectos.

Empresa contratada pela Estradas de Portugal, S.A. para elaboração do Projecto de Reabilitação e Reforço Estrutural. Responsável pelas soluções técnicas e também pela assistência técnica ao projecto durante a execução.

- Dono de Obra – Estradas de Portugal, S.A.

Idealiza o empreendimento e é responsável pela definição dos objectivos e pelo seu financiamento. Tem como responsabilidade a Revisão do projecto, a verificação do cumprimento dos objectivos e prazos, a Coordenação e Fiscalização da obra.

Mantém uma permanente observação e controlo da obra fiscalizando e controlando a correcta execução técnica da mesma. Também observa a correspondência entre trabalhos realizados e pagamentos.

- Empreiteiro – Tecnovia, Sociedade de Empreitadas, S.A.

Entidade responsável pela execução da obra.

Outras Entidades tiveram intervenção são: Administração da Região Hidrográfica, Câmara Municipal de Grândola e de Ferreira do Alentejo.

2.2 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA OBRA E ESTALEIRO DE OBRA

A Ponte de Sta Margarida sobre o Rio Sado é uma estrutura metálica e localiza-se em Portugal Continental, no concelho de Grândola, distrito de Setúbal (figura 1). A mesma encontra-se situada na divisão entre os distritos de Beja e de Setúbal.

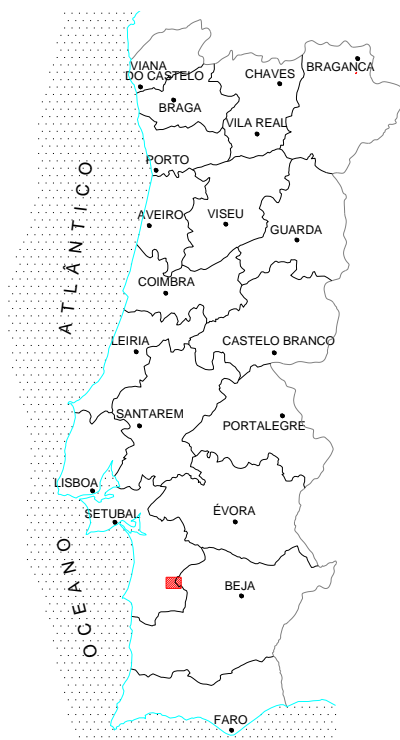


Figura 1: Localização da Ponte de Sta Margarida

A Ponte de Sta Margarida do Sado encontra-se situada a Noroeste da povoação de Santa Margarida do Sado (figura 2), na EN259 ao km 20+490.



Figura 2: Enquadramento da Ponte de Sta Margarida sobre o Rio Sado (Fonte: Google Earth)

Relativamente à localização geográfica do estaleiro de obra e estaleiro social (**Anexo 1**) procura-se minimizar todas as distâncias, sempre que seja necessário a ele recorrer. Estas instalações encontram-se no centro geográfico da obra e o mais junto possível da maior concentração dos trabalhos a realizar. Possui boas acessibilidades para todos os transportes, quer para o interior, quer para o exterior da empreitada, tornando-se desta forma o mais funcional possível.



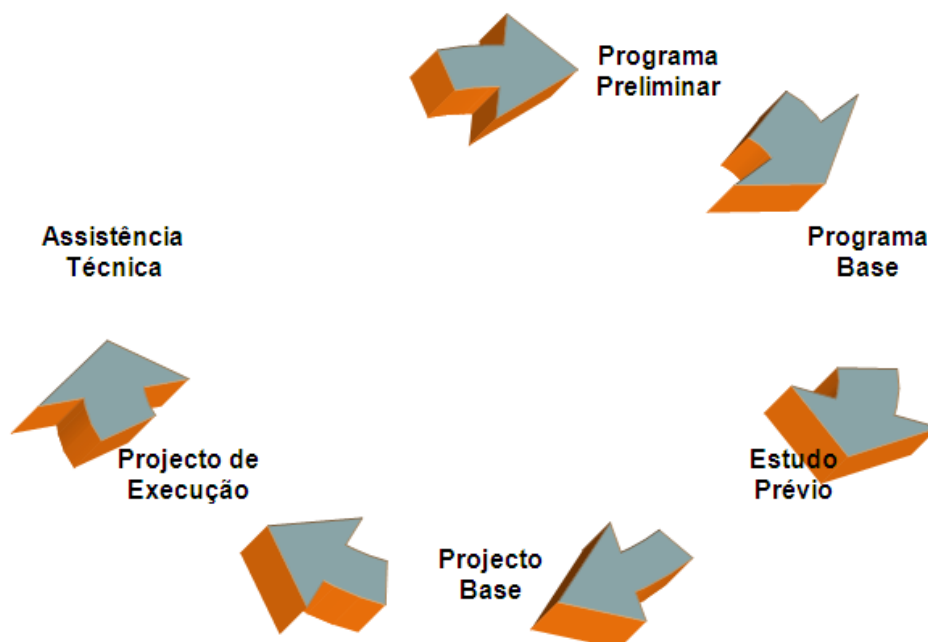
Figura 3: Localização do Estaleiro de Obra e Estaleiro Social

2.3 DESCRIÇÃO E PORMENORES DO PROJECTO

O projecto de reabilitação da Ponte de Santa Margarida sobre o Sado permitiu revalorizar a obra existente, permanecendo a sua capacidade de utilização original.

Como qualquer outro projecto envolve um conjunto determinado de recursos humanos, financeiros e materiais que devem ser otimizados para atingir os objectivos dentro dos prazos estipulados.

O projecto somente estará concluído quando o produto resultante for entregue ao cliente.

Esquema 1: Fases de um Projecto de Engenharia


Programa Preliminar – Documento fornecido pelo dono de obra ao autor do projecto para definição dos objectivos.

Projecto Base – Documento elaborado pelo projectista e verificação da sua viabilidade bem como o estudo de soluções alternativas.

Estudo Prévio – Documento elaborado pelo projectista, depois da aprovação do programa base dando mais importância à concepção geral da obra.

Projecto Base – Documento constituído por peças escritas e peças desenhadas elaborado pelo projectista, apresentando com maior grau de pormenor.

Projecto de Execução – Documento que contem os elementos necessários à realização dos trabalhos. Inclui a memória descritiva e justificativa, bem como os cálculos justificativos das solução adoptadas

Assistência Técnica – Serviços complementares a prestar pelo autor do projecto ao dono da obra durante a execução da obra, para esclarecer dúvidas ou definir alterações.

2.3.1 DESCRIÇÃO DA OBRA

A ponte de Sta Margarida sobre o Rio Sado, na EN259, inaugurada em 1938, é uma super estrutura constituída por dois tramos metálicos simplesmente apoiados com cordas de 50,0 m de comprimento entre eixos de apoios (figura 4). Cada tramo é constituído por duas vigas principais do tipo Pratt, divididas em 8 painéis de 6,25 m, travadas transversalmente por treliças, formando uma estrutura tridimensional com 8,0 m de altura, 5,9 m de largura a eixo dos montantes (figura 5).

A faixa de rodagem tem 5,0 m de largura e está limitada por duas vigas de betão com 0,30 m de largura e 0,15 m de altura acima do pavimento. Os passeios, exteriores às vigas principais, têm 1,0 m de largura e são constituídos por uma chapa estriada apoiados numa estrutura metálica em consola (figura 5).

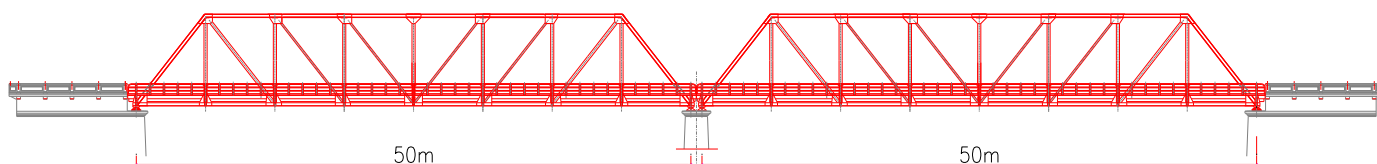


Figura 4: Alçado Longitudinal (Fonte: Estradas de Portugal)

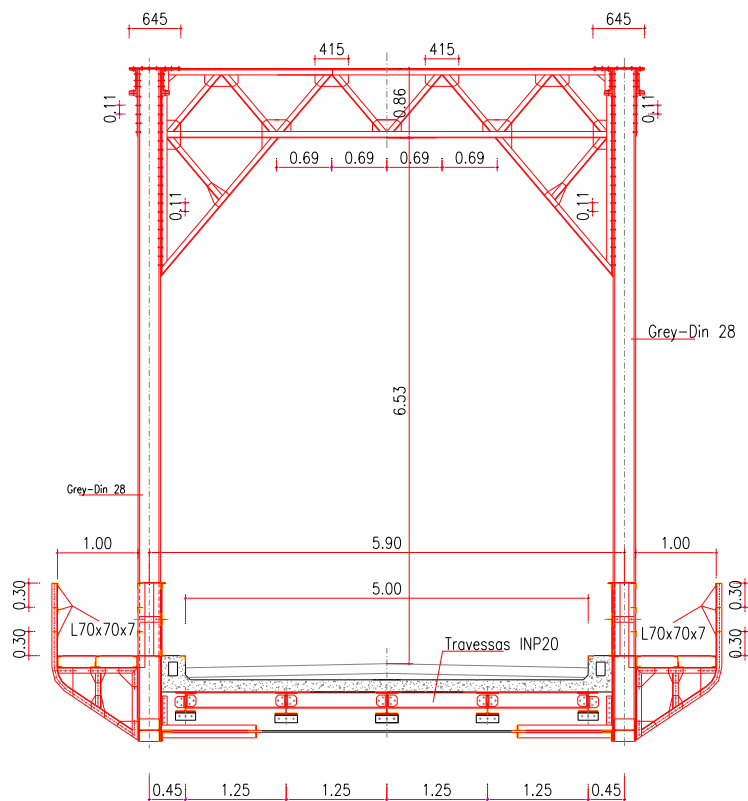


Figura 5: Secção Transversal (Fonte: Estradas de Portugal)

As vigas principais estão ligadas inferiormente por uma grelha de vigas metálicas (figura 6) sobre a qual apoia o pavimento constituído por uma laje de betão armado com 0,21 m de espessura e uma camada de revestimento, também em betão armado, com espessura variável entre 0,10 m junto à berma e 0,15 m no eixo da plataforma.

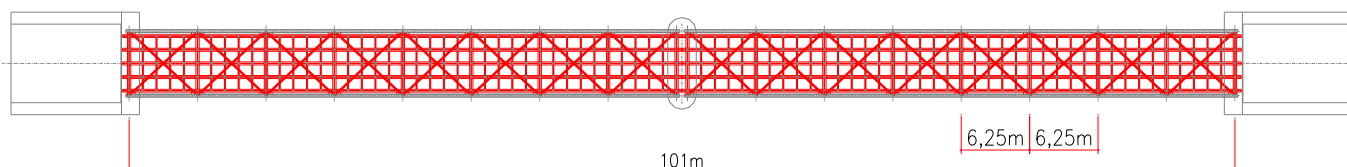


Figura 6: Planta da secção inferior do tabuleiro (Fonte: Estradas de Portugal)

A corda superior das vigas Pratt é constituída por perfis compostos realizados com chapas rebitadas. A corda inferior, montantes e diagonais são constituídos por perfis metálicos laminados HEB e IPN (figura 7).

A grelha inferior é também constituída por perfis laminados. Os contraventamentos superiores e inferiores em cruz são realizados por cantoneiras. Além destes contraventamentos, as vigas principais são ligadas superiormente na direcção transversal por meio de vigas metálicas treliçadas.

As ligações entre todos os elementos dos tramos metálicos são realizadas por meio de rebites.

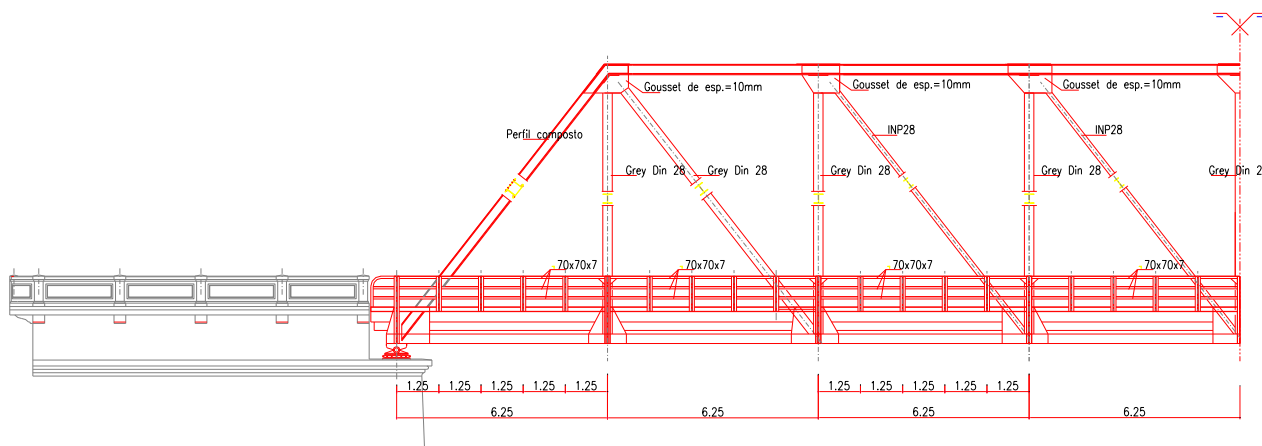


Figura 7: Alçado Longitudinal das treliças (Fonte: Estradas de Portugal)

2.3.2 TRABALHOS DE REABILITAÇÃO E REFORÇO A REALIZAR

No presente capítulo irei apresentar e descrever intervenções de maior relevância da reabilitação e reforço a realizar na Ponte de Santa Margarida do Sado.

Substituição das Chapas Metálicas dos Passeios

As chapas metálicas dos passeios apresentam um grau de corrosão elevado, nomeadamente na sua ligação aos perfis. As novas chapas do passeio serão do tipo “gota” com espessura de 5/7mm, sendo que a ligação das mesmas aos perfis de apoio será efectuada por soldadura. As chapas metálicas a aplicar serão protegidas por galvanização a quente. Todas as zonas de ligação por soldadura serão protegidas por metalização.



Figura 9: Corrosão da chapa metálica do passeio

Figura 8: Empolamento da chapa metálica do passeio



Substituição da Rede Metálica da Guarda Interior dos Passeios

A rede metálica das guardas assim como as barras de fixação apresentam uma degradação significativa por corrosão na zona da ligação à base pelo que terão de ser substituídas. A nova rede a colocar deverá ser constituída por metal distendido L62T2025 galvanizado.

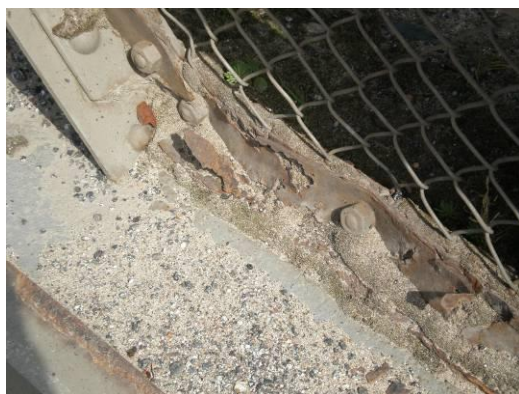


Figura 10: Pormenor da corrosão das cantoneiras de ligação das guardas do passeio

Figura 11: Rede metálica da Guarda Interior



Reparação e Protecção da Face Inferior da Laje do Tabuleiro e Guarda Corpos de betão

A face inferior da laje do tabuleiro em betão armado e os guarda-corpos de betão apresentam uma deterioração significativa por corrosão das armaduras. Deste modo procedemos à reparação de todas as zonas do tabuleiro e dos guarda-corpos com betão delaminado, destacado ou fendilhado por acção da corrosão. Esta anomalia deve-se, essencialmente à falta de espessura da camada de recobrimento.

Após a remoção do betão e substituição por uma argamassa de reparação, aplicamos o sistema de protecção, que consiste numa pintura com base em resinas acrílicas com uma espessura não inferior a 180 μm .



Figura 12: Corrosão da secção inferior da laje do tabuleiro

Figura 13: Delaminação do betão dos guarda corpos dos encontros



Introdução de Juntas de Dilatação dos Encontros e Substituição dos cobre juntas

Serão introduzidas juntas de dilatação em neoprene reforçado com chapas metálicas.

Para realizar esta intervenção é necessário proceder à alteração do troço superior da nervura de betão do espelho dos encontros de modo a acomodar as juntas de dilatação.



Figura 14: Inexistência de juntas de dilatação

Figura 15: Cobres juntas bastante danificados e corroídos



Introdução de batentes de neopreme e reforço do pilar

O reforço da Ponte à acção sísmica consistiu na introdução de batentes longitudinais em neopreme entre as cordas inferiores das vigas principais e o espelho dos encontros, com o objectivo de limitar o deslocamento longitudinal da obra sob a acção sísmica. O pilar central também foi alvo de reforço, que consistiu na execução de uma cinta de betão no estribo de modo a absorver e transmitir, de forma uniforme pelo pilar as forças horizontais associadas à acção sísmica transmitidas pelos aparelhos de apoio.



Figura 16: Pilar central em pedra



Figura 17: Cordas inferiores das vigas principais sem batentes nos encontros

Demolição, impermeabilização e pavimentação do tabuleiro

O pavimento da ponte apresentava grande desgaste, sobretudo fendilhado, em torno de cada uma das nove juntas, existentes, sendo evidentes as zonas com o betão exposto.

Nesses mesmos locais, observa-se a existência de remendos, executados em betume asfáltico.

Neste trabalho será realizada a impermeabilização da laje de betão do tabuleiro e pavimentação. Para o efeito procedemos à demolição da camada de betão de revestimento e substituição por um novo pavimento de betuminoso constituído por uma camada de regularização de 3,5 cm e 5,0 cm de camada de desgaste.



Figura 18: Betão do pavimento obstruído com asfalto

Figura 19: Fendas e quebras na junta de dilatação



Substituição de Perfis e Chapas Metálicas Danificadas ou Degradadas

À excepção da cantoneira de abas iguais dos passeios e das barras rectangulares das guardas interiores dos passeios não foram observados perfis e chapas metálicas com danos ou degradação significativa.

Estes elementos que apresentavam elevada corrosão foram substituídos por elementos novos com a respectiva preparação de superfície e protecção.



Figura 20: Barra de fixação da rede metálica



Figura 21: Corrosão generalizada da cantoneira de apoio à chapa metálica do passeio

Reabilitação da Viga-Lancil

As armaduras da secção inferior das vigas-lancil do tabuleiro em betão armado apresentavam-se fortemente corroídas, com perda de secção e com a armadura bastante exposta.

Era possível visionar alguns dos varões aço longitudinais, no entanto não era visível a armadura transversal. Mais uma vez é bastante notório a falta de recobrimento nesta zona das vigas-lancil.



Figura 22: Armadura da Viga-Lancil fortemente corroída



Figura 23: Superfície da Viga-Lancil bastante degradada

Protecção da Estrutura Metálica

O sistema de protecção da estrutura metálica apresenta-se muito degradado em algumas zonas pelo que se torna necessário proceder à sua substituição nesses locais. Localmente é necessário efectuar a decapagem dos elementos metálicos com jacto abrasivo e executar um novo sistema de pintura.

Nas restantes superfícies e uma vez que o sistema não apresenta degradação significativa deverá proceder-se ao reforço da pintura existente, sem necessidade de efectuar a sua remoção, após adequada preparação da superfície. Estes trabalhos foram complementados com a selagem com mástique de poliuretano de todas as juntas de justaposição de chapas metálicas de modo a evitar a entrada de humidade para as interfaces de ligação das chapas.

Figura 24: Inexistência de mástique nas justas das chapas



Figura 25: Corrosão nas consolas de apoio das chapas do passeio

Reforço das Ligações das Diagonais, Montantes e Carlingas

Os reforços a realizar na estrutura consiste principalmente no reforço com rebites de $\varnothing 16$ a $\varnothing 19$ das diagonais e montantes principais. Os rebites serão executados no intervalo dos rebites existentes, quando a distância entre eles permite cumprir o espaçamento mínimo. Quando não é possível cumprir o espaçamento mínimo é necessário proceder a um desenvolvimento por meio de chapas laterais soldadas aos “goussets” para posteriormente reforçar com os rebites.

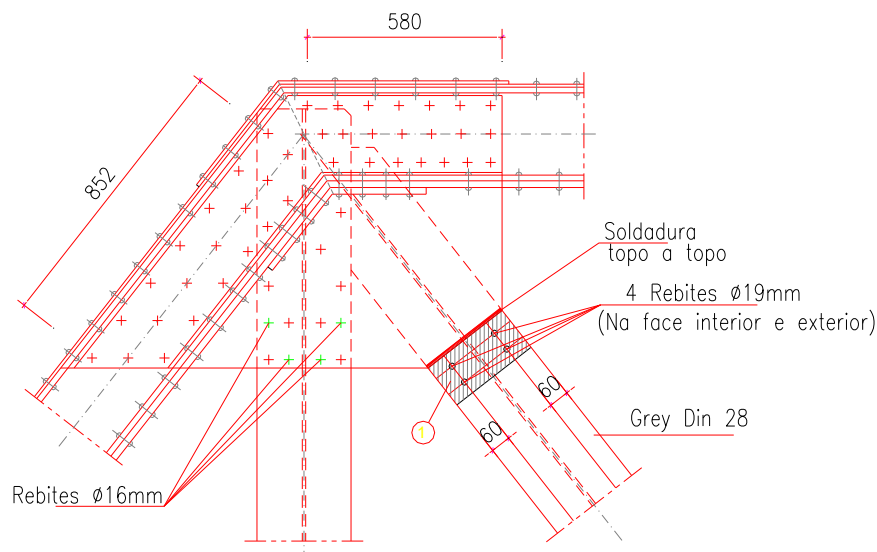


Figura 26: Reforço das ligações superiores do 1º Montante (Fonte: Estradas de Portugal)

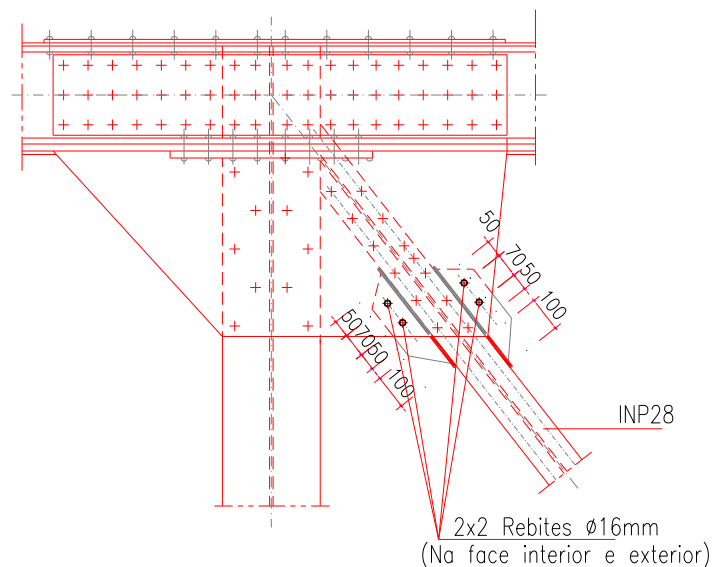


Figura 27: Reforço das ligações superiores das diagonais do 3º Módulo (Fonte: Estradas de Portugal)

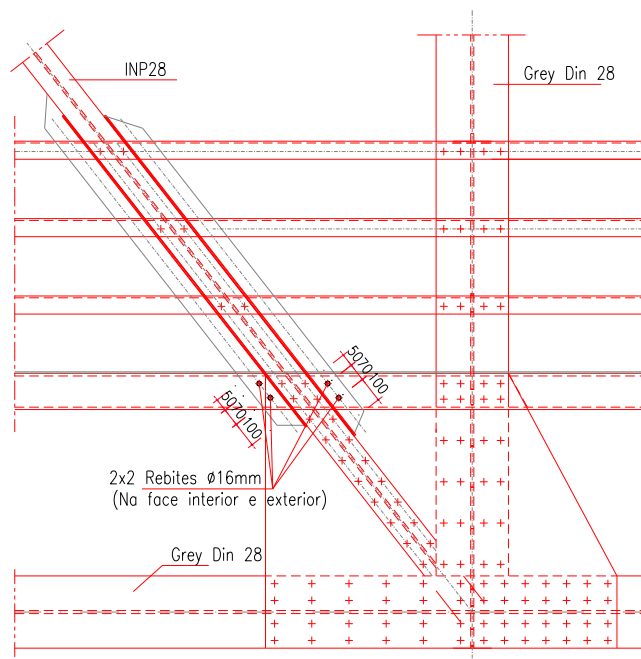


Figura 28: Reforço das ligações inferiores das diagonais do 3º Módulo (Fonte: Estradas de Portugal)

Relativamente ao reforço das ligações das carlingas aos montantes das vigas, optou-se por proceder ao reforço através de soldadura com um cordão.

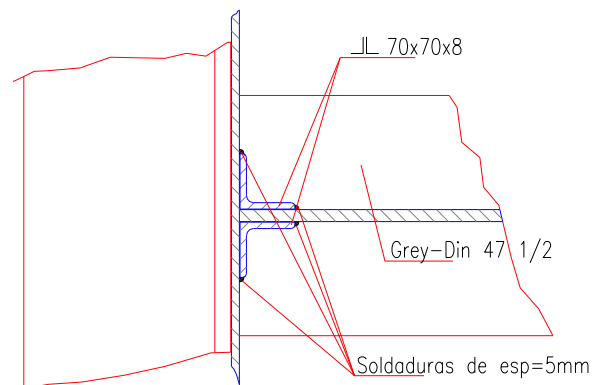


Figura 29: Reforço das ligações das carlingas (Fonte: Estradas de Portugal)

2.4 ORGANIZAÇÃO E PLANEAMENTO DA OBRA

2.4.1 PLANOS DE TRABALHOS

Os planos de trabalhos realizados para a obra destinam-se, com respeito pelo prazo de execução da obra, à fixação da sequência e dos prazos parciais para a execução de cada uma das espécies de trabalhos previstas, bem como a especificação dos meios propostos para a execução dos trabalhos.

No **Anexo 2** e de acordo com o Código dos Contratos Públicos (artº 361) poderá observar-se o Plano de Trabalho ajustado à data de consignação da obra e também o Plano de Trabalho alterado, que foram realizados para a obra.

No decorrer da obra as cargas de mão-de-obra, ou seja, o número e a composição das diferentes equipas necessárias para a realização das actividades ao ritmo programado, bem como as tarefas a realizar foram ajustadas a cada semana de acordo com o Plano de Trabalhos alterado, para que os prazos previstos sejam cumpridos. Desta forma foram realizados planos de trabalhos semanais e quinzenais que podem ser observados no **Anexo 3**.

2.4.2 MÃO-DE-OBRA

Os Planos de Mão-de-obra (**Anexo 4**) apresentam a distribuição e carga de pessoal ao longo do tempo de execução dos trabalhos, identificando o conjunto de recursos humanos por categoria profissional, por tipo de actividade em obra e por tarefa, todos correlacionados com o plano de trabalhos e de acordo com as equipas.

Os meios humanos serão constituídos por quadros superiores, técnicos e mão-de-obra especializada da empresa, que enquadrarão a restante mão-de-obra recrutada localmente e reforçada sempre que o ritmo dos trabalhos assim o justifique.

A mão-de-obra utilizada nesta obra engloba as seguintes categorias profissionais:

Tabela 1: Quadros de Mão-de-Obra e Quadros Técnicos

Quadro Mão-de-obra	Quadro Técnico
<ul style="list-style-type: none">• Pedreiros• Serventes• Carpinteiros• Armadores de ferro• Soldadores• Serralheiros• Pintores• Condutores/Manobradores	<ul style="list-style-type: none">• Engenheiro / Director de Obra• Engenheiro / Director Técnico• Encarregado Geral• Administrativo• Técnico de Segurança• Técnico de Ambiente• Técnico de Qualidade• Desenhador

2.4.3 MATERIAIS UTILIZADOS EM OBRA

No que diz respeito aos materiais a aplicar na obra foram, utilizados vários materiais, os quais estão identificados com fotografias junto dos próprios locais em obra. De entre eles, destacam-se três categorias:

- Elementos estruturais (betão, aço, madeiras, argamassas, perfis laminados, parafusos);
- Material de cofragem tradicional;
- Sistemas de protecção de superfície e impermeabilização;
- Outros Materiais.

Elementos Estruturais



Figura 30: Blocos de betão 20x20x50cm



Figura 31: Areia e Brita



Figura 32: Argamassas de reparação Sika Monotop



Figura 33: Espaçadores de betão feitos em obra



Figura 34: Argamassa de elevada resistência
Sika Grout 218



Figura 35: Chapa de aço galvanizada tipo
“gota” de 5/7mm

Figura 36: Varões de aço A500 NR, Ø entre 12
a 35mm



Figura 37: Parafusos e Porcas M16 para
fixação das barras dos passeios

Figura 38: Areia seca para decapagem



Material de Cofragem tradicional



Figura 39: Tábuas de solho para execução de gabarites

Figura 40: Painel de contraplacado marítimo de 21mm



Figura 41: Viga H20 da Doka para apoio do contraplacado

Sistemas de protecção de superfície e impermeabilização



Figura 42: Emulsão betuminosa de impermeabilização Proalastic

Figura 43: Rolo de fibra de vidro com geotextil Glasphat GS





Figura 44: Revestimento de aderência / protecção de armaduras Sika Monotop 910

Figura 45: Tintas para aplicação do sistema de protecção na estrutura da Cin



Outros materiais



Figura 46: Caixas sumidouras com tubo de queda

2.4.4 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS EM OBRA

Relativamente ao equipamento utilizado em obra, os mesmos podem ser identificados nas figuras seguintes. Os equipamentos de protecção colectiva quer individual, que estarão inseridos no capítulo da higiene e segurança em obra.

Os Planos de Equipamento (**Anexo 5**) apresentam-se elaborados com indicação da carga por todos os tipos de equipamentos considerados e por actividade de afectação. Estabelecem também todas as relações com as equipas dimensionadas no plano de trabalhos e memória descritiva e indicam as mobilizações em frente operacional.



Figura 47: Empilhador multifunções JCB 540



Figura 48: Bobcat com fresadora e vassoura mecânica



Figura 49: Miniescavadora com martelo hidráulico Volvo EC25

Figura 50: Camião-Grua de 4 eixos



Figura 51: Bomba de Betão

Figura 52: Giratória Volvo EC290 com balde britador





Figura 53: Compressor 5m³ Atlas Copco XAS90



Figura 54: Gerador Diesel de 30 kva STET



Figura 55: Serra eléctrica para pavimento de betão

Figura 56: Equipamento de lavagem a alta pressão



Figura 57: Equipamento de decapagem

Figura 58: Forja a gás





Figura 59: Fresadora de base magnética Magpro

Figura 60: Martelo pneumático Chicago Pneumatics



3 Trabalhos e actividades realizadas durante a Obra

3.1 MONTAGEM DE PLATAFORMAS MÓVEIS, PLATAFORMA FIXA E ANDAIMES MÓVEIS

Durante a fase de preparação de obra identificaram-se vários condicionalismos existentes no local e no meio envolvente, nomeadamente:

- A face inferior do tabuleiro situa-se a 10 metros do nível da água e solo;
- O vão do lado de Grândola encontra-se em toda a sua extensão sobre o Rio Sado;
- Obra situada numa estrada em utilização que apresenta uma elevada intensidade de trânsito de viaturas ligeiras e pesadas;
- A faixas rodoviárias apresentam uma largura de 2,5m.

Tendo em conta estes condicionalismos foi necessário a instalação de estruturas auxiliares que permitissem o contacto directo com elementos da obra fora do alcance dos trabalhadores.

Nos anexos 6 a 7 apresento o projecto da plataforma móvel e das suas consolas de apoio, devidamente acompanhados com as peças desenhadas, peças escritas, bem como os procedimentos de realização necessários à montagem e movimentação/utilização da plataforma móvel. Estas estruturas foram projectadas tendo em conta os princípios de estabilidade e segurança, calculados de acordo com a NP ENV 1993-1-1 (Eurocode 3 parte 1.1) e RSA.

No Anexo 8 apresento as peças desenhadas do andaime móvel e os procedimentos de realização da montagem, desmontagem e movimentação dos andaimes.

Um dos objectivos principais da obra consistiu na segurança de todos os utentes da obra bem como os utilizadores da via de comunicação e população da área circundante.



Figura 61: Plataforma móvel para acesso à face inferior e lateral do tabuleiro



Figura 62: Plataforma fixa de acesso ao pilar



Figura 63: Andaime de serviço para acesso aos encontros

Figura 64: Andaime móvel interior de acesso à estrutura metálica



3.2 SUBSTITUIÇÃO E REFORÇOS DA ESTRUTURA METÁLICA

À excepção dos passeios e das guardas interiores dos passeios não se verificaram perfis e chapas metálicas com danos ou degradação significativa.

A estrutura é composta, em geral por perfilados de aço macio, soldados entre si e a "goussets" de forma a assegurar a distribuição de esforços pelas barras previstas no respectivo cálculo de estabilidade.

Nos reforços estruturais constituídos por perfis laminados e chapas metálicas, foi aplicado um aço macio S235JR *¹.

Durante execução deste trabalho foram realizados diversos sistemas de ligação, nomeadamente ligações por soldadura, ligações aparafusadas e por fim ligações rebitadas. A execução das várias ligações obedeceu à norma ENV 1993 1-1 (Eurocode 3 – Part 1.1).

Nos pontos seguintes irei descrever os procedimentos realizados na substituição e reforço da estrutura.

3.2.1 SUBSTITUIÇÃO DAS BARRAS NAS GUARDAS INTERIORES DO PASSEIO

Como referido anteriormente as barras metálicas das guardas do passeio apresentavam-se bastante danificadas e degradadas. Deste modo procedemos à substituição de todas as barras de fixação da rede das guardas interiores, bem como dos seus elementos de ligação. As barras metálicas são rectangulares de secção 60mm x 6mm e os elementos de ligação são parafusos M16 com diferentes comprimentos.

Devido ao elevado número de parafusos e barras foi necessário realizar um levantamento de todas as distâncias dos furos nas respectivas barras e os seus comprimentos, que apresento no **Anexo 9**.

*¹ Significado das designações correspondem a: S significa "steel", 235 é o valor nominal da tensão de cedência do aço e o JR representa um indicador do grau de fragilidade do material.



Figura 65: Bancada para realização dos furos nas barras metálicas

Após a realização dos furos, foi necessário finalizar o sistema de protecção. As barras metálicas já tinham sido preparadas na oficina, faltando apenas aplicar a camada de intermédio e a camada de acabamento.



Figura 67: Barras rectangulares 60x6mm furadas com pintura de acabamento

Figura 66: Bancada para aplicação do sistema de protecção



As barras metálicas têm como principal função a fixação da rede de metal distendido. Rede esta que realiza a separação física entre a passagem pedonal e a faixa rodoviária.

Figura 68: Rede de metal distendido L62T2025 galvanizada





Figura 69: Aspecto final da guarda interior do passeio

3.2.2 REFORÇOS SUPERIORES E INFERIORES DAS DIAGONAIS E MONTANTES

Os reforços das diagonais e montantes foram realizados através da introdução chapas de aço de espessura compreendida entre os 12mm e 15mm e a sua ligação à estrutura metálica foi realizada por cordões de soldadura e ligações rebitadas, obedecendo sempre à norma ENV 1993 1-1 (Eurocode 3 – Part 1.1).

Após a verificação e confirmação em obra das medidas dos diferentes reforços, conforme o projecto, foi enviada a preparação para a oficina e posterior realização dos cortes por oxicorte*¹.

De referir que todos os elementos de reforço da estrutura foram decapados e pintados antes da montagem e posteriormente as zonas das soldaduras foram retocadas com pintura anticorrosiva, o mesmo se fazendo a todas as zonas danificadas durante o transporte e montagem dos elementos. A camada de acabamento final foi aplicada em obra.

*¹ Este método consiste na ruptura do material através da erosão térmica, em que o objeto metálico, após ser aquecido, é submetido a um jato de oxigênio, causando sua oxidação.

Soldadura

As soldaduras foram todas executadas por soldadores devidamente qualificados e procuramos sempre realizar cordões sem defeitos prejudiciais e com dimensões e contornos adequados.

As superfícies só foram soldadas após se encontrarem completamente secas e bem limpas, imediatamente antes da soldadura, eliminando escórias, ferrugem e óleos que se encontravam na superfície. Foram utilizados eléctrodos básicos que se encontravam-se igualmente secos.



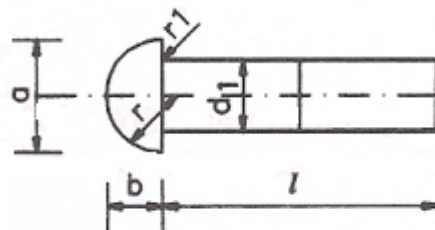
Figura 70: Aspecto visual da soldadura do reforço inferior ao perfil da diagonal



Figura 71: Aspecto final da soldadura no reforço inferior na diagonal após limpeza e aplicação da protecção anticorrosiva

Furação e Rebitagem

Os furos foram abertos por brocagem sendo sempre cumpridos os diâmetros regulamentares dos furos para a posterior execução dos rebites. Foram utilizados rebites sólidos de aço com cabeça esférica e diâmetros respectivos de 16mm e 19mm. Nas figuras abaixo é possível verificar as dimensões dos rebites, bem como os diâmetros dos furos que foram realizados.



Diâmetro do rebite d_1 mm	Diâmetro do furo d (mm)		Rebites de cabeça esférica (NP 193)					Rebites de cabeça contra-punçoada abaulada e plana					
	Brocado ou mandrilado	Punçoado (saca-bocados)	Dimensões da cabeça				Comprimentos / máximo e mínimo normais	Massa de 1000 cabeças kg	Dimensões da cabeça				Comprimentos / máximo e mínimo normais mm
			a	b	r	r_1			a	b	1	α°	
10	11	11	17	6,5	9	0,5	16 a 50	6,9	16	5	1,5	60°	16 a 50
11	12	12,5	19	7	10	0,5	20 a 63	9,2	17	5,5	2	60°	20 a 63
13	14	14,5	21	8	11	0,6	24 a 80	13,0	20	6	2	60°	24 a 80
16	17	17,5	25	10	13	0,8	28 a 100	23,4	26,5	9	3	60°	28 a 100
19	20,5	21	30	12	16	1,0	32 a 120	40,4	33	12	3,5	60°	32 a 100
22	24	24,5	35	14	18	1,0	36 a 140	64,3	35,5	16	4	45°	36 a 100
25	27	27,5	40	16	21	1,2	40 a 160	96,0	40,5	18,5	4	45°	40 a 100
28	30	30,5	45	18	23	1,2	45 a 180	135,8	46	21,5	4	45°	45 a 100
32	34	34,5	50	20	26	1,6	50 a 200	187,6	53,5	26	4	45°	50 a 100

Figura 72: Diâmetros e dimensões dos rebites (Fonte: Tabelas Técnicas)



Figura 74: Aspecto final da furação realizada no perfil da diagonal

Figura 73: Realização da furação nos banzos do perfil da diagonal



A ligação por rebites trata-se da forma de ligação mais antiga usada nas estruturas metálicas, sendo hoje em dia pouco utilizada. Antes da sua instalação o rebite é constituído por uma cabeça e pela cavilha.

Os rebites apresentam vantagens a nível económico, são de rápida execução e a zona rebitada fica selada permanentemente. Porém a sua colocação provoca demasiado ruído, e se um rebite for mal colocado a sua remoção é demorada e difícil.

Existem diversas maneiras de fixar o rebite, neste caso o instalador inicia o processo com a colocação do rebite na forja de gás, esperando o tempo suficiente para o aquecimento ao rubro do mesmo (temperatura entre os 900°C e 1200°C).



Figura 75: Forja a gás

Após o seu aquecimento o rebite é retirado da forja e colocado no orifício perfurado, sendo logo de seguida colocado o fuso de reacção ou também designado por fixador, contra a cabeça existente. Este fixador permite um correcto alinhamento da cavilha com o orifício. O fixador é composto por um fuso que permite a regulação em altura e por um bloco metálico sólido, especialmente moldado para a cabeça do rebite, garantindo um encaixe perfeito.



Figura 76: Fixador mecânico

Uma vez fixado o rebite deu-se inicio ao processo de moldagem da segunda cabeça.

Para o efeito foi usado um martelo pneumático com um acessório formado por uma peça de metal sólido, em que através das pancadas impostas pelo martelo faz com que a cavilha preencha por completo o orifício e a sua extremidade deforma-se até obter a forma da cabeça. Todo este processo de transformação é obtido através da pressão das pancadas do martelo.



Figura 77: Adaptador de metal sólido para formar as cabeças dos rebites

Uma vez instalado, o rebite apresenta uma cabeça em cada extremidade, que pode segurar a tensão de carga, paralela ao eixo da cavilha. No **Anexo 10** é possível visionar alguns vídeos que demonstram todos os passos referidos anteriormente.



Figura 78: Aspecto final das cabeças dos rebites após a sua instalação

Figura 79: Aspecto final dos rebites após aplicação do sistema de protecção



3.2.3 REFORÇO DA LIGAÇÃO DAS CARLINGAS AOS MONTANTES

O reforço das carlingas aos montantes foi realizado unicamente por soldadura, sem a adição de qualquer elemento estrutural.

Trata-se de uma soldadura de ângulo a realizar numa ligação com sobreposição. O cordão realizado foi contínuo e tentou-se prolongar as extremidades o melhor possível, sem redução de secção e contornando os cantos, pois a ligação era de difícil acesso.



Figura 80: Aspecto da ligação da carlinga ao montante da viga principal

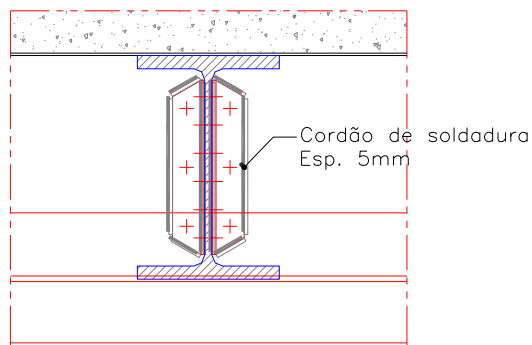
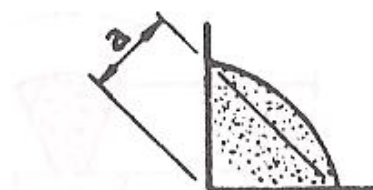


Figura 81: Pormenor do cordão de soldadura a realizar



Figura 82: Aspecto da superfície após limpeza e preparação



a — espessura do cordão

Figura 83: Espessura do cordão (Fonte: Tabela Técnicas)

A medição e o controlo da espessura do cordão foi realizada conforme indicado na figura 83. Este devia apresentar uma espessura mínima de 5mm e nunca ultrapassar 0,7 vezes a menor espessura do elemento a ligar, neste caso 7mm.



Figura 84: Aspecto final do cordão de soldadura

Ensaio às soldaduras

Após a realização das soldaduras realizou-se o controlo das mesmas por inspecção visual com avaliação dos calibres dos cordões da soldadura e da sua perfeição quanto à geometria e acabamento.

As soldaduras foram ainda controladas por líquidos penetrantes no sentido de se detectarem fissuras. Este ensaio não destrutivo tem como objectivo detectar e descrever defeitos com vista a determinar a sua natureza, tamanho e localização, avaliando a sua admissibilidade para a aplicação que se pretende.

A inspecção por líquidos penetrantes foi realizada utilizando um líquido corante capaz de evidenciar através da sua cor e fluorescência a existência de falhas superficiais.

A técnica é baseada na absorção de um líquido por capilaridade, pelas falhas de um material. Algum tempo depois de se espalhar o líquido sobre a superfície a inspeccionar o excesso do mesmo foi removido e em seguida, foi aplicado um revelador que tem a capacidade de puxar o líquido para fora das falhas revelando assim a presença das mesmas. As condições de luz foram apropriadas e a superfície do material foi limpa cuidadosamente no início do ensaio.

Figura 85: Conjunto de líquidos de limpeza, penetrantes e revelador



Figura 87: Limpeza do excesso de líquido penetrante

Figura 86: Aplicação do líquido penetrante corante





Figura 88: Aplicação do líquido revelador

No **Anexo 11** é possível verificar que todas as soldaduras ensaiadas foram aceites e não se detectaram defeitos ou indicações de registo.

3.3 REABILITAÇÃO E REPARAÇÃO DAS ZONAS COM CORROSÃO DE ARMADURAS E BETÃO DETERIORADO

Colocação do reservatório com água

Neste tipo de actividades a água é um elemento fundamental para a execução do trabalho. Para a limpeza e preparação da superfície do betão através do jacto de água a média/alta pressão. Foi realizada uma ligação do estaleiro de obra directamente para a obra, para a limpeza dos equipamentos dos pedreiros e para a preparação das argamassas de reparações foram colocados juntos dos encontros da obra de arte, dois reservatórios de água, que permitirão a distribuição e fornecimento de água

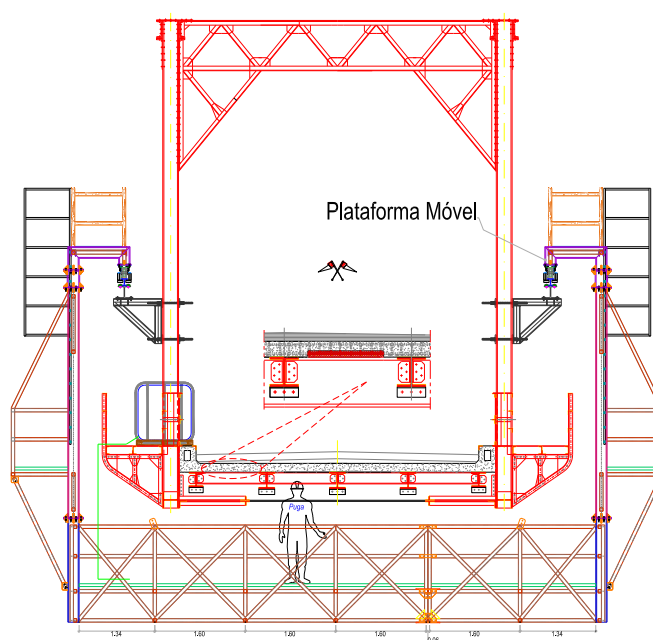


Figura 89: Localização do reservatório e das zonas de reparação

Corte, remoção e preparação do betão

Depois de identificadas as zonas a reparar iniciou-se os trabalhos de corte do betão degradado até uma profundidade de pelo menos 15 mm. Os cortes foram realizados ao longo de todo o seu contorno e sempre perpendiculares à superfície do betão. Após o corte procedeu-se à remoção do betão, efectuado com recurso a martelo ligeiro ou jacto de água de alta pressão. Durante este processo de corte e remoção do betão a superfície final terá que ser preparada de forma a criar boas condições para a ligação da argamassa de reparação.

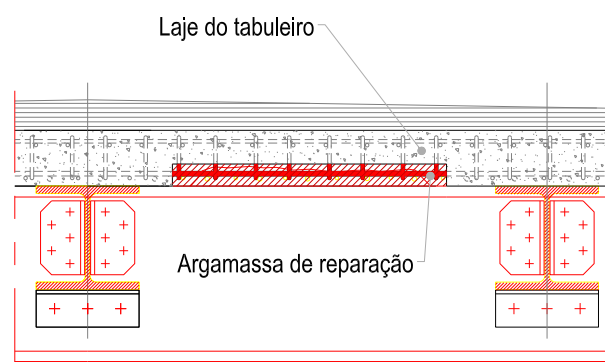


Figura 90: Pormenor da zona de reparação da face inferior do tabuleiro (Fonte: Estradas de Portugal)



Figura 91: Demolição do betão deteriorado após o corte com disco diamantado

Figura 92: Pormenor da zona de reparação dos Guarda-Corpos de betão (Fonte: Estradas de Portugal)

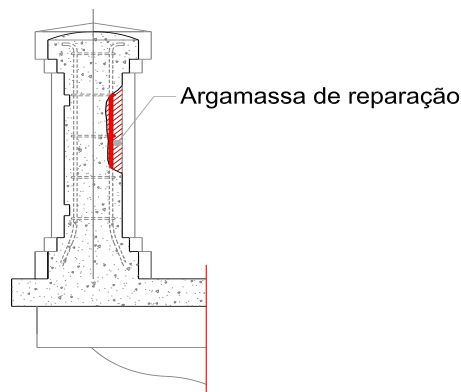




Figura 93: Aspecto final após o corte e remoção do betão deteriorado

Limpeza das armaduras e aplicação da protecção

Para os elementos de betão com delaminação, fendilhação paralela ao desenvolvimento das armaduras e colorações que indicassem um estado avançado de corrosão ou sempre que as armaduras se encontravam expostas no decorrer de um tratamento de uma superfície de betão, procedeu-se da seguinte forma:

- Limpeza da superfície do varão até que sejam removidos todos os produtos de corrosão, através de um método abrasivo (escova de arame);
- Limpeza com jacto de ar comprimido removendo as poeiras e partículas soltas;
- No caso da secção do varão se encontrar reduzida em mais de 30%, proceder à sua substituição através da adição de um novo varão;
- No caso da secção do varão se encontrar reduzida em mais de 10% e menos de 30%, a secção do varão pode ser complementada por um novo varão de forma a repor a área inicial sendo a sua amarração realizada por comprimento de amarração.
- As armaduras serão protegidas localmente pelo produto Sika Monotop 910. Trata-se de um revestimento de aderência e protecção de armaduras.



Figura 94: Aplicação do Sika Monotop 910 nos Guarda-Corpos de betão



Figura 95: Aspecto final da protecção na face inferior do tabuleiro

Aplicação da argamassa de reparação do betão

O betão removido foi substituído por uma argamassa de reparação, neste caso foi o Sika Monotop 612. Trata-se de uma argamassa de reparação monocomponente à base de cimento com resinas sintéticas e reforçada com fibras.

A aplicação da argamassa foi manual, sendo realizada á talocha e aplicando-se sucessivamente duas ou três camadas com espessuras inferiores a 20 mm. Cada camada foi aplicada imediatamente após o endurecimento da anterior, sendo previamente saturada com água.

O acabamento realizou-se com uma esponja humedecida, talocha de poliestireno expandido, a partir do momento em que se iniciou a presa da argamassa.



Figura 96: Aplicação manual do Sika Monotop 612 nos Guarda-Corpos

Figura 97: Aspecto da argamassa antes do acabamento final





Figura 98: Aspecto da argamassa após acabamento final

3.4 REFORÇO DO ESTRIBO DO PILAR

Execução dos conectores de ligação do encamisamento de betão ao pilar

A execução dos conectores foi realizada de acordo com a seguinte metodologia:

- Realização da furação do betão por brocagem com diâmetro, profundidade e inclinação definida nos desenhos de projecto;
- Limpeza do furo com ar comprimido seguida de escovagem de forma a remover o pó de betão aderente à superfície do furo e novamente limpeza com ar comprimido. Estas operações foram repetidas até não existirem indícios de contaminação da parede do furo com pó de betão.
- Humedecimento da superfície de betão das paredes do furo
- Colocação da calda de cimento no furo e posterior colocação do varão conector, garantido que todo o furo fica preenchido com a calda de selagem.

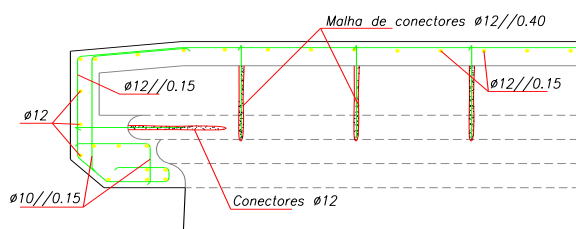


Figura 100: Conectores de Ø12 no estribo do pilar

Figura 99: Pormenor dos conectores de Ø12 (Fonte: Estradas de Portugal)





Figura 101: Amarração dos conectores à armadura de aço

Preparação da superfície da pedra do pilar

A preparação e limpeza da superfície foi realizada com jacto de água a elevada pressão de forma a eliminar todas as substâncias prejudiciais, tais como: partículas em desagregação, poeiras, leitada de cimento, pinturas, gorduras, até que a superfície fique limpa e homogénea.

Aplicação da armadura de aço

Os varões de aço utilizados em obra foram: A500NR^{*1}, com diâmetros (Ø10, Ø 12 e Ø20). Também se utilizou arame de aço recosido para atar estribos e cintas às armaduras principais.

Os varões de aço vieram devidamente preparados e dobrados, cuja preparação apresento no **Anexo 12**, sendo colocados em local próprio no estaleiro da obra.

Durante a aplicação do aço teve-se sempre em conta os recobrimentos mínimos e os valores dos comprimentos de amarração. Para tal, cumpria-se sempre o REBAP no seu capítulo X, recobrimentos mínimos (art.º 78), aderência com o betão (art.º 80) e amarrações (art.º 81). É de elevada importância o cumprimento de todos estes artigos, pois o seu incumprimento poderá conduzir a danos irreparáveis na estrutura, incluindo a fissuração do betão.

^{*1} Significado das designações correspondem a: 500 é tensão de cedência do aço, de 500 Mpa, “N” indica-nos que o seu processo de fabrico, natural neste caso, não sofrendo qualquer processo de endurecimento, “R” indica que a superfície é rugosa

Para cumprir os recobrimentos das armaduras, foram instalados espaçadores de betão fabricados em obra.



Figura 102: Amarração dos estribos à armadura longitudinal

Figura 103: Armadura longitudinal e transversal do reforço do pilar



Figura 104: Espaçadores de betão para garantir o recobrimento desejado

Aplicação da cofragem

A cofragem, também designada por molde, é um material construtivo utilizado para que materiais como o betão armado adquiram a forma desejada numa determinada estrutura. As cofragens são normalmente constituídas por placas de madeira ou de plástico, embora sejam também comuns as metálicas.

No reforço do pilar foi utilizada cofragem tradicional, seguindo sempre as características gerais dos moldes apresentadas no REBAP (artº 152). Este artigo estabelece os procedimentos e condições gerais para a correcta concepção e aplicação dos moldes de cofragem.

A utilização da madeira como material de cofragem revelou ser o processo mais versátil e eficaz para dar forma ao betão. Pois a geometria do pilar apresenta superfícies circulares difíceis de conceber em cofragem metálica.

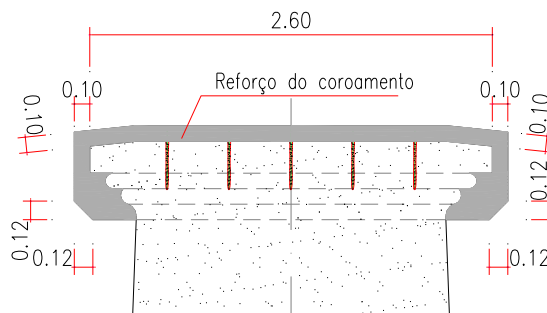


Figura 105: Geometria do reforço do pilar

Para realizar um correcto posicionamento dos painéis da cofragem foram utilizados barrotes de madeira na execução do cavalete de apoio e nos escoramentos laterais.



Figura 106: Execução do cavalete de apoio da cofragem

Figura 107: Aplicação do molde inferior em painéis de contraplacado marítimo

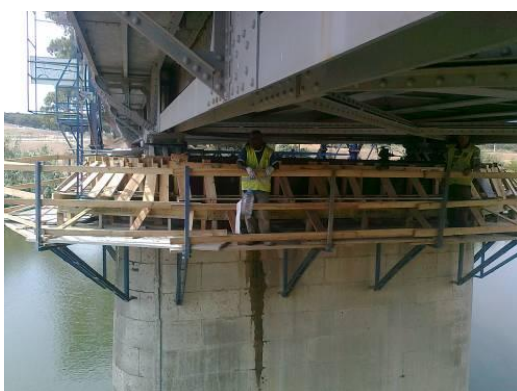


Figura 108: Aspecto final da cofragem

Aplicação do betão

O betão é um material constituído pela mistura, devidamente proporcionada, de inertes com um ligante hidráulico, água e adjuvantes.

A coesão e resistência do produto final é conferida essencialmente pela propriedade do ligante que, misturado com a água, endurece, permitindo a aglomeração de materiais inertes, tais como areias, godos, pedra britada, etc.

O betão utilizado para a execução do reforço do pilar foi o C30/37, sendo o mesmo especificado no projecto de estabilidade de acordo com as especificações indicadas a seguir:

- NP EN 206-1 C30/37 D15 XC4 CI 0,4 S3 (Pt)

Tabela 2: Tabela de pormenor do betão utilizado

NP EN 206-1	Referência à Norma
C30/37	Classe de resistência à compressão do betão
D15	Máxima dimensão do agregado
XC4	Classe de exposição ambiental (Climaticamente húmido e seco)
CI 0,4 ^(*1)	Classe do teor de cloretos
S3 ^(*2)	Classe de abaixamento

Nota:

(*1) CI 0,4 – Para betão com armaduras de aço ou outros metais embebidos

(*2) S3 – Abaixamento de 100mm a 150mm no Cone de Abrahms

Antes da betonagem a qualidade do betão era controlada, de forma a verificar se existia conformidade entre o que estava projectado e o que estava a ser fornecido, betão pronto. Para o controlo do betão foi-me concebida a oportunidade de partilhar com a fiscalização, a execução de ensaios com o Cone de Abrahms, verificando a sua consistência, analisando o seu abaixamento.

Como referido anteriormente, utilizou-se no reforço do pilar um betão da classe de resistência C30/37 e classe de abaixamento S3, desta forma os valores tinham de estar compreendidos entre 100mm e 150 mm, facto que se verificou.

Este ensaio do Cone de Abrahms, consiste na medição do abaixamento máximo (“slump”) do betão tendo este de se encontrar entre os valores pretendidos. Para a realização do ensaio, coloca-se uma chapa metálica em posição horizontal e o cone sobre ela, mas com a maior abertura para cima. Enche-se o cone com betão e dão-se 25 pancadas. A seguir, vira-se ao contrário, coloca-se de novo sobre a chapa, retira-se o cone e mede-se o abaixamento do betão, verificando de imediato a sua consistência e trabalhabilidade.

O betão pronto foi fornecido pela Tecnovia e na recepção foi realizado o boletim de controlo de betonagem com todas as informações. Todas estas informações do boletim e os valores dos ensaios de resistência à compressão, podem ser observados no **Anexo 13**.

Do camião de betão foi também retirado betão para o enchimento de 9 cubos (figura 88) a fim de serem testados em laboratório. A partir destes é medida a tensão de ruptura do betão, sendo levados à rotura três cubos ao 3^o dia após a betonagem, três ao 7^o dia e por fim, ao 28^o dia os restantes três cubos.



Figura 109: Enchimento dos cubos com betão para serem encaminhados para o laboratório

Após o ensaio do Cone de Abrahms e as respectivas análises do betão, procede-se à bombagem do betão pronto. Neste processo controla-se a aplicação do betão, a vibração e o espalhamento, evitando formação de vazios. O lançamento e espalhamento do betão realizou-se com a mangueira a baixa altura na posição vertical, posteriormente procedese à penetração da agulha do vibrador em posição vertical no interior do betão. Os tempos de vibração dependem tanto da potência do equipamento como do tipo de betão, podendo a vibração ser prejudicial quando executada por defeito ou por excesso.



Figura 110: Recepção do betão pronto no Camião Bomba



Figura 111: Lançamento do betão pronto



Figura 112: Espalhamento e respectiva vibração do betão

Figura 113: Talochamento da superfície do betão



As condições de presa do betão são aspectos de grande importância a ter em conta na qualidade do betão. Como é natural, as condições climáticas (vento, temperatura, etc.) do local têm influência na presa e no seu endurecimento.

De modo a minimizar as deformações do betão do encamisamento utilizou-se o Sika Antisol para controlo da retracção, nomeadamente a retracção de secagem. O produto foi pulverizado sobre a superfície de betão e formou uma película fina que actua como barreira protectora, evitando a dissecação prematura da superfície. Proporciona uma cura perfeita, protegendo contra a desidratação descontrolada e consequente fissuração do betão.

Descofragem

Por norma, o tempo de cura do betão é de 3 a 7 dias, pelo que a descofragem só foi realizada quando a estrutura adquiriu a resistência suficiente pelo endurecimento do betão. Todos os procedimentos de desmoldagem e descimbramento descritos no artigo 153 do REBAP, foram seguidos de modo a que estas operações sejam realizadas com segurança.

Os prazos mínimos de descofragem foram respeitados e estabelecidos de acordo com o quadro XVIII. Para facilitar a desmoldagem foi aplicado óleo descofrante em todas as superfícies da cofragem

QUADRO XVIII
Prazos mínimos de desmoldagem e descimbramento

Moldes e escoramentos	Tipo de elemento		Prazo (dias)
Moldes de faces laterais	Vigas, pilares, paredes		3 ⁽¹⁾
Moldes de faces inferiores	Lajes ⁽³⁾	$l \leq 6$ m	7 ⁽¹⁾
		$l > 6$ m	14
	Vigas		14
Escoramentos	Lajes ⁽³⁾	$l \leq 6$ m	14 ⁽²⁾
		$l > 6$ m	21 ⁽²⁾
	Vigas		21 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Este prazo pode ser reduzido para 12 h se forem tomadas precauções especiais para evitar danificações das superfícies.

⁽²⁾ Este prazo deve ser aumentado para 28 dias no caso de lajes e vigas que, na ocasião do descimbramento, fiquem sujeitas a acções de valor próximo do que, satisfeita a segurança, correspondente à sua capacidade resistente.

⁽³⁾ No caso de lajes em consola, deve tomar-se como vão, l , o dobro do balanço teórico.

Figura 114: Quadro XVIII – Prazos mínimos de descofragem (Fonte: REBAP)



Figura 115: Aspecto final da superfície após descofragem

Como a superfície do betão iria receber a protecção por pintura foi necessário limpar a mesma, deixando-a isenta de material degradado, solto ou pouco aderente, e constituir uma base isenta de poros e irregularidades mas com uma rugosidade suficiente para uma boa aderência da nova pintura. Os poros com diâmetro superior a 1 cm foram tapados individualmente e as zonas com muitos poros foram objecto de barramento por revestimento de base cimentícia. A argamassa utilizada foi a Sika Monotop 620.



Figura 116: Superfície do betão após barramento geral com argamassa

3.5 REPARAÇÃO / REABILITAÇÃO DAS VIGAS-LANCIL

Como referido anteriormente a secção inferior das vigas-lancil apresentava-se bastante deteriorada e com armaduras longitudinais expostas.

Nos pontos seguintes irei apresentar a metodologia que foi implementada na realização deste trabalho.

Lavagem da superfície

Lavagem de toda a superfície da viga com jacto de água a alta pressão de forma a remover todas as partículas soltas existentes na viga-lancil.

Corte e demolição da secção inferior

Após a lavagem a alta pressão executamos o corte e demolição da secção inferior das vigas com recurso a rebarbadoras de disco diamantado e martelos ligeiros, deixando as armaduras existentes para posterior ligação às novas armaduras. A demolição foi executada até alcançar um suporte sólido, no

qual se realizou um enchimento com argamassa de elevada resistência. Este procedimento foi utilizado em toda a extensão da secção inferior da viga-lancil e teve-se particular atenção em não danificar as armaduras existentes, e os perfis metálicos adjacentes.



Figura 117: Corte e demolição da secção inferior da viga-lancil

Reforço das armaduras e aplicação de argamassa

Posteriormente as armaduras existentes da laje foram reposicionadas e introduzidas as novas armaduras, constituídas por varões longitudinais de Ø20. Seguidamente procedeu-se à preparação da superfície do betão existente. Esta preparação consistiu na remoção das poeiras e partículas soltas que ainda poderiam existir e humedecimento da superfície antes a aplicação da argamassa.

A argamassa utilizada na reabilitação da viga-lancil foi o Mapegrout Tissotropico. Trata-se de uma argamassa fibro-reforçada de retracção controlada e que pode ser aplicada com colher de pedreiro.

Por fim, e antes da pintura, sempre que foi necessário aplicou-se argamassa de reparação de forma a tornar a superfície da viga regular.



Figura 118: Aplicação de moldura com gabarito antes do enchimento com argamassa



Figura 119: Enchimento com Mapegrout Tissotropico

Figura 120: Viga-lancil após reabilitação com argamassa de elevada resistência



3.6 SISTEMA DE PROTECÇÃO DA ESTRUTURA METÁLICA

No ponto seguinte apresento a preparação de superfície e os esquemas de pintura que foram aplicados na Ponte de Santa Margarida, que têm como objectivo principal o tratamento anticorrosivo das superfícies metálicas.

Preparação de superfícies

A preparação da superfície foi uma etapa importantíssima na Ponte, sendo realizada com dois grandes objectivos. O primeiro consiste em remover da superfície materiais que possam impedir o contacto da tinta com a mesma. O segundo, diz respeito à necessidade de se criar um adequado perfil de rugosidade capaz de permitir a ancoragem mecânica da primeira demão da tinta.

Antes da pintura as superfícies foram convenientemente limpas de todas as substâncias (poeiras, detritos e sais) que de algum modo poderiam provocar danos na película de tinta ou contaminações susceptíveis de impedir uma perfeita adesão da mesma. A lavagem das superfícies foi realizada com jacto de água a elevada pressão.



Figura 121: Lavagem das superfícies a alta pressão



Figura 122: Diferença da superfície após a lavagem

De acordo com o Caderno de Encargos, a estrutura metálica da Ponte foi limpa e preparada conforme a norma americana SSPC-SP2, "Surface Preparation Specification N° 2- Wire Brushing and Hand Washing and Rinsing e norma SSPC - SP2, Surface Preparation Specification N° 2 - Power Tool Cleaning". Como tal para a preparação das superfícies foram utilizadas diversas ferramentas e equipamentos manuais e mecânicos, tais como: martelos de agulhas, escovas pneumáticas, raspadeiras, escovas de arame, lixadeiras, etc.



Figura 123: Escovagem da superfície

Pintura

Foram respeitadas integralmente as recomendações técnicas de preparação e aplicação indicadas nas fichas técnicas dos produtos.

Os primários foram aplicados pouco tempo após a preparação das superfícies. Tintas gelatinizadas, ou tintas e diluentes com demasiado tempo de armazenagem não foram utilizadas. Foram ainda rigorosamente respeitadas as circunstâncias limitativas da aplicação de temperaturas e humidade. Não sendo aplicada tinta em condições climatéricas de chuva, nevoeiro ou outra precipitação ou com vento forte.

Procurou-se evitar a acumulação de tinta seca nos recipientes e em todos os utensílios e equipamentos utilizados para armazenar, misturar, manusear e aplicar tinta.

Os primários e acabamentos indicados foram aplicados de acordo com as instruções mencionadas nas fichas técnicas de cada um dos produtos. Como tal, foram usados equipamentos e materiais de pintura correntes (trinchas, rolos e pincéis). Pontualmente foram utilizados equipamentos de “airless” *¹.

A limpeza e a pintura foram efectuadas por secções e zonas. Sendo realizada a demão seguinte ou zona, após aprovação da fiscalização.



Figura 124: Superfície após aplicação do primário

Figura 125: Sistema de protecção aplicado por secções



Figura 126: Diferentes materiais usados na protecção da estrutura metálica



*¹ Equipamento de pintura assistido por ar, composto por: Bomba, tubo de sucção, mangueiras de ar/tinta e pistola de pintura.

No estaleiro de Obra foi instalado um armazém de tintas e diluentes, tendo em consideração a necessidade de se evitar a exposição das mesmas ao calor excessivo, chuva e variação brusca de temperaturas.



Figura 127: Mistura dos diferentes componentes das tintas

Esquemas de preparação de superfície e pintura

Estruturas metálicas a incorporar (preparadas em oficina)

- Decapagem ao grau Sa 2 ½;
- 1 x 80 µm de Primário epoxy rico em zinco – 7K-870 Amercoat 68;
- 1 x 80 µm de Intermédio epoxy de alta espessura – 7N-100 Aralcin Miox;
- 1 x 40 µm de Acabamento Poliuretano – 7P-480 Amercoat 450S, na cor R.A.L: 3001

Tratamento e acabamento a executar nas estruturas metálicas incorporadas:

- Lavagem geral das superfícies a alta pressão (300 bar);
- Escovagem manual/mecânica ao grau ST3 das zonas com corrosão;
- Escovagem manual/mecânica das zonas com tinta mal aderente ou danificada;
- Lixagem mecânica das restantes superfícies;
- Desengorduramento geral das superfícies;
- 1 x 80 µm de Primário epoxy de alumínio tolerante de superfície – 78-540 Alumapoxy, aplicado nas zonas escovadas;

- 1 x 40 μm de Acabamento Poliuretano – 7P-480 Amercoat 450S, na cor R.A.L: 3001

Estruturas metálicas existentes

- Lavagem geral das superfícies a alta pressão (300 bar);
- Escovagem manual/mecânica ao grau ST3 das zonas com corrosão;
- Escovagem manual/mecânica das zonas com tinta mal aderente ou danificada;
- Lixagem mecânica das restantes superfícies;
- Desengorduramento geral das superfícies;
- 1 x 80 μm de Primário epoxy de alumínio tolerante de superfície – 78-540 Alumapoxy, aplicado nas zonas escovadas;
- 1 x 80 μm de Intermédio epoxy de alta espessura – 7P-140 Amerlock 400S;
- Selagem de juntas com mástique de poliuretano – Sikaflex 11FC
- 1 x 40 μm de Acabamento Poliuretano – 7P-480 Amercoat 450S, na cor R.A.L: 3001.



Figura 128: Aspecto final da face inferior do tabuleiro



Figura 129: Aspecto geral do sistema de protecção aplicado na estrutura

3.7 SISTEMA DE PROTECÇÃO DOS ELEMENTOS DE BETÃO

Por forma a que a protecção superficial apresente um desempenho eficaz foi essencial que as superfícies a revestir se apresentem limpas, isentas de material degradado, solto ou pouco aderente, e constituir uma base isenta de poros e irregularidades mas com uma rugosidade suficiente para permitir uma boa aderência da nova pintura.

Assim, antes da aplicação da protecção superficial, procedemos à preparação e limpeza das superfícies com jacto de água a elevada pressão, por forma a eliminar todas as substâncias prejudiciais, tais como: partículas em desagregação, pontos de ferrugem, poeiras, leitada de cimento, pinturas existentes, gorduras, etc, até que a superfície fique limpa e homogénea.



Figura 130: Aspecto geral da superfície dos elementos de betão, antes das limpeza

Depois da superfície se encontrar devidamente preparada aplicou-se um esquema de pintura constituído por:

- Uma demão da própria tinta de acabamento bastante diluída, para garantir uma eficiente penetração nos pequenos poros e selagem dos

mesmos e que, ao mesmo tempo, constitua uma base compatível com as demãos de acabamento subsequentes. Esta demão foi aplicada à trincha, de modo a garantir uma mais eficaz colmatação dos poros do betão.

- Duas demãos da tinta de acabamento, com elevada resistência à agressividade ambiental e outras características.

No fim da aplicação das três camadas de protecção, a espessura seca total do revestimento, deveria apresentar um valor mínimo de 180 μm . Este valor calculou-se a partir do rendimento de aplicação e do teor de sólidos em volume e resultante da aplicação em várias demãos, a fim de garantir a formação de uma película homogénea e isenta de poros.



Figura 132: Aspecto geral da superfície dos guarda-corpos

Figura 131: Aspecto geral da face exterior dos guarda-corpos de betão



Todos os produtos que constituíram o esquema de pintura foram fornecidos pelo mesmo fabricante, neste caso a Cin, permitindo a respectiva compatibilidade entre os diferentes componentes.

O esquema de pintura apresentou um acabamento homogéneo cobrindo totalmente a base de betão, após reparação e preparação adequada.

A primeira demão tem a finalidade de impregnar e preencher os poros abertos durante a preparação da base, a fim de melhorar o desempenho do esquema de pintura, evitar o aparecimento de heterogeneidades de brilho e cor no acabamento e garantir a formação de uma película de revestimento contínua e homogénea.



Figura 133: Aspecto geral da face exterior da viga-lancil

Esquema de protecção das Estruturas de betão armado

- Lavagem geral das superfícies a alta pressão;
- 3 x 60 µm de Tinta acrílica 12-700 – C-Cryl, na cor R.A.L 7035.

3.8 DEMOLIÇÃO DO PAVIMENTO DE BETÃO

Demolição da camada de enchimento

O pavimento da ponte apresentava-se com grande desgaste, sobretudo quebrado, em torno de cada uma das nove juntas, existentes, sendo notórias zonas com o betão exposto.

Nesses mesmos locais, também se verificava a existência de remendos, executados em betume asfáltico, obstruindo as folgas das juntas.

Uma vez que o projecto não descrevia com pormenor das camadas constituintes do tabuleiro, foram realizados três carotes para se verificar a existência de diferentes camadas e as suas espessuras.

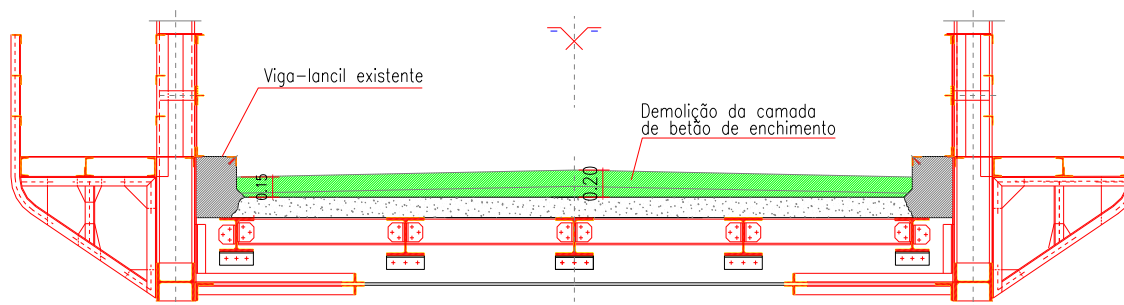


Figura 134: Pormenor da camada de enchimento a demolir



Figura 135: Realização da carotagem no tabuleiro da Ponte

Figura 136: Carote realizado no tabuleiro da Ponte



Após a extracção da amostra cilíndrica de $\varnothing 110\text{mm}$, com recurso a uma caroteadora, constatou-se a existência de três camadas distintas:

- Um primeira camada de betão com espessuras compreendidas entre os 10 a 12cm, armado com varão de $\varnothing 6\text{mm}$ e recobrimentos compreendidos entre os 2 e 2,5 cm.
- Uma segunda camada de argamassa com espessura média de 3,0cm, sem armadura.
- Uma terceira camada de betão com cerca de 20 a 21cm de espessura armada com varões $\varnothing 10\text{mm}$ com recobrimento pela parte superior em cerca de 3 a 3,5cm.

Uma vez analisada a amostra cilíndrica, optou-se por realizar cortes transversais e longitudinais na primeira camada, removendo a segunda camada com recurso a martelos hidráulicos. Esta escolha permitiu a remoção da primeira camada de betão armado, sem ser necessário recorrer a demolição, reduzindo o tempo de execução desta actividade.



Figura 137: Serra eléctrica para corte de pavimento de betão



Figura 138: Remoção das placas do pavimento após os cortes transversais e longitudinais

Como referido anteriormente a segunda camada de argamassa foi removida recorrendo a um martelo demolidor hidráulico acoplado na miniescavadora. Pontualmente foram empregados martelos pneumáticos para demolir as zonas fora do alcance da miniescavadora e as zonas de intersecção da viga-lancil e tabuleiro.



Figura 139: Demolição da argamassa com o martelo hidráulico

Figura 140: Detritos provenientes da camada de argamassa



De referenciar que na demolição do tabuleiro foram tomados todos os cuidados necessários para manter a integridade das estruturas anexas, nomeadamente as vigas-lancil que já se encontravam reabilitadas e face inferior do tabuleiro.

Remoção dos detritos provenientes do tabuleiro

Os detritos resultantes do processo de demolição da argamassa foram reduzidos a ponto de se tornar possível o carregamento com o multifunções, bem como a descarga para o camião basculante.

Durante o carregamento foram usados carrinhos de mão, pás entre outros equipamentos próximos dos pontos de passagem dos trabalhadores, para apoiar o multifunções.

Após a remoção de todos os detritos será realizada a limpeza da superfície da zona intervencionada, recorrendo a vassouras manuais e mecânicas.

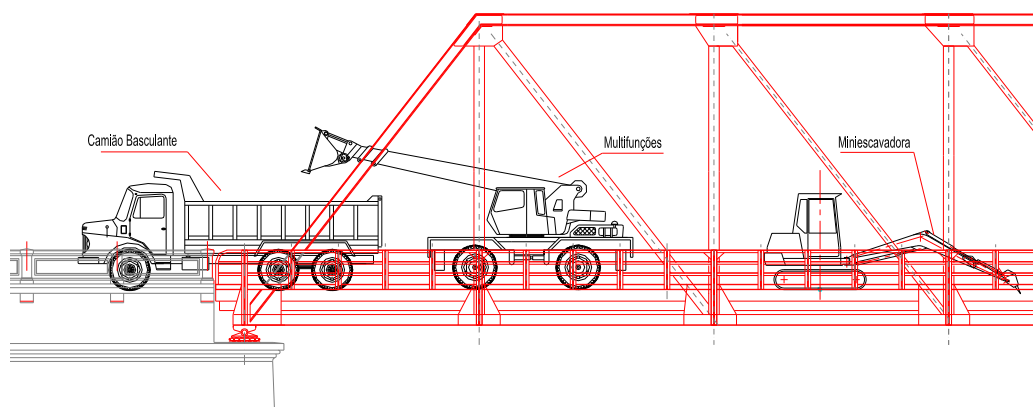


Figura 141: Sequência da remoção dos detritos no tabuleiro da Ponte

Transporte dos resíduos para a zona de armazenamento

Todo o material resultante da demolição foi encaminhado para a zona de armazenamento temporário, uma vez que a execução da demolição do tabuleiro foi realizada durante o período de corte total do tráfego rodoviário (entre 20 horas de sexta-feira e as 6 horas de segunda-feira).

O local da zona de armazenamento temporário encontra-se perto do encontro sul da Ponte de Santa Margarida (lado de Ferreira do Alentejo). Posteriormente os detritos serão separados em obra e encaminhados para um centro de tratamento de resíduos.



Figura 142: Placas de betão armado provenientes do tabuleiro



Figura 143: Zona de depósito temporário



Figura 144: Giratória EC290 com balde britador

3.9 PREPARAÇÃO E APLICAÇÃO DO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Limpeza da superfície de betão

Após da aplicação do sistema de impermeabilização no tabuleiro da Ponte, procedeu-se á limpeza integral do pavimento com maquinaria própria para o efeito (ar comprimido, vassouras mecânicas). O pavimento deverá apresentar uma superfície completamente limpa de poeira e matérias soltas.

Figura 145: Bobcat com vassoura mecânica





Figura 146: Limpeza dos detritos resultantes da demolição

Figura 147: Superfície do pavimento isenta de detritos e matérias soltas



Aplicação da emulsão betuminosa

Iniciam-se os trabalhos de aplicação da emulsão betuminosa que confere a barreira de impermeabilização do tabuleiro, á taxa de 1,5Kg/m². A emulsão que foi proposta e que é a própria para a situação em causa, é o “Proalastic” da Cepsa, e foi aplicada por projecção com recurso a uma máquina de rega das emulsões betuminosas e a equipamentos manuais como rolos e pincéis.



Figura 148: Máquina de projecção de rega

Figura 149: Aplicação manual da emulsão betuminosa Proalastic

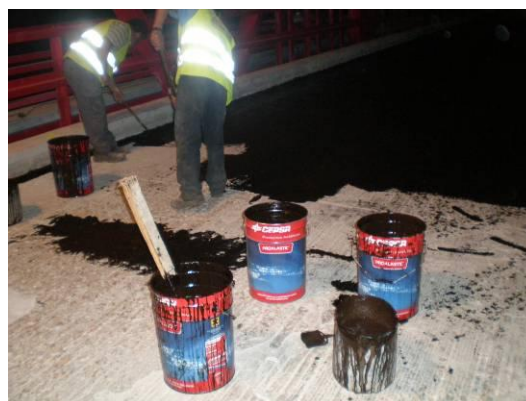




Figura 150: Aspecto final do tabuleiro após impermeabilização

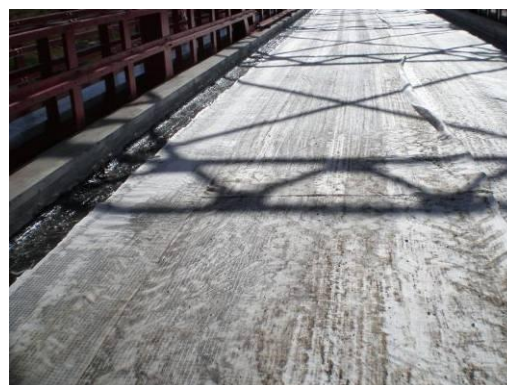
Aplicação da grelha em fibra de vidro

Após a aplicação da emulsão betuminosa, e depois de aguardar o tempo necessário para a cura (ponto de ruptura), aplicou-se a grelha em fibra de vidro S&P Glasphalt GS, com equipamento próprio para o efeito. Esta grelha tem o papel de evitar a propagação das fissuras para a nova camada de betuminoso, enquanto o geotéxtil integrado na grelha terá a função de evitar que, em tempo quente e devido á sua capacidade de retenção, a emulsão suba à superfície do pavimento mantendo assim a integridade da barreira de impermeabilização atrás referida.



Figura 151: Aplicação da grelha em fibra de vidro

Figura 152: Aspecto final do tabuleiro após aplicação da grelha em fibra de vidro



3.10 JUNTAS DE DILATAÇÃO NOS ENCONTROS

As juntas de dilatação aplicadas nos encontros foi do tipo neopreme simples. As juntas de dilatação tem como objectivos principais assegurar o funcionamento da estrutura conforme a sua concepção e dar continuidade ao pavimento, assegurando a exploração da via em condições de segurança.

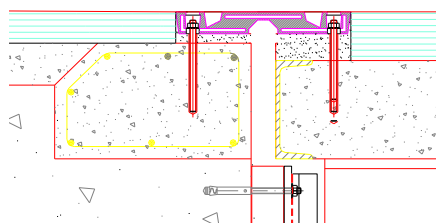


Figura 153: Pormenor da junta de neopreme simples (Fonte: Estradas de Portugal)

Corte do pavimento betuminoso

Iniciou-se o trabalho com a determinação da largura da junta em repouso, majorada em ambos os lados, pela espessura da banda de transição.

No caso presente das juntas REJ 80 que foram aplicadas, foi necessário no mínimo 100mm de cada lado da junta de dilatação, para a banda de transição. A largura total do corte a realizar é de 633mm (433mm da junta mais 100mm de banda de cada banda de transição)

Durante o corte do betuminoso teve-se em atenção evitar danificar a camada de impermeabilização e a armadura existente. No corte, utilizou-se uma serra de disco diamantada com dispositivo de regulação em profundidade e refrigeração a água. O corte deve obedecer tanto quanto possível a um eixo paralelo da junta entre as lajes, e a tolerância de corte sobre esta medida foi de ± 5 mm.



Figura 154: Marcação da guias de corte



Figura 155: Equipamento de corte de pavimento betuminoso

Remoção do betuminoso

O betuminoso compreendido entre os dois cortes, foi arrancado com um martelo pneumático ligeiro, equipado com guilho. A superfície da mesa foi regularizada com uma argamassa autonivelante sem retracção (Grout).

No presente caso a espessura do betuminoso era superior à espessura da junta, sendo essa diferença preenchida com uma camada de betão ou “grout” misturado com inertes. Este enchimento foi colocado depois de se ter preparado o plano de suporte com uma resina a fim de incrementar a aderência entre o betão velho e novo.



Figura 156: Remoção do betuminoso compreendido entre os cortes

Figura 157: Destroços provenientes da remoção do betuminoso





Figura 158: Plano da mesa de suporte da junta de dilatação

Marcação e execução da furação para fixação da junta

Utilizando a peça da junta como “gabarit”, marcou-se a posição dos furos. Os furos devem ser majorados de 4 a 6mm, relativamente ao diâmetro dos pernos de fixação. A tolerância no sentido transversal é de $\pm 10\text{mm}$, garantida pela furação rasgada da junta. Esta tolerância será para o caso de se encontrar armadura durante a furação.

De seguida procede-se à limpeza dos furos e do plano da mesa através de ar comprimido.



Figura 160: Furação na mesa para posterior colocação dos pernos de fixação

Figura 159: Corte da junta de dilatação

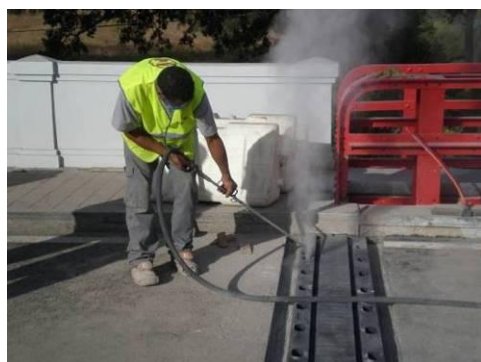


Figura 161: Limpeza dos furos e do plano da mesa

Instalação do sistema de drenagem de águas

Posiciona-se ao longo da mesa, a membrana de escoamento em forma de U, em neoprene, no espaço livre entre as duas lajes (modelado à mão) e cola-se com resina epóxica à mesa. O comprimento da membrana teve de ser o suficiente para que funcione como caleira quando a junta estiver no máximo da sua abertura.



Figura 162: Instalação da membrana de drenagem de águas

Posicionamento da junta e selagem dos pernos de fixação

Posicionou-se a junta, módulo a módulo, fazendo coincidir a sua furação com a que foi executada na mesa. O seu alinhamento é rectificadado e é vertida a resina epoxica na furação, inserem-se os pernos de fixação, já com porca e anilha para definir o comprimento de selagem. Respeitando o tempo de cura da resina e procedeu-se ao aperto do conjunto.



Figura 163: Pernos de fixação com anilhas e porcas com freio

Figura 164: Colocação da resina epoxica e pernos de fixação



Introdução do momento de aperto

Decorrido o período de presa da resina de selagem, os parafusos foram apertadas com o seguinte momento de aperto:

Tabela 3: Momentos de apertos a realizar nos parafusos

Diâmetro nominal (mm)	Área da secção resistente	Momento de aperto – Classe 8.8
12	84	103
14	115	165
16	157	257
18	192	354
20	245	502
22	303	683
24	353	868
27	459	1269
30	561	1723



Figura 165: Aplicação do momento de aperto nas porcas

Figura 166: Aspecto da porca com freio após aplicação do momento de aperto



Execução das bandas de transição

Execução das bandas de transição (aberturas laterais entre a junta e o betuminoso) foi feita com “grout” homogeneizado com inertes de granulometria não superior a 8 mm. E teve-se em atenção os níveis da rasante a fim de

evitar a existência de descontinuidades que aceleram a degradação do conjunto.



Figura 167: Aplicação do “grout” nas bandas de transição

Selagem das cavidades de aperto

Depois do aperto final, estas cavidades foram preenchidas com um betuminoso elástico, até a porca ficar coberta.

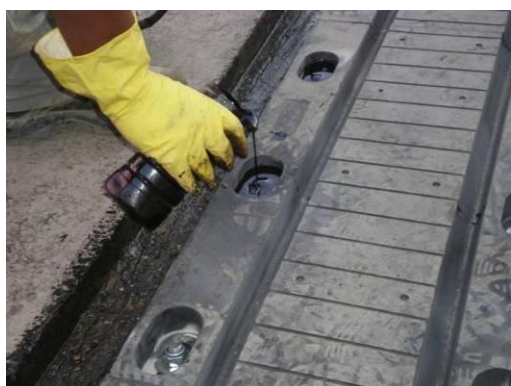


Figura 168: Selagem das cavidades de aperto

Figura 169: Aspecto final da junta de dilatação



3.11 JUNTAS COM BETUME ELASTÓMERO

Estas juntas foram introduzidas nas juntas da laje do tabuleiro e permitem acomodar pequenos deslocamentos de aproximadamente $\pm 10\text{mm}$ e tem como função vedar e impermeabilizar a estrutura.

Neste tipo de juntas os elastómeros, são misturados aos asfaltos (betumes) numa proporção de cerca de 25%, melhorando as características de flexibilidade, elasticidade e ductilidade da junta assim como a sua coesão e adesão ao pavimento existente. Os agregados conferem endurecimento necessário e dão corpo ao produto.

Colocação do cordão flexível

Após ser realizado o corte e remoção do pavimento, conforme descrito anteriormente nas juntas de neopreme, aplicou-se um cordão flexível entre a junta da laje do tabuleiro. Este cordão flexível funciona como tampão, no espaço de junta, à passagem de mistura betuminosa que, durante a aplicação, se encontra num estado fluido e a temperaturas elevadas (170 a 180 °C) tem como função impedir o escoamento do ligante.

Aplicação da rega de colagem e chapas de aço

Realizada a colocação do cordão iniciou-se o aquecimento com lança térmica, da caixa da junta, e pintura de toda a caixa, com rega de colagem adequada e compatível com a junta a executar ou com o betume elastómero.



Figura 170: Aquecimento com lança térmica

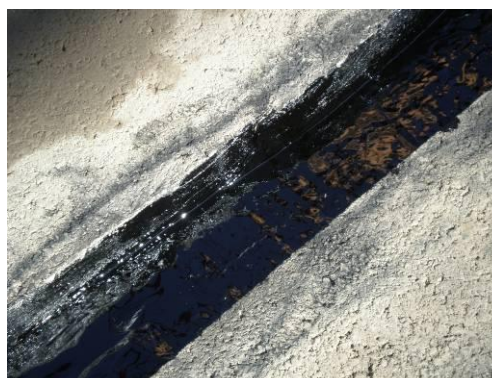


Figura 171: Aplicação da rega de colagem

Sobre o cordão foi colocada uma chapa de aço, que permite uma melhor distribuição de tensões e deformações na mistura betuminosa.

Posteriormente aplicou-se mais uma camada de rega de colagem, embebendo toda a superfície da chapa de aço.



Figura 172: Colocação das chapas metálicas



Figura 173: Aplicação da rega de colagem sobre as chapas metálicas

Colocação do inerte com o ligamento betuminoso

Deu-se início à colocação do inerte misturado com o ligamento betuminoso. O enchimento foi realizado por camadas com espessura máxima de 4cm, na zona da caixa, à temperatura de 140 a 150°C.



Figura 174: Aquecimento dos inertes misturado com o ligamento betuminoso

Figura 175: Placas de ligamento betuminoso

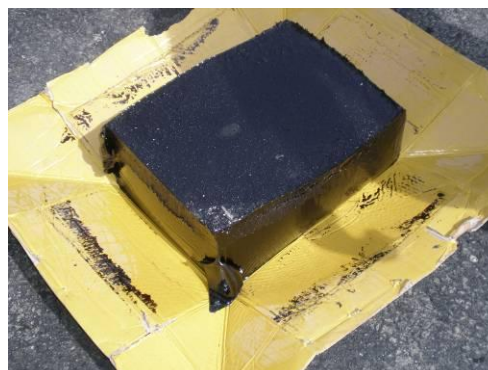




Figura 176: Equipamento para aquecimento das placas de betuminoso

Figura 177: Aplicação dos inertes com a mistura betuminoso na caixa da junta



Após colocada a várias camadas , foi realizada uma camada final com inertes de menor dimensão. Sobre esta camada foi executada a compactação do material com um cilindro de rolos e uma selagem superficial da junta para protecção da acção dos agentes climáticos. Durante a selagem, foi estendida areia siliciosa para dar à superfície lisa uma textura granitada.



Figura 178: Diferença de dimensão dos inertes na ultima camada

Figura 179: Compactação ultima camada com cilindro de rolo





Figura 181: Aplicação de areia siliciosa para dar textura à superfície

Figura 180: Aplicação da camada de selagem



4 Higiene e Segurança na Obra

Em obra todos nós, ao desenvolvermos qualquer tipo de actividade estamos sempre sujeitos aos riscos inerentes a esse tipo de actividade, seja ela qual for. Os riscos associados geralmente traduzem-se em acidentes, que resultam da combinação de vários factores ao nível de toda a envolvente da obra ou também podem ocorrer por falha humana ou mesmo por falhas ao nível da estrutura, e que afectam directamente os trabalhadores que se encontram na obra.

Surge então a necessidade de levar a cabo um conjunto de acções preventivas e correctivas destinadas à prevenção e protecção dos trabalhadores, na procura de uma diminuição de ocorrência de acidentes e da atenuação dos efeitos que possam ocorrer.

Tendo em conta os diferentes tipos de actividades realizadas em obra durante o estágio, tive a oportunidade de participar nas acções de formação e nos planos de monitorização e prevenção, verificando a correcta execução das actividades, tendo sempre em conta as regras de segurança e higiene em obra.

Ainda no âmbito da Higiene e Segurança é de referir que a legislação contempla a existência de um Plano de Saúde e Segurança, que reúne todas as informações e indicações relevantes em matéria de saúde e segurança da obra. Este documento único contém todas as acções e medidas, procurando eliminar as falhas técnicas e humanas ao nível da obra, que são uma realidade bem presente nos dias que correm, contribuindo significativamente para o elevado número de acidentes.

4.1 EQUIPAMENTOS DE PROTECÇÃO COLECTIVA E INTEGRADA

São equipamentos que abrangem toda a envolvente da obra em causa no que respeita a construções provisórias, andaimes, plataformas, escadas, passadiços, instrumentos técnicos de trabalho, máquinas, permitindo assim uma diminuição da perigosidade em toda a obra.

Deste modo, destacam-se os seguintes exemplos de medidas de protecção colectiva:



Figura 182: Plataforma de acesso ao pilar central

Figura 183: Escadas de acesso à plataforma em redor do pilar



Figura 184: Plataforma móvel para acesso à secção inferior do tabuleiro



Figura 185: Andaime móvel de acesso à estrutura metálica



Figura 186: Escadas para acesso ao encontro do lado de Grândola



Figura 187: Rede de segurança nos taludes encontros

Figura 188: Carros para movimentação das vigas carril das plataformas móveis

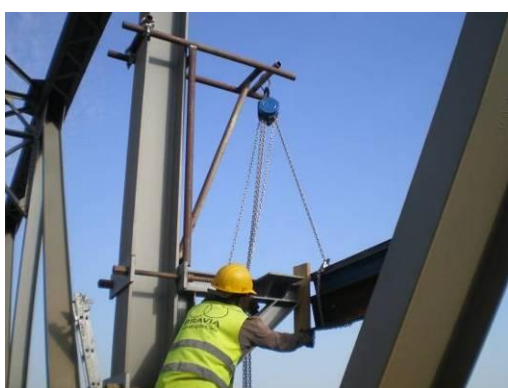


Figura 189: Diferenciais para elevação das vigas carril

Figura 190: Guincho de alavanca "Tirfor" para movimentação dos andaimes móveis





Figura 191: Lombas na faixa rodoviária

4.2 EQUIPAMENTOS DE PROTECÇÃO INDIVIDUAL

Dado que muitas vezes as medidas de protecção colectivas revelam-se insuficientes aquando da ocorrência de acidentes, e uma vez que os trabalhadores não agem de acordo com as regras de higiene e segurança, torna-se necessário implementar medidas de protecção individual que se destinam a proteger mais directamente os trabalhadores, que são os principais visados neste tipo de situações.

Das medidas de protecção individual, também designados por EPI's, mencionam-se os seguintes:

Capacetes

Os capacetes têm como principal função a protecção do crânio contra lesões. Estes são constituídos por duas partes: o casco e o arnês, a primeira a parte exterior e resistente do capacete e a segunda o conjunto de elementos interiores destinados a absorver a energia transmitida pelo choque e a manter o capacete numa posição correcta quando posto na cabeça.

Os capacetes de protecção devem absorver a energia resultante do choque de um objecto contra a sua superfície. Devem resistir a deformações e perfurações, dentro dos limites compatíveis com o papel que lhes é atribuído.



Figura 192: Capacete de protecção

O capacete de soldador é formado pelos mesmos constituintes acima referidos, mas possui um viseira. Apesar de este EPI apresentar uma restrição no campo visual e maior peso, permite ao soldador utilizar as duas mãos na execução do trabalho e apresenta uma estanquidade mais perfeita



Figura 193: Capacete de Soldador com viseira estanque

Para proteger o trabalhador durante a actividade de decapagem com jacto de areia da pedra dos encontros e pilar, usou-se o capuz. Este foi usado directamente sobre o crânio e contém uma viseira facial incorporada, permitindo uma visão cómoda, bem como uma máscara para evitar a inalação pela via respiratória da poeira resultante da decapagem.



Figura 194: Capuz de tecido com viseira facial e máscara para protecção de materiais abrasivos

Óculos, auriculares e máscaras de protecção

Para evitar a exposição dos trabalhadores a uma elevada carga sonora durante o período de trabalho eram distribuídos mensalmente, ou quando necessário tampões auriculares. Os mais utilizados durante a obra foram os de silicone moldados no próprio canal auditivo, que são em geral mais cómodos que os plásticos ou super-auriculares.

Ao nível de protecção da via respiratória foram fornecidas máscaras filtrantes. Este tipo de EPI destina-se a retirar os contaminantes do ar inspirado através de uma peça facial filtrante, que actua por absorção,

dispondo de um tampão de fibras. De referir que a utilização destas peças faciais dificulta a respiração, dificuldade esta que aumenta com o uso à medida que vão sendo depositadas partículas e poeiras. As máscaras usadas eram descartáveis e o modelo permitia uma adaptação perfeita ao rosto do trabalhador.



Figura 195: Óculos, máscaras filtrantes e auriculares de silicone de protecção

Luvras e Botas de Protecção

As mãos são as principais ferramentas dos trabalhadores, é com estas que o homem agarra os objectos, manuseia os utensílios e acciona ainda as máquinas. Quer isto dizer que pelas funções que desempenham, as mãos são uma das partes do corpo mais vulneráveis.

A escolha das luvas variavam consoante o tipo de trabalho a realizar e o risco que se pretendia prevenir. Foram usadas principalmente luvas de couro, têxteis e durante a execução dos rebites foram utilizadas luvas constituídas por têxteis ignífugos com fibra de vidro devido ao excessivo calor e salpicos de metal fundido.

Não menos importante é a protecção dos membros inferiores. Esta protecção é realizada integrando no calçado uma biqueira de aço que absorve os choques sem haver deformação excessiva e palmilhas de protecção que devem ser leves e o mais resistentes possível.



Figura 196: Botas de protecção


Figura 197: Luvas de couro
Figura 198: Luvas de têxteis ignifugados com fibra de vidro


Arneses e cintos de segurança

Durante o decorrer da obra, grande parte dos trabalhos foram realizados em altura, quer seja sobre plataformas, andaimes ou outro tipo de equipamento, o que tornou indispensável a utilização de cintos de segurança ou arneses de segurança contra quedas em altura, apesar de garantir-se medidas de protecção integrada ou colectiva nos referidos equipamentos.

O arnês de segurança que é composto por um certo número de correias reguláveis dispostas de forma a repartir pelo corpo os esforços resultantes de uma queda em altura. Porém só será eficaz se estiver associado a uma boa escolha do ponto de ancoragem que se encontre acessível directamente, ou então por intermédio de um dispositivo que permita a ancoragem e desancoragem à distância.


Figura 199: Cinto e Arnês de segurança



Figura 200: Arnês multiusos da Lusotractel utilizado para a desmobilização da plataforma do pilar

Figura 201: Pormenor dos sistemas de fixação e acessórios do arnês multiusos



4.3 ORGANIZAÇÃO DO ESTALEIRO E TRANSPORTES DE CARGAS

Devido ao diminuto espaço do estaleiro de obra, foi necessário manter a área limpa e organizada, evitando riscos de deterioração dos materiais e situações de insegurança para os próprios trabalhadores.

Tendo sempre presente a segurança e higiene em obra, um dos objectivos principais foi manter o estaleiro em perfeita ordem, arrumação e limpeza, articulando as diferentes actividades existentes no local e no meio envolvente.



Figura 202: Palete de material devidamente embalada e protegida

Figura 203: Acondicionamento de materiais de andaime





Figura 204: Acondicionamento de materiais de andaime para transporte

Figura 205: Correcta limpeza e arrumação do local do trabalho



Dos trabalhos de transporte de cargas, os de maior risco são os que resultam de actividades de movimentação manual de cargas que pressupõe a utilização do corpo do trabalhador como próprio “instrumento” de trabalho.

A movimentação manual de cargas é uma actividade susceptível de envolver vários riscos não só adjacentes ao trabalho físico desenvolvido pelo trabalhador para movimentar as cargas, mas também relacionados com a própria composição dessas mesmas cargas, muitas vezes constituídas por diversificados materiais. Por este motivo, existem equipamentos próprios para transportar os materiais, sobretudo os que são de maior peso.



Figura 206: Elevação de cargas com meios mecânicos

4.4 CONCLUSÕES GERAIS DA SEGURANÇA EM OBRA

Em termos práticos, o grande objectivo do cumprimento das regras de Higiene e Segurança, é a salvaguarda e segurança da vida humana de todos os intervenientes na indústria da construção. Presentemente o panorama de sinistralidade que subsiste neste sector apresenta elevados índices de sinistralidade e principalmente devido às quatro maiores causas de acidente de trabalho mortal, que são as quedas em altura, o esmagamento, a electrocussão e soterramentos, em que três das quais ocorrem em obra com frequência.

Neste sentido, da experiência que pude adquirir neste estágio observando este campo da Higiene e Segurança no trabalho, verifiquei que ainda falta percorrer um longo caminho para que todos os trabalhadores entendam que as regras obrigatoriamente têm que ser cumpridas e que o que está em causa sempre é a sua própria segurança.

5 Conclusão

O estágio de trabalho final de mestrado desenvolvido na empresa Tecnovia, não só permitiu-me desenvolver e pôr em prática muitos dos conhecimentos apreendidos durante a licenciatura, como também adquirir alguma experiência profissional. Nesta experiência inclui-se a comunicação constante entre colegas da empresa envolvidos nesta empreitada, com qualquer tipo de função, como também entre os donos de obra. Esta primeira experiência profissional provou o quão importante é a interdisciplinaridade entre as várias partes envolvidas numa obra, para que esta seja bem executada e concluída dentro do prazo.

Nesta actividade é necessário ter conhecimentos relativamente aos processos construtivos, de modo a poder contribuir para tornar a construção o mais eficiente e económica possível. Este estágio também permitiu ganhar mais sensibilidade nesse tipo de aspectos.

Muito importantes foram também as conversas e trocas de ideias com engenheiros e encarregados que, com inúmeros anos de experiência, me esclareceram todas as dúvidas que eu tinha e ainda me chamaram a atenção para determinados aspectos e pormenores durante a preparação dos trabalhos. De louvar a disponibilidade em me indicarem como é que situações semelhantes seriam mais fáceis de executar em obra com algumas alterações no projecto.

Posso concluir que da parte do estagiário todos os requisitos foram satisfeitos, consolidando e aprofundado os conhecimentos adquiridos durante a licenciatura e mestrado, na área de estruturas metálicas, gestão de obras e estaleiros, qualidade, saúde e segurança no trabalho, entre outras.

Todo o trabalho desenvolvido ao longo do estágio contribuiu claramente para intensificar o meu interesse na área de projecto e direcção de obra.

Bibliografia

-Apontamentos das cadeiras de Materiais de Construção I e II, Equipamentos e Estaleiros, Processos de Construção e Edificações I e II, Custos de Produção e Qualidade, Saúde e Segurança, Custos de Produção, Estruturas metálicas e mistas. Secção de Folhas AEISEL – Lisboa.

-Reis, A.Correia; Farinha, M.Brazão e Farinha J.P.Brazão: Tabelas Técnicas. Edições Técnicas E.T.L., Lda, 2010.

-Reis, A.Correia: Organização e Gestão de Obras. Edições Técnicas E.T.L., Lda, 2009.

-Código dos Contratos Públicos. Decreto-Lei n.º 18/2008, de 29 de Janeiro. Almedina, 4.ª Edição, 2009.

-Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes. Decreto-Lei n.º 235/83, de 30 Maio. Imprensa Nacional Casa da Moeda – Lisboa, 1983.

-Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado. Decreto-Lei n.º 384/83, de 30 de Julho. Imprensa Nacional Casa da Moeda – Lisboa, 1985.

-Eurocódigos. Comité Européen de Normalisation – CEN.

-Estradas de Portugal: Projecto da Reabilitação e Reforço Estrutural da Ponte de Santa Margarida sobre o Rio Sado ao km 20+490, Estradas de Portugal - Lisboa Março de 2007.

Sites:

<http://www.engenhariacivil.com/>

<http://prc.aiccopn.pt/>

<http://pt.wikipedia.org/>

<http://www.fabory.pt/>

<http://www.construir.pt/>

Anexos

Anexo 1 – Planta do Estaleiro de Obra e Estaleiro Social

Anexo 2 – Plano de Trabalho Ajustado e Alterado

Anexo 3 – Plano de Trabalhos Semanais e Quinzenais

Anexo 4 – Mapa de Mão-de-obra

Anexo 5 – Mapa de Equipamentos

Anexo 6 – Projecto da Plataforma Móvel

Anexo 7 – Procedimentos de Realização da Plataforma Móvel

Anexo 8 – Procedimentos de Realização do Andaime Móvel

Anexo 9 – Preparação da barras Metálicas das Guardas dos Passeios

Anexo 10 – Vídeos da Execução dos Rebites

Anexo 11 – Relatórios dos Ensaios às Soldaduras

Anexo 12 – Preparação da Armadura do Pilar

Anexo 13 – Boletim de Controlo de Betonagem e Ensaios ao Betão